



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique
Université Abbes Laghrou Khenchela



Faculté Des Sciences De La Nature Et de La Vie
Département : Biologie Moléculaire et cellulaire

Mémoire de fin d'étude en vue l'obtention du diplôme de Master en biologie
Spécialité : Biologie et Contrôle des populations des insectes

Thème :

Inventaire des moustiques de la région de Khenchela :

Essai de la lutte biologique

Présenté par :

BENHACINE Zohra

BOUZIDI Zineb

Maansri Chafia

**Soutenu le :
Jury de soutenance**

Président	BOUAKKEZ Amal	MCB	Université de Khenchela
Promoteur	NADJI Hamida	MAA	Université de Khenchela
Co- promoteur	KELLIL Hadia	MCB	Université de Khenchela
Examineur	ABBA Abderrahmane	MAA	Université de Khenchela

Année universitaire 2019/2020



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique
Université Abbes Laghrou Khenchela



Faculté Des Sciences De La Nature Et de La Vie
Département : Biologie Moléculaire et cellulaire

Mémoire de fin d'étude en vue l'obtention du diplôme de Master en biologie
Spécialité : Biologie et Contrôle des populations des insectes

Thème :

Inventaire des moustiques de la région de Khenchela :

Essai de la lutte biologique

Présenté par :

BENHACINE Zohra

BOUZIDI Zineb

Maansri Chafia

Soutenu le :
Jury de soutenance

Président	BOUAKKEZ Amal	MCB	Université de Khenchela
Promoteur	NADJI Hamida	MAA	Université de Khenchela
Co- promoteur	KELLIL Hadia	MCB	Université de Khenchela
Examineur	ABBA Abderrahmane	MAA	Université de Khenchela

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Nous remercions « Dieu » le tout puissant de nous avoir donné la santé, la patience, et la volonté pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier également :

*La présidente du jury **BOUAKKEZ Amal**, pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury.*

*Notre examinateur **M.ABBA Abderrahmane**, pour avoir acceptés d'examiner notre manuscrit.*

*C'est avec un grand plaisir que nous exprimons notre gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice **Mme. NADJI Hamida** pour son orientation judicieuse, son encadrement et ses conseils qui nous ont guidés dans l'élaboration de ce mémoire.*

*Nous tenons aussi à exprimer notre sincère reconnaissance et nos vifs remerciements à notre Co-promotrice **Mme KELLIL Hadia**, pour son aide précieuse, ses encouragements et ses conseils.*

*Nos tenons aussi à remercier **Dr. Benhacine Samir** pour son aide et ses conseils.*

Dédicace

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie

Du fond du cœur. Je dédie ce modeste travail :

À mon père « rabi yarhmou »

A ma mère, qui à œuvre pour ma réussite, de par son amour, son soutien,

A mon marie « Sami » qui ne cesse de m'encourager

Pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

A mes enfants: « Louai », « Rimesse », « Raïde »

À mes sœurs : « Fatiha », « Zakia »

À mes frères : « Saiid », « Azedine », « Samir »

À mes chers amis, en particulier « Hanene » et « Fouzia »

A mon binôme

« Zineb » aux bons

Moments que nous

Avons passés ensemble

A ma promotion de Master

ZOÛRA

Dédicace

Au nom de l'amour et du respect, je dédie ce modeste travail :

A ma chère mère et mon cher père, en témoignage et en gratitude de leurs dévouement, de leurs soutient permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leurs réconfort moral, eux qui ont fourni tant d'effort pour mon éducation, mon instruction.

A la femme qui a consacré sa vie pour que je sois la meilleure, pour que je puisse continuer mes études et acquérir un savoir-faire.

Ma mère, tu es l'être le plus cher à mon cœur.

A ma chère sœur : ABIR.

A ma chère belle mère : BARIZA

A ma chère ZOHRA qui a donné tous les efforts pour terminer ce travail et a toute sa famille.

Zeineb



Dédicace

*Mercie « Allah » de m'avoir donné la capacité d'élaborer ce travail
de recherche*

Je dédie ce modeste travail :

*Mes chers parents pour leur endurance et leurs sacrifices sans
limites*

*Mes frères et sœurs en reconnaissance de leur affection toujours
constante ; à tous mes amis.*

*Mes camarades, Tous mes enseignants, et surtout mon encadreur
Nadji.*

Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Chafia

Sommaire

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations	III
Introduction	1
Chapitre 01 : Données bibliographique sur les culicidaes	
I-Généralités sur les moustiques	
1. Définition	5
2. Position systématique	7
2.1. La sous-famille des Anophelinae	7
2.2. La sous-famille des Culicinae	7
2.3. Différences entre les principaux genres de moustique	8
3. Morphologie	9
3.1. L'œuf	10
3.2. La larve	10
3.3. Nymphe	12
3.4 Adultes (l'imago)	13
4. Cycle de vie	19
4.1. Phase aérienne	19
4.2. Phase aquatique	20
5. Intérêt dans l'écosystème	22
6. Les maladies transmises par les moustiques	22
6.1. Le paludisme	23
6.2. Filariose	25
6.3 .La dengue	27
6.4. La fièvre jaune	29
6.5. Le virus du Nil Occidental	30
II- la lutte contre les moustiques	
1. La lutte contre les moustiques	32
1.1. La lutte chimique	32
1.2. La lutte physique	34
1.3. La lutte génétique	35
1.4. La lutte biologique	35
1.4.1. Lutte microbiologique	35
1.4.2. Lutte par les plantes médicinales	37
2 .Les plantes médicinales	37
2.1. Méthode d'extraction les plantes	37
2.2. Généralités sur les plantes médicinales sélectionnées	38
2.3. Position Systématique	39
2.4. Morphologie de la menthe poivrée	40
2.5. Exigence de la culture de la menthe poivrée	41
2.6. Composition chimique	42
2.7. Récolte	43

2.8. Utilisation thérapeutique et traditionnelle	43
Chapitre 02: Matériel et méthodes d'étude	
I- site d'étude	
1. Présentation de la région d'étude	46
1.1. Situation géographique	46
1.2. Facteurs écologiques	47
1.2.1. Facteurs abiotiques	47
- Les facteurs physico-chimiques	48
- Les facteurs Climatique	49
- Synthèse climatique	53
II- Matériel et méthodes d'étude	
1. Lieu et période d'étude	55
2. Méthodologie suivie pour l'étude de la diversité de la faune Culicidienne de la région de Khenchela	55
2.1. Partie terrain	55
2.1.1. Prospection des gites:	55
2.1.2. Méthodes d'échantillonnages des larves:	57
2.2. Parti laboratoire	58
2.2.1. Triage des larves	58
2.2.2. Le montage des larves de l'IVème stade	58
2.2.3. Technique d'élevage	60
2.2.4. Identification des adultes	60
2.3. Les indices écologiques	60
3. Méthodologie suivie pour la réalisation des essais insecticides	62
3.1. Matériel biologique	62
3.1.1. Matériel animal	62
3.1.2. matériel végétal	63
3.1.3. Méthodes d'exploitations des résultats	66
Chapitre 03 : Résultats et discussions	
1. Inventaire des espèces des culicidae récoltées dans les régions d'étude	69
1.1. Résultat	69
1.2. Discussion	87
2. Etude des effets des extraits et aux huiles essentielles des trois plantes sur les larves cible	88
2.1. Résultat	88
2.2. Discussion	90

Conclusion	93
Références bibliographiques	95
Annexes	105

Liste des tableaux

tableau	N ^o
Tableau 1: Les espèces culicidiennes connues actuellement en Algérie (Brunhes <i>et al</i> ; 1999).	6
Tableau 2: Principales différences biologiques de trois genre des moustiques: <i>Anophèles</i> , <i>Aedes</i> et <i>Culex</i> (SMV et SFP, 2010).	8
Tableau 3: Principales maladies grave transmises par les Culicidae d'après (Beker <i>et al.</i> (2010).	23
Tableau4: Températures moyennes, maximales et minimales (°C) durant (2008-2018) dans la wilaya de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).	50
Tableau5: Précipitations moyennes mensuelles (mm) de 10 années (2008-2018) dans la wilaya de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).	51
Tableau 6: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) durant l'année 2018 dans la région de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).	52
Tableau 7: Les vitesses moyennes des vents (m/s) durant l'année 2018 dans la région de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).	52
Tableau 8: Information géographique concernant la ville D'El Mahmel.	56
Tableau9 : Liste des espèces de Culicidae inventoriées dans les trois régions d'étude.	71
Tableau10 : la variation du pourcentage de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction des 3 concentrations de HE de <i>menthe poivrée</i> utilisées (12.5%, 25%, 50%) et ceci après 24h, 48h d'exposition.	89
Tableau 11 : la variation du pourcentage de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction des 3 concentrations de HE de u <i>Mentha spicata</i> utilisées (200/lmg ; 500/lmg ; 900mg/l) et ceci après 24h, 48h d'exposition.	90

Liste des figures

figure	N°
Figure1: Principales différences entre les familles <i>Culicidae</i> et <i>Anophelinae</i> (Lane et Crosskay, 1993).	9
Figure 2 : OEuf d' <i>Anopheles</i> (Anonyme, 2016).	10
Figure 3 : OEufs des <i>Aedes</i> (Anonyme, 2016).	10
Figure 4 : OEufs des <i>Culex</i> (Anonyme, 2016).	10
Figure 5 : Morphologie larvaire (Claude, 2003).	12
Figure 6 : Positon des larves des <i>Culicidae</i> dans l'eau (Claude, 2003).	12
Figure 7 : Stades nymphales des <i>Culicidae</i> (Claude, 2003).	13
Figure 8 : Morphologie du Moustique femelle <i>Cx.pipiens</i> (Boukraa, 2010).	14
Figure 9 : Morphologie schématique de la tête de <i>Culicinae</i> (Andreo, 2003).	15
Figure 10: morphologie de thorax <i>Culicidienne</i> ((Boubidi, 2008 (a).	17
Figure 11: Morphologie de l'aile chez les moustiques. (Brunhes et al., 1999).	17
Figure 12 : Morphologie des pattes (a: antérieures; b: postérieures) (Ben Malek, 2010).	18
Figure 13 : Abdomen de adulte <i>Culicidae</i> (Brunhes et al., 1999).	19
Figure 14 : Cycle de vie du moustique (Guillaumot, 2013).	21
Figure 15 : Cas de paludisme autochtone en Algérie (2000-2009), INSP.	24
Figure16 : Cycle de transmission du paludisme (Florian, 2007)	25
Figure 17: Quelques symptômes de Paludisme (boubidi , 2008, Anonyme ,2006).	25
Figure 18: Cycle de transmission de la filariose	26
Figure19: Quelques symptômes de la Filariose lymphatique (A nonyme, 2006 ; Boukraa 2010).	27
Figure20: Les deux cycles de transmission de (DENV) Virus de la dengue (Whitehead et al., 2007).	28
Figure 21: Quelques symptômes de la dengue hémorragique.	28
Figure 22: Singe clinique de fièvre jaune.	30
Figure 23: Cycle biologique de virus de Nile occidental (Boukraa .S, 2010).	31
Figure 24: Répartition des cas humains séropositifs aux virus West Nile en Algérie depuis 1973 (Metallaoui, 2008 et Ouadahi, 2011).	31
Figure25 : <i>Gambu siaaffinis</i> (Beldi.,2007).	36
Figure 26: coupe longitudinale de <i>bacillus thuringiensis</i> .	36
Figure27: Les larves de <i>Toxorhynchites rutilus</i> qui chassent des larves d'autres moustiques (Schiller., et al. ,2019).	36
Figure 28: La menthe poivrée (<i>Mentha×piperita</i>) (Anonyme, 2017).	39
Figure 29: la morphologie de la menthe poivrée (Eberhard, 2005).	41
Figure 30: situation géographique de la wilaya khanchela(ONS..2008).	47
Figure 31: Histogramme de la Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Khenchela durant la période 2008 à 2018 et l'année 2018.	50
Figure 32: Diagramme ombro-thermique de la wilaya de Khenchela (2008-2018).	53
Figure 33: Situation de la région de Khenchela dans le Climagramme d'EMBERGER.	54
Figure 34 : Mare d'EL MAHMEL.	56
Figure 35 : Bassin (Source original).	56
Figure 36 : Gite de Sabkha EL MAHMAL (photo original).	56
Figure 37: Méthode d'échantillonnage des larves de culicidées.	57
Figure 38: Bouteilles contenant l'eau de gite.	57
Figure 39: plateau pour trier les larves et les nymphes de moustiques (Aouchar., 2013).	58

Figure 40: Montage des larves des Culicidae (Hamel et Beghdaoui ., 2015).	59
Figure 41: Le matériel végétal. (Belidi .,Belaouedj.,2017).	64
Figure 42: Macération des échantillons (Belidi .,Belaouedj.,2017).	65
Figure 43: 10 g matériel végétale sèche (Belidi .,Belaouedj.,2017).	65
Figure 44: Evaporateur rotatif (Belidi .,Belaouedj.,2017).	65
Figure 45: Protocole d'extraction.	65
Figure 46: Dispositif expérimental du test insecticide (Beghdaoui., Hamel., 2014).	66
Figure 47: Histogramme d'inventaire des espèces des culicidae récoltées dans les régions d'étude.	72
Figure 48: Epines du peigne siphonal d' <i>Aedes Caspius</i> . (Bouabida., 2013).	73
Figure49: Tergites abdominaux d' <i>Aedes Caspius</i> . (Bouabida.,2013).	73
Figure50: Ecailles du 8 ^{ème} segment abdominal de <i>Culex hortensis</i> . (Bouabida.,2013).	74
Figure 51: Mentum de <i>Cx .laticinctus</i> (Oudainia., 2014).	75
Figure 52: Ornementation de l'aire Postspiraculaire de <i>Cx. Laticinctus</i> (Oudainia., 2014).	75
Figure 53: Les Antennes de <i>Cx. Pipiens</i> (Oudainia., 2014).	75
Figure 54: Les soies siphonales <i>Cx. Pipiens</i> (Oudainia., 2014).	75
Figure 55: Absence des soies sprespiraculaires(Oudainia., 2014).	76
Figure 56: Absence des soies sprespiraculaires (Oudainia., 2014).	76
Figure 57: Tarse 4 et 5 de la patte 1(Oudainia., 2014).	76
Figure 58: R2-R3 située avant l'apex de la sous costale (Oudainia., 2014).	76
Figure 59: Tergites abdominaux (flèche) de <i>Culex theiler</i> (Bouabida., 2013)	77
Figure 60: Patte de <i>Culex theileri</i> . (Bouabida., 2013).	77
Figure 61: Nervure costale de <i>Culex Perexiguus</i> (Bouabida., 2013).	78
Figure 62: Tibia de la 3 ^{ème} patte chez <i>Culex perexiguus</i> . (Bouabida., 2013).	78
Figure 63: Peigne siphonal (flèches) de <i>Culiseta annulata</i> (Bouabida., 2013).	78
Figure 64: Taches d'écailles sombres sur l'aile de <i>Culiseta longiareolata</i> (Bouabida., 2013).	80
Figure 65: 3 bandes blanches longitudinales de <i>Culiseta longiareolata</i> (Bouabida., 2013).	80
Figure 66: L'aile de <i>Culex pusillus</i> (Bouabida., 2013).	80
Figure 67: Tibia de <i>Culex pusillus</i> (Bouabida., 2013).	80
Figure 68: Taches blanches du tergite abdominal <i>Cx.territans</i> (Oudainia., 2014).	81
Figure 69: l'aile de <i>Cx.territans</i> (Bouabida., 2013).	81
Figure 70: Bande blanche sur l'abdomen de <i>Cx. Impudicus</i> (Aissawi.,2013).	82
Figure 71: L'aile de <i>Cs. Glaphyroptera</i> (Oudainia., 2014).	83
Figure 72: Les palpes et trompe (Aissawi., 2013)	83
Figure 73: Absence de la frange d'écaille (Aissawi., 2013).	84
Figure74: Couleur sombre du tarsoomère5(Aissawi.,2013).	84
Figure75: Ornementation inter oculaire (Oudainia., 2014).	85
Figure76: Aile d' <i>A.algeriensis</i> (Oudainia., 2014) (Oudainia., 2014).	85
Figure77 : L'aile d' <i>A. maculipennis sacharovis</i> . (Oudainia., 2014).	86
Figure78: Antenne d' <i>Anopheles maculipennis</i> (Oudainia., 2014).	86

Liste des abréviations

- ✓ **Bti**: Bacillus thuringiensis israelensis.
- ✓ **Cm** : centimètre.
- ✓ **°C**: Degré Celsius.
- ✓ **DDT**: Dichloro-diphenyl- trichloroethane.
- ✓ **DENV** : Le Virus de la Dengue.
- ✓ **Fig**: figure.
- ✓ **g** : gramme.
- ✓ **INSP** : Institut National de Santé Publique.
- ✓ **LAV**: La lutte enti –vectorielle.
- ✓ **L3**: Larve au stade 3.
- ✓ **L4**: Larve au stade 4.
- ✓ **L** : litre.
- ✓ **M** : mètre.
- ✓ **ml** : millilitre.
- ✓ **µm** : micromètre.
- ✓ **Mm** : millimètre.
- ✓ **OMS**: Organisation Mondiale de la Santé.
- ✓ **S.M.V**: Société de médecine des voyages.
- ✓ **SFP** : Société française de parasitologie.
- ✓ **VNO**: Le Virus du Nil Occidental.
- ✓ **%**: pourcentage.

Introduction

Introduction :

Les insectes forment une classe de l'embranchement des Arthropodes avec les Arachnides, les Myriapodes et les Crustacés (Zahrandnik., 1984; Delvare & Aberlenc., 1989; Gullan & Cranston., 1996; Chinery., 2005; Brunet et *al.*, 2006).

L'embranchement des Arthropodes est celui qui a le plus de succès sur notre planète. Cet embranchement est de très loin celui qui possède le plus d'espèces et le plus d'individus de tout le règne animal 80% des espèces connues. On retrouve des Arthropodes en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, et des déserts aux forêts tropicales (Morin., 2002).

Les diptères ou insectes sont les premiers Arthropodes, à avoir peuplé la terre, ils constituent le groupe d'êtres vivants numériquement le plus important, puisqu'ils regroupent environ les trois quarts, des espèces animales décrites à ce jour, ils comportent, selon les estimations entre deux et vingt millions d'espèces. Un peu plus d'un million d'insectes ont été recensés sont pratiquement indispensables au bon fonctionnement de tous les écosystèmes. Parmi les nombreux groupes d'insectes hématophages, les Culicidae sont, sans doute, les plus connus et les plus redoutés pour diverses raisons de leur importance médicale et vétérinaire (Harwood & James., 1979; Service., 1993; Anonyme., 2007; Rueda., 2008).

Les Culicidae sont une famille d'insectes de 3200 espèces (Deing., 1995); la famille des Culicidés appartient à l'un des plus importants ordres de l'embranchement des Arthropodes, l'ordre des Diptères (Grassé et *a l.*, 1970) et sous-ordre des Nématocères. La famille des Culicidés se divise en trois sous-familles, les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae; (Matile, 1993; Brunhes et *al.*, 1999).

Les moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs, ensuite celui des Acariens, suivi par les Tiques et enfin les Puces (Lecointre & Hervé, 2001). Ils sont impliqués dans la transmission des maladies à l'homme comme le paludisme (malaria : fièvres cycliques) qui touche 500 millions de personnes dans le monde, de la fièvre jaune et de la dengue (fièvres hémorragique) plus de 30 000 décès/an (Boyer, 2006), d'arboviroses (hémorragies et méningo-encéphalites), de filarioses lymphatiques (infections du sang), de virus divers (symptômes grippaux), maladie de lyme et Chikungunya. (Schaffner,(a)2004 ;Himmi, 2007).

Les moustiques sont présents pratiquement dans tous les continents; sauf en Antarctique, à proximité des gîtes d'eau stagnante, nécessaires pour son développement et sa reproduction (Clement, 1999). Ce groupe d'insectes se répartie dans les régions méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe septentrionale, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar (Senevet & Andarelli, 1963).

En France, la faune culicidienne est d'une vaste répartition, elle comprend 7 genres et 54 espèces, représentées par les espèces montagneuses, les espèces méditerranéennes et nordiques (Rageau & Adam, 1952). Au Maroc 50 espèces de moustiques réparties entre 7 genres et 15 sous genre, ont été signalées depuis le début de ce siècle, dix d'entre elles sont restées douteuses ou signalées d'une manière incertaine: *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles gambiae*, *Culex apicalis*, *Culex duttoni*, *Culex Fatigans*, *Culex Territans*, *Culiseta litorea* et *Culiseta morsitans*. (Trari et al., 2002).

En Algérie seules les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées (Berchi, 2000) avec six genres. Celle des Culicinae séparés en 11 tribus (Harbach et al., 1995). Les espèces culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 48 (Brunhes et al., 1999). *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* représentent les espèces de moustiques les plus importantes en Algérie (Boudjelida et al., 2008).

Les 30 dernières années ont vu la résurgence dramatique de maladies infectieuses de toutes sortes d'après les changements climatiques surtout le réchauffement climatique de notre planète, particulièrement celles à transmission vectorielle (Gubler, 2004). Tandis que de nouvelles pathologies apparaissaient (fièvre de la vallée du Rift, West Nile), un problème majeur est venu de la réémergence de parasites et de virus qui avaient été efficacement contrôlés dans certaines régions du monde tels que le paludisme.

Pour rendre efficace une lutte chimique ou biologique contre ces Culicidae, une étude écologique préalable s'impose. De ce fait, la connaissance du milieu aquatique dans lequel évoluent les stades préimaginaux, des variations spatio-temporelles du développement et les activités des peuplements culicidiens est nécessaire. L'installation de fortes populations culicidiennes en milieu aquatique dépend essentiellement des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Ces dernières, étudiées par plusieurs auteurs (Louah, 1995; Berchi, 2000; El ouali lalami et al., 2010; Ghazali & Zaid, 2013) permettent de caractériser différents type

du milieu, de les différencier dans l'espace et dans le temps mais également de dégager les conditions favorables pour le développement des moustiques.

La lutte contre ces vecteurs de maladies parasitaires, des quantités très importantes de larvicides sous forme de produits chimiques de synthèse sont déversées chaque année dans la nature. Cependant certains produits chimiques tels que le D.D.T (Dichloro-diphényl-trichloroéthane) et les organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certaines espèces (OMS, 1963 ; Chandreet *al.*, 1999 ; Rodriguez *et al.*, 2002 ; Konan *et al.*, 2003). Les recherches actuelles tentent alors de trouver d'autres produits naturels accessibles (les plantes, les champignons et les bactéries), moins toxiques pour mener cette lutte. On se tourne alors de plus en plus vers les composés naturels issus des plantes pour la mise au point de nouvelles molécules insecticides.

Dans ce cadre la présente étude comprendra trois volets :

1. Ecologie et Biologie des moustiques de la faune Culicidienne
2. Préciser la position taxonomique des espèces récoltées de la faune Culicidienne: la détermination systématique des espèces de moustiques de la région d'étude kenchela à l'aide d'un logiciel d'identification "Moustique d'Afrique du Nord"
3. des études toxicologiques par l'extrait de la plante *menthe poivrée*

Chapitre I
Données bibliographiques sur les Culicidae

I- Généralités sur les moustiques :

1. Définition :

Comme leur nom l'indique, les Diptères (mouches, moustiques, etc.) sont des Insectes qui ne possèdent qu'une seule paire d'ailes fonctionnelles, les ailes postérieures sont transformées en « balanciers » à rôle sensoriel et d'équilibre, leur régression entraîne des modifications du thorax, lequel est presque exclusivement formé du mésothorax.

Les pièces buccales forment une trompe piqueuse suceuse Les Culicidae ou plus communément les moustiques, caractérisé par corps mince, et longues et fines pattes, un corps recouverts d'écailles ou de poils, les femelles sont hématophages.

Contrairement au mâles, la salive des femelles renferme un liquide toxique irritant en cas de pique et elle peut contenir des pathogènes qui seront inoculés à l'homme au moment de la piqûre. (Dajoz, 2010).

Les culicidés sont des insectes omniprésents, qui peuvent se rencontrer dans presque tous les types de régions climatiques du monde, depuis les contrées arctiques jusqu'aux tropiques, survivant aux rudes hivers ou aux saisons sèches en fonction de leur habitat. Suivant l'espèce, ils peuvent proliférer dans tous les types de flaques, de l'eau fortement polluée à l'eau propre, depuis les petites accumulations d'eau dans les boîtes en étain, jusqu'aux mares et aux ruisseaux ; telle est leur capacité d'adaptation.

L'accouplement a lieu tôt, une seule fois durant la vie d'une femelle. Durant celui-ci, le mâle transfère à la femelle, en plus du sperme, la phéromone matrone. Produite par les glandes accessoires du mâle, elle rend la femelle réfractaire à d'autres accouplements. (Craig, 1967; Fuchs *et al.*, 1969).

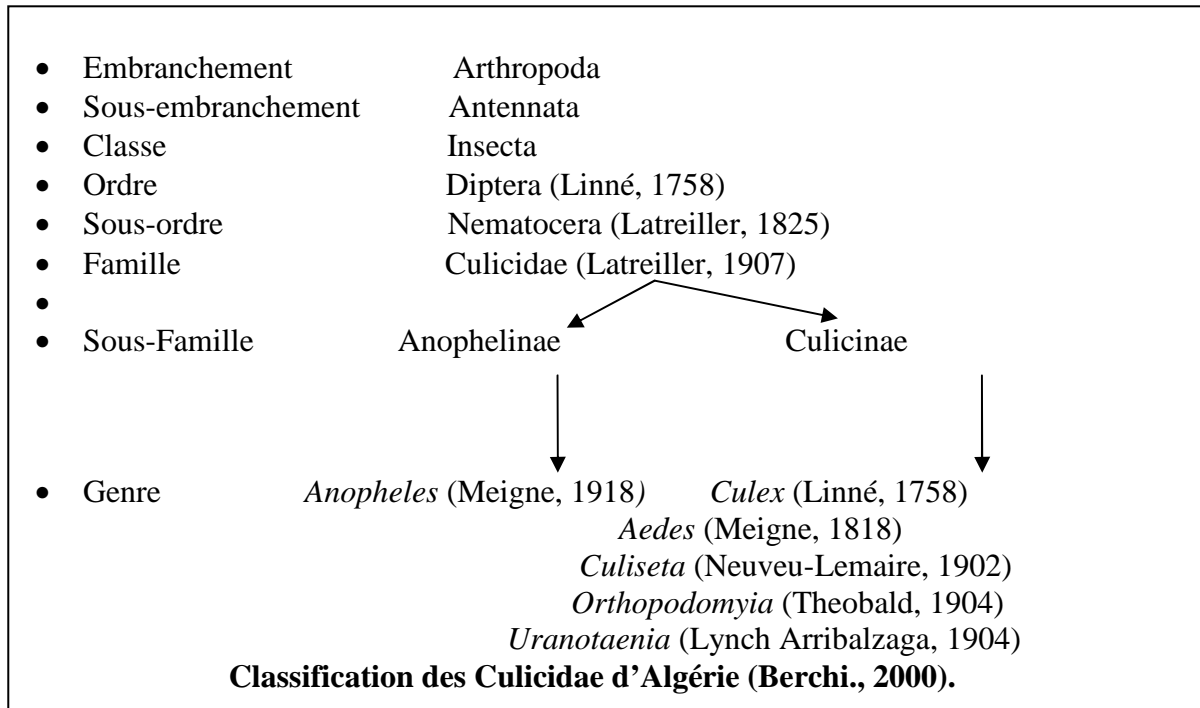
La femelle du moustique est généralement plus grosse que le mâle avec des antennes discrètes et ornées d'un petit nombre de soies. Celles du mâle sont plumeuses, touffues et munies de soies longues. Les moustiques mâles pour la plupart du temps se déplacent moins du gîte larvaire, à l'opposé des femelles hématophages qui sont très mobiles vers les habitations (OMS, 2003).

Tableau 01 : Les espèces culicidiennes connues actuellement en Algérie (Brunhes et *al*, 1999)

Sous famille des Anophelinae	Sous famille des Culicinae	
Genre <i>Anopheles</i>	Genre <i>Aedes</i>	Genre <i>Culex</i> , <i>Culiseta</i> et <i>Uranotaenia</i>
<i>Anopheles (Anopheles) algeriensis</i> Theobald, 1903	<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> Linné, 1762.	<i>Culex (Maillotia) arbieeni</i> Salem, 1938.
<i>Anopheles (Cellia) cinereus hispaniola</i> Theobald, 1903	<i>Aedes (Ochlerotatus) albineus</i> Seguy, 1923.	<i>Culex (Neoculex) deserticola</i> Kirkpatrick, 1924.
<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> Meigen, 1804	<i>Aedes (Ochlerotatus) berlandi</i> Seguy, 1921.	<i>Culex (Neoculex) hortensis</i> Ficalbi, 1924.
<i>Anopheles (Cellia) dthali</i> Patton, 1905.	<i>Aedes (Ochlerotatus) biskraensis</i> Brunches, 1999.	<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1889.
<i>Anopheles (Anopheles) labranchiae</i> Falleroni, 1926.	<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> Pallas, 1771.	<i>Culex (Culex) laticinctus</i> Edwards, 1913.
<i>Anopheles (Anopheles) marteri</i> Senevet et Prunelle, 1927	<i>Aedes (Ochlerotatus) coluzzii</i> Rioux, Guilvard et Pasteur, 1998.	<i>Culex (Culex) mimeticus</i> Noe, 1899.
<i>Anopheles (Myzomyia) multicolor</i> Caamboliu, 1902.	<i>Aedes (Ochlerotatus) detritus</i> Halliday, 1833.	<i>Culex (Culex) perexiguus</i> Theobald, 1903.
<i>Anopheles (Anopheles) petragnanii</i> Del Vecchio, 1939.	<i>Aedes (Ochlerotatus) dorsalis</i> Meigen, 1830	<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linné, 1758.
<i>Anopheles (Anopheles) plumbeus</i> Stephens, 1828	<i>Aedes (Ochlerotatus) echinus</i> Edwards, 1920	<i>Culex (Culex) theileri</i> Theobald, 1903.
<i>Anopheles (Myzomyia) rufipes broussesi</i> Edwards, 1929.	<i>Aedes (Finlaya) geniculatus</i> Olivier, 1791.	<i>Culex (Neoculex) territans</i> walker, 1856
<i>Anopheles (Myzomyia) rhodesiensis rupicola</i> Lewis, 1929.	<i>Aedes (Ochlerotatus) mariaae</i> Sergent et Sergent, 1903.	<i>Culex (Barraudcus) modestus</i> Ficalbi, 1890.
<i>Anopheles (Myzomyia) sergentii sergentii</i> Theobald, 1907.	<i>Aedes (Ochlerotatus) pulcritarsis</i> Rondani, 1872.	<i>Culex (Barraudius) pussillus</i> Macquart, 1850.
<i>Anopheles (Myzomyia) superpictus</i> Grassi, 1899	<i>Aedes (Ochlerotatus) punctor</i> , Kirby, 1937	<i>Culiseta (Culisella) fumipennis</i> Stephens, 1825.
	<i>Aedes (Ochlerotatus) quasirustus</i> , Torres ca'amares, 1951.	<i>Culiseta (Culisella) litorea</i> Shute, 1928.
	<i>Aedes (Aedimorphus) vexans</i> Meigen, 1930	<i>Culiseta (Culisella) morsitans</i> Theobald, 1901.
	<i>Aedes (Aedimorphus) vittatus</i> Bigot, 1861	<i>Culiseta (Culiseta) subochrea</i> Edwards, 1921.
		<i>Culiseta (Culiseta) annulata</i> Chrank, 1770.
		<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> Macquart, 1828.
		<i>Uranotaenia (Uranotaenia) anguiculata</i> , Edwards, 1913.

