



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

N série:.....

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمّة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

Département de biologie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité: Biodiversité et Environnement

THEME

**Etude bioécologique et systématique
de la population Culicidienne dans la région
l'oued**

Présentés Par :

M^{elle} BOUSKAYA Zaineb

M^{elle} DEGACHI IHCEN

Devant le jury composé de :

Président :Mr.KHECHEKHOUCHE EL AMINE	M.C.B, Université d'El Oued.
Examinateur : Mme. MOUANE AICHA	M.A.A, Université d'El Oued.
Promoteur :Mme. ALAYAT SAOUSEN MOUFIDA	M.A.A, Université d'El Oued

Année universitaire 2018/2019

Remerciements

Je remercie tout d'abord « ALLAH » le tout puissant de m'avoir donné le courage de surmonter les moments les plus difficiles de ma vie et la volonté de mener à terme ce travail.

Au terme de ce travail, il m'est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail

Je remercie aussi les membres du jury pour leur obligeance en examinant ce travail.

-Monsieur KHECHEKHOUCHE AL AMINE : président

-Mme :MAOUEN AICHA : examinatrice de jury

Mon vif remerciement et ma profonde gratitude s'adressent à mon promoteur Mme.:Alayat Moufida Souasen

qui a accepté de m'encadrer .je le remercie

infiniment pour son aide, ses orientations sa patience et sa correction sérieuse de ce travail.

Je remercierais également tous mes enseignants, mes collègues et les personnels de la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers.

*En fin, juste un petit mot pour te dire*Merci**

Didicace

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. Qui peut être fier et trouver ici les résultats de longues années de sacrifices et
privation*

*À ma mère, qui à œuvre pour ma réussite, de par son amour, son soutien, pour toute son
assistance et sa présence dans ma vie*

À mes sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples des persévérances

À fatma ,saida ,khadidja et lobna

À mon fiancé salim qui m'a toujours entouré et motivé à sans cesse devenir mieux

À mes chers amis, en particulier Mebarqa et Marwa de ma bien-aimée

إن الذين نجهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل

وأعلى فالقلب سكتناهم والذكرى ذكراهم، والفؤاد لن ينساهم

Zaine6

Didicace

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. Qui peut être fier et trouver ici les résultats de longues années de sacrifices et
privation*

*À ma mère, qui à œuvre pour ma réussite, de par son amour, son soutien, pour toute son
assistance et sa présence dans ma vie*

À mes sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples des persévérances

À Manal, laïla et wiam

À mes frères walid et anouar

À mon fiancé ilyes qui m'a toujours entouré et motivé à sans cesse devenir mieux

À mes chers amis, en particulier Marwa et Mebarqa de ma bien-aimée

إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل

وأعلى فالقلب سكناهم والذكرى ذكراهم، والفؤاد لن ينساهم

Ifcen

Sommaire

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux
Liste des abréviations
Introduction	1

Chapitre I

Généralité sur les moustique

I. Généralité	5
I.1. Présentation du Matériel Biologique :.....	5
I.1.1. Position Systématique:	5
I.1.1.1. Carte d'identité systématique :.....	5
I.1.1.2. Données sur les culicidae d'Algérie:.....	6
I.1.2. Morphologie :.....	6
I.1.2.1. Adulte ou imago :.....	7
I.1.2.2. Œufs :	13
I.1.2.3 Larves :	14
I.1.2.4 Nymphes:	17
I.1.3 Bio-écologie et Ethologie des larves :.....	17
I.1.3.1 Gîtes larvaires et influence de leurs composantes sur le développement des larves:	18
I.1.3.2. Nourriture et respiration des larves :	19
I.1.3.3. Longévité:	20
I.1.4. Bio-écologie et Ethologie des adultes:.....	21
I.1.4.1. Emergence et accouplement:.....	21
I.1.4.2. Alimentation :.....	22
I.1.4.3. Dispersion et recherche d'hôte:.....	23
I.1.4.4. Hibernation et longévité:.....	23
I.1.5. Rôle pathogène:.....	24
I.1.6. Rôle écologique:.....	29

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la région d'étude:.....	32
II.1.1. Situation géographique:	32
II.1.2. Facteurs écologiques:.....	33
II.1.2.1. Facteurs abiotiques:	33
II.1.2.1.1. Facteurs physico-chimique:	33
II.1.2.1.2. Facteurs Climatiques.....	35
II.1.2.1.3. Synthèse climatique:	38

II.1.2.2. Facteurs biotiques:	40
II.1.2.2.1. Données bibliographiques sur la flore de la région du Souf:.....	40
II.1.2.2.2. Données bibliographiques sur la Faune de la région du Souf:	40
II.2. Sites d'études:	41
II.2.1. Choix et description des stations d'étude :	41
II.2.2. Présentation du Modèle biologique:	44
II.2.2.1. Position Systématique :.....	44
II.2.2.2. Matériel et produits utilisées:.....	45
II.2.2.3. Méthode et Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes:.....	45

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1. Etude Systématique et la Biodiversité des Culicidae dans la région d'El Oued.	53
III.1.1. Inventaire global des Culicidées.....	53
III.1.2. Description des espèces inventoriées :	54
III.2.2. Etude de la Biodiversité des culicidae au région d'el-oued.....	66
III.2.2.1 Culicidae par gites d'étude dans la région d'el oued.....	66
III.2.2.2 Indice de diversité shannon et d'équitabilité :	67
III.2.2.3 Abondances des genres dans la région d'el oued:.....	68
III.2.2.4 Abondances des espèces dans la région d'el-oued:.....	69
III.2.3.5. Culicidae par zone (Urbaine, Préurbaine) d'étude dans la région d'el-oued:	71
III.2.3.5.1.Richesse spécifique:	71
III.2. Ecologie, biologie de la reproduction.....	73
III.2.1. Cycle de vie	73
III.2.1.1. Cycle de vie des genres d'el oued.....	73
III.2.2. Fécondité et fertilité pour les cinq genres.....	74
III.2.2.1. Fécondité	74
III.2.2.2. Fertilité	75
III.2.3. Analyse physico-chimique (PH, Salinité, DBO ₅ , T°C et Salinité, MES, oxygène) de l'eau du gite	75
III.2.4. Répartition spatial de la faune <i>Culicidienne</i> selon les gites larvaire.....	78
III.2.4.1. Le genre du <i>Culex</i> :	79
III.2.4.2. Le genre <i>Culiseta</i> :.....	80
III.2.4.3. Le genre <i>Aedes</i> :	80
Conclusion et perspectives	82
Références bibliographiques.....	85
Annexes.....	96