2. Position systématique:

Les Culicidae de la région méditerranéenne sont divisés en deux sous familles:



2.1. La sous-famille des Anophelinae : (grec *anôpheles*, importun)

Ce sont des diptères nématocère comporte 487 espèces (Grassi, 1900), se reconnaît par leur position au repos : où l'abdomen est très élevé et oblique par rapport au support.

Les larves se maintiennent en position horizontale dans l'eau. Les Anophèles ont une large répartition en Europe et en Afrique. Ce sont des moustiques anthropophiles ou zoophiles selon les espèces (Dajoz, 2010).

2.2. La sous-famille des Culicinae :

Les larves des Culicinae ont un siphon respiratoire bien développé et nagent en position oblique par rapport à la surface de l'eau, au repos l'abdomen de l'individu est horizontal par rapport au support (Fig.1), les larves peuvent vivre aussi bien dans les eaux propres ou polluée (Benallal et *al.*, 2015).

2.3. Différences entre les principaux genres de moustiques :

Le (tableau 02) compare les caractéristiques biologiques des trois principaux genres de moustiques. Selon les genres de moustiques, l'activité hématophage est également variable en termes de mode de piqûre et d'aspect de la piqûre. Par ailleurs, des paramètres tels que l'habitat préférentiel participent aux critères de choix des stratégies de LAV (Goislard, 2012).

Tableau 02 : Principales différences biologiques de trois genre des moustiques:

Anopheles, Aedes et Culex (SMV et SFP, 2010)

<i>Differences</i>	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Habitat préférentiel	Préférentiellement Rural mais également Péri-urbain ou urbain En afrique	Variable selon les espèces ;mais parfois Strictement urbain	
Horaire des piquer	Nocturne (mais Espèces Crépusculaires en Amerique du sud)	Diurne	Nocturne
Mode de piquer	En une fois	Harcèle son hôte Jusqu'à avoir pris Un repas complet	Ordinairement en Une fois
Types de vol	Silencieux	Bruyant	
Aspect de la piqûre	Non douloureuse, peu Signes inflammatoies	Sensible avec signes inflammatoires plus ou Moins importants	


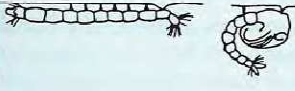


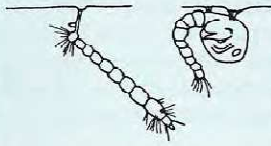

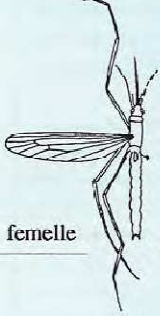
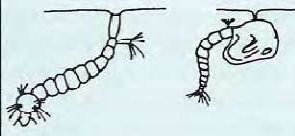
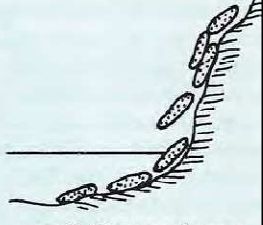
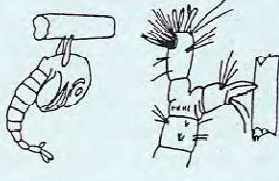
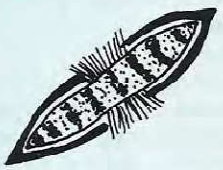
Espèce	Caractéristiques des adultes	Caractéristiques des larves	Caractéristiques des oeufs
<i>Anopheles</i>	 au repos	 Position de respiration ; pas tube, stigmates sur tégument	 oeufs à flotteurs : 150 à 300 par ponte
<i>Culex</i>	 au repos	 position de respiration et tube respiratoire	 nacelles : 200 à 400 oeufs par nacelle
<i>Aedes</i>	 femelle	 position de respiration et tube respiratoire	 oeufs libres sur la vase
<i>Mansonia</i>		 siphon respiratoire vulnérant avec crochets de fixation	 oeufs à flotteurs

Fig1: Principales différences entre les sous familles Culicidae et Anophelinae (Lane et Crosskay, 1993)

3. Morphologie :

Ils sont des insectes à métamorphose complète (Holométaboles) de sorte que les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie ; aquatique pour les stades pré-imaginaux, et aérien pour le stade imaginal (Carnevale et Robert, 2009).

La morphologie externe de chaque stade, permet la différenciation entre la plus part des espèces et ça est important en systématique Culicidienne.

3.1. L'œuf :

Blanchâtre au moment de la ponte, les œufs prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marronne ou noir Selon (Danis & Mouchet, 1991).

Les œufs de moustiques sont de petites tailles d'environ 1mm de long. Ils ont une forme elliptique, ovoïde à coque dure et lisse, Ils peuvent porter ou non des expansions latérales ou apicales servant de flotteurs.

- ◆ Les œufs d'*Anopheles* sont pondus isolément à la surface de l'eau. Leur forme est plus ou moins ovoïde et pourvue latéralement de flotteurs leur permettant de conserver une position horizontale. **(fig2)**
- ◆ Les œufs d'*Aedes* sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau. **(fig3)**
- ◆ Les œufs de *Culex* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Tahraoui c 2011-2012 in Pressat, 1905 in Lounaci, 2003). **(fig4)**



Fig2 : OEuf d'*Anopheles*

Fig3 : OEufs des *Aedes*

Fig4: OEufs des *culex*

(Anonyme, 2016)

3.2. La larve :

Les larves sont aquatiques sa taille maximum, de 8 à 12 mm, elle devra muer 3 fois, et respire l'air atmosphérique en surface grâce à son stigmates respiratoires (Guillaumot, 2005).

Les larves apodes présentent 3 tagmes bien distincts : la tête, le thorax, et l'abdomen (Claude, 2003):

◆ La tête :

Elle est bien dégagée du thorax, très mobile, porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux simple) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales (Boulkenafet, 2006).

Les pièces buccales broyeuses, sont très différentes de celles de l'adulte elles sont courtes et épaisses. Le labre porte à sa base une paire de larges brosses très mobiles, constituées de soies pectinées et utilisées pour filtrer les microparticules alimentaires et les rabattre vers la cavité buccale. Les mâchoires et les mandibules sont puissantes et dentées (Claude, 2003).

◆ Le thorax :

Il est très volumineux et muni de nombreuses soies en touffes, utilisées pour la nage, il est formé de 3 segments soudés : le prothorax, le mésothorax, le métathorax (Claude, 2003).

◆ L'abdomen:

Il comprend 9 segments bien visibles, chacun portant différentes ornements, notamment la plaque tergale et les plaques accessoires, des soies, simples ou branchues ou palmées, etc. qui sont utilisées pour reconnaître les différentes espèces. Les 7 premiers segments sont morphologiquement comparables mais de grandes modifications apparaissent au niveau du 8^{ème} segment qui porte latéralement, un peigne de chaque côté portant des dents, utilisée en systématique, et La partie dorsale porte les stigmates respiratoires (Carnevale et *al*, 2009).

La larve d'*Anophèles* ne possède pas de siphon, elles se collent à la surface pour respirer (Guillaumot, 2005), les stigmates respiratoires affleurent au niveau de la cuticule. Alors que chez les *Aedes* et *Culex* (et autres *Culicinae*), ils sont situés à l'extrémité d'un siphon respiratoire plus ou moins long ou plus ou moins trapu selon les espèces et le biotope.

Mais chez les larves *Mansonia* ont un siphon modifié grâce auquel elles utilisent l'oxygène contenu dans les tiges de certaines plantes aquatiques et le 9^{ème} segment (segment anal) n'est pas dans le prolongement du corps, qui porte de nombreuses soies utilisées en systématique, sert aux déplacements de la larve (Carnevale, et *al* ., 2009).

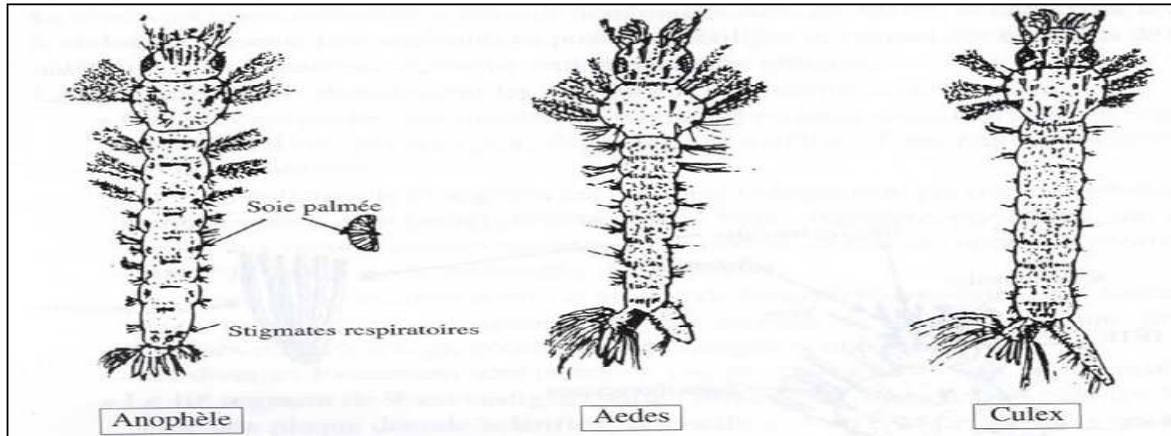


Fig5 : Morphologie larvaire (Claude, 2003).

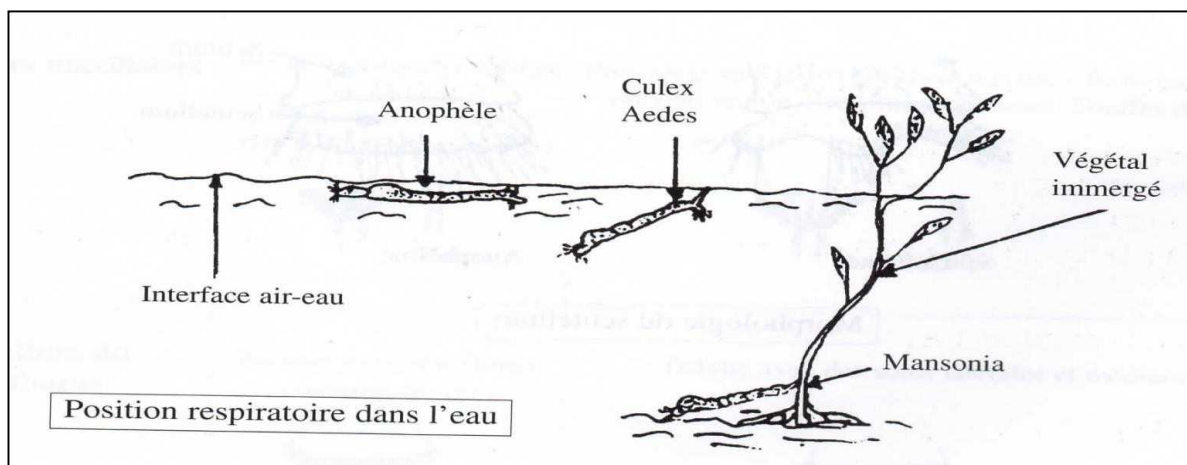


Fig6 : Positon des larves des Culicidae dans l'eau (Claude, 2003).

3.3. Nymphe :

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

- ◆ Longues et fines chez *Culex* et *Aedes*.
- ◆ Courtes et évasées chez les *Anophèles*.
- ◆ Longues et effilées et munies de denticulations chez les *Mansonia* (pour la fixation sur les végétaux).

L'abdomen incurvé de 8 segments distincts, le 9 et le 10 sont très réduits, mais les 9 portes deux larges et plates expansions, les palettes natatoires utilisées pour les déplacements. (Claude, 2003)

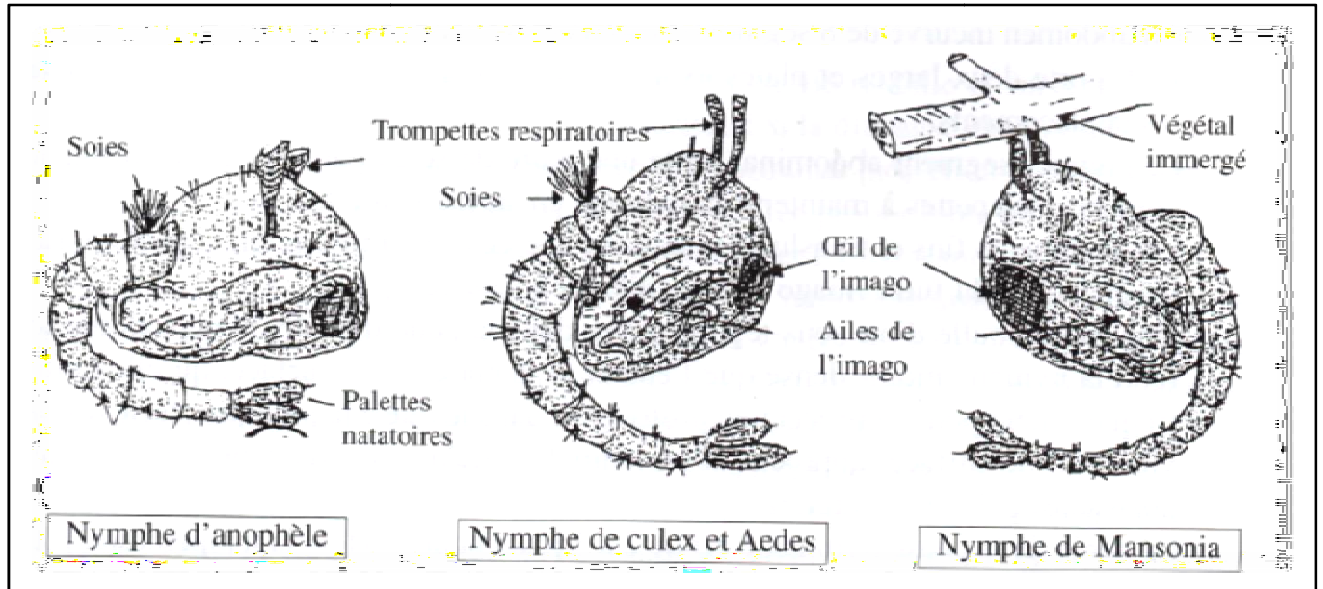


Fig7 : Stades nymphales des Culicidae (Claude, 2003)

3.4 Adultes (l'imago):

Une déchirure ouvre la face dorsale de la nymphe 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. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et leur corps est rigide grâce à La membrane chitineuse mince, il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencie (Boulkenafet, 2006).

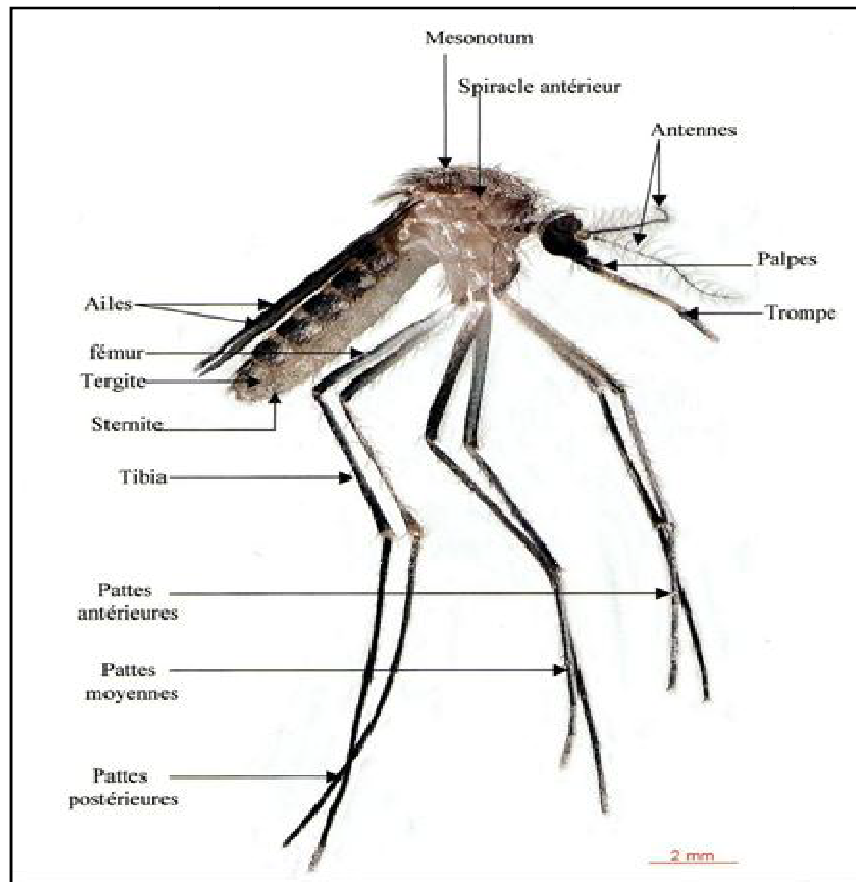


Fig8 : Morphologie du Moustique femelle *Cx.pipiens* (Boukraa, 2010)

◆ **La tête :**

Généralement de forme globuleuse, porte de yeux composés de nombreuses ommatidies, s'étendant sur les faces latérales, mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et une petite partie, sur la face ventrale, ils sont presque jointifs, séparés par une bande frontale étroite. Ocelles absents, le clypéus région où s'insère la trompe. Le front porte les antennes, la région, juxta oculaire appelée le vertex et l'occiput.

Dans les échancrures du champ oculaire s'insèrent les antennes formées de 16 articles chez la femelle et 15 articles chez le mâle. Les deux premiers articles appelés respectivement scape et torus (chez *Anopheles* le scape est très réduit et le torus ou pédicelle est globuleux beaucoup plus gros chez le mâle). Les articles suivant forment le flagellum, portant à leur axe des verticilles de soies déterminant le sexe. Elles sont longues et nombreuses chez le mâle (antennes plumeuses), courtes et rares chez la femelle (antennes glabres).

Les appendices buccaux de type piqueur suceur formant la trompe ou proboscis. Chez la femelle, ils comprennent des organes vulnérants, les stylets deux mandibules, deux maxilles.

L'hypopharynx contenant un canal de petit diamètre (canal salivaire) et le labre en forme de gouttière, constitue, une fois fermée un canal de grand diamètre (canal alimentaire). Ces pièces buccales au repos sont protégées par une enveloppe souple, en forme de gouttière, le labium. Une paire de palpes maxillaires, formée de plusieurs articles et de longueur variable avec l'espèce et le sexe. Chez le mâle, certaines, de ces pièces buccales peuvent s'atrophier.

Lors de la piqûre, le labium ne pénètre pas les téguments, mais se replie à leur surface (Rhodain et Perez, 1985). D'autre de la trompe, sont insérés les palpes maxillaires, qui se composent de 5 articles chez tous les mâles ainsi que les femelles des Anophelinae et de 3 articles chez les femelles des Culicinae.

Chez les mâles, les deux paires de stylets mandibulaires et maxillaires sont réduits ou manquants, ce qui les rend incapables de piquer (Ramos et Brunhes, 2004).

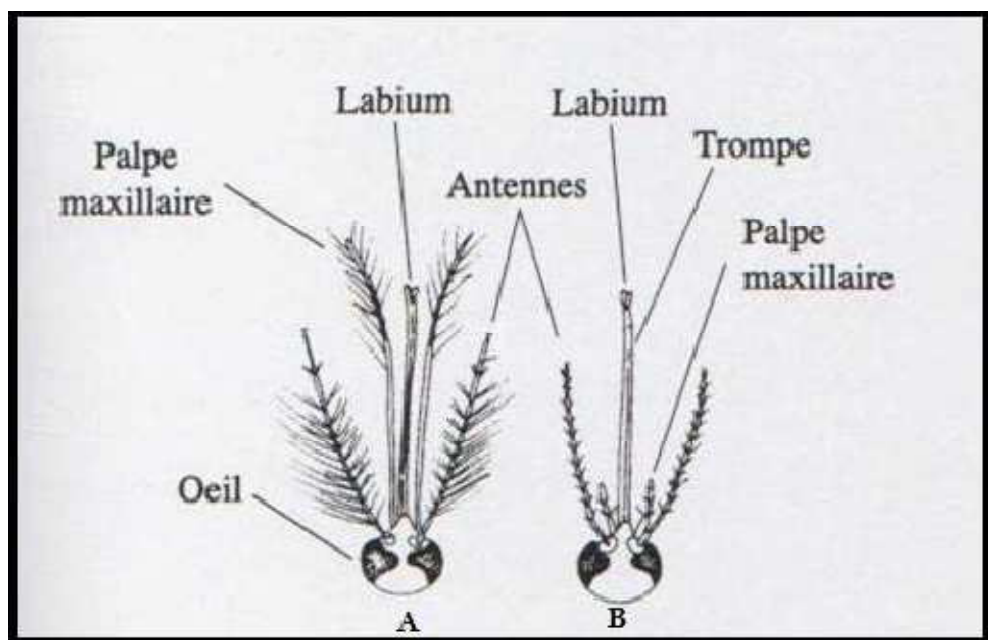


Fig9 : Morphologie schématique de la tête de Culicinae (Andreo, 2003).

A: Mâle.

B: Femelle.

◆ Le thorax :

Le thorax, sombre à noir, est formé de trois métamères fusionnés, de développement très inégal. Les métamères sont composés de plaques sclérifiées. Les plaques ventrales sont les sternites, les plaques latérales sont les pleurites et les plaques dorsales sont appelées tergites. Ces plaques sont reliées entre elles par des membranes souples. Trois paires de pattes, une paire d'ailes et une paire d'haltères ou balanciers remplaçant la deuxième paire d'ailes, sont portées par le thorax .

Le thorax se termine par le scutellum. Les faces latérales du thorax sont occupées par des écailles et soies qui jouent un rôle important dans la diagnose des espèces culicidiennes (Belhattabt. A et Tektaki .A. 2016.2017 in Brunhes, 1970).

Il se compose de plusieurs parties notamment :

◆ Le prothorax :

Est très réduit, et ne porte qu'une paire de pattes.

◆ Le mésothorax :

C'est le métamère le plus développé des trois. Il porte une paire d'ailes, une paire de pattes, et une paire de stigmates. La quasi-totalité de la face dorsale est constituée par le scutum, qui chez beaucoup d'espèces présente des dessins particuliers pouvant servir lors de la diagnose des espèces de culicidae (Belhattabt. A et Tektaki .A. 2016/2017, in Guèye Fall, 2013).

◆ Le métathorax :

Il est également très réduit, et porte une paire de pattes, une paire d'haltères (homologues d'une paire d'ailes vestigiales) et une paire de stigmates (Belhattabt. A et Tektaki .A. 2016/2017 in Guèye Fall, 2013).

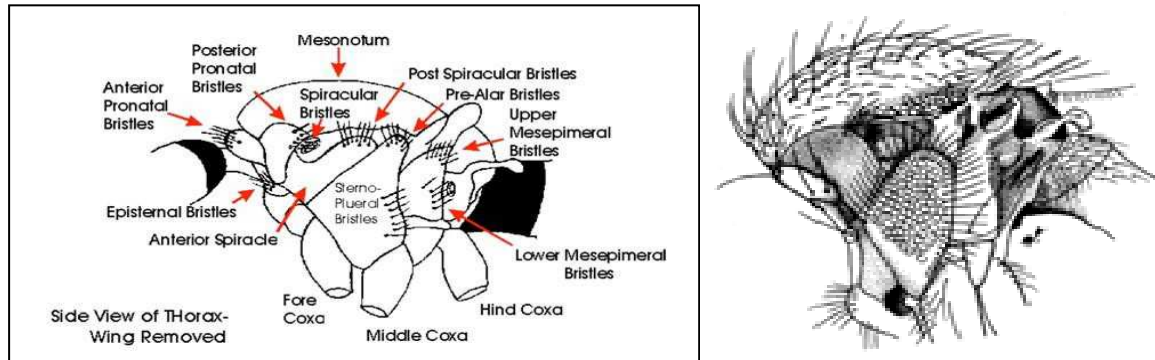


Fig10: morphologie de thorax Culicidienne ((Boubidi, 2008a)

◆ **Aile :**

La nervation est simple, elle comprend deux bords, l'antérieur ou costal, le postérieur ou anal; une base thoracique et un apex. Les nervures sont très employées en systématique : les longitudinales, parfois bifurquées, relient la base à l'apex; les transversales unissent les longitudinales entre elles; celles-ci sont numérotées de 1 à 6 d'avant en arrière.

Les nervures divisent l'aile en cellules. La frange alaire comporte des écailles courtes (écailles de la bordure); des écailles lancéolées plus longues (écailles plumeuses); les écailles de la frange sont claires ou sombres elles peuvent être claviformes (squaine scales) ou fusiformes (plume scales).

Les premières leur position est médiane et latérale, ont la tige inclinée, mais tout le reste de leur lamelle est parallèle à la surface, leur partie apicale est large, presque horizontale légèrement échancrée, tandis que les secondes sont étroites, lancéolées, à parti apicale effilée avec peu de nervures, et leur position est oblique par rapport à la surface alaire (Mondet, 1999).

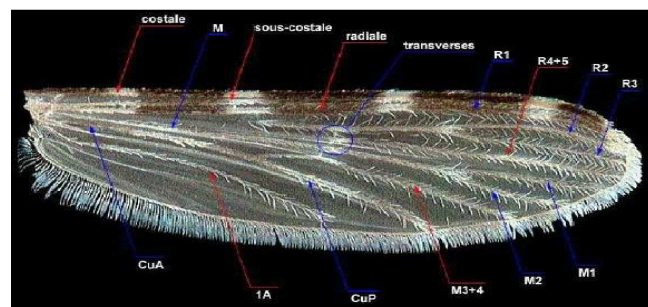


Fig11 : Morphologie de l'aile chez les moustiques.

(A: nervation; C: la costale; Sc: la sous-costale; R: la radiale; M: médiane; Cu: cubitale
A: anale; B: nervation, écailles en place (Brunhes et al., 1999)

◆ Pattes :

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter; un fémur, un tibia et les tarsi comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le cinquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la première paire de pattes du mâle.

Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux basaux, apicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique. Le dernier article porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles (Faran et Linthicum, 1981).

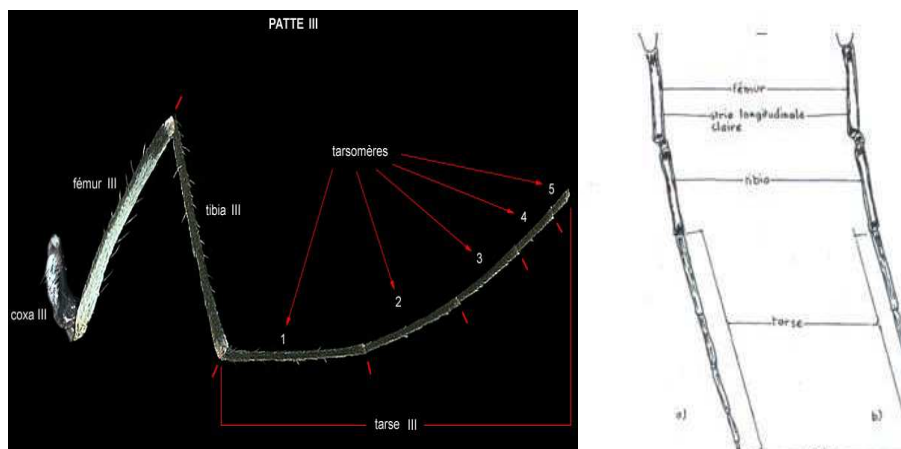


Fig12 : Morphologie des pattes (a: antérieures; b: postérieures) (Ben malek, 2010)

◆ Abdomen :

Dans les deux sexes, l'abdomen comporte dix (10) segments, dont huit visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale ; segment ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées (écailles absentes chez les Anophelinaes). Dernier segment abdominal constituant les appendices génitaux (génitalia), dont la morphologie très complexe, surtout chez les mâles, est très utilisé en systématique. L'appareil génital mâle (ou hypopygium), quicomprend les IXe et Xe segments, subit, comme c'est la règle chez beaucoup de Nématocères, un phénomène d'hémi rotation de 180°, amenant la face ventrale en position dorsale. Cette circumversion se produit 12 à 24 heures après l'émergence (Seguy, 1950 et Limoges, 2002).

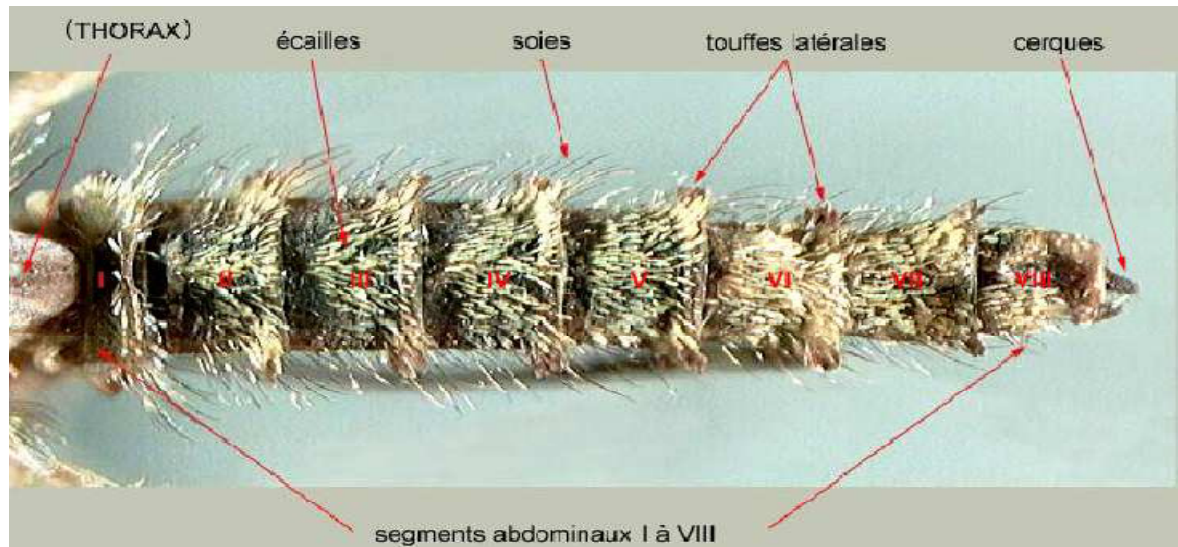


Fig13 : Abdomen de adulte *Culicidae* (Brunhes *et al.*, 1999) .

4. Cycle de vie :

Le cycle de développement des moustiques dure environ 12 à 20 jours (Belhattabt. A et Tektaki .A. 2016/2017.in Malardé, 2012) 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 larvaire à l'état adulte se fait par un état intermédiaire nymphal (Adisso et Alia, 2005).

Le cycle biologique du moustique se décompose en deux phases :

- ◆ Une phase aquatique (« avant les adultes » : œuf, larve et nymphe).
- ◆ Une phase aérienne (stade adulte), (Belhattabt .A. et Tektaki .A. 2016/2017.in Paris, 2010).

4.1. Phase aérienne :

L'accouplement des moustiques à lieu en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un 1 à deux 2 km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial (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 (Belhattabt. A et Tektaki .A. 2016/2017.in Iroko (1994), le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud (Belhattabt. A et Tektaki .A. 2016/2017.in Maryse, 2008).

4.2. 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 d'un œuf est d'environ 0,5 mm.

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières).

Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve stade 4 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).

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).

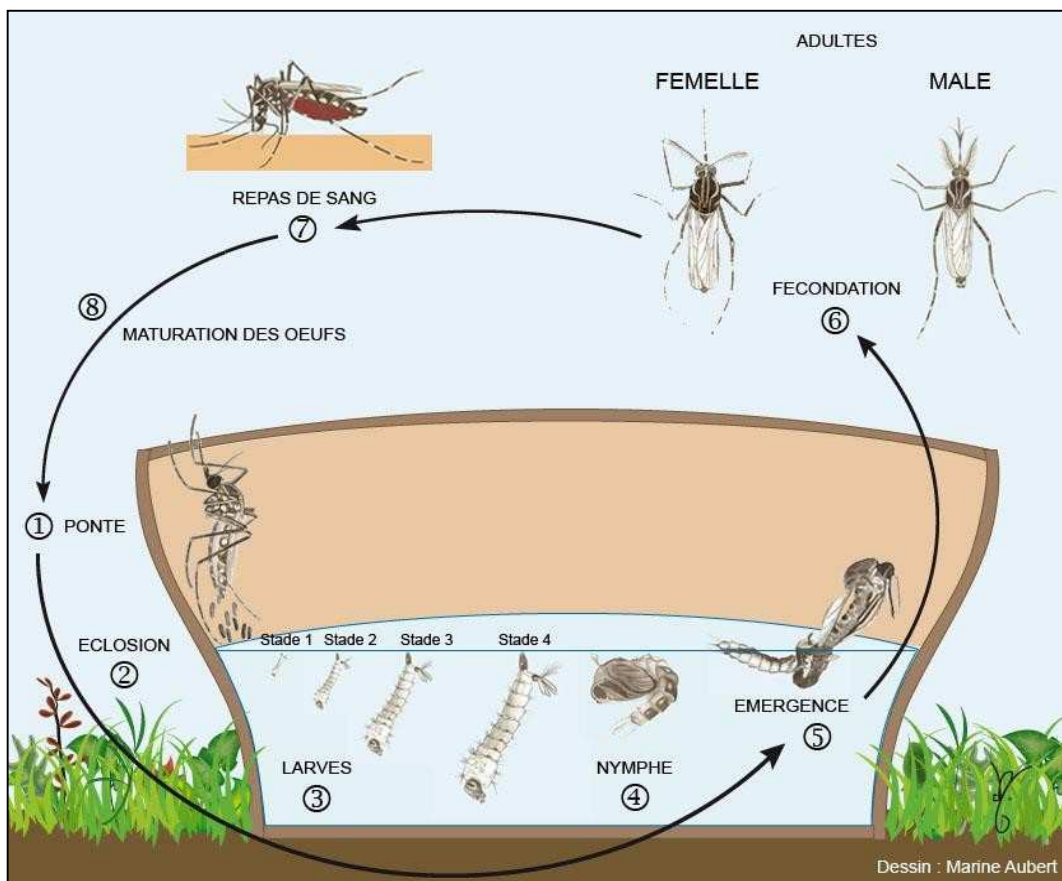


Fig14 : Cycle de vie du moustique (Guillaumot, 2013)

5. Intérêt dans l'écosystème :

Le moustique représente un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En effet, par sa présence en grand nombre, il représente une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons). Ils sont ainsi un maillon important de la chaîne trophique des zones humides, de plus, de part leur régime alimentaire (Boyer, 2006).

Au stade larvaire, les moustiques sont des proies de choix pour les poissons, les larves d'Odonates, et les autres prédateurs aquatiques. Au stade adulte, ce sont les oiseaux, les chauves-souris, et d'autres arthropodes tels que les araignées qui profitent notamment des essaims de mâles pour s'en nourrir.

Les larves de moustiques, en tant qu'insecte filtreur, jouent aussi un rôle important dans le recyclage des débris végétaux en décomposition et l'épuration des eaux, à l'instar des daphnies. De plus, comme les adultes représentent une biomasse importante et qu'ils se nourrissent de nectar de fleurs, ils participent à la pollinisation de certaines plantes, notamment de certaines orchidées les larves participent au processus de destruction de la matière organique. Leur régime omnivore, avec l'ingestion de feuilles en décomposition par exemple, accélère la décomposition des matières organiques dans les écosystèmes aquatiques (Tetreau, 2012).

Enfin, au stade adulte, il est indéniable que le rôle de vecteur du moustique est prépondérant dans notre environnement. En effet, il est à lui seul responsable de la transmission de plus de 100 types de microorganismes. Aujourd'hui, nous ne connaissons pas d'effets a priori positifs dans la transmission de ces microorganismes. Par contre, nous percevons plus facilement son rôle néfaste dans la transmission de maladies (Boyer, 2006).

6. Les maladies transmises par les moustiques :

Les maladies à transmission vectorielle sont responsables de près de 20 % de la charge mondiale que l'on estime due aux maladies infectieuses. Ce sont des maladies qui sont transmises principalement par des espèces d'arthropodes qui jouent un rôle essentiel dans le maintien d'une partie du cycle de vie d'un agent pathogène (Sayah, 2011).

Ces vecteurs sont des arthropodes hématophages (se nourrissant de sang) qui assure la

transmission biologique active d'un agent pathogène d'un vertébré à un autre vertébré (homme ou animal). Cette transmission peut être biologique, si l'agent pathogène passe par une étape de modification et/ou de multiplication dans l'organisme du vecteur, ou mécanique, dans le cas contraire (Belhattab .A et Tektaki .A.2016/2017.in Sayah, 2012).

Les virus qui sont transmis par des moustiques ou d'autres arthropodes sont appelés arbovirus (d'après l'anglais arthropod-borne viruses) On connaît environ 400 arbovirus différents ; ils sont en général hébergés par des animaux et occasionnellement transmis à l'Homme par des moustiques. Les arboviroses les plus importantes transmises par des moustiques sont la fièvre jaune, la dengue et plusieurs formes d'encéphalite. Les vecteurs en sont *Aedes*, *Culex* ou quelque fois, des Anophèles (O.M.S., 1999).

Tableau 3 : Principales maladies grave transmises par les Culicidae d'après (Beker et al. (2010).

Maladies	Vecteurs principaux*	Zones géographiques
Paludisme	<i>An. gambiae</i> , <i>An. funestus</i>	Afrique, Pacifique occidental, Asie Sud-Est, Méditerranée, Amérique Centrale et Sud
Dengue	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>	Afrique, Asie, Amérique Nord
Chikungunya	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>	Afrique, Asie, Europe, Océan indien
Fièvre du Nil Occidental	<i>Cx. pipiens</i>	Afrique, Europe, Asie, Océanie, Amérique Nord
Fièvre jaune	<i>Aedes aegypti</i>	Afrique, Amérique Centrale et Sud
Fièvre de la Ross River	<i>Aedes</i>	Australie, Océanie
Fièvre de la vallée du Rift	<i>Aedes</i> , <i>Culex</i> ,...	Afrique, Moyen Orient
Encéphalites équine américaines	<i>Culex</i> , <i>Aedes</i> , <i>Culiseta</i>	Amérique
Encéphalite japonaise	<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	Extrême-Orient, Asie Sud-Est
Encéphalite de Saint Louis	<i>Culex</i>	Amérique Nord et Centrale

6.1. Le paludisme :

Le paludisme est causé par le parasite *Plasmodium* qui parcourt son cycle biologique chez l'homme et chez certaines espèces de moustiques. Les quatre espèces de *Plasmodium* qui causent le paludisme chez l'homme sont : *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* et *P. ovale*. Parmi celles-ci, *Plasmodium falciparum* est la plus importante dans la plupart des régions tropicales. Ce parasite a été retrouvé pour la première fois dans le sang humain en 1880 par le français Alphonse Laveran en Algérie (O.M.S., 2003). C'est la première fois qu'un protozoaire.

En Algérie, le paludisme posait un problème de santé publique majeur, ce qui lui a valu un dicton des colons « *En Algérie, où il n'y a pas d'eau, on meurt de soif, où il y a de l'eau on*

meurt de fièvre ». Depuis, des mesures de lutte anti-vectorielle ont été entreprises et ont permis d'éradiquer la maladie au nord du pays dès 1986. Cependant, selon les données de l'INSP, des cas de paludisme autochtones continuent à être signalés au sud du pays, la ville de Tamanghasset étant la plus touchée (fig.15). Dernièrement, entre Octobre et Novembre 2013, des cas de paludisme ont été signalés à Ghardaïa et Batna, causant des décès chez certaines des personnes atteintes.

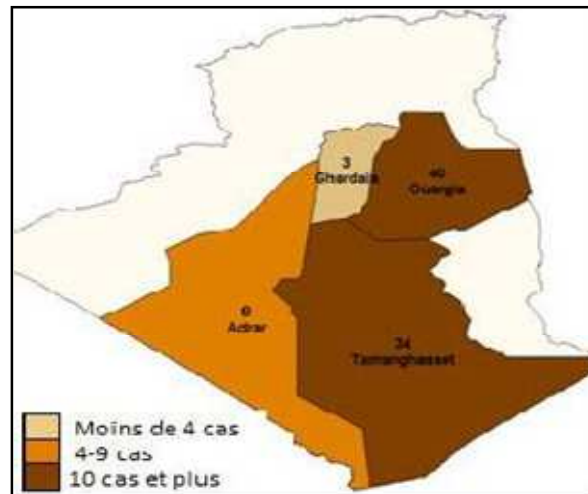


Fig15: Cas de paludisme autochtone en Algérie (2000-2009), INSP.

Le cycle biologique du parasite du paludisme est assez complexe et nécessite deux hôtes, l'homme comme hôte définitif et l'Anophèle comme hôte intermédiaire et vecteur. Il se divise en trois phases. Une se déroule chez le moustique (cycle sporogonique) et deux chez l'hôte humain : cycle érythrocytaire (dans les cellules sanguines) et cycle exo-érythrocytaire (hors des cellules sanguines) (O.M.S., 2003).

Le parasite, une fois injecté dans le sang de l'hôte humain par pique, va pénétrer dans le foie pour se répliquer et changer de morphologie. Ensuite, il retourne dans le sang où il va infecter les globules rouges, se nourrir de l'hémoglobine et faire éclater sa cellule hôte. Ce sont ces éclatements brutaux qui sont à l'origine des accès de fièvre bien connus chez les malades (Florian, 2007).

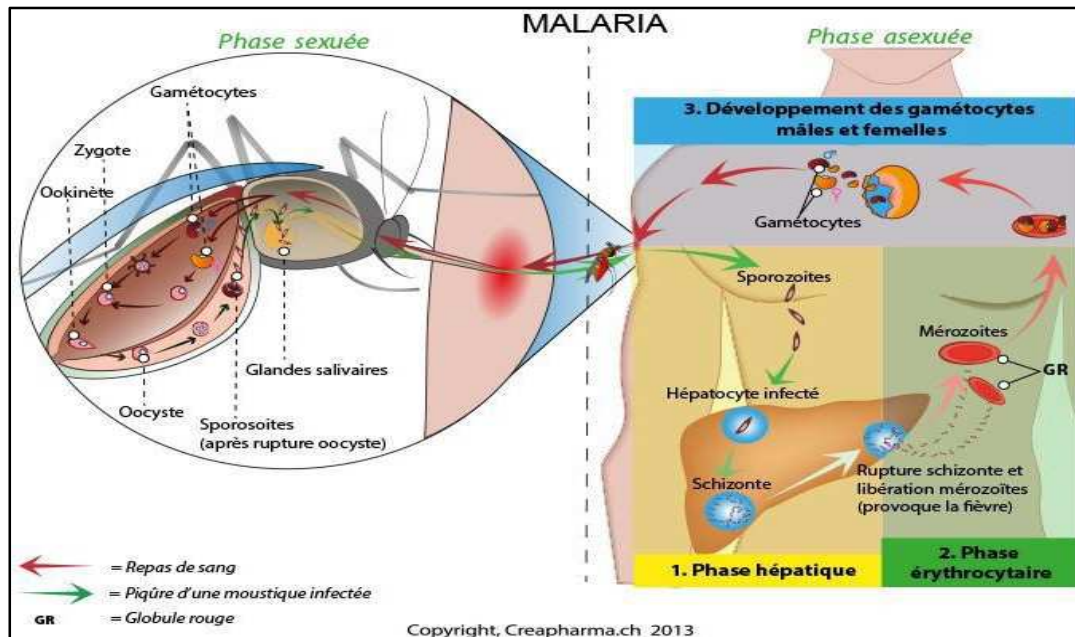


Fig16 : Cycle de transmission du paludisme (Florian, 2007)

◆ **Les symptômes et le traitement :**

Les principaux symptômes qui découlent de cette maladie sont donc de la fièvre ; mais aussi une grande fatigue, des maux de tête, des courbatures, des troubles digestifs dont des vomissements (Florian, 2007).

Aujourd'hui, aucun vaccin n'est disponible pour lutter contre le paludisme (OMS).



Fig17: Quelques symptômes de Paludisme (boubidi, 2008, Anonyme, 2006)

6.2. Filariose :

La filariose lymphatique, ou éléphantiasis, menace plus d'un milliard de personnes dans à peu près 80 pays. Sur les quelque 120 millions de personnes déjà

affectées, plus de 40 millions sont gravement handicapées ou défigurées par la maladie (déformation sévères des membres et des organes génitaux). Ces aspects de la maladie ont de graves incidences psychologiques et sociales (Ben miloud, 2016).

Le parasite est transmis d'un sujet infecté à un autre sujet par les moustiques vecteurs qui jouent le rôle d'hôtes intermédiaires. Les vecteurs sont des *Culex* (en particulier *Culex quinque fasciatus*), des *Anophèles*, des *Aedes*, des *Mansonia*. Les réservoirs de parasites sont pour *W. bancrofti* l'homme, pour *B. malayi* et *B. timori* les hommes et les animaux. A l'occasion d'un repas sanguin, les microfilaires sont ingurgitées par les moustiques. Elles subissent deux mues et deviennent infestantes (L3). Lorsque le moustique devenu infestant pique pour prendre un nouveau repas sanguin, les larves infestantes L3 peuvent pénétrer dans l'organisme de l'hôte définitif par le trou de piqûre. Chez l'homme, environ 10 % de L3 poursuivent leur évolution dans les vaisseaux lymphatiques, subissent une nouvelle mue (L4) et se transforment en 3 à 6 mois en adultes (Aubry, 2015).

Cette affection due à des nématodes, à corps longs et filiforme; atteinte du système lymphatique et provoquent une inflammation, puis un blocage, conduisant à l'éléphantiasis; cette filaire a été découverte en 1864 dans une hydrocèle chyleux (Bourée, 1983).

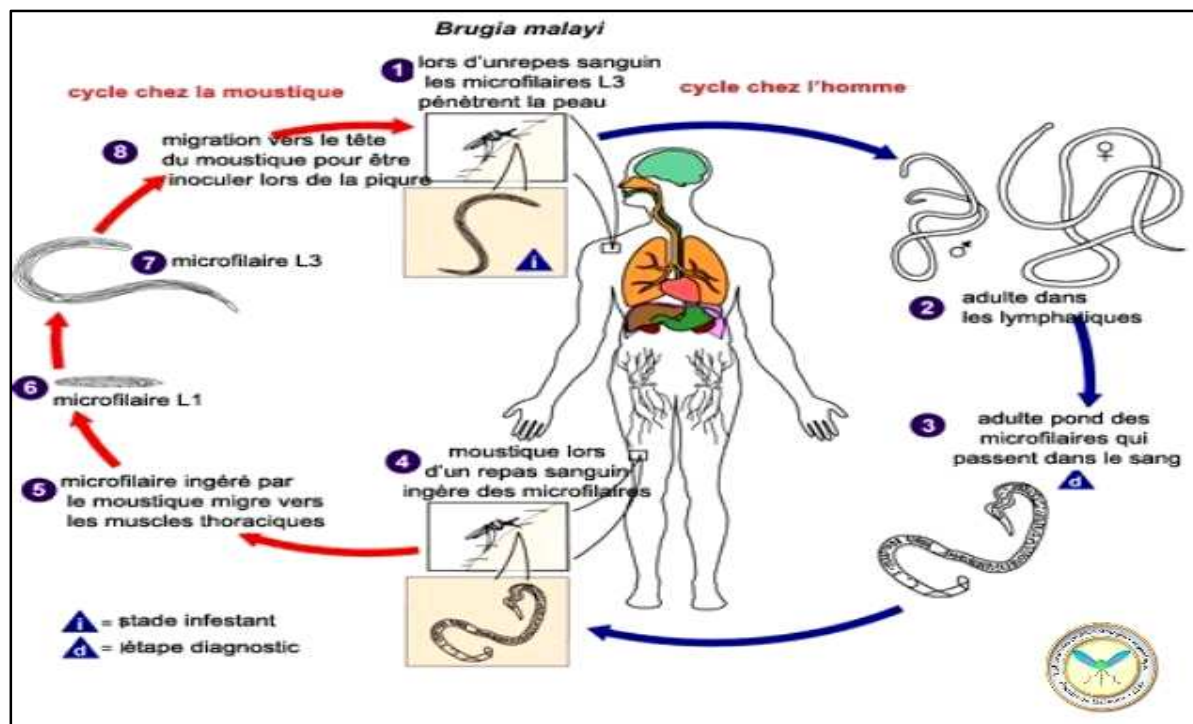


Fig18 : Cycle de transmission de la filariose.



Fig19 : Quelques symptômes de la Filariose lymphatique (Anonyme, 2006 ; Boukraa 2010).

6.3. La dengue :

La dengue est une maladie humaine, d'origine virale, elle est généralement bénigne mais sa forme hémorragique pour laquelle il n'existe ni médicament ni vaccin peut être mortelle, transmise par l'espèce *Aedes aegypti*. C'est une maladie de la saison des pluies quand les moustiques pullulent (Tabti, 2015).

Le virus de la dengue (DENV), appartient à la famille des Flaviviridae et au genre Flavivirus peut se transmettre selon deux cycles Le cycle sylvatique ou enzootique, principalement décrit en Afrique et en Asie, correspond à la transmission du DENV d'un singe à un autre par l'intermédiaire des *Ae. furcifer* et *Ae. Africanus*. C'est ce cycle qui a été décrit à l'origine chez les primates en zones rurales (les singes représentent le réservoir forestier). Plus tard, après adaptation des virus de la dengue à d'autres espèces d'*Aedes* (*Ae. aegypti*, *albopictus* et *polynensis*), des cas humains de dengue ont été décrits (Duong *et al.*, 2009).

◆ Les symptômes et Le traitement :

❖ Les symptômes sont le plus souvent de type grippal (fièvre, maux de tête, courbatures) se manifestent dans les 3 à 14 jours (4 à 7 jours en moyenne) qui suivent la pique par le moustique. La dengue touche indifféremment les nourrissons, les jeunes enfants

et les adultes. Le plus souvent bénigne bien qu'invalidante, la dengue peut toutefois se compliquer de formes hémorragiques.

❖ Il n'existe ni traitement curatif spécifique ni vaccin contre la dengue. Le traitement est avant tout symptomatique, notamment de la douleur et de la fièvre. L'aspirine et les anti-inflammatoires non stéroïdiens sont contre-indiqués du fait du risque hémorragique

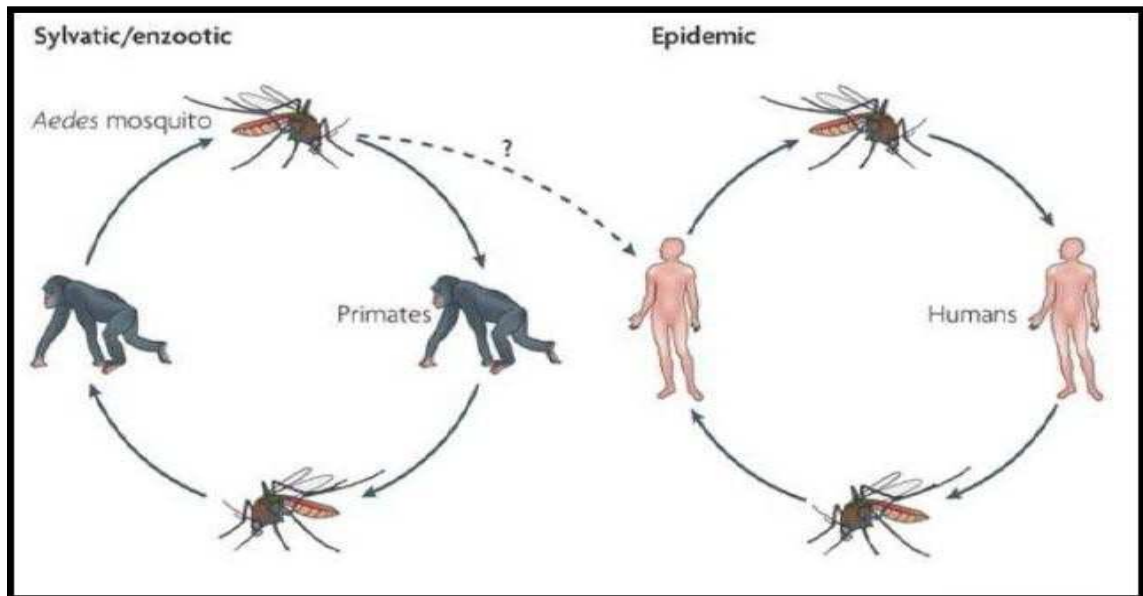


Fig20: Les deux cycles de transmission des DENV Virus de la dengue (Whitehead et al., 2007).

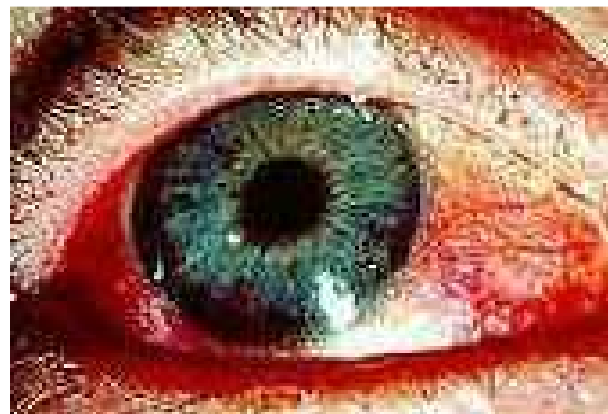


Fig21: Quelques symptômes de la dengue hémorragique

6.4. La fièvre jaune :

La fièvre jaune est une maladie infectieuse aigue grave, due au virus amaril (amarillo en espagnol=jaune), le chef de file des flavivirus (groupe des arbovirus : Arthropode born virus), appartenant à la famille des flaviviridés.

Transmise à l'homme par la piqûre des moustiques de genre *Aedes*. C'est une zoo-anthroponose avec un cycle selvatique (Zine elabidine, 2012).

Les espèces zoophiles assurent la transmission selvatique du virus (foret tropicale ou canopée), Ce sont essentiellement *Aedes africanus* en Afrique et *Aedes haemagogus* dans la foret amazonienne, les espèces zoo anthropophiles assurent la sortie du virus dans la foret en piquant l'homme et les animaux sans distinction, il s'agit essentiellement d'*Aedes furcifer*, *Aedes vittatus*, *Aedes luteocephalus*, *Aedes simpsoni*. Les anthropophiles assurent la transmission inter humaine, elles sont donc responsables d'épidémies urbaines, ce sont essentiellement *Aedes aegypti* et *Aedes metallicus* (Cissoko, 2007).

◆ Symptômes et traitement :

Après une incubation d'une semaine, la maladie débute typiquement avec fièvre, frissons, douleurs musculaires, maux de tête. Elle évoque alors une grippe, une dengue ou un paludisme.

Dans les formes graves, au bout de trois jours, une rémission passagère précède l'apparition d'un syndrome hémorragique avec vomissement de sang noirâtre (vomito negro), d'un ictère qui donne son nom à la maladie et de troubles rénaux (albuminurie). La mort survient alors dans 50 à 80% des cas, après une phase de délire, de convulsions, et un coma. Toutes les formes curables entraînent une immunité à vie.

Il n'existe aucun traitement spécifique contre la fièvre jaune. Hormis la prévention par vaccination, les seules armes pour combattre la maladie une fois qu'elle a été contractée sont le repos, la réhydratation et l'administration de médicaments visant à limiter la fièvre, les vomissements et la douleur (institut pasteur France).

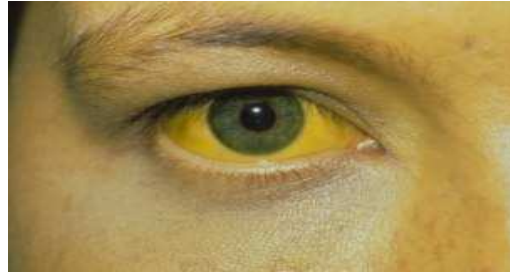


Fig22 : Signe clinique de fièvre jaune.

6.5. Le virus du Nil Occidental :

La fièvre du West Nile (FWN) est une arbovirose due à un virus de la famille des *Flaviviridae* souffrant d'un syndrome fébrile bénin (El Ghou, 2009). De très nombreuses espèces de moustiques maintiennent dans la nature le cycle de transmission du VNO (Koné, 2006).

En *Flaviviridae*, découvert pour la première fois en 1937 en Ouganda (Afrique), dans le sérum d'une jeune femme Amérique du Nord, les moustiques du genre *Culex* constituent les vecteurs les plus communs, notamment *Culex pipiens*, *Culex quinque fasciatus* et *Culex tarsalis* qui est surtout présent dans les provinces et les États de l'Ouest.

Les moustiques du genre *Culex* ont leur période maximale de prise de repas sanguin tôt le matin et le soir, ce qui augmente le risque que soit transmis le VNO aux humains pendant ces périodes (Koné, 2006).

Elle peut néanmoins se manifester par un syndrome de type pseudo-grippal. Après 3 à 15 jours d'incubation des complications peuvent survenir et l'infection peut évoluer, dans moins de 15 % des cas symptomatiques, vers une méningite aseptique et une encéphalite.

Les oiseaux, qu'ils soient sauvages ou domestiques, constituent le réservoir principal du virus et les oiseaux migrateurs jouent un rôle essentiel dans sa dissémination, en permettant notamment son passage de l'Afrique vers les zones tempérées de l'Europe.

Les moustiques s'infectent auprès des oiseaux, amplifient le virus et peuvent contaminer l'homme et les équidés lors de leur repas sanguin. Ce virus a émergé, il y a quelques années, dans les régions tempérées d'Europe et d'Amérique du Nord. Cette arbovirose présente des risques sérieux aussi bien pour la santé publique que pour la santé animale particulièrement pour les équidés, depuis 1998, et pour les oiseaux (Benjelloun, 2015).

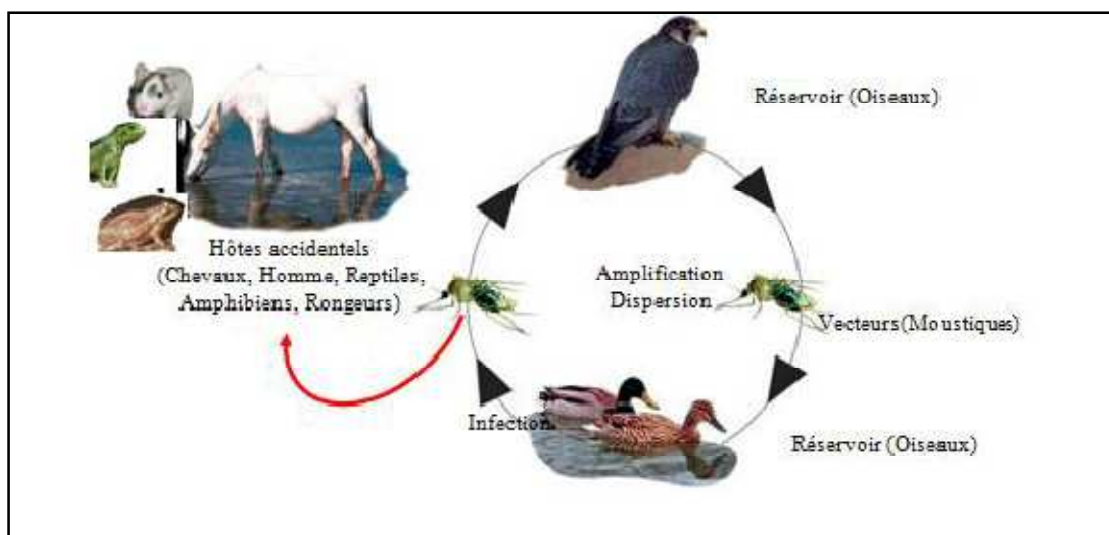


Fig23 : Cycle biologique de virus de Nile occidental (Boukraa .S, 2010).