Liste des figures

Fig 1: la systématique des culicidae. (Boubidi, 2008).....	5
Fig 2 : Classification des Culicidae de l’Afrique méditerranéenne.(Brunhes et al, 1999)	6
Fig 3 : les différences morphologique entre les <i>Culicinae</i> et l’ <i>Anophilinae</i> (Boubidi, 2008 (b))	7
Fig 4 : Morphologie du Moustique femelle <i>Cx.pipiens</i> (Boukraa, 2010).....	8
Fig 5 : partie céphalique (la tête) d’un moustique (Boubidi . (a), 2008).....	9
Fig 6 : morphologie de thorax Culicidienne ((Boubidi, 2008(a))	10
Fig 7 : Morphologie des ailes chez les Moustiques ((Boubidi, 2008 (a))	10
Fig 8 : structure de la patte d’un Culicidae (Boubidi , 2008(a))	11
Fig 9: Morphologie de l’hypopygium chez les moustiques mâles (genre <i>Culex</i>); BB: bras basal; BL: bras latéral; BV: bras ventral; C: coxite; E: épine du style; LS: lobe subapical; par: paramère; Ppr: paraprote; S: style; IX-TL: lobe du tergite IX; X-Te: tergite X (Harbach & Knight, 1980).....	12
Fig 10:Terminalia femelle de <i>Culiseta longiareolata</i> (Bebdali-Saoudi et al, 2014).....	13
Fig.11 : nacelle d’œufs de <i>Culiseta annulata</i>	14
Fig.12 : Forme type des œufs d’Anopheles (<i>A gambiae</i>) (Berchi, 2000) ...	14
Fig.13 Ornementation de l’exo-chorion d’un œuf d’ <i>Aedes (Ae. albopictus)</i> (Matsuo et al., 1972).....	14
Fig. 14 : Morphologie externe de la tête des Culicidae, en mentionnant les caractères les plus utilisés en taxonomie Vue dorsale chez les Anophilinae (à gauche) et les Culicinae (à droite) (Becker et al, 2003, avec légende complétée).....	15
Fig. 15 : Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l’abdomen des larves.....	16
a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker et al., 2003)	16
Fig.16: Soies du siphon et des segments VIII et X d’une larve de Culicinae (Becker et al, 2003, avec légende complétée).....	16
Fig. 18: larve <i>Aedes. Sp</i> (bouabidi et al, 2008).....	17
Fig. 17: Larve <i>Anopheles.sp</i> (originale 2014)	17
Fig. 19 : Aspect général d’une nymphe de culicinae (<i>Culex pipiens</i>). (Berchi, 2000).....	17
Fig.20 : Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et les populations larvaires des Culicidae (Boukraa, 2010).....	19
Fig. 21: schéma des cycles gonotrophique des anophèles.....	22
A: accouplement; F: fécondation (boukraa .S, 2010).....	22
Fig.22: Quelques symptômes de Paludisme (boubidi 2008, Anonyme, 2006)	25

Fig. 23: Cycle biologique de <i>Plasmodium</i> dans l' <i>Anopheles</i> et l'homme(Becker et al., 2003)	26
Fig.24 : Quelques symptômes d'éléphantiasis (Anonyme, 2006 ; Boukraa 2010)	27
Fig. 25 : Cycle biologique de virus de Nile occidental (Boukraa .S, 2010)	29
Fig.26 : Situation géographique de la wilaya d'El Oued.(Mehda,2014)	32
Fig. 27: Coupe hydrogéologique transversale du "CT" et "CI" (Unesco, 1972).	35
Fig. 28 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen appliquée a la région du Souf 2008-2017.	38
Fig. 29: place de la région du souf sur climagramme pluviotherme d'emberger durant 2008_2017	39
Fig. 30: Localisation des sites d'études	42
Fig. 31: Carte géographique de station	42
Fig. 32: gîte du Sidi Mastour (Pré-urbain)	42
Fig. 34: Carte géographique de station	43
Fig. 33: gîte du Souk Libya (urbain)	43
Fig. 35: gîte d'université (pré-urbain)	43
Fig. 36: Carte géographique de station	43
Fig.37: Critères d'identification de <i>Culex pipiens</i>	56
Fig.38: Tarse 4 et 5 de la patte 1 (Gr x100)	56
Fig.39: R2-R3 située avant l'apex de la sous costale (Gr x100)	56
Fig. 40: L'adulte de <i>culex</i>	57
Fig.41: Critères d'identification de <i>Culiséta annulata</i>	58
A : photographie de l'aile B : photographie de tarsomère I de patte C : photographie de siphon respiratoire de	58
(photo personnel 2019)	58
Fig.42: critères d'identifécation de <i>Culiseta longiareolata</i>	59
a : la partie céphalique b : siphon respiratoire	59
c : forme l'antenne d : taille siphon respiratoire	59
(photo personnel 2019)	59
Fig.44: Antenne de <i>Cs.longiareolata</i> (Gr x100)	59
Fig.43: Siphon de <i>Cs.logiareolata</i>	59
(Grx100)	59
Fig.45:l'adulte de <i>culiseta longiariolata</i> observé par la loupe binoculaire (original 2019).	60
Fig:46Ae. Dzyta	60
Fig:47 Ae.dzyta	60
Fig:48Ae. Dzyta	60
Fig:49: Forme du siphon Ae. caspius	61

Fig:50: Ae.caspius Dents du peigne siphonique (Gr ×100)	62
Fig:51:Ae.caspius Forme du siphon (Gr ×40).....	62
Fig:52:Ae.caspius Vue dorsale thoracique(Gr ×40).....	62
Fig:53:d' imago Ae caspius La tête de l'adulte (Gr ×40).....	62
Fig:55: <i>Ae. Dorsalis</i>	63
Fig:54: <i>Ae. Dorsalis</i> (Gr×10)	63
Fig:56: <i>Aedes detritus</i>	64
Fig:57:Tarsomère 4et 5 de la patte 1 d' <i>Or.pulcripalpis</i> (Gr : x100).....	64
Fig:58: <i>Or.pulcripalpis</i>	65
Fig:60: Siphon respiratoire	66
Fig:59:Absence de la frange d'écaille (gr : x100).....	66
Fig:61 : Résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la région d'El-Oued.....	69
Fig:62:l'abondance relative des espèces de Culicidea dans la région d'el-oued ou est les pourcentage % dans le graphe et il faut respecté l'homogénéité des graphe (c-a-d les même dimension)	70
Fig:63 : la structure des espèces des Culicidés inventorié sur les 2 sites d'études.....	71
Fig:64:Résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la zones (urbaine ;A , préurbaine ; B) d'eloued.....	72
Fig:65: Taux de fécondité (nombre d'œufs pondus par toutes les femelles) sang – et sang +.	74
Fig:66: Taux de fertilité (nombre d'œufs pondus par toutes les femelles) sang – et sang +..	75
Fig:67 : Relation entre la densité larvaire et la DBO5.	76
Fig:68: Relation entre paramètres physico-chimique et la densité moyenne	77
Fig:69: le taux du salinité dans chaque gites étude	78
Fig:70: Relation entre paramètres physico-chimique et la densité moyenne	79
Fig:71 : paramètres physico- chimique des gites sidi Mastour . Université.....	79
Fig:72: paramètres physico- chimique des gites souk libya ,Université et sidi mastour.....	80
Fig:73: Paramètres physico- chimique des gites souk libya et Université et Sidi mastour	81

Liste des tableaux

Tableau 1: Températures maxima, minima et moyennes mensuelles de la région du Souf durant les dix dernières années (2008 à 2017)	35
Tableau 2: Précipitations mensuelles du Souf durant l'année 2017	36
Tableau 3: humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2017. .	37
Tableau 4: Moyenne mensuelle du vent de la région d'etude durant l'année 2017.....	37
Tableau 5 : Récapitulatif des sites d'étude	41
Tableau 6: Matériel et produits utilisés	45
Tableau 7 : Estimation de la densité larvaire	46
Tableau 8 : Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude.	54
Tableau 9: Richesse totale des espèces du Culicidae au niveau de la région d'El Oued.....	66
(d'Octobre 2018 à Mai 2019).....	66
Tableau 10 : Résultat sur l'indice de diversité de shanonnon-weavre et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études	67
Tableau 11: nombre et pourcentage des genres dans la région d'el oued.....	68
Tableau 12: abondances relatives appliquées aux espèces de culicidae.	69
Tableau 13: étapes de cycle biologique du genre:.....	73
Tableau 14 : Effets de la composition physico-chimique de l'eau des gites sur la densité larvaire	75

Liste des abréviations

Cx	<i>Culex</i>
Cs	<i>Culesita</i>
Ae	<i>Aedes</i>
Cs. Longiarelota	<i>Culiseta longiarelota</i>
Ae. Dzeta	<i>Aedes dzeta</i>
Ae.caspuis	<i>Aedes caspius</i>
Ae.dorsalis	<i>Aedes dorsalis</i>
Ae.detritus	<i>Aedes detritus</i>
Or. Pulchripalpis	<i>Orthopodomyia pulchripalpis</i>
Ur.unguiculata	<i>Uranotaenia unguiculata</i>
T	Température
DBO5	Demande biochimique d'oxygéné
DCO	Demande chimique d'oxygéné
MES	Matière en suspensions

Introduction

Introduction

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). En terme d'importance épidémiologique mondiale pour l'homme, les moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs, ensuite celui des Acariens, suivi par les Tiques et enfin les Puces (Lecointre & Hèrvé, 2001). La majorité des pays de l'Afrique tropicale et sous tropicale offre un environnement favorable au développement des Arthropodes nuisibles et des vecteurs de maladies qui sont des facteurs limitant majeurs de la production alimentaire (Icipe, 1994).

Les diptères piqueurs sont des insectes volants dotés d'une paire d'ailes qui se nourrissent en suçant le sang de l'homme et des animaux. Dans de nombreuses régions du monde, ils créent, par leurs piqûres, une nuisance considérable. De plus et c'est plus grave, ils véhiculent de nombre maladies, surtout sous les tropiques où ils sont la cause d'une morbidité et d'une mortalité importantes. Le groupe le plus important de diptères piqueurs est constitué par les moustiques. Ce sont des insectes au corps long et grêle, dotés de longues pattes et de longues pièces buccales en forme d'aiguille (OMS, 1999). Seules les femelles piquent(hématophage) leurs pièces buccales vulnérantes sont composées de six stylets mobiles dans une gaine, Un repas de sang est nécessaire à ces femelles pour la maturation de leurs œufs. Les mâles inoffensifs, se reconnaissent immédiatement à leurs antennes plumeuses (Remi Coutin). Ils vivent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux urbains. Dizaine espèces des genres *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* et *Mansonia*: sont particulièrement agressives vis-à-vis de l'homme. Trois de ces espèces prédominent: *Aedes caspius*, *Aedes detritus* et *Culex pipiens*.

Parmi les maladies transmissent à l'homme par les moustiques on trouve en premier place le paludisme (malaria : fièvres cycliques) qui touche 500 millions de personnes dans le monde et qui cause plus d'un million de décès humains chaque année, principalement dans les régions tropicales d'Afrique, Amériques et en Asie. l'*Anopheles gambiae* est le principal vecteur de paludisme à *Plasmodium falciparum* en Afrique sub-saharienne (El ouali lalami et al., 2009). Puis la fièvre jaune et 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 ou encore la peste échine. Et même pour les animaux, comme la myxomatose, la lourdigé et la filariose canine. (Schaffner,(a) 2004 ;Himmi, 2007).Outre leur rôle vecteur la nuisance générée par la piqûre douloureuse et la prolifération de certaines espèces particulièrement dans les régions touristiques, ainsi que l'introduction accidentelle d'espèces, représente une menace sanitaire, cela rend indispensable la mise en œuvre de campagnes de lutte, à leurs égard (Schaffneret al ., 2001). Ainsi que La place importante qu'occupent les moustiques dans la faune terrestre comme dans la faune macrobiotique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces insectes un bon matériel d'étude pour les biologistes (Anonyme, 2007).

L'élimination des maladies à transmission vectorielle repose essentiellement sur la lutte contre le vecteur, Cette lutte ne peut être efficace que par la connaissance la plus complète possible de ces vecteurs et leur répartition dans l'espace et dans le temps, malheureusement la faune Culicidienne est encore mal connue dans la région d'El Oued ce qui nous pousse d'effectuer une étude préliminaire sur la systématique et la dynamique de cette population Culicidienne dans notre région(El Oued).

Dans ce cadre La présente étude comprendra trois volets :

1. Ecologie et Biologie des moustiques de la faune Culicidienne

- Préciser les préférences écologiques des populations larvaires au niveau des gîtes : urbain/périurbain/rural,

- Définir les caractéristiques biologiques liées à la reproduction des adultes : fécondité (nombre d'œufs pondus), fertilité (nombre de larves néonates), autogénie (capacité à pondre sans repas sanguin)/anautogénie (un repas de sang est indispensable) des femelles et mode d'accouplement sténogamie (capacité à s'accoupler en cage)/eurygamie (nécessité d'un grand espace pour l'accouplement) et enfin estimer le cycle de développement.

2. Préciser la position taxonomique des espèces récoltées de la faune Culicidienne: la détermination systématique des espèces de moustiques de la région d'étude à l'aide d'un logiciel d'identification "Moustique d'Afrique du Nord"
3. Analyse physico-chimique de l'eau de chaque gîte étudié (dans le but de préciser la répartition spatial des populations larvaires au niveau des gîtes).

Chapitre I

Généralité sur les moustique

I. Généralité

I.1. Présentation du Matériel Biologique :

Les Culicidés ont pour nom commun « Moustique » (ancien nom : Cousins). (Schaffner (a), 2004). Elles constituent le groupe de vecteurs le plus important en santé publique humaine ; sont des Nématocères, Holométaboles, présentant des stades pré imaginaires aquatiques (œufs, larve, nymphe,) et un stade aérien (adulte ou imago) (Ben Malek, 2010 ; Shaffner(a), 2004)

I.1.1. Position Systématique:

La famille des culicidés appartient à l'un des plus importants ordres de l'embranchement des arthropodes ; l'ordre des diptères qui se divise lui-même en deux sous ordres ; les Brachycères et les Nématocères (Grassé et al, 1970).

Les moustiques ont été classés dans trois sous-familles : les Culicinae, les Anophelinae et les Toxorhynchitinae constituée d'un seul genre Toxorhynchites qui sont des moustiques de grande taille et inoffensifs au stade imaginal (Dieng, 1995). Les Toxorhynchitinae ont peu retenu l'attention des entomologistes médicaux car leurs femelles ne sont pas hématophages (Henrique, 2004).