En Algérie, Metallaoui (2008) et Ouadahi (2011) ont résumé les résultats des recherches sérologiques menées chez les humains entre 1973 et 1994. Ces enquêtes ont révélé la circulation du virus West Nile dans plusieurs villes du sud. La dernière mise en évidence du virus a été signalée en 1994, dans la Wilaya d'Adrar, chez une cinquantaine de personnes dont huit sont décédées.

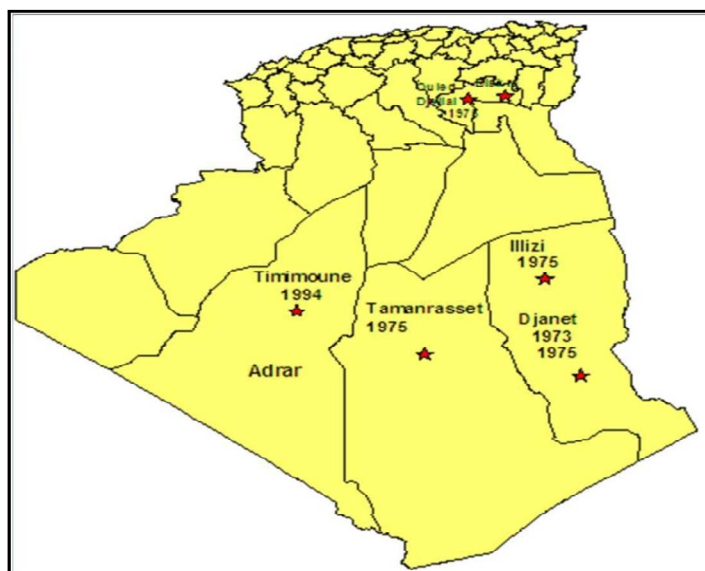


Fig24: Répartition des cas humains séropositifs au virus West Nile en Algérie depuis 1973 (Metallaoui, 2008 et Ouadahi, 2011).

◆ Les symptômes et Le traitement :

Les formes symptomatiques de la maladie se caractérisent par l'apparition brutale d'une fièvre importante après 3 à 6 jours d'incubation. Cette fièvre est accompagnée de maux de tête et de dos, de douleurs musculaires, d'une toux, d'un gonflement des ganglions du cou, et souvent d'une éruption cutanée, de nausées, de douleurs abdominales, de diarrhées et de symptômes respiratoires.

Il n'existe actuellement pas de vaccin commercialisé pour l'Homme, ni de traitement préventif contre l'infection du virus du Nil occidental (Santé Publique France).

II. La lutte contre les moustiques :

1. Lutte contre les moustiques:

L'efficacité d'une lutte quel que soit chimique, biologique, physique ou environnementale dépend de la solidarité de ses bases écologique en particulier de la connaissance de variation spatio-temporelles, du développement et de l'activité de l'insecte. L'efficacité du traitement, le cout économique et le cout écologique sont les éléments à prendre en compte dans le choix de type d'intervention.

La reconnaissance des espèces des moustiques en particulier les vecteurs des agents pathogènes semble être qu'un simple exercice académique de taxonomiste, mais une étape fondamentale et indispensable dans toute opération de lutte anti-vectorielle, Ainsi il convient de reconnaître tous les aspects de lutte. Les différents connaissances acquises sur la taxonomie et la bio-écologie des moustiques, permet de développer des moyens de lutte qui visent soit à empêcher simplement la pique des moustiques et à éviter ainsi la transmission des maladies, soit à détruire carrément l'insecte en visant à la fois le stade adulte et les stades larvaires (Belhattab .A .et Tektaki .A 2016/2017.in Samanidon et *al.* 1993).

1.1. La lutte chimique :

On classe les insecticides chimiques en trois catégories :

◆ **La première génération** d'insecticides de synthèse date d'avant 1940 (ex : dinitro-*o*-cresylate de potassium, dinitroorthocresol) et côtoyaient des insecticides inorganiques (acetoarseniate de cuivre), fluores (fluore de sodium), soufres (sulfure de carbone).

◆ **La deuxième génération** correspond aux insecticides organiques de synthèse divisés en organochlorés (DDT, lindane, endosulfan), organophosphorés (dichlorvos, chlorpyrifos, temephos) et carbamates (carbaryl, aldicarbe, propoxur).

◆ **La troisième génération** d'insecticides, apparue plus tard, comprend les pyrethrinoides de synthèse, les phenylpyrazoles (fipronil), les neonicotinoïdes (imidaclopride) et aussi les régulateurs de croissance d'insectes (RCI : fenoxycarbe, lufenuron) (Regnault- Roger 2005). Les organochlorés (6%), organophosphorés (43%), carbamates (32%) et pyrethroïdes (6%) représentent la majorité des insecticides organiques utilisés actuellement (Comité de prévention et de la précaution, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 2002).

Remarquable de ces trois grandes familles, agissant toutes au niveau du système nerveux des insectes, a conduit à la suprématie des insecticides organiques de synthèse entre 1950 et 1970. Mais les dégâts collatéraux causés dans les écosystèmes aquatiques et terrestres par ces composés bio-accumulables et peu sélectifs (Rattner 2009; Mitra *et al.* 2011), de même que les problèmes sanitaires résultants de la pollution des eaux de surface et des nappes phréatiques (Becker *et al.* 2010; Roberts *et al.* 2012), furent mis en évidence dès le début des années 1960 (Carson 1962) justifiant le retrait de certains de ces insecticides (dont le DDT).

Leur utilisation intensive fut également responsable d'une apparition de résistances dans certaines populations d'insectes, limitant leur efficacité (Hamon et Garret-Jones 1963; Hamon *et al.* 1968, 1970; Hemingway et Ranson 2000; Weill *et al.* 2003; Nauen 2007; Rivero *et al.* 2010; Ranson *et al.* 2011).

Le besoin de méthodes alternatives fut dès lors mis en évidence. Une nouvelle génération d'insecticides apparut à partir des années 1970, tentant de pallier à ces inconvénients: ce sont les pyréthrinoides, les néo- nicotinoïdes et les régulateurs de croissance. Tout comme leurs prédécesseurs, ces insecticides se sont révélés d'une grande efficacité.

Cependant, les problèmes liés aux pollutions environnementales et aux résistances des

insectes continuent à persister, et compromettent leur utilisation à long terme (N'Guessan *et al.* 2007; Temu *et al.* 2012; Ochomo *et al.* 2013; Riaz *et al.* 2013).

Un exemple récent peut être donné par des souches d'*Aedes aegypti* d'Amérique latine résistantes à pas moins de six organophosphorés et quatre pyréthrinoïdes (Rodriguez *et al.* 2007).

1.2. La lutte physique :

La base de toute lutte anti-vectorielle repose sur une gestion environnementale des populations de moustiques (Organisation mondiale de la Santé 1982) qui passe tant par une médication 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).

Cette technique de gestion élémentaire fut prépondérante jusqu'à l'avènement des insecticides de synthèse lors de la seconde guerre mondiale. Suivant les avancées scientifiques et technologiques du moment (Becker *et al.* 2010), elle a pu être renforcée par des moyens physiques et mécaniques, tels l'épandage d'huile à la surface des eaux ou encore le piégeage massif des adultes à proximité des habitations. L'importance de ces méthodes est capitale en milieu urbain car elles permettent la prévention et la réduction de l'abondance des espèces anthropophiles dangereuses telles *Aedes aegypti* (Linnaeus) et *Aedes albopictus* (Skuse) (Fontenille *et al.* 2009).

Cependant, cette technique peut être difficilement applicable dans le cas de zones rurales humides d'importance économique (rizières, git de conserver intacts des milieux humides naturels à valeur écologique).

La gestion environnementale peut enfin être limitée par un coût parfois énorme et difficile à assumer malgré une protection efficace; cet investissement ne peut se justifier par rapport au coût d'autres méthodes de lutte que sur le long terme (p.ex. pratiquer le remblai d'une zone humide plutôt que de la pulvériser de façon récurrente) et/ou si des bénéfices supplémentaires (p.ex. le drainage d'un territoire qumarais salants). De même, son manque évident de sélectivité la rend peu intéressante lorsqu'il s'a profite à l'agriculture) peuvent être pris en compte.

1.3. La lutte génétique :

Un contrôle génétique (c'est-à-dire par une altération ou un remplacement du matériel héréditaire) des moustiques selon deux stratégies est aussi envisageable (Alphey *et al.* 2002; Wilke *et al.* 2009; Becker *et al.* 2010; Resnik 2012).

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

1.4. La lutte biologique :

Les scientifiques tentent alors de trouver d'autres produits naturels accessibles moins toxiques pour mener cette lutte. On se tourne alors de plus en plus vers les composés naturels issus des plantes pour la mise au point de nouvelles molécules insecticides.

La méthode biologique, a fait l'objet d'une nouvelle lutte, plus sûre, plus sélective et moins toxiques. Elle est représentée par l'utilisation de micro-organisme, champignons, poissons et même des extraits végétaux. Ces dernières induisent des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères (Bendali, 1989 ; Lepage *et al.*, 1992; Bendali *et al.*, 2001; Saleh *et al.*, 2003; Aouinty *et al.*, 2006).

1.4.1. Lutte microbiologique:

◆ **Poissons larvivores:** qui se nourrissent de larves des moustiques. Les principales espèces utilisées sont *Gambusia affinis* et *Poecilia reticulata* (OMS, 1999).

◆ ***Bacillus thuringiensis*:** bactérie entomopathogène aérobie gram-positif de sérotype H-14 (*B.t.* H-14), produit des toxines qui permettent de détruire très efficacement les larves de moustiques qui les ingèrent. Ces toxines sont inoffensives pour les poissons, les animaux supérieurs et l'Homme (Pintireau, 2009).

◆ **Moustiques prédateurs:** les larves du genre *Toxorhynchites* se nourrissent des larves d'autres moustiques.

♦ **Copépodes cyclopoïdes**: petits crustacés qui s'attaquent aux larves de moustiques du premier et du deuxième stade.

♦ **Nématodes** : qui parasitent les larves de moustiques.

♦ **Les champignons**: Parmi ceux qui manifestent une activité parasitaire intéressante, citons *Lagenidium giganteum*, *Culicinomyces clavosporus*, *Tolypocladium cylindrosporium* et plusieurs espèces de *Coelomomyce*, sont utilisés dans la lutte contre les moustiques (OMS, 1999).

❖ **Larvicides** : sont des corps chimiques, des toxines tuant les larves et les pupes de moustiques. Ils sont utilisés sur des gîtes larvaires qui ne peuvent pas être drainés (OMS, 2003).

❖ **Pétrole et dérivés** : Ils sont utilisés pour les eaux stagnantes impropres à l'irrigation ou à la consommation par les animaux. Les huiles agissent principalement en formant un film à la surface de l'eau, empêchant les larves de respirer (OMS, 2003).

❖ **Régulateurs de croissance des moustiques** : Ce sont des composés chimiques hautement toxiques pour les larves de moustiques dont ils empêchent le développement en adultes, Ils peuvent être divisés en :

- Analogues de l'hormone juvénile empêchant le développement des larves en pupes viables ou de pupes en adultes (ils ne tuent pas les larves).
- Inhibiteurs de synthèse de la chitine qui, interfèrent avec le processus de mue, tuant les larves quand elles muent (OMS, 2003).



Fig25: Gambusia affinis
(Beldi., 2007)



Fig26: coupe longitudinale de
Bacillus thuringiensis



Fig27 : Les larves de
Toxorhynchites rutilus qui
chassent des larves d'autres
moustiques (Schiller., et
al., 2019)

1.4.2. Lutte par les plantes médicinales:

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides, est connue depuis longtemps. En effet, le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (Crosby *et al.*, 1966).

Dans certaines régions d'Afrique, les feuilles de tabac malaxées avec l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques et les odeurs du *Basilic Ocimum basilicum*, Basil (Labiée) et de *Sorghina, Corrigiola telephiifolia* (Caryophyllaceae) sont des répulsifs très efficaces (Aouinty *et al.*, 2004).

Parmi les alternatives qui ont été proposées, l'utilisation des extraits végétaux de la plante La menthe poivrée.

2 .Les plantes médicinales :

On qualifie de plante médicinale toute plante possédant des propriétés agissant sur l'organisme humain ou animal de façon bénéfique. Les plantes médicinales sont utilisées médecine naturelle.

Généralement, seule une partie de la plante est utilisée, que ce soit le bulbe, les racines, les feuilles, les graines, les fruits ou les fleurs. La branche de la médecine qui utilise des plantes médicinales est appelée phytothérapie. Parmi les principes actifs les plus courants des plantes médicinales, on peut nommer les polyphénols, les terpènes, les stéroïdes et les alcaloïdes (Gineste, 2010).

2.1. Méthode d'extraction les plantes :

L'extraction est une opération qui consiste à séparer certains composés d'un organisme selon diverses techniques :

◆ extraction par solvant volatil :

Dans cette méthode, les plantes sont mélangées à un solvant organique volatil (éthanol, méthanol, hexane, butane, benzène ou éther) dans lequel les molécules organiques étant solubles dans les solvants employés se mettent en solution, le mélange est ensuite filtré pour récupérer les solvants chargés des composés.

Ce produit organique est ensuite évaporé pour former un résidu solide très parfumé, la concrète qui est ensuite traitée à l'alcool pour avoir le produit absolu (Bensais., 2011).

◆ **décoction :**

Opération qui consiste à extraire les principes actifs d'une plante par action d'un liquide porté à ébullition.

◆ **L'infusion :**

Préparation liquide obtenue par l'action de l'eau bouillante sur une plante (généralement fraîche) dont les principes solubles actifs se diffusent dans l'eau.

◆ **Macération à froid :**

Cette préparation consiste à laisser tremper les fragments des plantes dans un liquide (eau ou huile) à température ambiante pendant au maximum 24 heures (Paolo., 2015).

◆ **Huiles essentielles (HE) :**

Une huile essentielle est un liquide concentré en substances végétales, obtenu par extraction ou distillation des molécules volatiles de la plante d'origine.

On retrouve majoritairement des trapézoïdes et des molécules aromatiques. Les huiles essentielles issues des différentes plantes possèdent donc des propriétés différentes, dépendantes de la composition d'origine (Paolo., 2015).

2.2. Généralités sur les plantes médicinales sélectionnées :

La *menthe poivrée* a été trouvée comme des feuilles séchées dans les pyramides égyptiennes datant du premier millénaire av .J.C (Iserin, 2001).

Le nom menthe vient du grec «Minthe» et du latin «menta» .Piperita signifie poivrée. Les Grecs et les Hébreux s'en fumaient tandis que les romains en mettaient dans leur vin et sauces. Leurs femmes mâchaient une pâte renfermant de la menthe et du miel pour masquer l'odeur de vin qu'elles boivent en cachette à l'époque la loi punit de mort celles qui useraient d'un breuvage réservé aux hommes et aux dieux.

La menthe a été reconnue et décrite en 1696. Aux environs de Londres à Mitcham, où cet hybride est apparu. D'ou son deuxième nom : menthe anglaise. Elle est originaire de l'Angleterre, cultivée dans nos régions de l'herboristerie et de la distillerie cependant on la rencontre rarement à l'état spontané (Hammami et Abdesselem., 2005).

La culture de la *menthe poivrée* s'est répandue dans un certain nombre de pays d'une part aux USA à partir de 1825, d'autre part, et progressivement dès la fin du 19ème Siècle, et le début du 20ème siècle, dans toute l'Europe occidentale et méridionale (Fournier., 1948).

La *menthe poivrée* est inscrite à la 10^{ème} édition de la pharmacopée française, elle est un hybride de la menthe aquatique (*Mentha Aquatica*) et la *Mentha spicata*, rare en Algérie, seulement cultivée (Beruneton ; 1993).



Fig28 : *La menthe poivrée (Mentha x piperita)* (Anonyme, 2017)

2.3. Position Systématique :

La *menthe poivrée* est une plante herbacée de la famille des labiées :

- ❖ Embranchement: Spermaphytes.
- ❖ Sous Emb: Angiospermes.
- ❖ Classe : Dicotylédones.
- ❖ Sous classe: Gamopétales.
- ❖ Ordre : Sympetales.
- ❖ Famille : Labiées.
- ❖ Genre: *Mentha*.
- ❖ Espèce : *Mentha x Piperita L* (Ozenda, 1983, Bruneton., 1999).

La *menthe poivrée* à plusieurs noms à travers le monde, en voici quelques un :

- ❖ **En Europe:** (Hammami et Abdesselem., 2005).
 - Anglais : Peppermint.
 - Espagnol: Hierbabuena, menta, Piperita.
 - Portugais: Menta.
 - Français : Menthe anglaise, Menthe poivrée, Sentebon.

- ❖ **En Afrique :**
 - Arabe : nânâ folfoli

- ❖ **En Asie :**
 - Inde : Pudina ,pudinha
 - Chine : Ara nae, bai sa ra naie saranae

2. 4 .Morphologie de la *menthe poivrée* :

La *menthe poivrée* est une plante indigène cultivée de la famille des labiées herbacée a végétation vigoureuse, son odeur pénétrante spéciale et une saveur aromatique, brûlante mais laisse une sensation de fraîcheur (Hammami et Abdesselem., 2005).

C'est une herbe annuelle, semblant pérenne en se reproduisant à partir de nombreux stolons, traçants, rampant, chevelu, aériens ou souterrains, à racine adventives (Baba AissaI., 1999).

La menthe poivrée est caractérisée par des tiges quadrangulaires le plus souvent violacées (Brouneton., 1999). Un peu velue de 50à80 cm de haut, dressée ramifiée, se divise en rameaux opposées (Hammami et Abdesselem., 2005).

Les feuilles sont ovales ou lancéolées et crénelées en scie, opposées par paires longues de 4 à 8cm courtement pétiolées, de couleur vert pale souvent teintées de rouges pas de stipules (Fouzi, 1994).

Adaptation des feuilles aux climats secs caractérisée par un limbe coriace, réduite et des poiles sécréteur (Daniel et *al*, 2002).

Les inflorescences de fleurs faiblement bilabiées de couleur pourpre sont groupées en épis très serrés (Brouneton., 1999). Le calice présente cinq dents la corolle pourpre violacées (parfois blanches) est terminée par quatre lobes, les quatre étamines sont incluses dans la corolle, les graines sont rares et stériles.

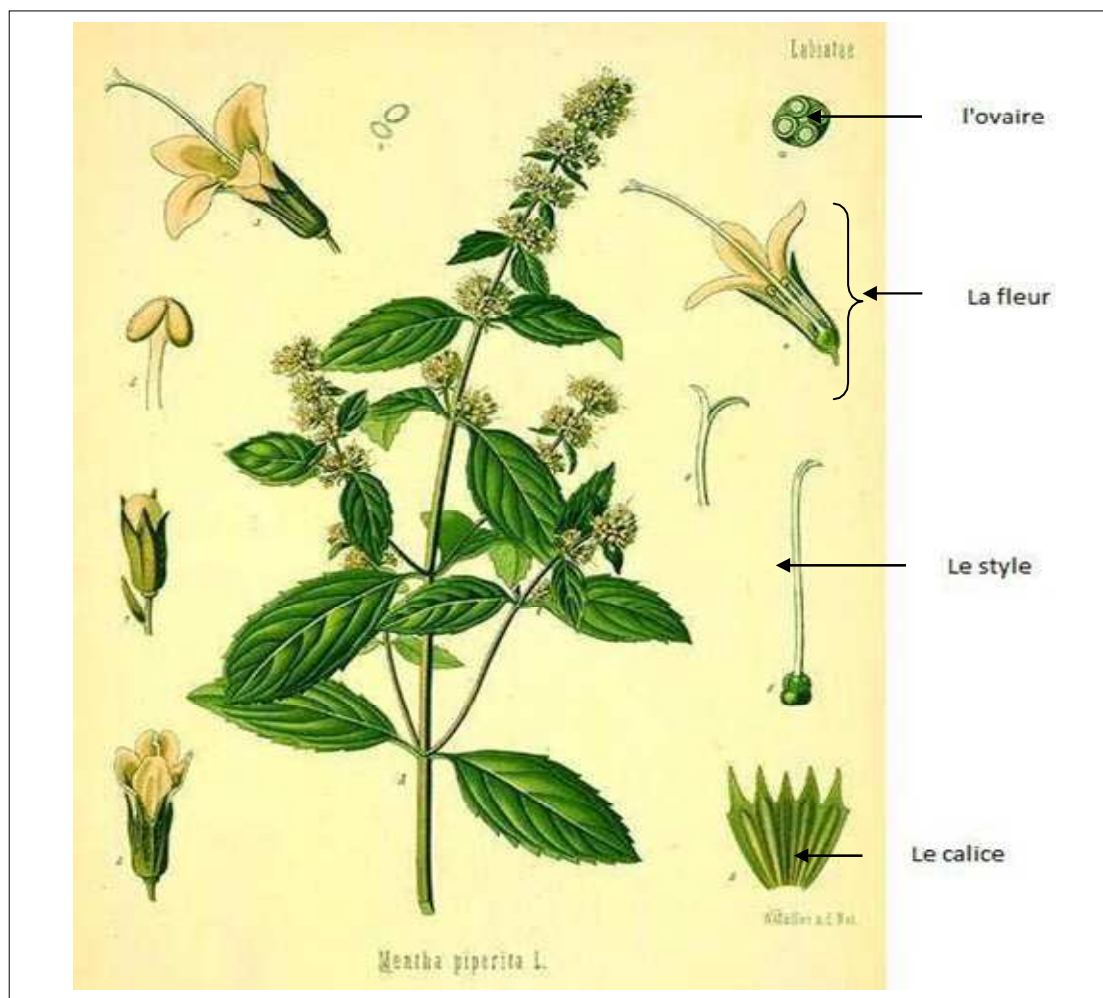


Fig29 : la morphologie de la *menthe poivrée* (Eberhard, 2005).

2.5. Exigence de la culture de la *menthe poivrée* :

◆ Le photopériodisme :

Le photopériodisme modifie la morphologie et la production de la matière sèche les durées d'éclaircissement croissantes provoquent un allongement des feuilles au détriment de leurs largeurs (GUY, 1971 in Hnatyszyn et Guais, 1989).

La *menthe poivrée* exige une journée longue de l'ordre de 16heure pour fleurir. La croissance végétatives de la menthe est diminuée en période froide (photopériode

inférieure à 10 heures et températures inférieure à 10° à 25°C, respectivement pour le minimum et pour la maximum). (Mader., 2001).

◆ **La température :**

La sensibilité de la menthe à la température est accentuée par le caractère vivace de la plante. La plante entre en repos végétative pendant l'hiver, il est possible qu'elle ait besoin de froid. La température maximale de l'ordre de 30°C donne une croissance optimale (Mader., 2001).

Le thermopériodisme qu'il soit saisonnier ou journalier est l'un des moteurs du développement des végétaux, des températures trop faibles peuvent abaisser le niveau de photosynthèse (Hnatyszyn et Guais, 1989).

◆ **Le sol :**

Le système racinaire de la menthe est peu profond. Il exige un sol peu compacte, perméable et légèrement argileux. Sa culture réussit particulièrement bien dans le sol bien drainés à pH allant de 5,5 à 8 (Patrick., 1985).

◆ **L'altitude :**

La menthe poivrée peut être cultivée en climat montagnard, tempéré, humide jusqu'à 900-1000m d'altitude et en climat montagnard méditerranéen, à condition d'arroser pendant la sécheresse d'été (Guilly., 1989).

◆ **Fertilisation :**

Le sol doit être riche en matière organique, et on doit faire des apports en engrais pour favoriser un bon redressement. Et obtenir un bon rendement d'une culture de la menthe poivrée, il faut y avoir l'importance des trois grandes éléments nutritifs : azote, phosphore et le potassium (Mader., 2001).

2.6. Composition chimique :

Les huiles essentielles : 0,5 % à 6% surtout riche en menthol (-)-1R, 3R, 4S-menthol : 15 à 76% acétate de mentyle (2 à 5% voir jusqu'à 23% selon les provenance), 1,8-cinéole (3 à

8%), menthofurane (0 à 7%), isomenthon (2 à 13%), noémenthol (2,5 à 5 %) limonène (2 à 10%), pulégone (0,5 à 1,5%) β -caryophyllène (0,5 à 1,5%) et germacrène D (1 à 2%).

Ces constituants majoritaires sont accompagnées d'hydrate de trans-sabinène, de pipériténone, α et β pinènes et de veridifolrol, dans les distillats les alcools terpéniques et aliphatiques existent sous forme d'hétérosides ; glycosides de menthol, disomenthol de néomenthol de linalol d'oct-1-en-3-ol et d'octan -3-ol.

- *Dérivés d'acide hydroxycinnamiques* : (appelé « tanins » des lamiacées) 3,5 à 6% de rosemarinique (= 3%).
- *Flavonoïdes* : jusqu'à 10% : hétéroside d'apégénine, diosmétine, lutéoline, éridictiol, notamment l'ériocitrine (éridictiol -7rutinosite, des flavone polyméthoxilé comme le xantanmicrol les gardénines D et B et 5-O- déméthyle-nobilétine.
- *Tritarpènes* : acide ursolique (0,1%) (François., 2012).

2.7. Récolte :

La récolte s'effectue avant la floraison (de juin au juillet) manuellement dans les cas des cultures a petites échelle et mécaniquement en cas de culture industrielle.

Une deuxième coupe, voir éventuellement une troisième, sont possible au plus tard a la mis- septembre. Le produit de la récolte est grossièrement hachée, puis les feuilles sont séparé des tiges par ventilation ou tamisage, dans les cultures a échelle familiales, les feuilles et les tiges feuillées portant 3 paires de feuilles supérieurs sont cueillies manuellement, elle sont séchées a des température maximale de 42°C dans des tunnels de séchage et pour une consommation personnel, les feuilles fraiches sont récolté juste avant leur emploi.

2.8. Utilisation thérapeutique et traditionnelle :

◆ Trouble digestive :

La *menthe poivrée* est excellente pour le système digestif, elle stimule la sécrétion des sucs digestifs et de la bile, et décontracte les muscles intestinaux. Elle atténue nausées, ballonnements et colites son action antispasmodique sur le colon est efficace en cas de diarrhée, comme en cas de constipation (Youcef ,1990 ; Iserin, 2001).

◆ Douleur :

Elle est utilisée pour soulager les maux de tête, traite les parasites de la peau (démangeaisons cutanées). Elle traite l'inflammation des voies respiratoires et de la muqueuse buccale, soulage les symptômes, du rhume et de la toux, les douleurs rhumatismales musculaires, et névralgiques (Hammami et Abdesselem, 2005).

◆ Infection :

L'utilisation de l'huile essentielle diluée en inhalation ou message légers sur la poitrine, en cas d'identifications bronchique .la plante entière est efficace en cas de gastro-entérites (Iserin., 2001). La *menthe poivrée* ne doit pas être administrée aux jeunes enfants, en usage médicinal. Elle est excitante et à la longue irritante (Baba aissa ., 1999).

La réalisation des extraits avec différentes parties de la *menthe poivrée* ont montré la diversité et la richesse en plusieurs constituants tel que : flavonoïdes (lutéolme, menthoside), tocophérols, azulènes, l'acide rosmarinique, des terpènes, des caroténoïdes, des tanins et huile essentielle (Iserin., 2001, Charles., 2013).

Les huiles essentielles représentent de 1 à 3 % de la masse de la matière sèche de la partie aérienne de la plante, Leurs principaux constituants sont le menthol (29-50%), le menthone (16-25%), de l'acétate de menthyle (pas plus de 5%), l'isomenthone (de 10 à 15%), menthofurane, et pipéritone. Elle contient également de 1 à 5% limonène, de 3,5-14% de 1.8 cinéole (Bruneton., 1999, Charles.,2013).

Chapitre II
Matériel et méthodes d'étude

I- site d'étude :

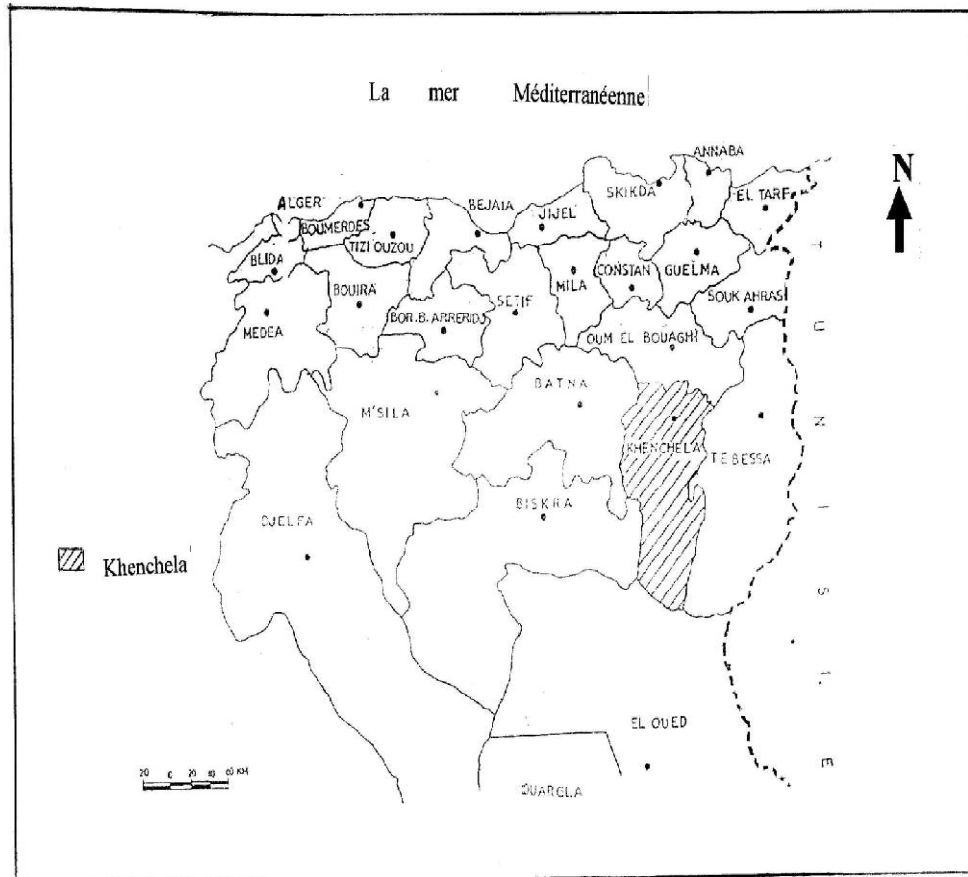
1. Présentation de la région d'étude :

1.1. Situation géographique:

La région de Khenchela est située au Nord de l'Algérie, au Sud-Est du constantinois ; et au contrefort du mont des Aurès entre $34^{\circ} 06' 36''$ et $35^{\circ} 41' 21''$ latitudes Nord ; et entre $06^{\circ} 34' 12''$ et $07^{\circ} 35' 56''$ de longitudes Est. Sa superficie est de 9715,6 km². Elle est limitée géographiquement au :

- **Nord** : par la Wilaya d'Oum El Bouaghi.
- **Sud** : par la wilaya d'El Oued.
- **Est**: par la wilaya de Tébessa.
- **Ouest**: par la wilaya de Batna.
- **Sud- Ouest** : par la wilaya de Biskra.

Elle est composée de 21 communes représentées par 08 daïra et confine avec les wilayas de: Oum El Bouaghi au Nord, El Oued au Sud, Tébessa à l'Est, Batna à l'Ouest et Biskra au Sud-ouest (Boubelli, 2009).



Carte N°01 : la situation géographique de la région de Khaenchela

fig30 : situation géographique de la région de Khanchela

1.2. Facteurs écologiques :

Selon Dajoz (1979), tout organisme est soumis dans le milieu où il vit aux actions simultanées des facteurs climatiques, édaphiques, chimiques, ou biotiques très variés. Nous appelons facteurs écologiques tous les éléments du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement. Nous allons nous intéresser aux facteurs biotiques et abiotiques.

1.2.1. Facteurs abiotiques :

Les facteurs abiotiques sont des facteurs indépendants de la densité qui agissent sur les organismes avec une intensité qui ne répond pas de leurs abondances (Dajoz, 2006). Ils vont être présentés par les facteurs climatiques (température, précipitation, humidité, lumière et vent) et la synthèse climatique.

◆ Les facteurs physico-chimiques :

❖ Le sol :

Le sol de la wilaya de Khenchela se distingue par la présence de variétés essentielles de la terre comme suit:

- Une terre sédimentaire dans les hauts plateaux au nord.
- Une terre calcique dans la région montagneuse centrale.
- Une terre souvent sujette à la dénudation en raison des vents soufflant dans la région sud et également ainsi que les dunes de sable dans l'extrême sud.

Parmi les composants essentiels de la terre : la chaux, la boue, le plâtre, le sable et les roches d'argile (Hamed, 2015).

❖ Les reliefs :

Sa structure physique est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles distinctes :

- ✓ **Les hautes plaines au Nord** ; couvrent 15% du territoire. C'est une région de plaines à fortes potentialités hydriques qui offrent de grandes possibilités pour le développement agricole.
- ✓ **La zone montagneuse** ; occupe les parties centrale et ouest de la wilaya avec 36% du territoire (les massifs des Aurès et les monts des Nememcha).
- ✓ **Les parcours steppiques et sahariens** ; qui couvrent la moitié sud de la wilaya avec 49% de la superficie totale (région à vocation pastorale) (Zidani, et Sedouga., 2016).

❖ Hydrogéologie :

Par manque d'informations ou d'études hydrogéologiques, les estimations en eau souterraine, ont été établies par l'ANAT sur la base des caractéristiques de nombreux forages. Trois (03) nappes ont été différenciées ; et ce, grâce à leurs profondeurs moyennes :

- ✓ **La nappe phréatique** (en moyenne inférieure à 100 m de profondeur) est captée par plusieurs forages répartis à travers la wilaya (Nord, Est et Sud). Cette nappe alimente

plusieurs sources d'intérêt local (Ain El Fedj, Ain Krim, Ain Frenal), le point d'origine de ces sources est généralement une faille ou une fracture.

✓ **Une nappe moyenne** (des grès miocènes) : sa profondeur varie de 100 à 300 m elle aussi, captée par de nombreux forages à travers la wilaya.

✓ **Une troisième nappe** peut être différenciée par sa profondeur qui varie de 300 à 600 m (nappe profonde) ; Cette nappe concerne exclusivement le Sud de la wilaya.

◆ **Les facteurs Climatique:**

La région de Khenchela se spécifie par un climat continental, chaud et sec en été froid et pluvieux en hiver. La moyenne de la pluviométrie au nord se situe entre 400 et 600 mm /an, temps que la moyenne au sud est de 200 mm / an, les régions montagneuses sont couvertes de neige en hiver, on a caractérisé cinq sous étage bioclimatique :

✓ **Semi aride inférieur:** de 350 mm à 450 mm, est composé d'une zone naturelle au nord-ouest montagneux.

✓ **Aride supérieur:** a partir de 250 mm à 350 mm, représentée par les hautes plaines du nord de fèves habituellement occupé avec un faible rendement, avec des inclinais d'adaptation des systèmes de production.

✓ **Aride moyen:** de 200 mm à 300 mm dans la région montagneuse, représentée par centrale (monts des Nementcha), a vocation steppique.

✓ **Aride inférieur:** de 100 mm à 200 mm est composé de la région présaharienne ou dominant les parcours présahariens.

✓ **Plus sec:** moins de 100 mm et est composé d'une partie de l'Atlas saharien, qui représente la pierre angulaire de la remise en état des terres désertiques de la région(TB) Pour une meilleure caractérisation du climat de la région de khenchela, nous avons exploité les données climatiques de cette région durant la période de 10 années (2008-2018) (Hamed ,2015).

❖ **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 extérieur par conséquence 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). Les données thermométriques caractérisant notre région d'étude sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Températures moyennes, maximales et minimales (°C) durant (2008-2018) dans la wilaya de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).

périodes\ mois		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
2008	m	2,1	1,8	5,2	7,5	10,8	17,0	19,1	18,8	15,8	10,2	6,5	2,8
-	M	11,6	1,8	15,6	20,3	24,6	29,5	35,1	34,3	28,3	21,1	16,5	12,7
2016	T.moy	8,6	9,2	10,1	15,9	18,6	23,4	26,0	24,5	20,4	19,1	11,6	8,3
2017	m	2,3	2,8	6,0	7,7	11,4	15,7	20,4	18,4	15,2	10,3	5,7	2,5
-	M	10,8	12,4	16,8	20,3	25,3	30,7	36,3	32,3	28,3	20,0	15,5	10,1
2008	T.moy	7,0	7,0	10,2	14,0	18,0	22,8	27,2	26,1	21,8	15,7	11,3	7,6
-	M	10,8	12,4	16,8	20,3	25,3	30,7	36,3	32,3	28,3	20,0	15,5	10,1
2018	T.moy	8,2	5,65	10,75	14,29	16,08	21,81	29	22,2	21,5	14,5	10,7	-

M : Moyennes mensuelles des températures maximales exprimées en °C

m : Moyennes mensuelles des températures minimales exprimées en °C

T moy (M+m) /2 : Moyennes mensuelles des températures exprimées en °C

L'analyse du ci-dessous, nous permet de remarquer que durant les derniers 10 ans, la période chaude s'étale du mois de Mai à Septembre avec une température moyenne de 27.2 °C. Tandis que la période froide débute du mois d'Octobre à Avril avec une température moyenne de 7°C.

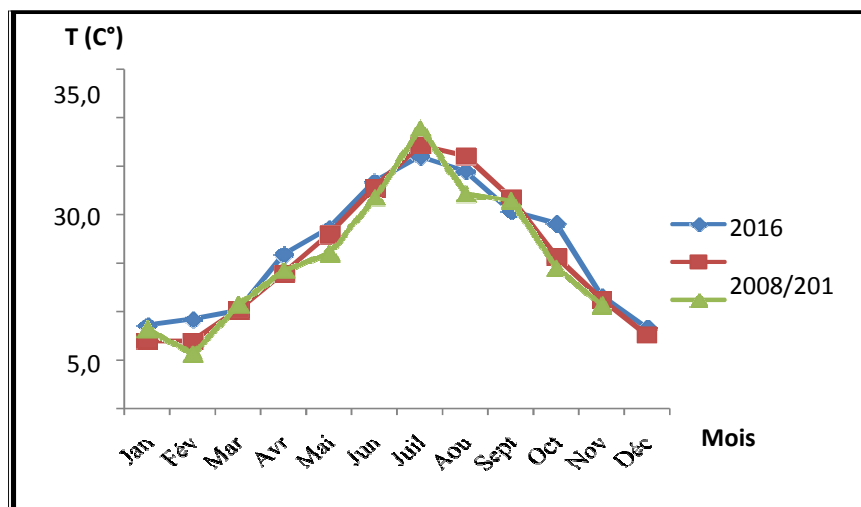


Fig31 : Histogramme de la Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Khenchela durant la période 2008 à 2018 et l'année 2018

❖ Précipitation :

Les précipitations se rapportent à toutes les formes d'eau fondue et grêlé qui tombent de l'atmosphère. Les précipitations varient d'un endroit à l'autre et elles ont un effet notable sur la répartition et les type d'organismes présents (Raven et *al*, 2009).

La pluviométrie permet l'humidification du sol sur lequel vont se formé des gîtes favorables à la pullulation des Culicidae. Les pluies saisonnières ont une influence plus importante sur les invertébrés (Kwok et Corlett, 2001).

La première pluie importante est un facteur déclenchant brutalement le vol de certains insectes et certainement bien des éclosions (Gillon. Y et Gillon. D, 1973).

La période de pluviométrie jeu un rôle dans le développement du moustique plus essentielle que la quantité de pluie, puisque les gîtes doivent être stables, du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte (Coulibaly, 2007).

Les données pluviométriques de la région d'étude Khenchela durant (2008-2018) sont remarquées dans le tableau :

Tableau 05: Précipitations moyennes mensuelles (mm) de 10 années (2008-2018) dans la wilaya de Khenchela. (Station météorologique El-Hamma, 2019).

Période /mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
2008/2018	39,0	29,4	40,6	48,5	61,4	22,8	16,5	35,6	55,0	48,5	27,8	30,2	455.3
2018	1,0	39,0	40,0	49,0	80,0	23,0	6,0	72,0	41,0	97,0	6,0	-	41,3

Le mois le plus pluvieux c'est le mois d'Octobre 97.0 mm en 2018 et Mai 61.4mm durant (2008-2018), alors que le moins pluvieux est le mois de Juillet 16.5mm en 2018 et Janvier 1.0mm durant (2008-2018).

❖ Humidité relative :

L'humidité est un état de climat qui représente le pourcentage de la vapeur d'eau qui se trouve dans l'atmosphère. Ce facteur joue un rôle important dans le conditionnement de l'évaporation est essentiel dans la vie du moustique.

Elle atténue la sécheresse et par conséquent elle influence les conditions de développement de la faune et de la flore. Elle dépend de plusieurs facteurs à savoir :

la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la température, les vents et de la morphologie de la station considérée (Faurie et *al.*, 1980). Les taux d'humidité relative pour l'année 2018 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 06: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) durant l'année 2018 dans la région de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).

Période /mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
2018	59,73	71,38	58,68	61,18	68,64	50,84	30,27	61,45	60,30	71,06	68,30	-

H (%) : Humidité Relative.

La valeur la plus élevée de l'humidité relative de l'air est enregistrée en Octobre avec 71.06 %, la valeur la plus basse de l'humidité relative de l'air est enregistrée en Juillet avec un taux de 30.27%.

❖ Vent :

Le vent est un élément caractéristique du climat, il est déterminé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence (Dubief, 1964). La vitesse trop élevée des vents empêche les adultes de moustiques de ce gorgé (Le Berre, 1966) et peut diminuer le rendement des captures (Kettle & Lynley, 1967). Par ailleurs, se laissant littéralement portées par le vent les femelles se déplacent beaucoup, parfois jusqu'à une centaine de kilomètres de leur lieu de naissance. D'après, Ramade (1984), le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a parfois une action très marquée sur la répartition des insectes et sur leur degré d'activité (Faurie et *al.*, 1984).

Tableau 07: Les vitesses moyennes des vents (m/s) durant l'année 2018 dans la région de Khenchela (Station météorologique El-Hamma, 2019).

période /mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc
2018	4,21	3,75	5,25	3,42	2,87	3,02	3,59	2,12	2,11	2,71	0,99	-

En Mars, les vents de la région d'étude atteignant une vitesse maximale de 5.25 m/s et une vitesse minimale en novembre avec une valeur de 0.99 m/s

◆ Synthèse climatique :

la classification écologique des climats est faite en utilisant plusieurs facteurs climatiques, et essentiellement les deux facteurs les plus importants et les mieux connus la température et la pluviosité (Dajoz, 1971).

Les données climatiques de la région du Khenchela sont représentées par le diagramme ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

a) Diagramme ombrothermique de Gaussen:

Selon Faurie et *al.* (1980) le diagramme ombrothermique (Ombro = pluie, thermo = température) est construit en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations "P" sur un axe et les températures "T" sur le second en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations " $P = 2T$ ". Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (Ramade, 2009).

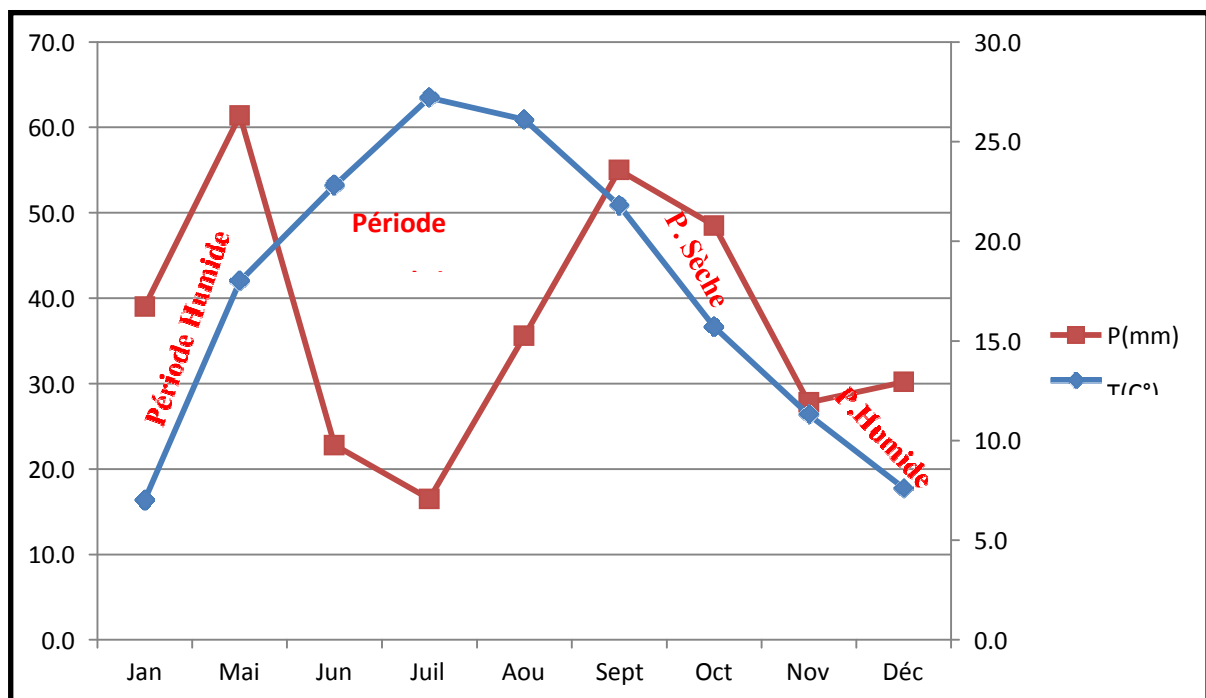


Fig32: Diagramme ombro-thermique de la wilaya de Khenchela (2008-2018).

b) Climagramme d'Emberger :

Le quotient pluviothermique ou l'indice d'Emberger permettant de connaître l'étage bioclimatique d'une région donnée. Il existe cinq étages bioclimatiques en l'Algérie (sahariens, arides, semi-arides, subhumides et humides).

STEWART (1969) a modifié le quotient pluviométrique d'EMBERGER de la manière suivant :

- ✓ $Q = 3.43 \times P / (M - m)$
- ✓ Q : Le quotient pluviothermique d'Emberger;
- ✓ P : La pluviométrie annuelle en mm;
- ✓ M : La température maximale moyenne du mois le plus chaud en °C;
- ✓ m : La température minimale moyenne du mois le plus froid en °C.

En fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- ✓ Humide avec $Q > 100$; tempérée avec $100 > Q > 50$; semi-aride avec $50 > Q > 25$;
- ✓ aride avec $25 > Q > 10$ et désertique avec $Q < 10$ (Faurie *et al.*, 2006).

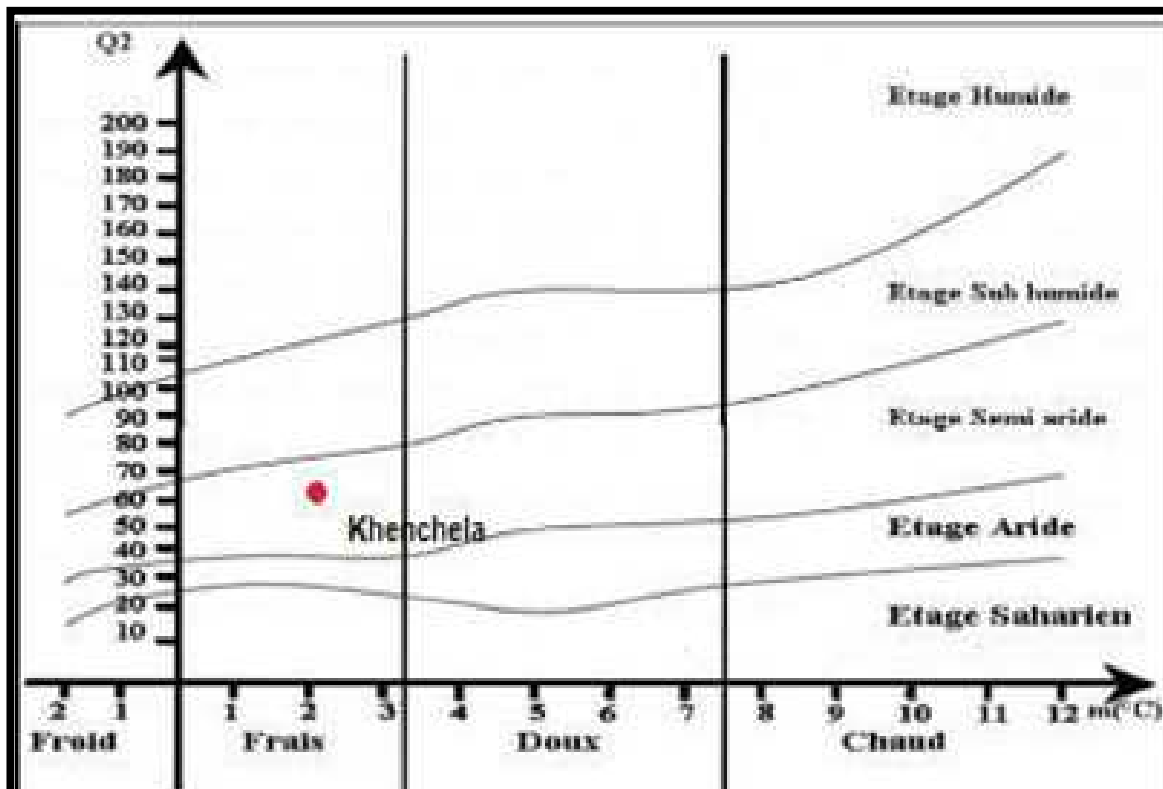


Fig33 : Situation de la région de Khenchela dans le Climagramme d'EMBERGER.

II- Matériel et méthodes d'étude :

1. Lieu et période d'étude :

Le présent travail consiste d'une part à l'évaluation de la diversité Culicidienne de la région de Khenchela et d'autre part à l'évaluation de l'efficacité de l'extrait de *Menthe poivrée* vis à vis des larves du quatrième stade larvaires de *culiseta longireolata*. L'échantillonnage des larves de *Culicidae* dans les trois stations d'étude s'est étalé sur période de 01 à 30 Mai.

2. Méthodologie suivie pour l'étude de la diversité de la faune Culicidienne de la région de Khenchela:

◆ **Matériel** : Tout le matériel et produits utilisés lors de notre travail (terrain et laboratoire) sont cités dans l'annexe 1.

◆ **Méthodes** : Cette partie comprend la description des différents gîtes étudiés, la technique d'échantillonnage utilisée sur le terrain, les méthodes de laboratoire adoptées et enfin les méthodes d'exploitation des résultats.

2.1. Partie terrain :

2.1.1. Prospection des gîtes:

Il s'agit de prospecter les lieux à la recherche de l'existence des collections d'eau, grandes ou petites, naturelles ou artificielles, potentiellement favorables au développement des larves des moustiques. Toutes les collections d'eau stagnantes ont été considérées comme des gîtes larvaires potentiels et ont été prises en considération. Les critères pris en compte dans le choix des gîtes larvaires sont la représentativité des larves de culicidae dans un lot de gîte productif, l'accessibilité, la pérennité et le non traitement des gîtes par les insecticides.

◆ **El Mahmel** :

Avant le découpage administratif de (février 1985) la commune d'El-Mahmel faisait partie du territoire de la wilaya de Tébessa. Elle a été, donc rattachée à la wilaya de Khenchela en 1985 et elle fait partie de la Daira de Ouled Rechache .elle est située dans la parties Nord orientale de la wilaya de Khenchela entre Au Nord les communes de Ain Touila et N'sigha, A l'Ouest la commune de Babar, A l'Est et au Sud les communes de Bedjéna et Stah Guentis.

Gîte 1 : sebkha El Mahmel :

La Sebkha El-Mahmel couvrant 1.290 hectares, elle se trouve entourée par djebel Chattaia (1455 m d'altitude) à l'Ouest, Djebel Tafrennt (1406 m) au nord, Djebel Tadinart (1408m) et Djebel Tadelist (1410 m) au sud, alors qu'à l'Est, elle s'ouvre sur la plaine de Dhalaal, alimenté continuellement par Oued Ounrhal et Oued Gueuntis qui déversent dans Oued Meskiana via Oued El-Melah (Nedjah, 2005 ; Bouchecker, 2005).

- Les coordonnées géographiques : Longitude: 914 km (5°, 49'), 924 km (5°, 25'), Latitude: 236 km (39°, 25'), 244 km (39°, 33'), Altitude: 1070 m

Tableau 8 : Information géographique concernant la ville D'El Mahmel

Coordonnées géographiques	Latitude: 35.373 Longitude: 7.21319 35° 22' 26" Nord, 7° 12' 47" Est
Superficie	37 100 hectares 371,00 km ²
altitude	1114m
climat	Climat semi-aride sec et froid

**Fig34 : mare de El Mahmel (photo original)****fig35 : Bassin****Fig36 : Gîte de la Sebkha El Mahmel (photo original)**

2.1.2. Méthodes d'échantillonnages des larves:

Des collections des larves de moustique ont été effectuées deux fois par semaine à partir du 1^{er} mai jusqu'au 30 mai 2020, dans la station d'étude. Les prélèvements ont été réalisés selon la technique du coup de louche ou dipping (Croset et *al*, 1976 ; Subra, 1975).

La louche d'une capacité connue ($c=1$ L) est plongée dans l'eau, puis déplacée d'un mouvement uniforme en évitant les remous. Le contenu de la louche a été versé à chaque fois dans un récipient. Pendant toute la phase de collecte, les récipients n'ont pas été fermés hermétiquement et ont été installés à l'ombre, afin de limiter la mortalité des larves jusqu'à ce qu'elles soient ramenés au laboratoire.



Fig37 : Méthode d'échantillonnage des larves de culicidae

Une fois le travail du terrain est achevé, les larves collectées sont transportées dans des bouteilles en plastiques trouées au niveau des bouchons pour permettre à l'air de se renouveler. Chaque bouteille est identifiée avec les informations du gîte (lieu, date et coordonnées GPS).



Fig38- bouteilles contenant l'eau de gîte

2.2. Parti laboratoire :

Les techniques utilisées au laboratoire consistent: le tri et le montage des larves, l'identification au laboratoire de l'espèce recueillie sur le terrain, la récupération des adultes émerges ou mettre en élevage pour obtenir les stades adultes.

2.2.1. Triage des larves :

Le tri des larves a été effectué au laboratoire dans un plateau en céramique, à l'aide d'une pipette pasteur



Fig39: plateau pour trier les larves et les nymphes de moustiques (Aouchar., 2013)

2.2.2. Le montage des larves de 4^{ème} stade :

Selon Messai *et al* (2012), Le montage des larves se fait selon les étapes suivantes :

- ✓ **Réhydratation** des larves conservées dans l'alcool dans un bain d'eau distillée pendant quelques minutes.
- ✓ **Eclaircissement** des larves dans une solution de potasse (KOH) à 10% pendant environ 10 minutes.
- ✓ **Rinçage** des larves à l'eau distillée (3 bains de 2 à 5 minutes).
- ✓ **Déshydratation** des larves par passage dans l'alcool à concentrations croissantes (70°, 90° et 100°) pendant 15 minutes pour éliminer l'eau contenue dans l'échantillon
- ✓ **Montage** entre lame et lamelle dans une goutte de lactophénol, en sectionnant à l'aide d'une fine aiguille la larve au niveau du 7^{ème} segment abdominal en deux parties, la partie antérieure est montée face dorsale et la partie postérieure est montée latéralement. Les lames sont posées sur une surface plate puis d'examinées au microscope photonique (la date et le lieu de la récolte doivent être mentionnées sur la lame) (Messai *et al* 2012).

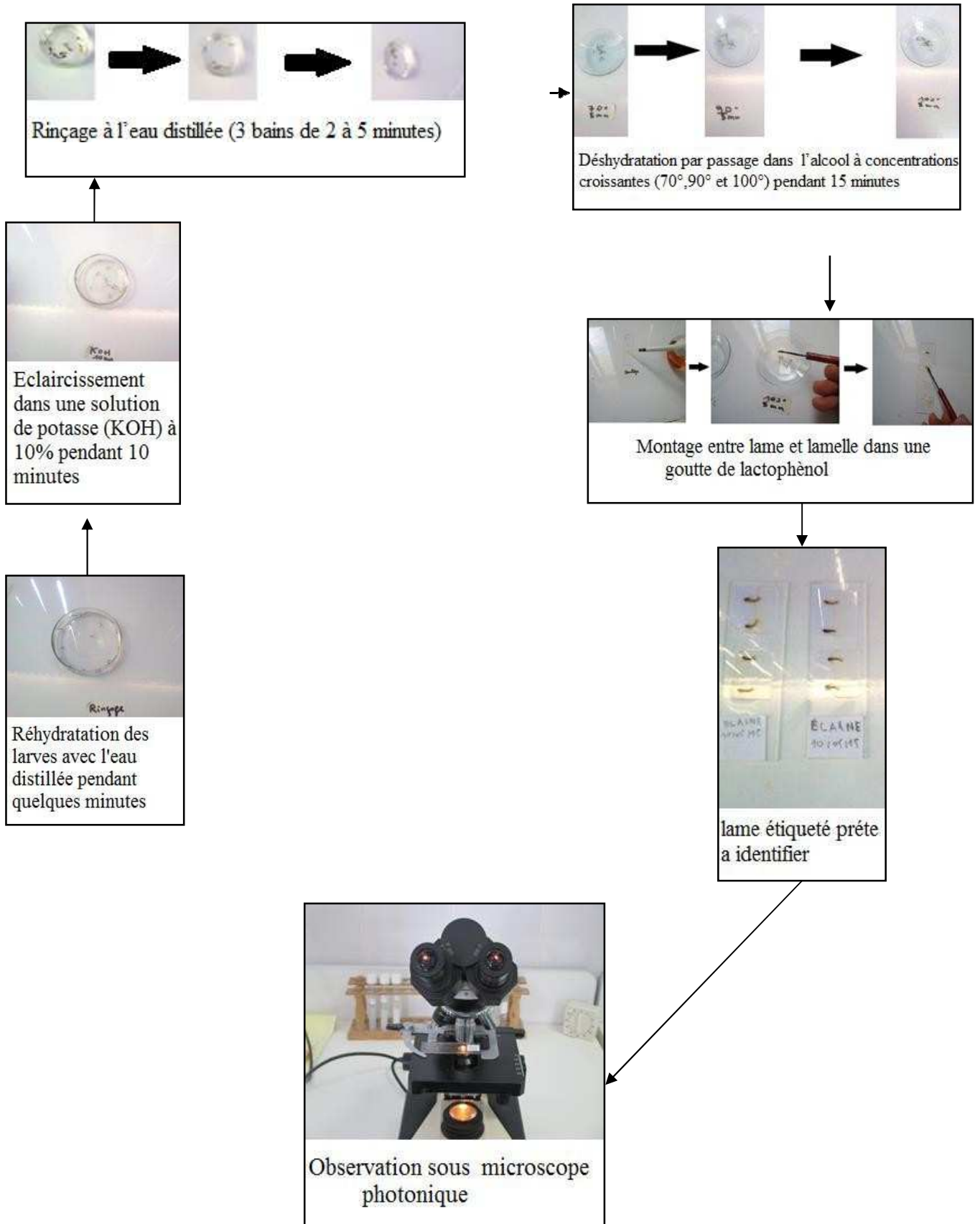


Fig40: Montage des larves des Culicidae (Hamel et Beghdaoui ., 2015)

2.2.3. Technique d'élevage :

Une partie des larves collectées sont mises en élevages au laboratoire et le reste est directement identifié. Les larves sont mises dans des bacs contenant de l'eau déchlorurée et un mélange de biscuit 75% et de levure 25% comme nourriture (Rehmani et Soltani, 1999).

Elles sont maintenues à une température de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, une humidité relative de 70%. Au stade nymphal, les individus sont placés dans gobelets en plastiques et mis dans des cages de (30x30x30) cm faites par une armature en bois entouré de tulle et un manchon sur le côté pour manipuler les adultes émergeant.

Une fois les adultes émergés ils sont aspirés à l'aide d'un aspirateur à bouche et mis au congélateur (-20°C) pour identification.