I.1.1.1. Carte d'identité systématique :

Série : Métazoaires	-Invertebrata → organismes pluricellulaires mobiles
Embranchement : Arthropodes	-Euarthropoda → corps et pattes segmentés
Phylum : Hexapodes	-Hexapoda → 3 paires des pattes, trachées
Ordre : Diptères	-Diptera → 1 paire d'ailes, 2 ^e = balanciers
Sous-ordre : Nématocères	-Nematocera → antennes longues
Famille : Culicidés	-Culicidae → trompe piqueuse- suceuse

(Schaffner,(a) 2004)

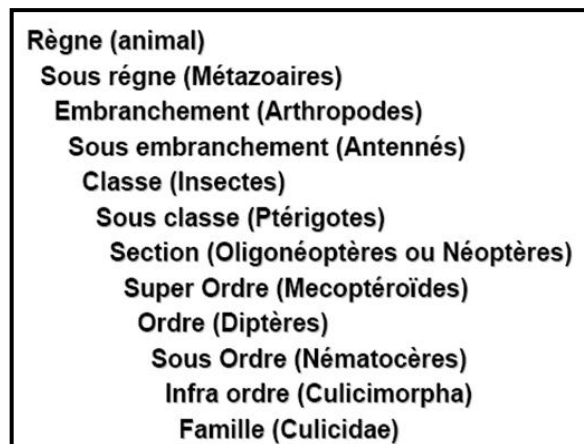


Fig 1: la systématique des culicidae. (Boubidi, 2008)

I.1.1.2. Données sur les culicidae d'Algérie:

La faune de l'Afrique de nord est composée de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, en sept genres et en dix-sept sous –genres (Brunhes et al, 1999) (Fig.2) dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (Brunhes et al, 2000)

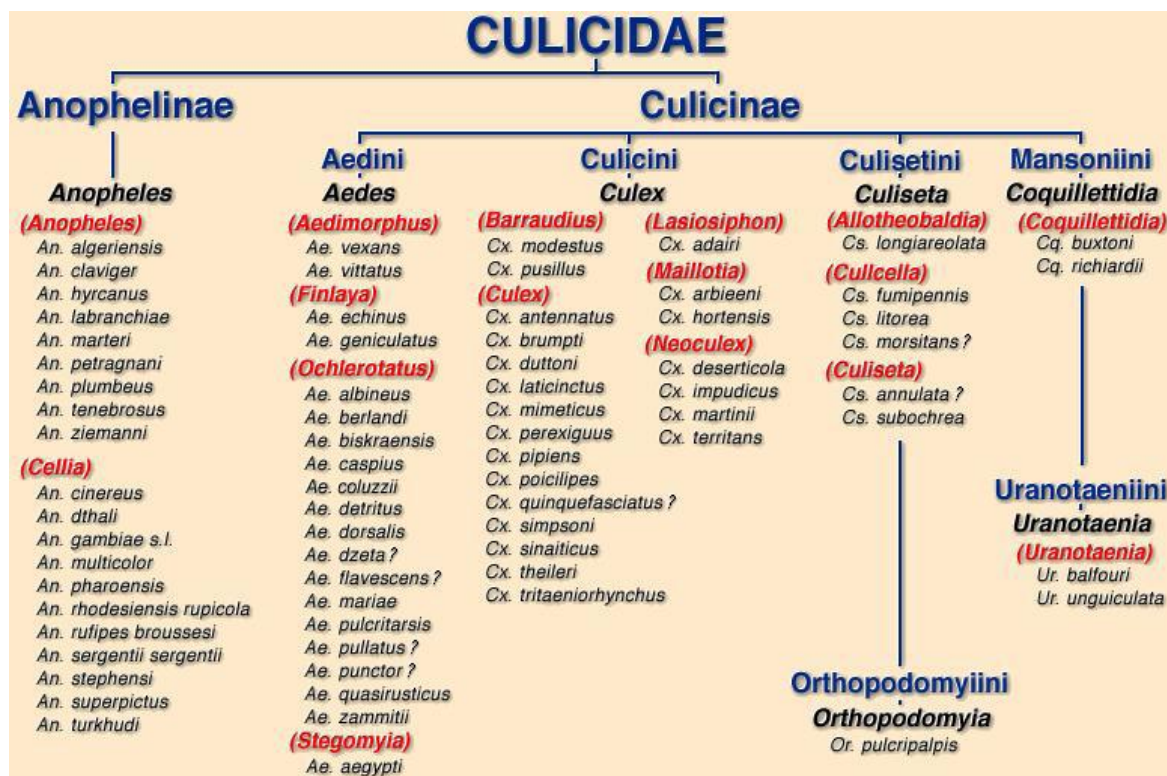


Fig 2 : Classification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne.(Brunhes et al, 1999)

- ❖ En Algérie seules les deux sous-familles *Culicinae* et *Anophelinae* sont représentées (Berchi, 2000) avec six genres représentés comme suit :
- ❖ Dans la sous famille d'Anophelinae; qui comprend un seul genre, *Anophèles* (Meigen, 1818)
 - Dans la sous famille du Culicinae ; qui comprend cinq genres, *Culex* (Linné, 1758), *Aedes* (Meigen, 1818), *Culiseta* (Neveu Lemaire,1902), *Orthopodomyia* (Theobald,1904), *Uranotaenia* (Lynch Arribalzaya,1904).

Les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 48 illustrées dans le tableau 01 (Brunhes et al, 1999).

I.1.2. Morphologie :

Morphologiquement les Culicidés sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles (6 à 40 articles), des ailes pourvues d'écailles, les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-sueur. (Alayat, 2012), 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 sa est important en systématique Culicidienne

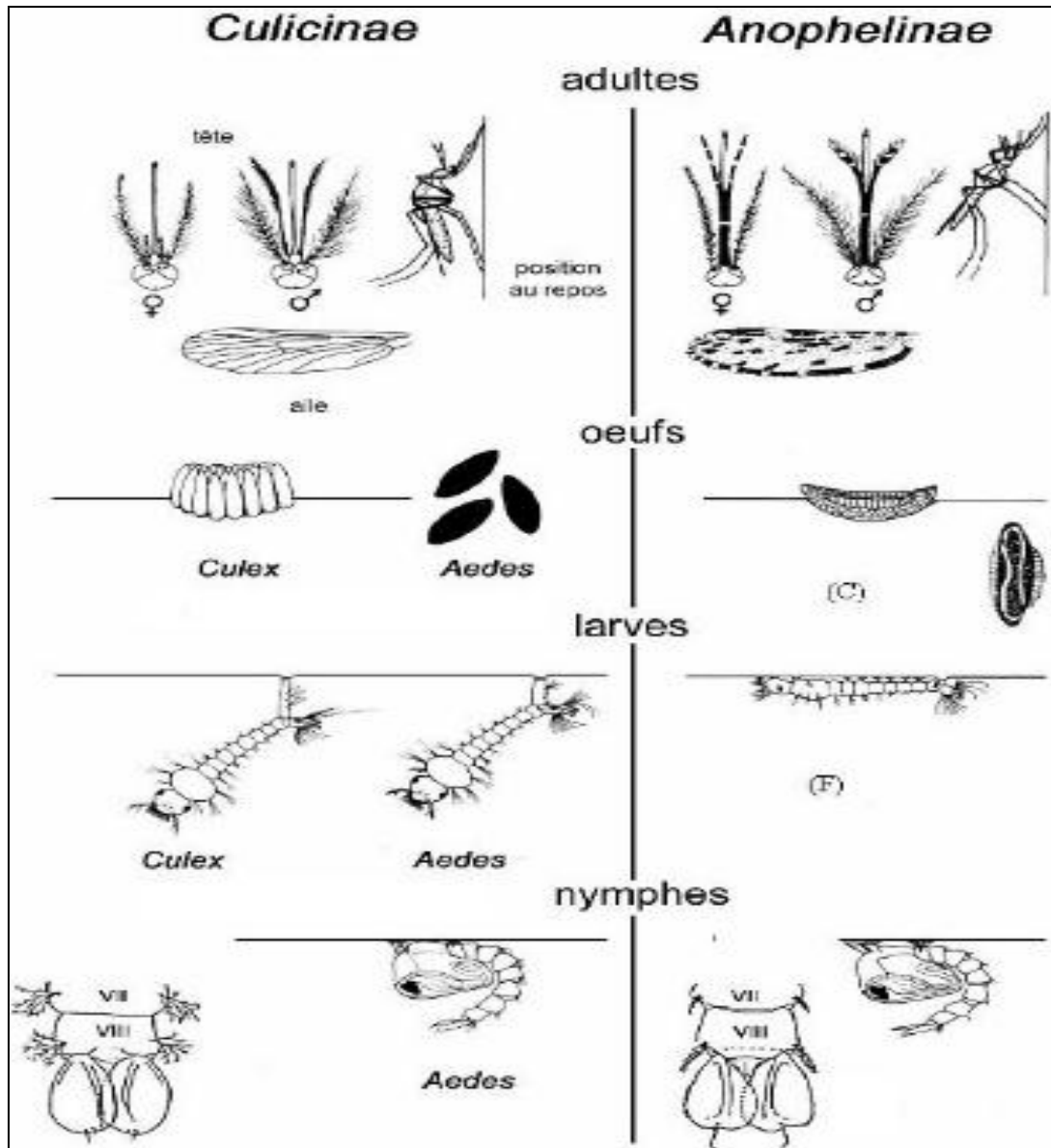


Fig 3 : les différences morphologiques entre les *Culicinae* et l'*Anophelinae* (Boubidi, 2008 (b))