2.2.4. Identification des adultes :

L'identification des adultes nécessite le montage des adultes sur épingle. Elle est basée sur les caractères morphologiques externes. Chaque moustique est posé sur son dos et avec une fine pince, les pattes sont dressées. A l'aide d'un triangle en fiche cartonné fixé sur un épingle et imbibé sur sa pointe de colle blanche (colle à bois), ainsi le moustique adulte est fixé par sa face inférieure du thorax. L'épingle comportant le spécimen est ensuite insérée sur un morceau de polystyrène pour une bonne manipulation sous la loupe binoculaire.

2.3. Les indices écologiques:

Les indices écologiques de composition employés sont, la richesse totale, la fréquence centésimale ou abondance relative (AR) et la fréquence d'occurrence (F.O).

◆ Richesse totale :

La richesse est l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Ramade, 1984). D'après Blondel (1979) la richesse totale S est le nombre des espèces du peuplement pris en considération.

◆ **Abondance relative :**

L'abondance relative correspond au pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total des individus N , toutes espèces confondues (Dajoz, 1971).

Selon Fontier (1983), l'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné. Elle est calculée par la formule suivante:

$$AR (\%) = n_i \times 100/N$$

- ✓ n_i : Nombre des individus de l'espèce prise en considération.
- ✓ N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues

◆ **Fréquence d'occurrence :**

Elle représente le nombre de prélèvements qui contient l'espèce étudiée (P_i) par rapport au nombre total des prélèvements (P) (Dajoz, 1982). Elle est calculée comme suit :

- ✓ $F. O. (\%) = P_i \times 100/P$
- ✓ P_i : le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.
- ✓ P : le nombre total de relevés effectués.

Pour déterminer le nombre de classe de constance ($N.c$), nous avons utilisé l'indice de Sturge (Scherrer, 1984 cité par Diomande *et al*, 2001).

- ✓ $N.c = 1 + (3, 3 \log 10 P')$.
- ✓ P' représente le nombre total des espèces inventoriés dans la région d'étude.

Selon le pourcentage de la fréquence d'occurrence, nous déduisons le statut de chaque espèce:

- ✓ $0 < F.O. \leq 16,7 \%$, les sont dites espèces rares,
- ✓ $16,7 \% < F.O. \leq 33,4 \%$, les sont dites accidentelles,
- ✓ $33,4 \% < F.O. \leq 50 \%$, les sont dites accessoires,
- ✓ $50 \% < F.O. \leq 66,7 \%$, les sont dites régulières,
- ✓ $66,7 \% < F.O. \leq 83,3 \%$, les sont dites constantes
- ✓ $83,3 \% < F.O. \leq 100 \%$, les sont dites omniprésentes.

3. Méthodologie suivie pour la réalisation des essais insecticides :

3.1. Matériel biologique :

3.1.1. Matériel animal :

◆ Présentation de *Culiseta longiareolata*:

Est un insecte nuisible à métamorphose complète, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des Diptères, famille des Culicidés. Ce moustique a une taille qui varie de 3 à 5mm. Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites (Villeneuve et Desire ,1965).

❖ Caractéristiques


Culiseta longiareolata est multivoltine, peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelles (régions froides) et chez les larves (régions tempérées). Les adultes sont présents toute l'année avec un max de densité au printemps et un autre en automne (Brunhnes et al. ,1999).

Les œufs de *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques, porte environ 50 à 400 œufs (Boulkenafet., 2006).

Les femelles sont sténogames et autogènes. Elles piquent de préférence les vertébrés surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considérée comme un vecteur de Plasmodium d'oiseau.

La larve est caractérisée par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement. Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile, le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite, (Brunhnes et al. 1999).

Et la Position systématique de *Culiseta longiareolata* est comme suite (Altken ., 1954) :

<p>Règne : Animalia Sous-règne : Metazoa Embranchement : Arthropoda Classe : Insecta Sous-classe : Pterygota Ordre : Diptera Sous- ordre : Nematocera Famille : <i>Culicidae</i> Sous-famille : <i>Culicinae</i> Genre : <i>Culiseta</i> Espèce : <i>Culiseta longiareolata</i></p>	
---	--

3.1.2. Matériel végétal :

◆ Le choix des plantes - est basé sur :

- ✓ Se sont des plantes endémique.
- ✓ Utilisations traditionnelles des plantes par la population locale.
- ✓ Absence de ces plantes à la proximité des gites larvaires.
- ✓ Utilisation de ces plantes dans la fabrication des produits cosmétiques (parfums et d'huiles naturelles) et pharmaceutique.
- ✓ Utilisation pour les médecines alternatives.

◆ Préparation des plantes :

L'étude a été menée chez une espèce végétale de Menthe poivrée (*Mehtha piperita*) disponible dans la région de kenchela. Un échantillon de 2 à 3 kg de matière végétale pris uniquement sur la partie aérienne de la *Menthe poivrée* étudiée a été récolté d'une manière aléatoire.

La matière végétale est ensuite étalée sur du papier aluminium, puis séchée à l'étuve réglée à 25°C pendant 24 à 48 heures. Les échantillons séchés sont enfin broyés dans un broyeur à lame de cuisine puis mis dans des bocaux hermétiques et conservés à sec (température ambiante) et à l'abri de l'humidité (Moulay et Ghomri, 2016).



Fig41: Le matériel végétal.

◆ **Extraction des polyphénols :**

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs tels les polyphénols contenus dans les plantes testées on a opté pour l'utilisation d'une méthode décrite par (Sultana et *al.*, 2009).

Cette méthode d'extraction n'est qu'un procédé d'extraction discontinu solide-liquide par macération et qui consiste à laisser tremper le solide dans un solvant à température ambiante durant quelques temps et à extraire les constituants solubles par évaporation du solvant sous vide.

L'extraction des composés bioactifs a été réalisée par usage de plusieurs solvants à polarité croissante (Hexane, méthanol, éthanol et eau). Elle a été effectuée séparément pour chaque solvant d'extraction sur des prises d'échantillons de 10 g en triples répétitions de matière végétale broyée. Chaque échantillon de broyat de matière végétale a été mélangé avec 100 ml de solvant aqueux (80/20, solvant / eau, v / v).

L'extraction par macération à froid de chaque mélange a été laissée ensuite se poursuivre pendant 6 heures à température ambiante sous agitation. La durée de l'extraction favorisera ainsi la dépolymérisation des principaux composés constitutifs de la plante tels que la lignine ainsi que les substances pectiques et permet une meilleure solubilisation des principaux composés bioactifs.

Les extraits à l'hexane, à l'eau et hydro alcooliques obtenus ont été filtrés en utilisant un papier filtre Whatman N°5 ayant une porosité de 0,6µm et débarrassés des solvants par évaporation sous vide à 45 °C. Les extraits purs riches en composés bioactifs récupérés ont été enfin dilués à l'eau distillée stérile à des taux variables de 0, 20, 40, 60, 80 et 100%, respectivement.



Fig42: Macération des échantillons.



Fig43: 10 g matériel végétale



Fig44 : Evaporateur rotatif. (Belidi .,Belaouedj.,2017)

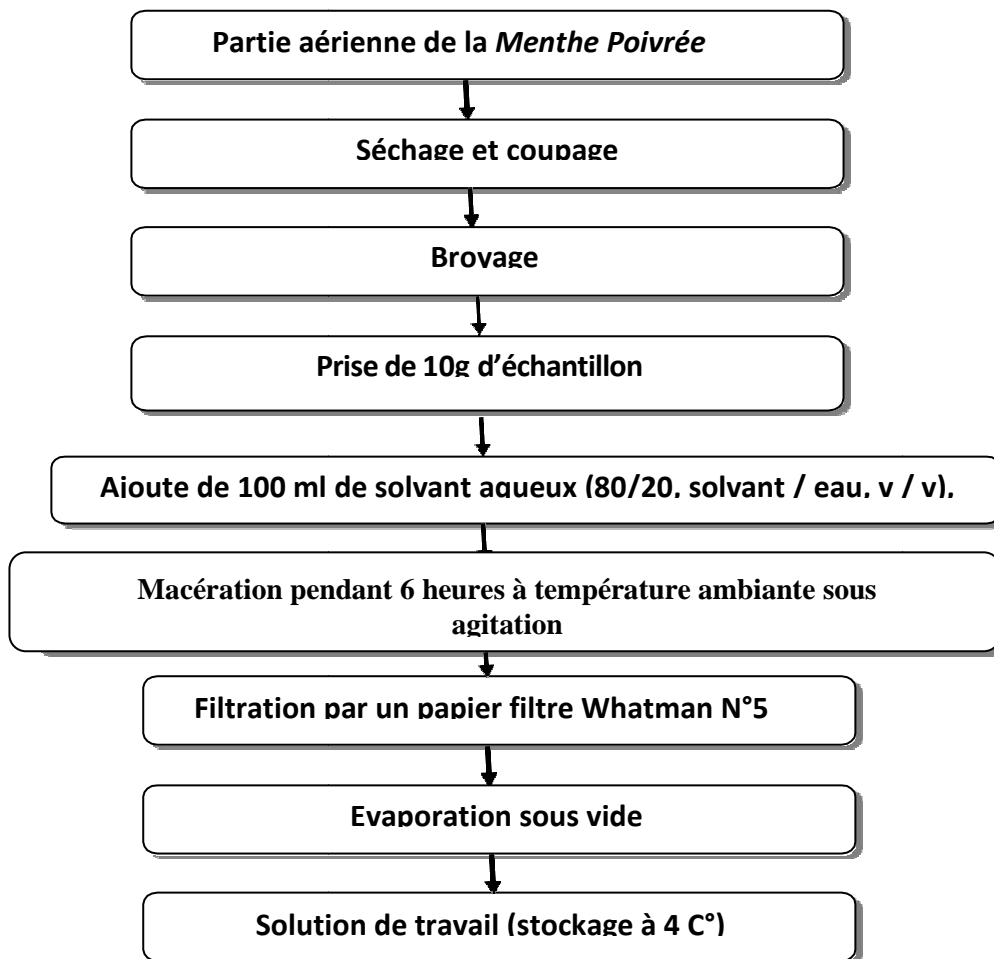


Fig45: Protocole d'extraction.

◆ Tests de toxicité :

Trois doses (D1=12,5% ; D2 25% et D3 50%) pour l'extrait de Menthe poivrée ont été préparé à partir de l'eau distillé du tween 80 à 3%. Ces doses ont été testées sur les larves du quatrième stade larvaire. pour cela nous avons suivi La éthodologie inspirée du protocole de l'Organisation Mondiale de la Santé (World Health Organization, 1985).

En effet, 20 larves de quatrième stade ont été prélevées à l'aide d'une pipette pasteur et mises dans des gobelets en plastic de 5 cm de diamètre contenant chacun 99 ml d'eau du gite. Par introduction d'un millilitre de chaque dos ainsi préparé dans les gobelets précédemment préparés, trois Répétitions ont été réalisées pour chaque dose, trois gobelets témoins ont été également constitués dans les conditions identiques aux gobelets tests. Le témoin ne contenait que de d'eau du gite avec du tween 80 à 3%.Le comptage des larves mortes à été noté 24h, 48h, après le traitement.



Fig46: Dispositif expérimental du test insecticide

3.1.3. Méthodes d'exploitations des résultats :**◆ Calcul du pourcentage de mortalité observé :**

Le taux de mortalité est calculé en termes de moyennes de trois répétitions portant chacune sur 10 individus. Le pourcentage est calculé chez les larves témoin et traitées par la formule suivante :

- **M1** : Pourcentage de mortalité dans le témoin.
- **M2** : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.
- **MC** : Pourcentage de mortalité corrigé.

Si la mortalité chez les témoins dépasse 20%, l'expérience n'est pas valide (OMS, 2003).

♦ **Détermination des DL50 et TL50 :**

La dose létale 50 (DL50) correspond à la dose d'insecticide nécessaire pour que périssent 50% de (n) individus pendant un temps donné (Ramade, 2007).

Pour estimer la DL50, une transformation en probit des pourcentages de mortalité est nécessaire, L'analyse des données se fait par la méthode gaussio-logarithmique habituellement utilisée pour les tests insecticides, elle permet de tracer des droites de régression probit en dressant le taux de mortalité (en probit) en fonction de la concentration en insecticide (en logarithme népérien). L'équation de droite est de type : $y = ax + b$

- Où : y = probit 5 pour rechercher DL50
- **a** = la pente
- **x** = logarithme de dose
- **b** = valeur de l'axe des données

Les DL50 sont déterminées directement par la droite de régression sur le graphe, la valeur de x qui correspond au probit de 50% est obtenu en remplaçant y par 5 pour déterminer la DL50.

Chapitre III
Résultats et discussion

1. Inventaire des espèces des culicidae récoltées dans les régions d'étude:

1.1. Résultat :

Nous avons dirigé nos recherches pour une synthèse bibliographique des régions réalisées car les résultats de l'inventaire des moustiques pour la région de Khenchela n'étaient pas disponibles.

L'inventaire global des Culicidae notés dans l'ensemble des régions proposé, est présenté dans le tableau ci-dessous.

Le tableau 8: Liste des espèces de Culicidae inventoriées dans les trois régions :

Tébessa (Bouabida., 2014), Oum El bouaghi (Oudaina., 2015), khenchela (Slimani et Mahdi., 2019).

◆ Région Tébessa :

L'examen des résultats des espèces de Culicidés recensées dans la région de Tébessa (Nord-est algérien) permet de mettre en évidence l'existence de 8 espèces de Culicidae appartenant à une seule sous-famille, celle des Culicinae, où on a noté la présence la genre *Aedes* avec une seule espèce: *Aedes caspius*, la genre *Culex* avec cinq espèces : *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex perexiguus* et *Culex laticinctus*, et enfin la genre *Culiseta* avec deux espèces : *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata*. L'espèce les plus abondantes: *Culiseta longiareolata* avec une fréquence (62,01%).

◆ Région d'Oum El Bouaghi:

deux sous-familles: les Culicinae avec cinq genre 12 espèces: la genre *Uranotaenia* avec une seul espèce :*Uranotaenia unguiculata* ,la genre *Orthopodomyia* une seul espèce :*Orthopodomyia pulcripalpis* ,la genre *culex* six espèces : *Culex pipiens* ; *Culex pusillus* ; *Culex territans* ;*Culex impudicus*; *Culex laticinctus* ; *culex hortensis* ,la genre *culiseta* trois espèces: *Culiseta ochroptera* ;*Culiseta longiareolata* ;

Culiseta glaphyroptera , la genre *Coquillettidia* un seul espèce : *Coquillettidia richiardii*, et la sous-famille Anophelinae avec la genre *Anopheles* deux espèces: *Anopheles algeriensis* ;

Anopheles maculipennis sacharovi, les espèces plus abondantes : *Culex pipiens* (53.67%) et *Culiseta longiareolata*(27.09%).

◆ **la région de kenchela**

deux genres : *culiseta* une seule espèce : *cliseta longiareolata* ; *Aedes* une seule espèce: *Aedes berlandi* .l 'espèce plus abandante : *cliseta longiareolata* (98.5%).

Culiseta longiareolata c'est l'espèce plus abondante au Tébessa ; Kenchela et *Culex pipiens* au Oum El Bouaghui.

La date	L / de région	ME	PE	Espèces			Résultats		ED	
				s-famille	genre	espèces	Nind	%F.O		
Bouabida (2014)	Tébessa	dippig	Juin 2006 à Mai 2007	Culicinae	<i>Aedes</i>	<i>Aedes caspius</i>	193	0.60	<i>Culiseta longiareolata</i> (62,01 %)	
					<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i>	10422	32.57		
						<i>Culex theileri</i>	512	1.59		
						<i>Culex laticinctus</i>	272	0.84		
						<i>Culex perexiguus</i>	518	1.61		
						<i>Culex hortensis</i>	123	0.38		
					<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	19881	62.01		
						<i>Culiseta annulata</i>	96	0.26		
					Total		32017	100		
Oudaina (2015)	Oum El Bouaghi	dipping	Novembre 2010 à Octobre 2011	Culicinae	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i>	773	53.67	<i>Culiseta longiareolata</i> : site urbain(78.27 %) <i>Culiseta longiareolata</i> : site rural(53.54%)	
						<i>Culex pusillus</i>	3	0.21		
						<i>Culex territans</i>	2	0.25		
						<i>Culex impudicus</i>	21	1.78		
						<i>Culex laticinctus</i>	20	2.52		
						<i>Culex hortensis maderensis</i>	3	0.38		
					<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta ochroptera</i>	20	1.30		
						<i>Culiseta longiareolata</i>	307	27.09		
						<i>Culiseta glaphyroptera</i>	9	1.15		
						<i>Coquillettidia richiardii</i>	11	1.95		
					<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotaenia unguiculata</i>	10	1.33		
					<i>Orthopodomyia</i>	<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	155	11.39		
					Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles algeriensis</i>	3		0.53
							<i>Anopheles maculipennis</i>	5		0.88
Total	1342	100								
Slimani et Mahdi (2019)	khenchela	dipping	12 Avril à 22 Mai 2019	Culicinae	<i>Aedes</i>	<i>Aedes berlandi</i>	2285	98.50	<i>Culiseta longiareolata</i> : (98.50%)	
					<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>	38	1.50		
					Total		2323	100		

L : lieu de région ; **ME** : méthode d'échantillonnage ; **PE** : période d'échantillonnage ; **Nind**: nombre d'individus; **% F.O** Fréquence d'occurrence ;

ED espèce dominante.

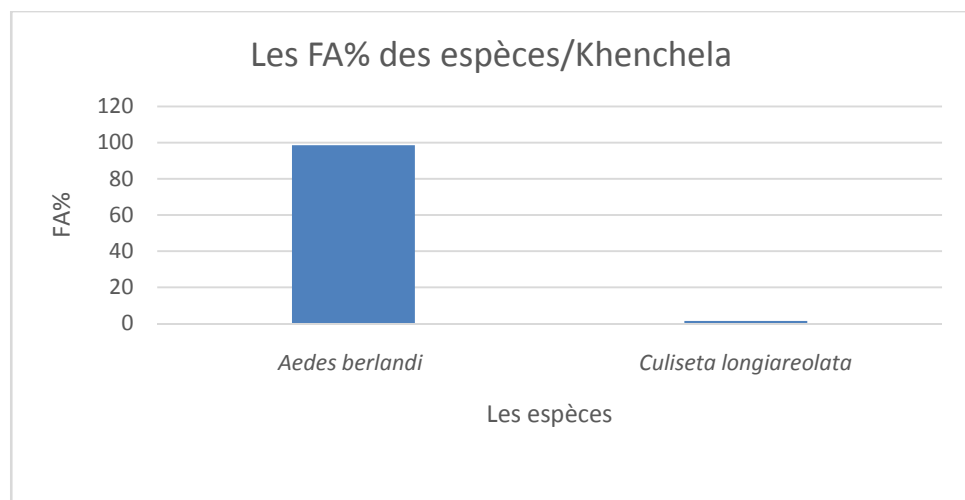
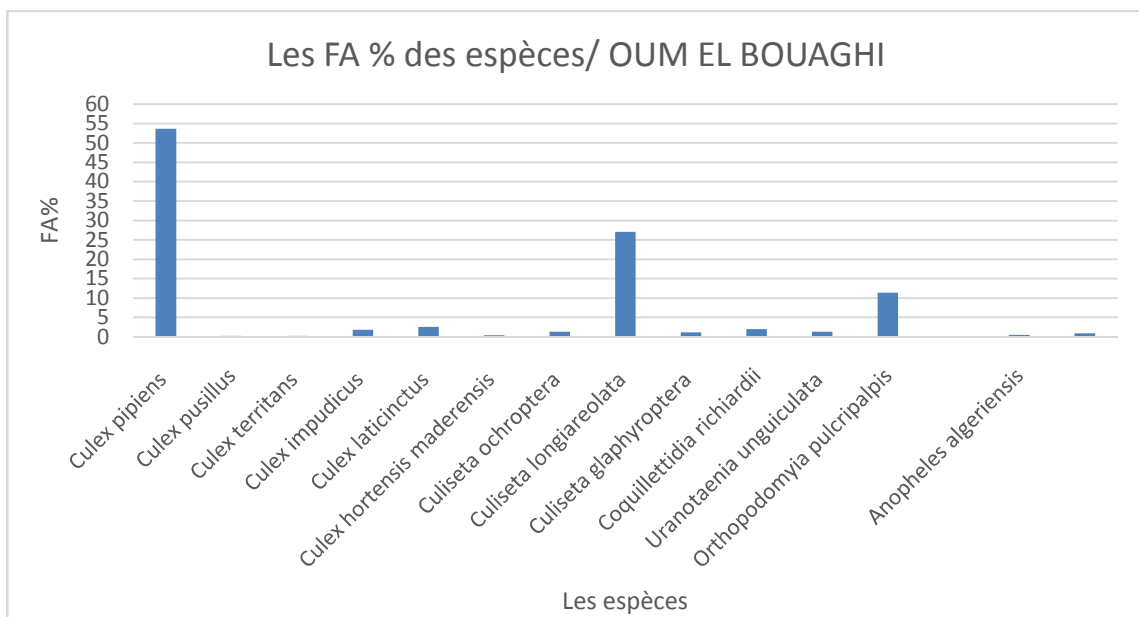
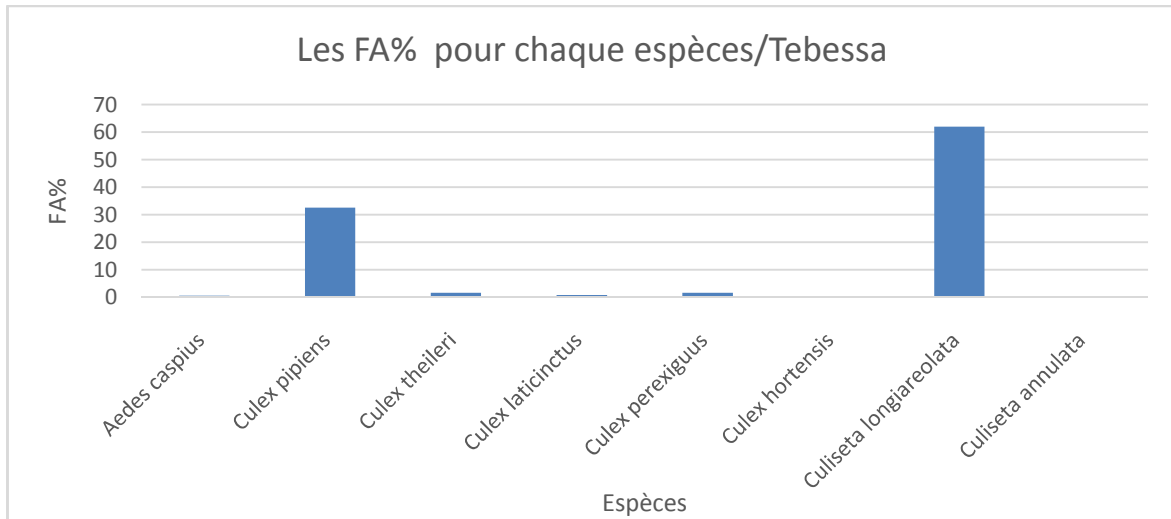


Fig47 : Histogramme d’inventaire des espèces des culicidae récoltées dans les régions d’étude

◆ **Présentation des espèces inventoriées :**

◆ *Aedes caspius* Pallas, 1771

L'espèce est multivoltine, le plus souvent de grande taille (mares, marais, rizières, canaux...) Mais parfois de dimensions plus réduites (fossés, puits abandonnés..). Elle est présente dans des gîtes assez variés avec en générale une végétation abondante.

L'éclosion différée de quelques œufs fait que les larves peuvent être présentes presque toute l'année dans les gîtes. Les femelles piquent tous les vertébrés à sang chaud, surtout à l'extérieur des habitations. Anthropophiles, elles sont souvent responsables de nuisance, jusque dans les cités éloignées des gîtes larvaires. Les imagos peuvent se déplacer sur plus de 40 km pour rechercher leur repas sanguin.

Aedes caspius est vecteur de filaires animales et d'arbovirus (Tahyna, virus de la myxomatose), peut être infecté naturellement par le virus West Nile et dissémine la tularémie (Schaffner *et al.*, 2001).

Le siphon de la larve porte une touffe apicale, les épines du peigne siphonique sont implantées régulièrement, la soie antennaire est en touffe et les écailles du 8ème segment sont toutes épines médianes (Fig48) Chez l'adulte, l'extrémité abdominale de la femelle est effilée et le cerque est allongé, les tergites abdominaux claires ornés de deux croissants latéraux (Fig49) (Bouabida., 2013).

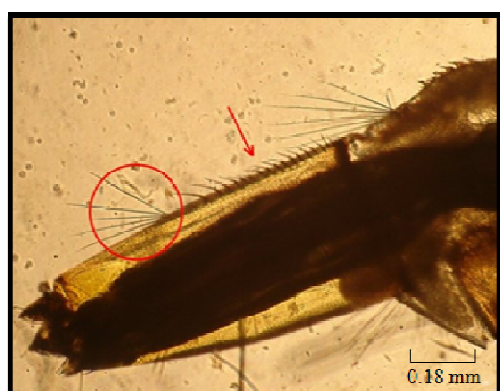


Fig48 : Epines du peigne siphonal d'*Aedes caspius*.



Fig49 : Tergites abdominaux d'*Aedes Caspius*.

(Bouabida., 2013)

◆ *Culex hortensis* Ficalbi, 1889:

D'après Senevet & Andarelli (1959), *Culex hortensis* est largement répandue dans tout le pourtour méditerranéen. (Brunhes *et al.* (1999) rapportent que la femelle adulte ne semble Pas piquer l'homme ; elles erait comme d'autres *Neoculex* parasite de Batraciens. Aucune transmission de parasitoses humaines ne leur est attribuée (Schaffner *et al.*, 2001).

Le mentum de la larve est formé de moins de 8 dents de part et d'autre de la dent médiane; la dent distale du peigne siphonal est constituée de 3 à 5 denticules basaux et les écailles du 8^{ème} segment sont toutes sans épines médianes. Chez les adultes, le tergite III est pourvu de taches latéro-postérieures claires et les écailles recouvrant la coxa de la première patte sont claires et sombres.



Fig50 : Ecailles du 8^{ème} segment abdominal de *Culex hortensis*. (Bouabida., 2013)

◆ *Culex laticinctus* Edwards, 1913 :

Culex laticinctus, a été enregistrée dans les districts du Nord du Portugal (Braga, 1931) et dans le district méridional, Faro, de l'Algarve (Ramoset *et al.*, 1978). Les gîtes larvaires sont très variés, Les larves se développent dans de l'eau stockée (les citernes, les fûts, les bassins et les puits) mais aussi dans des trous de rocher, des puits des sources, des canaux d'irrigation, des flaques temporaires d'importances variables. L'eau de ces gîtes est très généralement douce mais elle peut être aussi très légèrement saumâtre (Schaffner *et al.*, 2001). Le mentum de la larve de cette espèce est constitué de 8 dents (Fig51).

Chez l'adulte l'ornementation du labium sans anneau ou avec un anneau diffus, et au niveau du thorax l'ornementation de l'aire postspiraculaire sans écailles (Fig52).

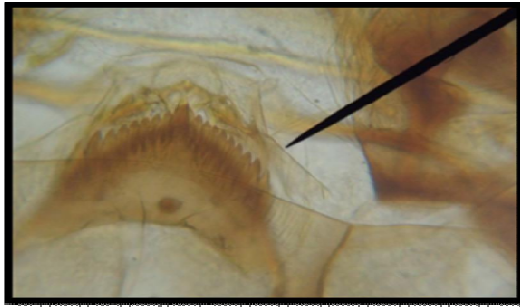


fig51 : Mentum de *Cx. laticinctus*



Fig52:Ornementation de l'aire Postspiraculaire de *Cx. laticinctus*

(Oudainia., 2014)

◆ *Culex pipiens* Linné, 1758 :

Le taxon est actuellement considéré comme une espèce plastique, présentant deux formes: la forme *pipiens*, ornithophile, anautogène, eurygame et rurale, à diapause au stade imaginal, et la forme *molestus*, anthropophile, autogène, sténogame et urbaine, à développement continu (homodynamique). Ces formes ne sont pas isolées génétiquement et résulteraient plutôt d'une sélection écologique. Cette espèce multivoltine est très abondante pendant les mois d'été et d'automne. Les imagos femelles hivernent dans les caves, étables, grottes et autres abris naturels. Elles piquent la nuit tous les vertébrés à sang chaud, l'espèce est vectrice des virus West Nile et Sindbis (Schaffner *et al.*, 2001).

Chez les larves, le mentum contient 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent médiane; les écailles du 8^{ème} segment sont toutes sans épine médiane, la dent distale du peigne siphonal est formée de 3 à 5 denticules basaux et l'indice (longueur/largeur) du siphon est de 4,6 à 5,9 (Fig54) Chez les adultes le tergite III avec une bande antérieure claire (fig53) (Bouabida., 2013).



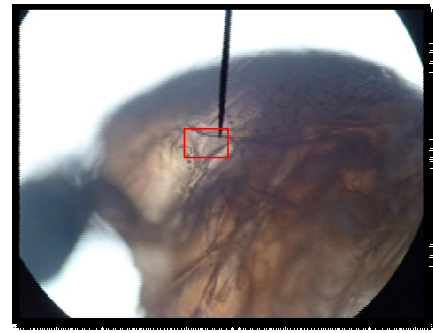
Fig53: Tergites abdominaux de *Culex Pipiens*. (Bouabida., 2013)



Fig54:Les soies siphonales de *Cx.pipiens*



**Fig55: Absence des soies
sprespiraculaires**



**Fig56: Absence des soies
prespiraculaires**

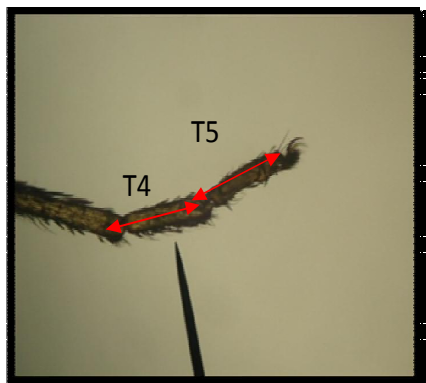


Fig57: Tarse 4 et 5 de la patte 1



**Fig58: R2-R3 située avant l'apex
de la sous costale**

(Oudainia., 2014)

◆ *Culex theileri* Theobald, 1903 :

Les larves de cette espèce peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gîtes dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée, cette eau peut être propre ou polluée.

Les gîtes présentent ou non une abondante végétation dressée, sont des mares, marais, rivières, citernes, flaques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières.

Les femelles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères. Elles piquent essentiellement en extérieur, mais peuvent entrer dans les maisons pour piquer l'homme, elles ne constituent pas une nuisance majeure. En Afrique du Sud, l'espèce a été trouvée naturellement infectée par les virus West Nile et Sindbis (Schaffner *et al.*, 2001).

Ce qui caractérise cette espèce c'est la dent distale du peigne siphonal de la larve qui est formée de 3 à 5 denticules basaux, le mentum est constitué de moins de 8 dents de part et d'autre de la dent médiane et la soie 1a-S du siphon contient 6 branches et plus. Alors que les tergites III de la femelle avec une bande antérieure prolongée vers l'arrière par un triangle médian (Fig59). (Bouabida., 2013).

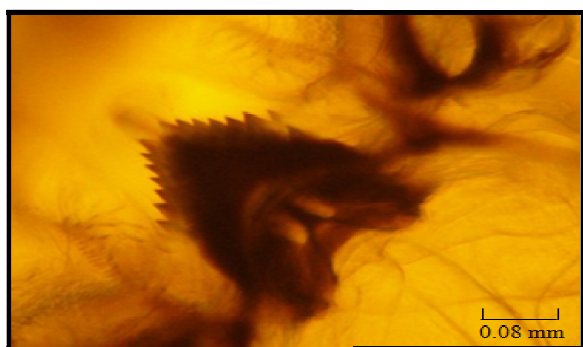


Fig59 : Tergites abdominaux de *Culex theileri*

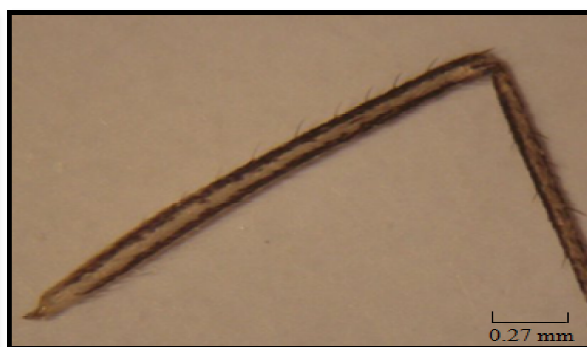


Fig60 : Patte de *Culex theileri*.

(Bouabida., 2013)

◆ *Culex perexiguus* Theobald, 1903

Culex perexiguus est abondant pendant les mois d'été et d'automne. Son aire de répartition comprend les zones arides de l'Afrique du Nord et de l'Est ainsi que l'Asie du Sud-ouest ; il est également présent dans quelques pays de l'Europe méditerranéenne. Ses larves se développent dans de nombreux types de gîtes domestiques (bassin, puits, bidon) ou sauvages (marais, source, drain, lit de ruisseau).

L'eau de ces gîtes est généralement propre et douce mais elle peut comporter aussi une faible teneur en chlorures (2%). Les femelles semblent se nourrir essentiellement sur les oiseaux, il leur arrive, cependant, de pénétrer dans les maisons et de piquer l'homme pendant la nuit. L'espèce est soupçonnée d'être vectrice des virus West Nile et Sindbis au Moyen Orient (Schaffner *et al.*, 2001).

Le peigne du 8^{ème} segment de la larve est formé par des écailles et deux paires des touffes latérales sont présentes au niveau du siphon. L'adulte est caractérisé par une nervure costale sombre et un anneau ou une tache développée à l'apex du tibia de la troisième patte (Fig61 et 62) (Bouabida., 2013).

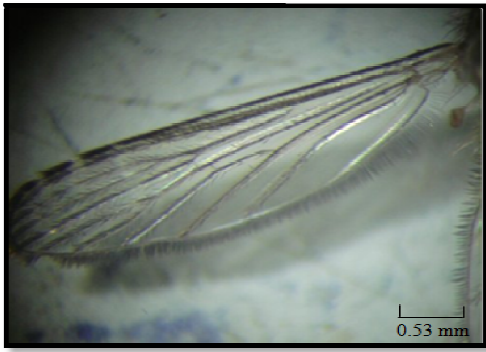


Fig61 : Nervure costale de *Culex Perexiguus*



Fig62 : Tibia de la 3^{ème} patte chez *Culex perexiguus*

(Bouabida., 2013)

◆ *Culiseta annulata* Schrank, 1776

Culiseta annulata est multivoltine. Elle se développe dans de très nombreux gîtes qui peuvent être naturels (mare riche en matière organique, prairie inondée, fossé, bord de rivière) ou artificiels (bassin dont l'eau est polluée, citerne, pneu).

Les femelles piquent tous les vertébrés à sang chaud mais avec une préférence pour les oiseaux. Elles sont de mœurs plutôt nocturnes et n'hésitent pas à pénétrer dans les habitations et les étables pour prendre leur repas de sang. *Culiseta annulata* a été impliqué dans la transmission du virus de la myxomatose et de Plasmodium d'oiseaux. C'est également un vecteur possible du virus Tahyna (Schaffner *et al.*, 2001).

Le peigne siphonal de cette espèce contient plus de soies que des épines qui sont implantées en ranger régulière et les soies céphaliques DD sont écartées plus que les soies CC (Fig63) (Bouabida., 2013).

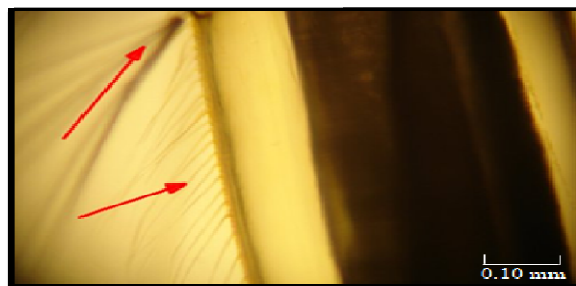


Fig63 : Peigne siphonal de *Culiseta annulata*
(Bouabida., 2013)

◆ *Culiseta longiareolata* Aitken, 1954

C'est l'espèce la plus commune des *Culiseta*. Elle peut coloniser des foyers artificiels ou bien naturels lorsque ceux-ci disposent de matière végétale organique suffisamment riche (Anonym 2011). Les larves de *Cs.longiareolata* ont été associées à des larves de *Culex pipiens* et pourrait facilement être reconnues et divisés par les larves de *Culex* par leur faible mouvement. Quatrième larves et des pupes de *Cs. longiareolata* étaient significativement plus grandes que ceux de *Culex pipiens* et *Cx.torrentium*.

Les larves de *Cs.longiareolata* peuvent généralement être trouvées dans les piscines de roche ou dans n'importe quel type de gîte artificiel (Becker *et al.* 2011).Mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée. Un aussi large spectre de possibilités rend bien compte de la vaste répartition et de l'abondance de l'espèce.

Les larves descendent rarement au fond du gîte .Cette espèce est multivoltine peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelle (région froides) et chez les larves (région tempérées). Les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne. Les femelles sont sténogames et autogènes, les œufs sont solidarisés au moment de la ponte et forment une nacelle.

La larve se caractérise par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées, Le siphon et plus ou moins de forme conique, avec un indice entre 1,5 et 2,0.

Les dents sont courtes et disposés en une rangée irrégulière et occupante jusqu'à 80% de la longueur du siphon. Les antennes sont courtes par rapport la longueur de la tête.

Les palpes des adultes de *Culiseta longiareolata* sont parsemés d'écailles claires. Le fémur de la patte I à III caractérisés par des lignes blanches et présence au moins d'une tache claire d'écailles sombre au niveau des ailes (Fig64) (Oudainia., 2014).

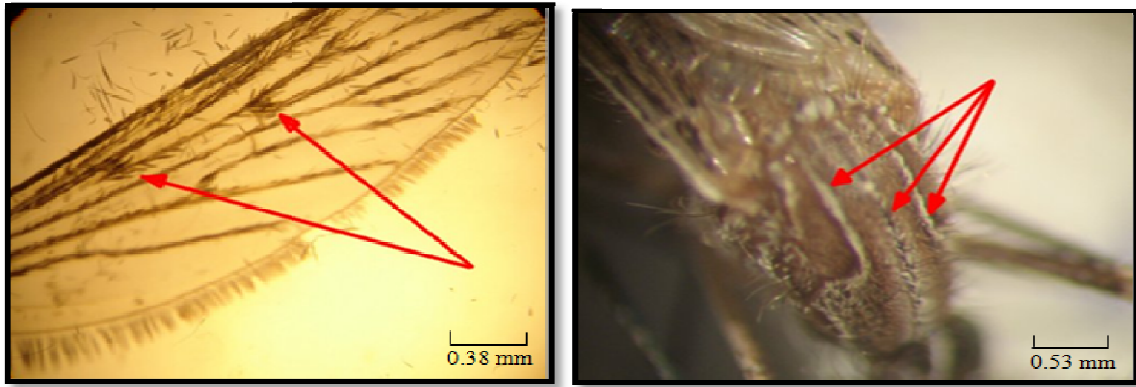


Fig64 : Taches d'écaillés sombres sur l'aile de *Culiseta longiareolata*

Fig65:3 bandes blanches longitudinales de *culiseta longiareolata*
(Bouabida., 2013)

◆ *Culex pusillus* Macquart 1850 :

Culex pusillus est présente dans le bassin méditerranéen de l'Est, en Asie de l'Ouest, en Afrique du Nord. Les imagos de cette espèce apparaissent au 1/2 ou à la fin de l'été; ils disparaissent au début de l'hiver.

Les larves nettement halophiles, se développent dans de petites collections dont l'eau est légèrement saumâtre ou même franchement salée (la concentration en chlorures peut atteindre 30 g/l). On peut les rencontrer sur les berges encombrées de roseaux des marais saumâtres et dans les sources salées .Les femelles, localement abondantes, ne sont pas agressives vis-à-vis de l'homme. Cette espèce n'a pas été impliquée dans la transmission de parasitoses humaines (Schaffneret *al.*, 2001).

Les adultes de cette espèce caractérisées, par une ligne blanche sur la base de la nervure au niveau des ailes (Fig.66) et la couleur du tibia des pattes est sombre (Fig.67).

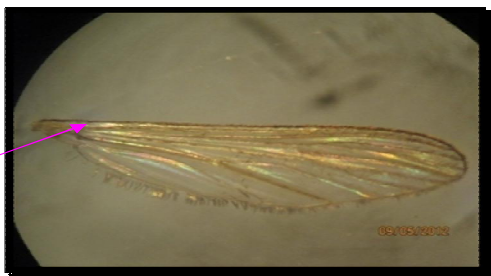


Fig66: L'aile de *Culex pusillus*
(Bouabida., 2013)

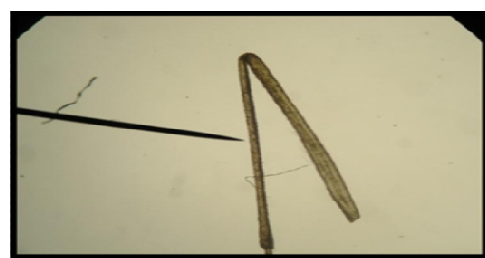


Fig67: Tibia de *Culex pusillus*

(Bouabida., 2013)

◆ *Culex (Neoculex) territans* Walkes, 1856 :

L'espèce *Culex territans* a une répartition holarctique. Elle est en effet présente en Amérique du Nord et dans toute la région paléarctique. En Afrique méditerranéenne, elle a été signalée en Tunisie. Les larves se trouvent dans les régions semi-permanentes et permanentes dans les piscines, les bois dans les ruisseaux, les marécages, les étangs et des conteneurs. Ils se trouvent aussi dans des récipients, dans les trous d'arbres et dans les petites collections d'eau. Les larves sont facilement recueillies à tout moment au cours de l'année, ils sont abondantes au printemps et au début de l'été en particulier dans les régions fraîches.

La forme généralement triangulaire de la tache apicale blanche du tergite abdominal III (Fig.68). La Coloration de la nervure costale des ailes, est sombre (Fig69).

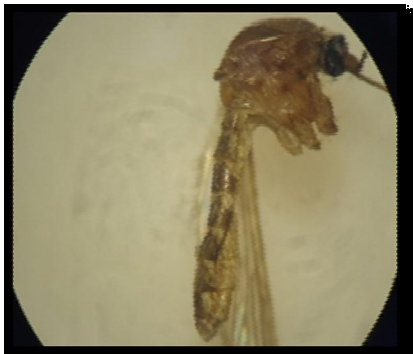


Fig68: Taches blanches du tergite abdominal
Cx.territans

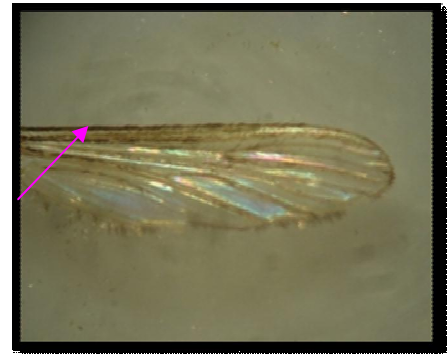


Fig69: l'aile de *Cx.territans*

(Bouabida., 2013)

◆ *Culex (neoculex) impudicus* Ficalbi, 1890 :

Cx. impudicus est une espèce méditerranéenne dont l'aire de répartition s'étend vers l'Est jusqu'en Iran. Sa présence a été signalée dans trois pays du Maghreb. Les gîtes larvaires de *Cx. impudicus* sont très variés. On peut les trouver dans des trous de rocher, des puits, des sources, des canaux d'irrigation, des lits d'oued.

Le siphon porte uniquement des soies ventrales. Les écailles sont disposées en rangés plus au moins régulières. Cette espèce est morphologiquement très proche de *Culex territans*, l'identification entre les deux espèces est faite par l'examen des génitalia.

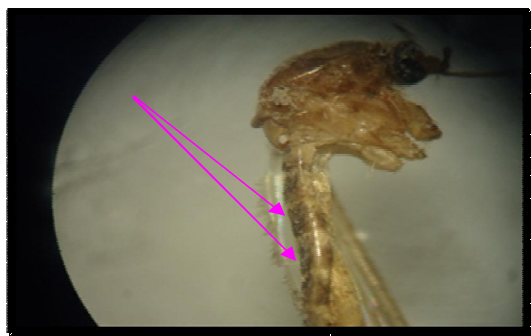


Fig70: Bande blanche sur l'abdomen deCx. Impudicus (Aissawi.,2013)

◆ *Culiseta glaphyroptera* Schiner 1864 :

Culiseta glaphyroptera est classée parmi les espèces boréales et alpines avec un événement réservé aux régions montagneuses d'Europe Centrale (Minář&Halgoš, 1997; Snow & Ramsdale, 1999). Cette espèce présente 1 ou 2 générations annuelles avec une diapause chez la femelle. Les larves sont présentes à la fin du printemps et en été.

Cette espèce paléarctique a une répartition limitée à l'Europe Centrale, elle fréquente les régions boisées. En Europe de l'ouest, elle est surtout présente dans les massifs montagneux. L'espèce est considérée comme une relique de l'ère glaciaire, confinée maintenant aux sites montagnards et à leurs eaux froides.

Les œufs sont pondus en nacelle à la surface de l'eau, les larves fréquentent de préférence les gîtes artificiels (les bassins, les récipients et les pneus) ou semi-naturels (flaque de chemin, ornières), mais aussi de petits gîtes naturels à eau fraîche (sources, écoulement de bord de route, mares rocheuses). Ces gîtes sont toujours de petite taille et ombragés : la végétation y est absente ou rare ; le fond peut être caillouteux ou jonché de débris végétaux (aiguilles de résineux). La larve de cette espèce est caractérisée par : la taille de l'antenne qui est courte, la soie antennaire 1-A est peu visible, la disposition des soies 4-C et 5-C ; écartement des soies 4-C moins d'écartement des soies 5-C.

Les ailes des adultes sans tache d'écailles sombres marquées (Fig71) et les palpes sont entièrement sombres. Les femelles piquent les oiseaux et pas l'humain, à ce jour, aucune transmission parasitaire n'est imputée à cette espèce (Schaffner *et al.*, 2001).



Fig71: L'aile de *Cs. Glaphyroptera*

◆ *Culiseta ochroptera* Peus 1935 :

Culiseta ochroptera est un moustique très rare et par conséquent, les connaissances sur sa biologie sont maigres. En Europe centrale et orientale, les larves peuvent être trouvées dans les tourbières, où ils apparaissent parfois associés avec des larves de *Cs. alaskaensis*. *Culiseta ochroptera* semble deux générations annuelles. Les larves qui éclosent à la faveur des pluies d'automne présentent une diapause hivernale qui leur permet de passer l'hiver et de donner émergence aux premiers imagos au printemps.

Alors qu'une seconde génération de larves apparaît généralement au début de l'été. Les antennes des larves de cette espèce sont légèrement plus longues que la tête, pigmentées à la base et dans la partie apicale effilée. Les œufs résistant à la dessiccation sont déposés sur le sol asséché des dépressions. Les femelles piquent rarement les humains, ils semblent se nourrir principalement d'oiseaux et des amphibiens. *Culiseta ochroptera* est sans importance médicale et vétérinaire (Schaffner *et al.*, 2001).

La trompe chez les adultes de *Cs. ochroptera* est habituellement densément couverte d'écailles pâles, et les palpes parsemés d'écailles claires (Fig72). Le tarsosère 1 de la patte I à III est recouvert d'écailles claires (Oudainia., 2014).



Fig72 : Les palpes et trompe (Oudainia., 2014)

◆ *Uranotaenia unguiculata* Edwards, 1913 :

L'adulte est un petit moustique (environ 4 mm) facilement reconnaissable par l'ornementation de la tête et des faces latérales du thorax. Les œufs sont effilés à une extrémité, légèrement élargis et concaves, ils présentent un exochorion orné d'un réseau de très petits hexagones et sont déposés en barquette. Les larves colonisent les marais herbeux peu profonds et riches en matière organique d'origine végétale. Le critère important chez cette espèce est l'absence de la frange d'écaille (Fig.73) et de la couleur sombre du tarsomère 5 de la patte 3 (Fig.74).



Fig73: Absence de la frange d'écaille
(Aissawi., 2013)



Fig74: Couleur sombre du
tarsomère5

◆ *Anopheles Algeriensis* Theobald 1903 :

Les espèces du genre *Anopheles* semblent préférer les oueds et les mares herbeuses. Cependant, elles sont absentes des eaux polluées (canaux d'eaux usées) favorable à la ponte et à la conservation des œufs de certaines espèces (Louah, 1995).

L'aire de répartition de cette espèce comprend l'Europe, le Moyen Orient et l'Afrique du Nord. Elle est rarement localisée dans les pays froids, plus commune dans le bassin méditerranéen. *Anopheles algeriensis* hiverne essentiellement au stade larvaire, mais des femelles peuvent également survivre à la saison froide. Les imagos sont surtout présents au printemps et en automne. Les gîtes larvaires sont généralement des marécages et des ruisseaux encombrés de végétation. L'œuf est allongé, pointu aux extrémités. Sa face dorsale est noire, limitée par une frange et deux séries de flotteurs dans la région médiane, la face ventrale est fortement convexe et donne à l'œuf une forme de bateau. Les femelles piquent l'humain et les animaux sauvages à l'extérieur et à proximité des gîtes.

Les imagos caractérisés par l'ornementation inter oculaire (Fig.75). Les adultes d'*Anopheles algeriensis* portent des ailes dépourvues de taches d'écaillés claires (Fig.76). (Oudainia., 2014) Le rôle d'*An. algeriensis* dans la transmission de parasitose est restreint; il a été négligeable pour ce qui concerne le paludisme, en raison de sa faible abondance (Schaffneret al., 2001).



Fig75:Ornementation inter oculaire
(Oudainia., 2014)



Fig76:Aile d'A.algeriensis

◆ *Anopheles maculipennis sacharovi* Favre 1903 :

Anopheles maculipennis sacharovi est multivoltin (jusqu'à 6 générations) et caractéristique des zones à climat chaud. Il présente deux pics de populations adulte en mai-juin et en octobre - novembre. Les femelles hivernent en diapause incomplète dans les abris, leur activité peut être relancée si la température est élevée. La ponte est formée de 200 œufs en moyenne. Les œufs sont dépourvus de flotteurs latéraux développés. Les larves se développent dans de petits stagnants colonisés par des plantes aquatiques, l'eau peut être saumâtre (1,5 à 2g/l de chlorures) ou courante (berges de rivières) ce sont des canaux d'irrigation, sources, rizières, fossés et mares. Le développement pré imaginal dure 22 jours à 23°C.

Les imagos forment des essaims en vue de l'accouplement, à 1,5-2 m au dessus de l'eau ou d'un objet, et peuvent se disperser sur 3à5km, exceptionnellement jusqu'à 14 km.

Les femelles attaquent volontiers l'humain et se rencontrent communément dans les étables, les écuries ou elles persistent en hiver. L'espèce a joué un rôle important dans la transmission du paludisme, surtout au proche- Orient (Schaffner *et al.*, 2001). L'adulte de cette espèce est caractérisé par ornementation inter oculaire avec une touffe de longues écailles blanches Ornementation de l'antenne verticilles rares et peu développés ornementation du scutum unicolore (Fig.78). Des taches sombres au niveaux des ailes d'*Anopheles maculipennis sacharovi* (Fig.77).



Fig77 : L'aile d'*A. maculipennis sacharovis*. **Fig78**: Antenne d'*Anopheles maculipennis S* (Oudainia., 2014)

◆ *Aedes berlandi* :

Les *Aedes* se sont des moustiques tirent leur nom du mot Grec (aédes, en français), qui désignait le chanteur dans la race antique, en raison du bruit caractéristique qu'ils produisent au vol (Senevet et Andarelli ,1963). Avec 4 sous-genres totalisant 18 espèces le genre *Aedes* est, en Afrique méditerranéenne, l'un des plus diversifié. Ses œufs sont dépourvus de flotteurs et pondus séparément. La coque, dure et imperméable leur permet de résister, parfois pendant plusieurs années, à la dessiccation.

La larve a des antennes courtes souvent spéculées. Le segment X n'est qu'exceptionnellement entouré par la plaque sclérifiée qui reste dorsale. Une seule soie subventrale est présente sur le siphon (Bruhnes *et al.* ,1999). Chez la nymphe, le réseau trachéen basal des trompettes respiratoires est rudimentaire.

La présence sur le thorax de soies postspiraculaire suffit souvent à identifier un adulte d'*Aedes* car ce caractère n'est pas partagé qu'avec les *Anophèles*.

1.2. Discussion :

L'examen des résultats des espèces de Culicidés recensées dans la région de Tébessa (Nord-Est algérien) permet de mettre en évidence l'existence de 8 espèces de Culicidae : *Aedes caspius*, *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex perexiguus*, *Culex laticinctus*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta annulata*. 'Oum El Bouaghi révèle l'existence de 14 espèces : *Uranotaenia unguiculata* ; *Orthopodomyia pulcripalpis* ; *Culex pipiens*; *Culex pusillus* ; *Culex territans* ; *Culex impudicus* *Culex laticinctus* ; *Culex hortensis* ; *Culiseta ochroptera* ; *Culiseta longiareolata* *Culiseta glaphyroptera* ; *Coquillettidia richiardii* ; *Anopheles algeriensis* ; *Anopheles maculipennis sacharovi*,. Khenchela deux espèces : *Culiseta longiareolata* ; *Aedes berlandi*).

Boudemagh et al (2013) ont signalés la présence de 13 espèces de Culicidae appartenant à 2 sous-familles : *Anophelinae* et celle des *culicinae*. Il s'agit de *Culex pipiens*, *Culex latincintus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex impudicus*, *Culex pusillus*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta ochroptera*, *Culiseta glaphyroptera*, *Anopheles maculipennis sacharovi*. *Orthopodomyia pulcripalpis* et *Uranotaenia unguiculata* dans la région de Collo willaya du Skikda (Nord-Est de l'Algérie). Dans la région de Constantine, (Berchi ., 2000b), a noté la présence de 7 espèces de Culicidae appartenant à 2 sous-familles, celle des *Anophelinae* et celle des *Culicinae*. Il s'agit de *Culex pipiens*, *Culex mimeticus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culiseta longiareolata*, *Anopheles Labbranchiae* et *Uranotaenia unguiculata*.

L'analyse de la composition des espèces de Culicidae dans les différentes régions d'étude montre en premier lieu que chaque milieu présente une particularité faunistique. En effet, d'après les résultats obtenus, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* se développent dans tous types de gîtes qu'ils soient artificiels ou naturels. Leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable. Il existe des espèces communes pour la plupart des régions d'études. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par Senevet & Andarelli (1960), qui mentionnent la présence de ces espèces dans la région d'Alger, d'Oran, de Constantine, dans les Hauts plateaux, la région de Collo willaya de Skikda et le Sahara.

Les résultats de l'abondance relative révèle que *Culiseta longiareolata* est l'espèce qui présente l'effectif le plus élevé au niveau des différents sites, suivie de *Culex pipiens* et *Culex theileri*. Les autres taxons tels que *Culiseta annulata* et *Aedes caspius* ont des fréquences faibles. Ces résultats corroborent ceux de Berchi (2000b) qui a observé dans la région de

Constantine que les Culicidae représentent 98,5 % des diptères recensés au niveau des gîtes péri-urbains. L'espèce *Culex pipiens* est la plus dominante avec une fréquence de 91,36% dans la station d'Ain Smara et de 98,8 % à Didouche Mourad. De même, dans les gîtes urbains de cette région, *Culex pipiens* représente 99 % des diptères recensés ou cette espèce semble avoir une fréquence très marquée pour les gîtes pollués. Hassaine (2002) a classé *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* parmi les espèces à très large répartition au niveau de l'Afrique méditerranéenne. Ainsi, *Culex pipiens* présente une abondance relative de 22,26 % et *Culiseta longiareolata* a un taux de 24,41 %.

L'espèce *Cx. pipiens* dite typiquement urbaines, d'après Seguy (1921, in: Rioux, 1958), est très commune dans les villes. Elle a subi une étude systématique approfondie pour la première fois dans la région d'Annaba en (1989) par Bendali-Saoudi. Au cours de notre échantillonnage, elle a représenté l'espèce la plus commune dans les deux sites, puisqu'elle est présente dans plus de 25% de relevés avec 78,27% dans le site urbain et 29,07 % dans le site rural. Nos résultats viennent confirmer les travaux de Bendali-Saoudi (1989; 2006); Hassain, (2002); Lounaci, (2003), qui ont décrit l'espèce et ont confirmé son existence dans les différentes stations d'études à Annaba, Alger et Tlemcen. Djebbar (2009), a collecté cette espèce dans divers gîtes éparses de la région de Souk -Ahras et Tébessa. De même dans la région de Constantine, *Cx. pipiens* était l'espèce la plus dominante avec de 91,36 % dans la station d'Ain Smara et de 98,8% à Didouche Morad (Messai *et al.*, 2010).

2. Etude des effets des extraits et aux huiles essentielles des trois plantes sur les larves cible :

2.1. Résultat :

Nous nous sommes proposé d'étudier l'activité larvicide des deux huiles essentielles sur les larves de moustiques (*Culex pipiens*) vecteurs de maladies parasitaires issues de différentes régions : Blida., (Aliouche et Abada., 2013), Tébassa (Aouati., 2015) et les résultats de ces études sont les suivants :

♦ **Les résultats de la toxicité d'huile essentielle de la *menthe poivrée* sur les larves (L4) du *Culex pipiens* :**

Le **tableau 10** représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations de HE de *menthe poivrée* utilisées (12.5%, 25%, 50%) et ceci après 24h, 48h d'exposition.

région	Espèce-cible	La plante	systématique	D(%)	Résultat(%)	
					24h	48h
Blida (2016)	<i>Culex pipiens</i> (HE)	<i>Menthe poivrée</i>	Règne : Végétal Embranchement : Spermaphytes Sous-emb : Angiospermes Classe : Dicotylédones Sous-classe : Dialypétaes Famille : labiées, lamiacées Genre : Mentha Espèce: <i>Mentha xPiperita L</i>	12,5	90.90	100
				25	93.93	100
				50	100	100

D : les doses (D₁, D₂, D₃) % : pourcentage . **HE** : huile essentielle

♦ **Discussion :**

Au regard des résultats obtenue (Tableau10) nous constatons que le huile essentielle de *menthe poivrée* cause une mortalité supérieur à 80%. Avec la plus faible dose (D1= 12,5%), nous avons enregistré un taux de mortalité de 90,90% et 89,55% 24 h après le traitement. 48heure après le traitement, le taux de mortalité atteint 100% pour les trois doses. L'absence de mortalité dans le témoin nous amène à dire que la mortalité obtenue est due uniquement à l'effet d'huile essentielle.

♦ **Les résultats de la toxicité d'huile essentielle de la *Mentha spicata* sur les larves (L4) du *Culex pipiens* :**

Le **tableau 11** : représente la variation du pourcentage de mortalité des larves de *Culex pipiens* en fonction des 3 concentrations de HE de *Mentha spicata* utilisées (200mg/l ; 500mg/l ; 900mg/l) et ceci après 24h, 48h d'exposition.

région	Espèce-cible	La plante	systématique	D (mg/l)	Résultat(%)	
					24h	48h
Tébassa (2016)	<i>Culex pipiens</i> (HE)	<i>Mentha spicata</i>	Règne : Végétal Embranchement : Spermaphytes Sous-emb : Angiospermes Classe : Dicotylédones Sous-classe : Dialypétaes Famille : labiées, lamiacées Genre :Mentha Espèce : <i>Mentha viridis L</i>	200	4	21
				500	4	10
				900	26	39

En effet après 24 heures de contact avec l'insecticide; la mortalité atteint (26%) pour la dose de 900 mg / l ; (4%) pour les doses (200 mg / l et 500mg/l). le taux de mortalité atteint (50%) pour la t dose 900mg/l après 72h. L'absence de mortalité dans le témoin nous amène à dire que la mortalité obtenue est due uniquement à l'effet d'huile essentielle.

2.2. Discussion:

Les résultats obtenus révèlent une sensibilité variable des larves traduite par des taux de mortalité faibles à très élevés en passant d'une concentration à l'autre, mais surtout d'une plante à l'autre.

Les résultats révèlent également que l'activité larvicide est progressive sur la durée puisque il a été enregistré une augmentation de la mortalité au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition, pour atteindre parfois un taux de mortalité maximal de 100% pour les doses les plus élevés et pour certaines plantes seulement. Ainsi, la mortalité qui est corrélée aux doses utilisées est d'autant plus accrue que l'exposition des larves aux insecticides est prolongée dans le temps.