I.1.2.1. Adulte ou imago :

Présente une taille de 05 à 20 mm un corps composé de trois parties distinctes : tête, thorax, et abdomen. (Ben Malek, 2010) ; l'abdomen recouvert d'écailles ; palpes courts chez les femelles, longs chez les mâles (pour les Anophelinae longs chez les deux sexes), scutellum trilobé ; 01 ou 03 spermathèque (Boubidi (b), 2008).

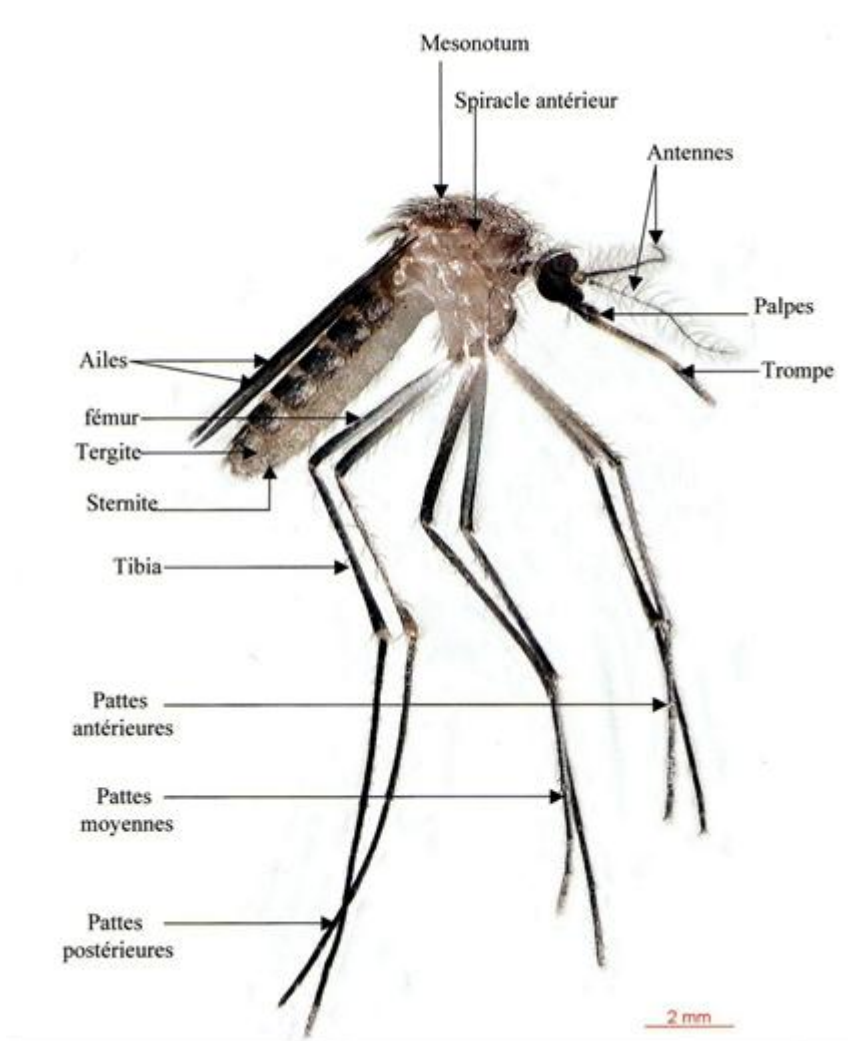


Fig 4 : Morphologie du Moustique femelle *Cx.pipiens* (Boukraa, 2010)

- **Tête :**

De forme générale globuleuse, elle porte des yeux à facettes, volumineux et presque jointifs (séparés par une bande frontale étroite), souvent de couleur bleue ou verte métallique, ainsi qu'une d'antennes à 15 segments plumeuses chez le male et 16 segments presque glabres chez la femelle ; les appendices sont de type piqueur suceur. (Himmi, 2007). Les deux premiers articles appelés respectivement scape et pédicelle et les articles suivants forment le flagellum, portant à leur base des verticilles de soies, dont la longueur et le nombre varient suivant le sexe. L'appareil buccal de type piqueur-suceur est constitué par une trompe allongée, très développée, toujours dirigée en avant, droite ou courbée (Rodhain et Perez, 1985). Cette dernière est constituée chez la femelle, qui seule hématoophage, par une gaine en gouttière (lèvre inférieure ou labium) à concavité tournée vers le haut et terminée par deux lobes sensoriels appelés labelle. Le labium renferme 6 stylets dont l'ensemble forme

l'appareil vulnérant. Ces stylets comprennent deux mandibules, deux maxilles, l'hypopharynx contenant un canal de petit diamètre (canal salivaire) et le labre (épipharynx). En se réunissant les deux derniers, forment l'appareil suceur.

De tous les stylets terminés en pointe, seuls les maxilles sont dentées en scie à la partie apicale.

Lors de la piqûre, le labium ne pénètre pas dans les téguments mais se replie à leur surface. De part et 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 Anophilinae 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 (Callot et Helluy, 1958 ; Becker et al, 2003).

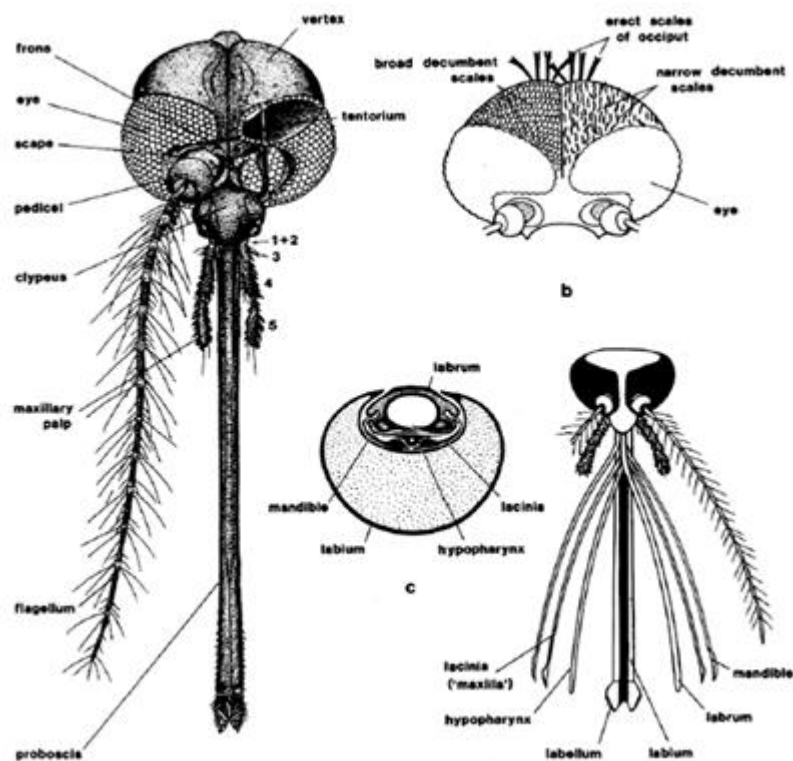


Fig 5 : partie céphalique (la tête) d'un moustique (Boubidi . (a), 2008)

- **Thorax :**

Le thorax du moustique avec ses diverses sclérotites a fait l'objet de nombreuses études ; parmi les principaux auteurs, il faut citer (Howard et al, 1912)

Le thorax est large et trois séries successives de soies plus ou moins ramifiées en marquent les trois régions autrement indistinctes. Les paires de soies symétriques sont numérotées 0-P à 14-P sur le prothorax, 1-M à 14-M sur le mésothorax et 1-T à 13-T sur le métathorax. (Becker et al, 2003) signalent que seules les soies pro-thoraciques présentent un intérêt taxonomique

(Fig.06). Chez les *Uranotaenia*, quelques soies mésothoraciques et métathoraciques peuvent aussi être modifiées et participer à la distinction des espèces (Ramos et Brunhes, 2004).

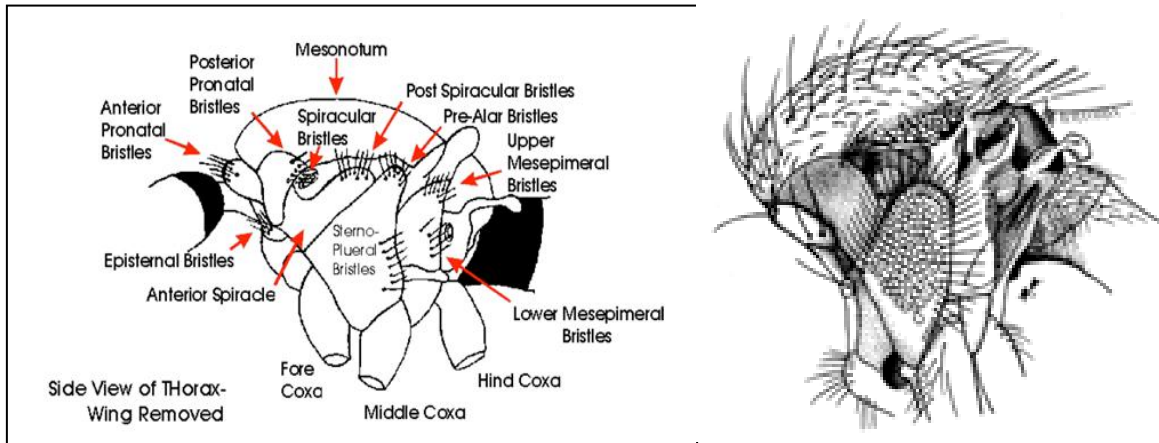


Fig 6 : morphologie de thorax Culicidienne ((Boubidi, 2008(a))

- **Aile :**

La membrane alaire, transparente, est soutenue par des nervures longitudinales et transversales délimitant entre elles les cellules dont les plus importantes au niveau systématique sont celles qui sont comprises entre les deux fourchettes radiales R2+3 et R4+5. En outre, ces nervures portent des écailles et le bord postérieur de l’aile est orné d’une frange d’écailles. Des écailles de formes, de couleurs et de dispositions variées, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (Hegh, 1921 ; Becker et al, 2003).

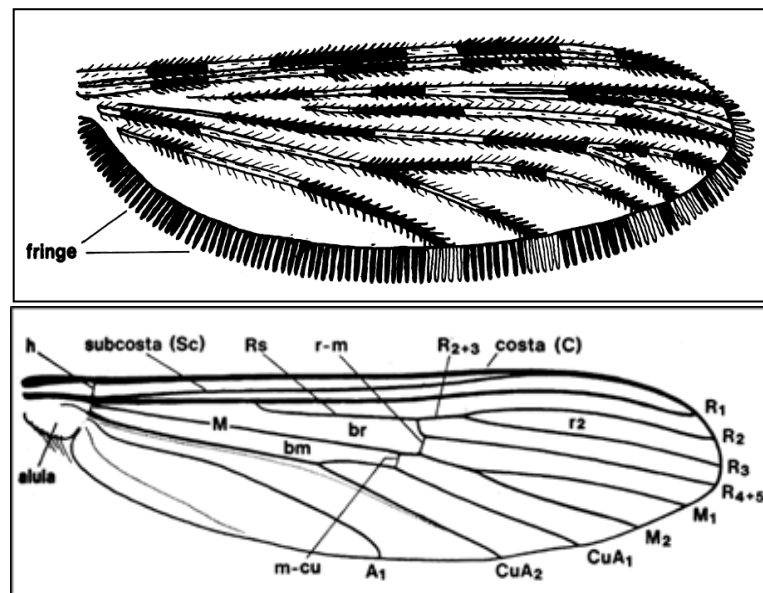


Fig 7 : Morphologie des ailes chez les Moustiques ((Boubidi, 2008 (a))

- **Pattes :**

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter ; un fémur, un tibia et les trases comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le ciquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la premier paire de patte du male. Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux baseaux, apicaux ou opicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique. (fig.08). (Bendali, 1989).

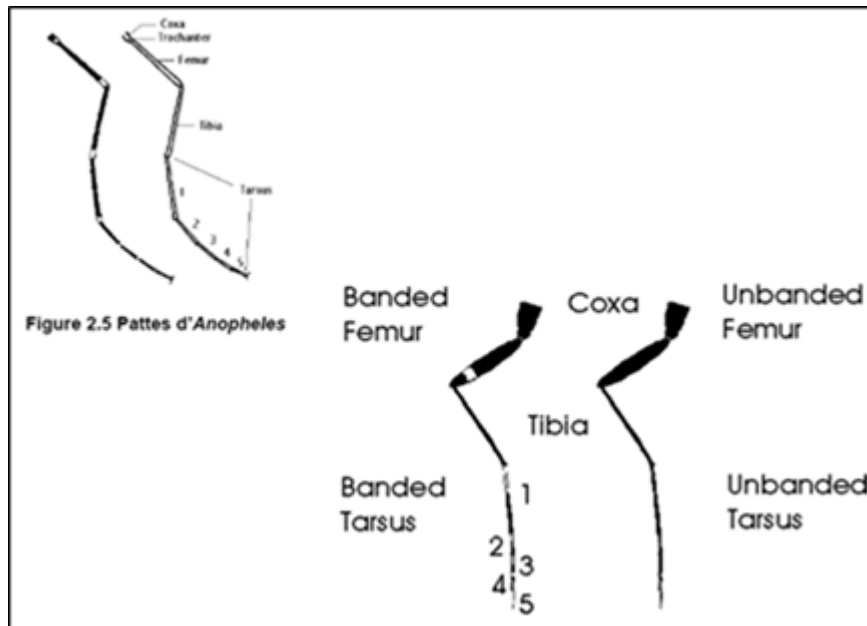


Fig 8 : structure de la patte d'un Culicidae (Boubidi , 2008(a))

- **Abdomen :**

Il est formé de dix segments, mais seuls les huit premiers sont différenciés et visibles extérieurement. Ils sont composés chacun d'une plaque chitineuse dorsale, le tergite et d'une plaque ventrale ou sternite reliées par une membrane souple latérale. La localisation des écailles et des soies, leur couleur et leur disposition sur les tergites abdominaux sont très variés (écailles absentes chez les Anophilinae). Les deux derniers segments abdominaux, sont modifiés pour les fonctions reproductrices. Les appendices génitaux ou génitalia du mâle (hypopigium) sont pourvus de diverticules anatomiques complexes et fournissent les meilleurs caractères de systématique. Le IX^e segment comporte trois articles dont le gonocoxite de forme ovoïde, le gonostyle mince et allongé et un 3^{ème} article généralement réduit à une petite dent ou épine. (Knight et Laffoon, 1971)

- **Génitalia:**

Les génitalia des Nématocères sont très complexe et comme ceux de la plupart des Ptérygotes, difficiles à comprendre. Les segments génitaux VIII et XI sont les plus modifiés,

ils portent le gonopore et les organes externes d'accouplement.

- **Mâle :**

Chez le moustique les génitalia mâles se distinguent de ceux de la femelle par la présence de grands forceps. Les Terminalia mâles ont été étudiés par de nombreux auteurs, il faut citer Edwards (1920, 1941), Christophers (1922), Christophers et Barraud (1931), Snodgrass (1957, 1959), Harbach et Knight, (1980). Terminalia mâle (ou hypopygium), qui comprend les 9^{ème} et 10^{ème} segments, subit comme beaucoup de Nématocères, un phénomène d'hémi rotation de 180°, amenant la face ventrale en position dorsale. Cette circumversion se produit 4 heures après l'émergence. Très schématiquement, l'hypopygium se compose : du IX^{ème} segment qui porte notamment deux forcipules d'une part, formé chacun de trois parties : coxite (présentant 2 ou 3 lobes : basal apical, éventuellement parbasal), style, griffe et souvent deux claspettes. Le dixième segment, ou segment anal au niveau duquel se remarque le pénis (phallosome ou édéage) muni parfois, d'apophyse est entouré de deux paramètres qui sont souvent des protubérances d'aspects très variés (en oursin chez les *Culex*). Deux latéraux basaux, plus ou moins développés insérés à sa base (Fig.09).

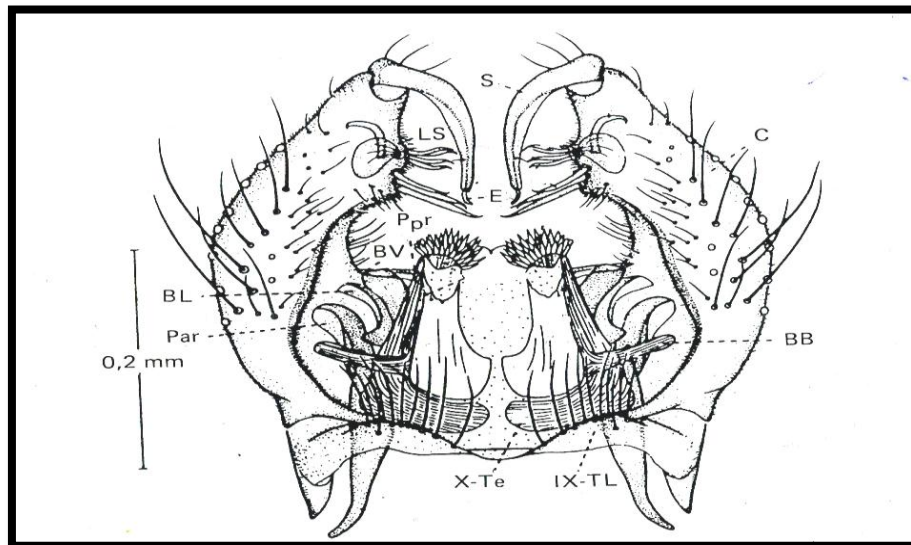


Fig 9: Morphologie de l'hypopygium chez les moustiques mâles (genre *Culex*); BB: bras basal; BL: bras latéral; BV: bras ventral; C: coxite; E: épine du style; LS: lobe subapical; par: paramètre; Ppr: paraprocte; S: style; IX-TL: lobe du tergite IX; X-Te: tergite X (Harbach & Knight, 1980).

Femelle:

L'étude des Terminalia femelle est basée surtout, sur les travaux de Macfie et Ingram (1922), Christophers (1923, 1960), Davis, (1926), Gregbine, (1966). Elles sont différentes et difficiles à interpréter que ceux des mâles, possédant une morphologie relativement simple et un rôle taxonomique mineur, qui se présente dans la détermination du genre. Elles gardent

leur position primitive, pas d'inversion, L'atrium ou chambre génitale où s'ouvrent l'oviducte, le conduit de la spermatèque et de la glande à mucus est un anneau sclérifié entourant le gonopore (Fig.10). Sur le plan morphologique, le huitième segment est bien développé tandis que le segment neuf est très réduit. L'orifice du rectum s'ouvre entre la plaque postérieure génitale et une paire de cerques dorsaux portant des soies. L'orifice vaginal, placé ventralement, est limité par deux lèvres qui en obstruent la lumière. L'appareil génital femelle interne est formé de deux ovaires composés d'ovarioles. Dans chaque ovaire se trouve un oviducte interne (calice) dans lequel débouchent les ovarioles. A la sortie des ovaires, les deux oviductes externes se réunissent pour former l'oviducte commun, qui est suivi d'un vagin dans lequel s'ouvrent les deux canaux des trois spermathèques, ensuite suit la bourse copulatrice (Mondet, 1993).

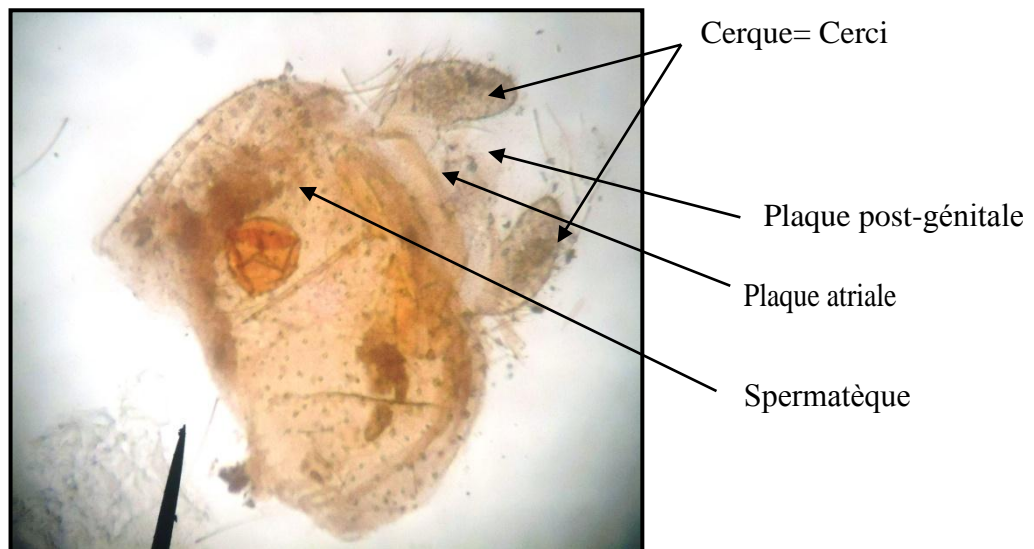


Fig 10:Terminalia femelle de *Culiseta longiareolata* (Bebdali-Saoudi et al, 2014).

I.1.2.2. Œufs :

Les œufs peuvent être pondus isolément ou en amas, sur la surface de l'eau ou à sec. Au moment de la ponte, ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noire. (Becker et al, 2003)

D'après Schaffner(2004), Les œufs sont pondus isolement sur le sol ou sur un support aproximate de l'eau (*Aedes*) ou sur l'eau (munis de flotteurs :*Anopheles*) ou en un amas flottant ou nacelle(*Culex ;Culiseta*).

Les variations de forme, de taille et de coloration des œufs des Culicidae ont parfois été utilisées en taxonomie, notamment pour distinguer des espèces d'anophèles très proches les unes des autres (Rodhain et Perez, 1985).

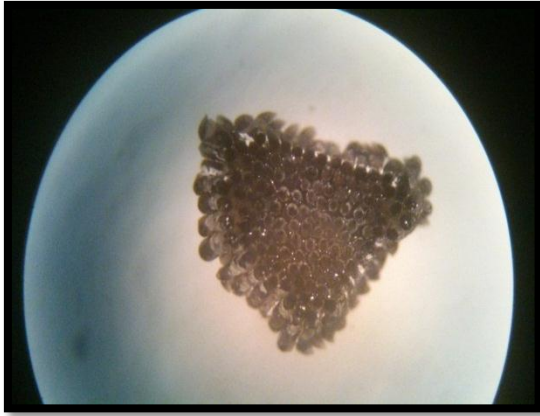


Fig.11 : nacelle d'œufs de *Culiseta annulata*
(originale, 2014)



Fig.12 : Forme type des œufs d'Anopheles
(*A. gambiae*) (Berchi, 2000)

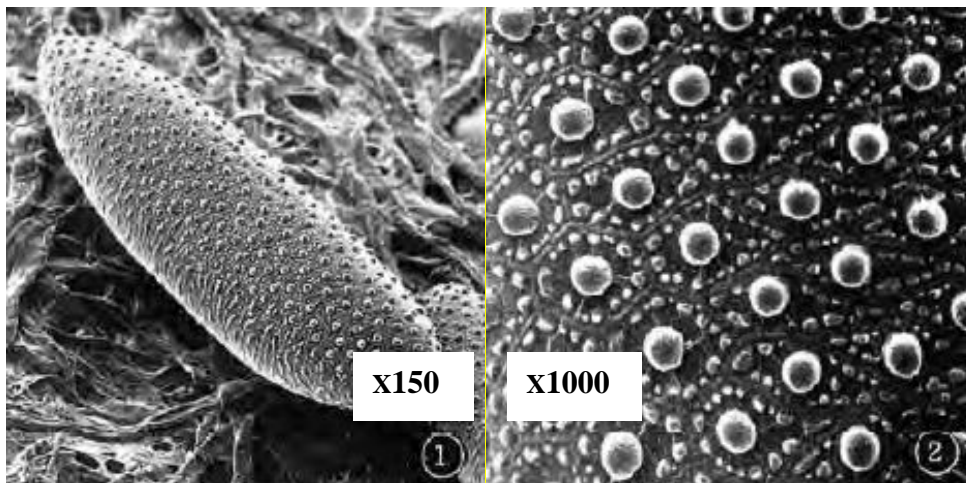


Fig.13 Ornementation de l'exo-chorion d'un œuf d'*Aedes* (*Ae. albopictus*) (Matsuo et al., 1972)

I.1.2.3 Larves :

Ce stade est aquatique. Les larves de Culicidae se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes. Ces larves sont clairement constituées de trois parties (Belayadi, 2010).

- **La tête :**

Partie du corps fortement chitinisée légèrement allongée, et plus ou moins aplatie dorso-ventralement. Elle comprend trois plaques chitinsées :

- une plaque médiodorsale (fronto-clypéus), losangiques, portant chez la larve du stade I, le bouton céphalique d'éclosion ; Deux plaques latérales (plaques épicroâniennes), symétriques portant les antennes et les yeux. Ces sclérites portent des sois de grande importance taxonomique.

Le labre porte une paire d'organes particuliers, les brosses buccales, constituées de longues sois courbes, ayant un rôle préhensile

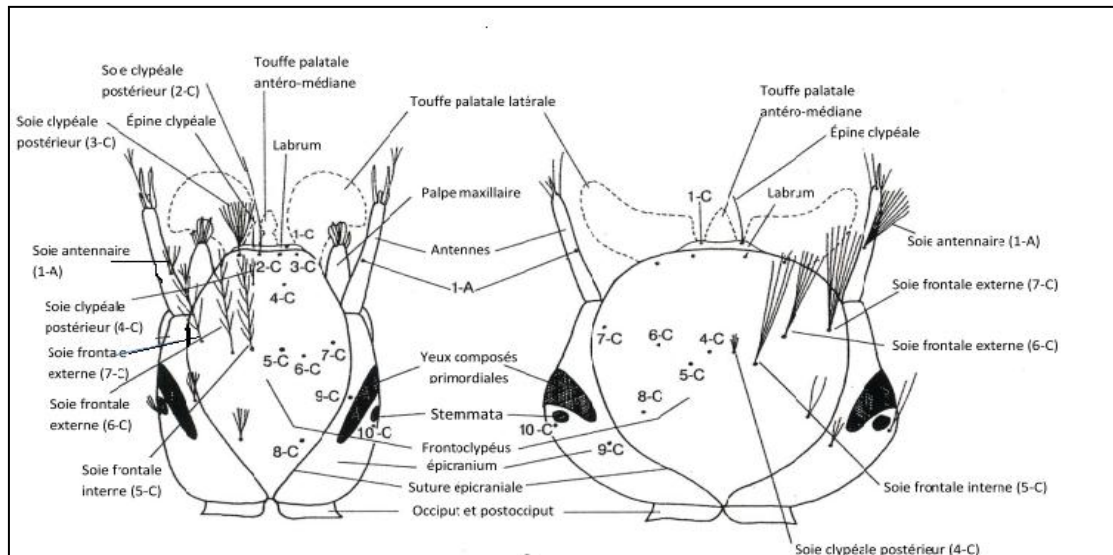


Fig. 14 : Morphologie externe de la tête des Culicidae, en mentionnant les caractères les plus utilisés en taxonomie Vue dorsale chez les Anophelinae (à gauche) et les Culicinae (à droite) (Becker et al, 2003, avec légende complétée)

- **Le thorax :**

De forme globuleuse, légèrement aplatie dorso-ventralement, il est formé de trois segments soudés (prothorax, mésothorax et métathorax), dont la destination se fait uniquement à l'aide de la chétotaxie. Celle-ci est essentielle dans la détermination des espèces du genre *Anopheles*, surtout les prothorax antérieurs submédianes numérotées 1,2 et 3 dans le système de PURI-MARTINI (Senevet, 1935).

- **L'abdomen :**

Il est composé de neuf segments apparents. Les sept premiers sont à peu près semblables et peuvent porter des soies ou des sclérites ayant souvent une importance taxonomique. Le huitième segment porte des organes respiratoires ; orifice stigmatique sessiles chez les *Anophelinae* et formant le siphon dorsal chez les *Culicinae* et les *Aedinae*.

Ce siphon porte deux types de formation systématique : le peigne siphonique, constitué de deux rangées d'épines ventrolatérales, longitudinales et symétrique ; les soies siphoniques, paires mais parfois asymétriques, disposées le plus souvent en touffes subventrales ou basales, quelques fois latérales ou subdorsales. (Himmi, 2007)