L'absence de mortalité dans le témoin nous amène à dire que la mortalité obtenue est due uniquement à l'effet des deux huiles essentielles des plantes.

Les résultats obtenus illustrent que nos rendements en huiles essentielles est variable, Cette variabilité de rendement pourrait également être liée à la période de récolte, aux facteurs édaphiques et climatique ou alors climatiques ou alors physiopathologique de plante, aussi elle peut être liée au type de la technique d'extraction et aux étapes de la récupération à partir

de l'hydrolysat, ce dernier contient toujours des gouttelettes que nous n'avons pas pu les récupérer ce qui fausserait le rendement (Wogiatzi et al., 2011; Bouguerra, 2012).

Conclusion

Conclusion:

La lutte contre les insectes nuisibles dans l'environnement est d'un grand intérêt, car ces espèces menacent la vie de l'être humain et des animaux en général.

Les moustiques constituent la famille des Culicidés qui regroupe les diptères nématocères, vecteurs actifs de plusieurs agents pathogènes tels que les protozoaires, les bactéries, les virus et les nématodes, qu'ils transmettent à l'homme et aux animaux. Face à ces menaces, et afin de contrôler la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes ont été envisagées et adoptées ; ces stratégies de lutte se sont appuyées dans les premiers temps sur l'utilisation d'insecticides chimiques mais devenue la source d'énormes problèmes environnementaux, risque de pollution, danger pour la faune non ciblée ainsi que le phénomène de résistance chez les espèces nuisibles et le coût onéreux de ces produits.

On trouve aussi la lutte physique nécessite essentiellement l'élimination des gîtes larvaires par le séchage des mares et de différents types d'eaux stagnantes, mais cette méthode engendre un grand problème sur la vie et la biodiversité des écosystèmes aquatiques. De nos jours, de nouvelles méthodes alternatives biologiques, sélectives et surtout biodégradables sont mises en œuvre, afin de préserver le milieu naturel. A cet effet et dans le cadre de valorisation de la flore spontanée en Algérie, nous avons mené synthèse bibliographique de l'effet de deux huiles essentielles de deux plantes médicinales (*Menthe poivrée*, *Mentha spicata*) sur les larves de l'espèce *Culex pipiens* (vecteur potentielle et responsable de la transmission du virus West-Nile et le virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie).

Afin d'exploiter cette richesse floristique dans la lutte biologique contre les moustiques, ainsi que d'éviter les dangers d'autres méthodes comme la lutte chimique et la lutte physique pour conserver les milieux naturels et leur biodiversité, nous avons choisi ces trois plantes médicinales (*Menthe poivrée*; *Mentha spicata*;) de la même genre : *Mentha* à cause d'un certain nombre de caractéristiques: une vaste distribution pour ces plantes et leur originaire, ainsi que l'absence de ces plantes aux proximités des gîtes larvaires et l'accès facile.

Références bibliographiques

Liste de références :

- 1. Aissawi L., 2013.** Etude écophysiological et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. diplôme de Doctorat: Université Badji Mokhtar, AnnabaBad Annaba, 155p.
- 2. Anonyme, 2006.** R Elephantiasis. <http://www.pbase.com/orif/image/64263516> (06/2010).
- 3. Aouati A., 2015.** Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae). Diplôme De Doctorat en sciences : Université des frères Mentouri, Quantantine , 129p.
- 4. Aouchar M ., 2014.** contribution a l étude de la biodiversite des culicidae dans quelques gites prospectes dans la wilaya d Alger et le marais de reghaia perspectives d utilisation de deux biolarvicides la silicone aquatain AMF et le vectobac BTI dans la lutte contre culex pipiens LM. mémoire de fin étude du diplôme de master en biologie : p32.
- 5. Aouinty., Oufra., Mellouk.i, Mahari ., 2006.** Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis L.*) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés , *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement (*BASE*), 10 (2) :67-71.
- 6. Aubry P., Gaüzère B., 2015.** Filariose lymphatique, Diplôme de Médecine Tropicale des pays de l'Océan Indien. 15p.
- 7. Ayitchedji A.M., 1990.** Bioécologie d'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.
- 8. Baba Aissa F., 1999.** Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb). Ed. Librairie moderne, Rouiba, 172p.
- 9. Becker N., Petric D., Zgomba M., Dahl C., Boase C., Lane J., et Kaiser A. 2010.** Mosquitoes and their control. Springer. Verlag, Heidelberg, Allemagne.
- 10. Beldi H., 2007.** Étude de *Gambusia affinis* (Poisson, Téléostéem) et *Donax trunculus* (Molusque, Pelecupode) : écologie, physiologie et impacts de quelques altérages. Thèse de doctorat : Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, p 9.
- 11. Belhattab A., et Tektaki A., 2016-2017.** Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) sur les larves de *Culiseta longiareolata* dans la région de Laghouat. diplôme de mastère : Uni Laghouat, 21.26.30.40.46.51p.

12. **Belidi S., Belaouedj A ., 2017.** Effet des extraits de la Menthe Poivrée (*Mentha Peperita*) chez *Staphylococcus aureus* responsable des infection uro-génitales.diplome de master : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 74p.
13. **Ben miloud Z. et Khiali F., 2016.** Contribution bioécologique et systématique des espèces de la population Culicidienne de la région de Laghouat.Thèse de Master : Université Amar Telidji – Laghouat, Algérie, 67p.
14. **Bendali ., Djebbari ., Soltani .,2001.** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L dans des conditions de laboratoire. *Parasitica* 57(4) : 255-265p.
15. **Benjelloun A., 2015.** Etude Epidémiologique de La Fièvre du West Nile : Analyse des variables climatiques associées avec l'occurrence de la fièvre du West Nile au Maroc Et Enquête de Seroprevalence Chez Le Cheval. Thèse de Doctorat : Université Mohamed V Faculté Des Sciences Rabat,Maroc, 77p.
16. **Bensaid A., 2011.**Effet de quelques extraits végétaux sur une population de écologie des communautés biologiques .Alger :ENSA.El Harrach ,71p.
17. **Benserradj., 2014.** Evaluation de metarhiziun anisopliae a titre d' agent de lute biologique contre les larves de moustiques. 208p.
18. **Berchi S., 2000a.** Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptera, culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doc. Es-science : Université de Constantine. Algérie ,133p
19. **Berchi S., 2000b.** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens* (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). Bull. Soc, Ent. France, 105(2):125-129.
20. **Berchi S., Aouati A., and Louadi K., 2012.** Typology of favourable biotopes to the larval development (Diptera-Culicidae). source of nuisance at Constantine (Algeria), ecologia mediterranea.Vol : (3 8)2.
21. **Bouabida H., 2013.** Inventaire des moustiques de la région de Tébessa et bioactivité du spiromesifène sur la reproduction de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* : aspects écologique et biochimique. diplôme de Doctorat: Université Badji Mokhtar,AnnabaBad Annaba,133p.
22. **Bouabida, H., Djebbar, F., Soltanin N., 2012.** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). 5p.
23. **Boubelli S., 2009.** Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la wilaya de kenchela (nord-est algérien) analyse et synthèse de données. Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Magister : Université d'Annaba, 133p.
24. **Boudemagh et al ., 2013 .** Etude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba, Lutte biologique 106 anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale : Université d'Annaba. 176p.

- 25. Boudjelida H., Aissaoui L., Bouaziz A., Smaghe G. & Soltani N. 2008.** Laboratory evaluation of *Bacillus Thuringiensis*(vectobac WDG) against mosquito larvae, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. *Comm. Biol. Sci., Ghent University.*, 73 (3): 603 - 609.
- 26. Boudjelida H., Bouaziz A., Soin T., Smaghe G. & Soltani N. 2005.** Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 83: 115 - 123
- 27. Bouguerra A., 2012.** Etude des activités biologique de l'huile essentielle extraite des graines de *Faeniculum valugare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Mémoire de Majister : Université Mentouri, Constantine, 120 p.
- 28. Boukraa S., 2010.** Bio-systématique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans et aux alentours des fermes d'élevage en Belgique. Université de Liege Gembloux Agro Bio-Tech programme AVERROES. Thèse Bio-ingénieur.
- 29. Boullard B., 2001.** Dictionnaire: plantes médicinales du monde (Réalités et Croyances). Ed, ESTEM, p 348.
- 30. Bouree P., 1983.** Aide mémoire de parasitologie et de pathologie tropicale, 1er édition Flammarion Médecin : Sciences. 4 rue Casimir Delavigne 75006 Paris, France. 67 - 69 et 70p.
- 31. Boyers., 2006.** Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales 4.
- 32. Brunet J. L., Brunet P. A & Brunet O., 2006.** Les insectes et la santé. John Libbey Eurontextn.
- 33. Bruneton J ., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Edition Paris 533-536p.
- 34. Brunhes J., Hassain K., Rhaim A., Hervy J-P., 2000.** Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). *Bull, Ent, France*, extrait: 105(2) : 195-204.
- 35. Carnevale P, Robert V, Manguin S, Corbel V, Fontenille D, Garros C., Rogier C. 2009.** Les Anophèles biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti vectorielle e d'Institut de recherche pour le développement (IRD) Marseille, 402p.
- 36. Chandre., Darrie., Manga., Akogbeto., Faye., Mouchet., Guillet ., 1999.** Status of pyrethroid resistance in *Anopheles gambiae* sensu lato. *Bull. WHO.* 77(3):230-234.
- 37. Chinery M., 2005.** Insectes de France et d'Europe Occidentale. Flammarion.
- 38. Cissoko M., 2007.** Etude epidemio clinique de l'épidémie de fièvre jaune a Bafoulabe en 2005. Thèse de Doctorat en médecine : Université de Bamako, Faculté de Médecine de pharmacie et d'Odonto-stomatologie Mali, République du Mali, 85p.
- 39. Claude M. 2003.** Parasitologie et mycologie médicale, éléments de morphologie et de biologie. Ed, Médicales internationales, 796p.

40. **Clements A.N., 1999.** The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior. CAB International Publishing, 576 p.
41. **Craig G. B., 1967.** Mosquitoes: female monogamy induced by male accessory gland substance. *Science*, 156, 1499-1501.
42. **Crosbyd ., 1966.** Natural pest control Agents. *Adv. Chem. Ser.* 53, 1-16p.
43. **Dajoz ., 1979.** Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 434p.
44. **Dajoz ., 2010 .** Dictionnaire Anatomie, systématique, biologie. Ed. Lavoisier, Paris, 336p.
45. **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 434p.
46. **Dajoz., 2006.** Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 630p.
47. **Daniel J., Rodolphe ., Edouarde S., Vincent V.S; 2002.** Botanique systématiques des plantes à fleurs (Collection biologique). 2ème Edition, PPUR, 328 p.
48. **Danis M., Mouchet J., 1991.** paludisme. Ed. Ellipses/UREF, Paris, 240p.
49. **Delvar G., & Aberlenc H. P., 1989 .** Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale.
50. **Dieng H., 1995 .** Les moustiques et la transmission du paludisme en 1995 dans la zone de Niakhar (Sénégal). Mémoire de D. E. A. de Biologie Animale : Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 129p.
51. **Diomande D, Gourene G., Tito De Morais L., 2001.** Stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* (Siluriformes : Mochokidae) dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia. Côte d'Ivoire. *Cybium*, 25 (1) : 7-21.
52. **Dubief J., 1964.** Ré Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertien on yield components and specific gravity of potatoes, 399-405p.
53. **Duong V., Vong S. et Buchy P., 2009.** Dengue et autres arboviroses en Asie du Sudest. *Revue de Médecine Tropicale*, 69 : 339 – 344.
54. **Eberhard, T., Robert A., Annelise, L. 2005.** Plantes aromatique épices aromates condiments et huiles essentielles, TEC et DOC, Paris.
55. **El Ghouh H., 2009.** Fièvre du Nil Occidental : Historique et Situation Epidémiologique en Tunisie. Projet GCP/RAB/002/FRA, Ministère de l'Agriculture et des ressources hydrauliques de Tunisie, Tunisie, 16 p.
56. **Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., 2012 .** Ecologie. Ed. Lavoisier, 488 p.
57. **Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., Hemptinne J. L, 2003.** *Ecologie approche scientifique et pratique*. Ed. Lavoisier, Paris, 407 p.

- 58. Florian M., Saihi M. et Teyssandier M., 2007.** Maladies transmissibles et insectes piqueurs sur le territoire metropolitain. Thèse D'ingénieur du génie sanitaire : Atelier Santé Environnement, Ecole Nationale de La sante publique, 26p.
- 59. François C., 2012.** Les plantes et leurs noms « Histoires insolites » : 152p.
- 60. Fuchs M.S., Craig G. B. & Despommier D.D., 1969 .** The protein nature of the substance inducing female momgamy in *Aedes aegypti*. *J. Insect. Physiol.* 15, 701-709.
- 61. Gineste C., 2010.** Le grand livre des plantes aromatiques et médicinales. 1 er édition, Flora Dumolin, archipel studio16. 52 p.
- 62. Goislard C., 2012.** Les Répulsifs Anti-Moustiques à L'officine. Thèse de Doctorat en Pharmacie : Université Angers Ufr Sciences Pharmaceutiques et Ingénierie de La Santé, 18p.
- 63. Grasse P., Raymande A., Odette T., 1970 .**Zoologie I, invertébrés, 2 Edition revues et complétée .Ed Masson, Paris, 718-722 pp.
- 64. Gubler D.J., 2004.** Cities spawn epidemic dengue viruses. *Nature Medicine*.
- 65. Guillaumot L., 2013.** Les Moustiques Et La Dengue. Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie <<http://www.institutpasteur.nc/les-moustiques-et-la-dengue/#generalites#>>, 10/03/2015.
- 66. Guilly G ., 1989.** Les menthes cultivées, 1ère partie: Le matériel végétal et lieux de culture. *Pep Hort Mar, Revue horticole*, N° 296.
- 67. Gullan P J., & Cranston P S., 1996.** The insects: an outline of entomology. London, Chapman and Hal.
- 68. Hamed B., 2015-2016.** Hydrodynamique souterraine et transfert des réservoirs profonds couplage architecture stratigraphique vulnérabilité et risque de pollution dans la région de Khenchela. Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Magister. Université BadjiMokhtar-Annaba, 5p.
- 69. Hammami S Et., Abdesselem M ; 2005.**Extraction et analyse des huiles essentielles de La menthe poivrée de la région de Ouargla : Thèse IngUniv Blida, 69p.
- 70. Hamon, J. et Garret-Jones, C., 1963.** La résistance aux insecticides chez les vecteurs majeurs du paludisme et son importance opérationnelle. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*,(28): 1–24.
- 71. Hamon, J., Subra, R., Sales, S., et Coz, J., 1968.** Présence dans le Sud-Ouest de la Haute-Volta de populations d'*Anopheles gambiae* « A » résistantes au DDT. *Médecine Tropicale*, 28: 524–528.
- 72. Harbach R. E., Dahi C. & With G. B., 1995.** *Culex pipiens* L (Diptera: Culicidae): Concepts, type designation and description. *Proc. Entomol. Soc.*, 87 (1): 1 - 24.

- 73. Harwood R. F., & James M. T., 1979.** Entomology in human and animal health-Mac Millan Publishing. Co., Inc., New York, Collier MacMillan Canada.,548p4.
- 74. Hassain K., 2002 -** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptère : Nématocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (ae- caspui, ae detritus, ae mariae et cx pipiens) de la région occidentale Algérienne Thèse doc D'état. Univ Tlemcen.203 p.
- 75. Himmi O., 2007.** Les culicides (insectes, diptères) du Maroc : Systématique, Ecologie et Etude Epidémiologique Pilotes. Thèse de Doctorat : d'état en Biologie, option Ecologie, Faculté Des sciences, Université Mohammed V R AGDAL, Rabat.
- 76. Iserin P; 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales. Ed ISBN. 70p.
- 77. KONAN, et al , 2013.** Evaluation des charges solides et caractérisation hydrochimique des eaux du lac du barrage hydroélectrique d'Ayamé 1 (Côte d'Ivoire) Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre, 2013, n° 35, 17–25.
- 78. Koné P., Lambert L. et Milord F., 2006.** Épidémiologie du Virus du Nil Occidental EN zone rurale au QUÉBEC.4ème Ed, institut national de la santé publique du QUÉBEC, Québec. 120p.
- 79. Le Berre M ., 1989 .** Faune du Sahara, Poissons, Amphibiens, Reptiles, Ed. Raymond Chabaud- Lechevalier, Paris, 332 p.
- 80. Lecoindre G., Herve G., 2001.** Classification phylogénétique du vivant, Belin. Arthropodes Wikipédia4.
- 81. Lepage., Sardet., Gache .,1992.** Spatial expression of the hatching enzyme gene in the sea urchin embryo, Dev Biol. 1992 Mar; 150(1):23-32.
- 82. Lounaci ,2003.** Biosystématique et bioécologie de Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. Mem. Mag. INA, El-harrach.131p.
- 83. Matile L., 1993.** Diptères d'Europe occidentale. Ed. Boubée, Paris, T. I, 439 p.
- 84. Maurille S., 2005.** Les substances répulsives dans la protection du voyageur contre les piqûres d'arthropodes hématophages : étude comparée du DEET (N,N-diéthyl-mtoluamide), Thèse d'exercice : Pharmacie, Faculté de pharmacie d'Angers. 92 p.
- 85. Messai N, Berchi S, Boulkenafed F et Louadi K. (2010).** Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). Faunistic Entomology, 63 (3): 203-206.
- 86. Metallaoui A., 2008.** Fièvre du Nil occidental : Historique et situation épidémiologique en Algérie. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture(FAO). <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak151f/ak151f00.pdf> 14/04/2013.
- 87. Morin A., 2002.** Note de cour: les Arthropodes. Biologie U.d'Ottawa4.

- 88. O.M.S., 1999.** La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire-Sous la direction de Jan A. Rozendaal (OMS, 1999).
- 89. O.M.S., 2003.** Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du stagiaire. Provisoire, OMS, Genève. 100p.
- 90. Ouadahi F., 2011.** West Nile : Fièvre du Nil occidental en Algérie. Atelier régional sur la surveillance et le contrôle de la West Nile, 16-20 Mai, Direction des services vétérinaires, Italie.
- 91. Oudainia W., 2014.** Etude bioécologique et systématique des Culicidae de la région d'Oum El Bouaghi. Effet de la température sur l'agressivité et la biologie de *Culex pipiens*. diplôme de Doctorat: Université Badji Mokhtar, AnnabaBad Annaba, 162p.
- 92. Ozenda P; 1983.** Flore du Sahara. Ed .C.N.R.S, 622 p.
- 93. Patrick L., 1985.** De la menthe en Seine-Maritime. Chambre d'Agriculture de la Seine-Maritime, Service des affaires économiques.
- 94. Paulson C.J., Brock-Utne J.A., Brumberg A.C., Campbell H.L., et al., 2012.** Pesticide exposure in children. *Pediatrics*. 130(6): e1765–e1788. doi:10.1542/peds.2012-2758.
- 95. Pintireau B., 2009.** la lutte biologique. Ed, Ellipses, 115p.
- 96. Polo F., 2015.** Définition des différents extraits des plantes.
- 97. Rageau J. & Adam J.P., 1952.** Culicidae du Cameroun. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, 27: 610 -635p.
- 98. Ramade F., 1984.** Éléments d'écologie - Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw Hill.
- 99. Ramede F., 2009 .** Éléments d'écologie: Ecologie fondamentale. Ed. Dunod. Paris, 690 p.
- 100. Rattner, B.A., 2009.** History of wildlife toxicology. *Ecotoxicology*, 18: 773–783.
- 101. Raven., Berg., Hassenzahl., 2009.** Environnement.
- 102. Regnault, Roger C., 2005.** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec & Doc – Lavoisier, Paris, France.
- 103. Rodhain F. et Perez C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, Ed. Maloine S. A, Paris, France. 458p.
- 104. Rueda L M., 2004.** Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue virus transmission. *Zootaxa* : 1160 ,589p.
- 105. S.M.V. et S.F.P., 2010.** Société de médecine des voyages et Société française de parasitologie, Recommandations de bonne pratique – Texte court : « protection personnelle anti-vectorielle ou protection contre les insectes piqueurs et les tiques ».

- 106. Saleh., Agarwal., Nada, El-Tonsy, Sharma, Meyer, Nelson , Thomas ,2003.** Negative effects of increased sperm DNA damage in relation to seminal oxidative stress in men with idiopathic and male factor infertility, *Fertil Steril.* Jun;79 Suppl 3:1597-605.
- 107. Sayah M. Y., 2011.** Activité larvicide des extraits de plantes aromatiques sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires, Thèse de Master sciences et techniques : CMBA chimie des molécules bio actives, Laboratoire régional de diagnostic épidémiologique et d'hygiène du milieu de Fès / l'institut national des plantes médicinales et aromatiques, Maroc. 45 - 70p.
- 108. Schafner Francis .A ., 2004.** Les Culicides. Module Biologie et Contrôle des Vecteurs. Master Médecine Tropicale et Santé Internationale. Université Bordeaux et Montpellier II, 06p.
- 109. Schiller A.,et al.,2019.** Updated Methods for the Production of *Toxorhynchites rutilus septentrionalis* (Diptera, Culicidae) for Use as Biocontrol Agent against Container Breeding Pest Mosquitoes in Harris County, Texas. *Journal of Insect Science* (19) ,6 p.
- 110. Seguy E., 1950.** La biologie des diptères, *Encycl. Entomo.* XXVI, Ed, Paul le chevalier, Paris, France. 16p.
- 111. Seguy E., 1951.** Nouvel Atlas d'entomologie des Diptères de France, Belgique et Suisse, Tomes1 et 2 Boubée, 19 - 38 - 67- 84 -109 p.
- 112. Seguy., 1951.** Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951 – *Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie.* Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, fasc., 975
- 113. Senevet G. & Andarelli L., 1963(a).** Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen III: Les *Aedes* 1ère partie : Généralités. *Arch. Inst. Pasteur. Algérie* : 41, 115 – 141p.
- 114. Senevet G., Andarelli L. & Graells R., 1958 -** A propos de *Culex pipiens* en Algérie. *Arch Inst Pasteur Algérie* 36: 70-74.
- 115. Service M W., 1993.** Mosquito ecology: field sampling methods.2nd edition, Elsevier Science Publishers Ltd, Essex, UK, pp 988.
- 116. Tabti F., 2015.** Contribution a l'étude de la biodiversité et l'écologie des culicidés (Diptera, Culicidae) dans la région de Mghnia (Tlemcen), Thèse de Master en Ecologie et Environnement, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen, Algérie. 66p.
- 117. Tetreau G., 2012.** Devenir du Bioinsecticide Bti dans l'environnement et impact sur le développement de résistances chez le moustique, Thèse de Doctorat, L'université de Grenoble. 56p. Thèse de Magister en Agronomie. ENSA El Harrach Alger. 136p. *tibilis*, Mémoire Ing. Agro. Insti. nati. Agro. El Harrach, 53p tome I. Ed. Rymond Chabaud- Lechvaller.
- 118. Trari B., Dakki M., Himmi O. & Al Agbani M.A., 2002.** Les moustiques (Diptera-Culicidae) du Maroc. *Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces.* *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 95 (4): 329 – 334.

- 119. Whitehead S., Blaney J. et Durbin A., 2007.** Prospects for a dengue virus vaccine. *Nature Reviews Microbiology*, 5:518 – 528.
- 120. Youssef A.N.; 1990.** Dictionary of Medicinal plants. Librairie du Liban ,160 p.
- 121. Zahradnik J., 1984 .**Guide des insectes. Paris: Hatier.
- 122. Zidani Y., Sedouga S., 2015-2016.** Contribution à l'inventaire des orthoptères (Orthoptera, Insecta) dans la région des Aurès (Batna et Khenchla) et l'étude de l'espèce *Ephippiger terrestris* .Mémoire de Master : Université des Frères Mentouri Constantine, 34p.
- 123. Zine elabidine K., 2012.** Risques infectieux au pèlerinage aux lieux saints de l'islam, Thèse du doctorat en pharmacie : Université Mohammed V, Faculté de Médecine et de Pharmacie –Rabat, Maroc. 55p.

Annexes

Annexe 1: Matériels et produits utilisés

Matériels	produits
Boite de pétrie, Boite en plastique Pipette en plastique Micropipette Microscope optique chargé par appareil photos Ordinateur Loupe binoculaire Lame et lamelle Tubes à essai Eprouvette Mortier Rotavapeur Balance Etuve Clizvenger Tamis Mixeur Bouteilles d'eau Falcon en verre Agitateur mantiques Papi filtre Entonnoir Place chevons Boit plastique louche	Eau distillé NAOH Glycérine Tween Méthanol Produit conservateur (Silica gel) Algue de poisson Vernis

الملخص:

يتسبب البعوض في نقل أمراض خطيرة ومعدية لكل من الإنسان والحيوان أثناء وجبته الدموية مثل: الملاريا ، حمى الضنك الحمى الصفراء، داء الخيطيات.

ولمواجهة انتشار هذه الحشرات والأوبئة الناتجة عنها تم استعمال مبيدات حشرية كيميائية، لكن المقاومة المكتسبة للبعوض وتراكم المركبات السامة في البيئة دفع بالخبراء إلى التوجه نحو مكافحة بيولوجية طبيعية بالاعتماد على زيوت ومستخلصات النباتات الطبية.

من هذا المنظور قمنا بدراسة تحليلية لإحصائيات جرد البعوض في كل من ولايات: أم البواقي، تبسة، وخنشلة فكانت النتائج كالآتي:

➤ ولاية أم البواقي: أربعة عشر (14) نوعا تنتمي إلى تحت عائلة "Culicinae" التي تتميز بخمسة (05) أجناس: *Uranotaenia*، *Coquillettidia*، *Orthopodomyia*، *Culiseta*، *Culex* وتحت عائلة "Anophelinae" والتي تتميز بجنس واحد وهو "Anophéles".

➤ ولاية تبسة: ثمانية (08) أنواع تنتمي إلى عائلة "Culicinae" والممثلة في ثلاثة (03) أجناس هي: *Aedes culiseta*، *Culex*

➤ ولاية خنشلة: نوعين هما: *Aedes berlandi*، *cliseta longiareolata*

حيث لاحظنا أن *Culiseta longiareola* هو النوع السائد في كل من تبسة وخنشلة في حين كان النوع السائد في أم البواقي هو *Culex pipiens*.

كما أظهرت نتائج دراسة تأثير مستخلصات زيوت النباتات (*Mentha spicata*، *Menthe poivrée*) على يرقات (*Culex pipiens*) وجود حساسية لدى اليرقات من هذه المستخلصات، والتي تتزايد بزيادة تركيز المستخلص ومدة التعرض له.

الكلمات المفتاحية: البعوض، أم البواقي، خنشلة، تبسة، *Menthe poivrée*، *Mentha spicata*، *Culex pipiens*، *Culiseta longiareola*

Résumé :

Les moustiques transmettent des maladies dangereuses et contagieuses aux humains et aux animaux pendant leur repas sanguin, telles que: le paludisme, la dengue, la fièvre jaune et la filariose.

Afin de faire face à la propagation de ces insectes et aux épidémies qui en résultent, des insecticides chimiques ont été utilisés, mais la résistance acquise aux moustiques et l'accumulation de composés toxiques dans l'environnement ont incité les experts à s'orienter vers une lutte biologique naturelle à base d'huiles et d'extraits de plantes médicinales.

Dans cette perspective, nous avons mené une étude analytique des statistiques d'inventaire des moustiques dans chacun des régions: Oum El Bouaghi, Tebessa et Khenchela, et les résultats ont été les suivants:

- A Oum El Bouaghi: quatorze (14) espèces appartenant à la sous famille des «Culicinae», qui se distingue par cinq (05) genres: *Uranotaenia*, *Coquillettidia*, *Orthopodomyia*, *Culiseta*, *Culex* et sous la famille «Anophelinae» qui se distingue par un seul genre «*Anophèles*».
- A Tebessa: huit (08) espèces appartenant à la sous famille "Culicinae" représentées par trois (03) genres: *Culex*, *culiseta* et *Aedes*.
- À Khenchela, il existe deux espèces : *Aedes berlandi* et *cliseta longiareolata*.

Nous avons remarqué que *Culiseta longiareola* était l'espèce dominante à la fois dans Tebessa et Khenchela, Alors que l'espèce prédominant à Oum al-Bouaghi était *Culex pipiens*.

Les résultats de l'étude de l'effet d'extraits d'huiles végétales (*Menthe poivrée*, *Mentha spicata*) sur les larves de (*Culex pipiens*) ont montré une sensibilité à ces extraits, qui augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait et de la durée de son exposition.

Mot clés : Moustiques, Oum El Bouaghi, Khenchela, Tebessa, *Menthe poivrée*, *Mentha spicata*, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareola*

Abstract :

Mosquitoes transmit dangerous and contagious diseases to humans and animals during their blood meal, such as: malaria, dengue fever, yellow fever and filariasis.

In order to cope with the spread of these insects and the resulting epidemics, chemical insecticides have been used, but the acquired resistance to mosquitoes and the accumulation of toxic compounds in the environment have prompted experts to turn to a natural biological fight based on oils and extracts of medicinal plants.

In this perspective, we conducted an analytical study of mosquito inventory statistics in each of the regions: Oum El Bouaghi, Tebessa and Khenchela, and the results were as follows:

In Oum El Bouaghi: fourteen (14) species belonging to the "Culicinae" subfamily, which is distinguished by five (05) genera: *Uranotaenia*, *Coquillettia*, *Orthopodomyia*, *Culiseta*, *Culex* and under the "Anophelinae" family which is distinguished by a single genus "*Anopheles*".

In Tebessa: eight (08) species belonging to the "Culicinae" subfamily represented by three (03) genera: *Culex*, *culiseta* and *Aedes*.

In Khenchela, there are two species: *Aedes berlandi* and *cliseta longiareolata*.

We noticed that *Culiseta longiareola* was the dominant species in both Tebessa and Khenchela, while the predominant species in Umm al-Bouaghi was *Culex pipiens*.

The results of the study of the effect of extracts of vegetable oils (*Peppermint*, *Mentha spicata*) on the larvae of (*Culex pipiens*) showed a sensitivity to these extracts, which increases with the increase in the concentration of the extract and the duration of its exhibition.

Keywords: Mosquitoes, Oum El Bouaghi, Khenchela, Tebessa, *Menthe poivrée*, *Menthe Spicata*, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareola*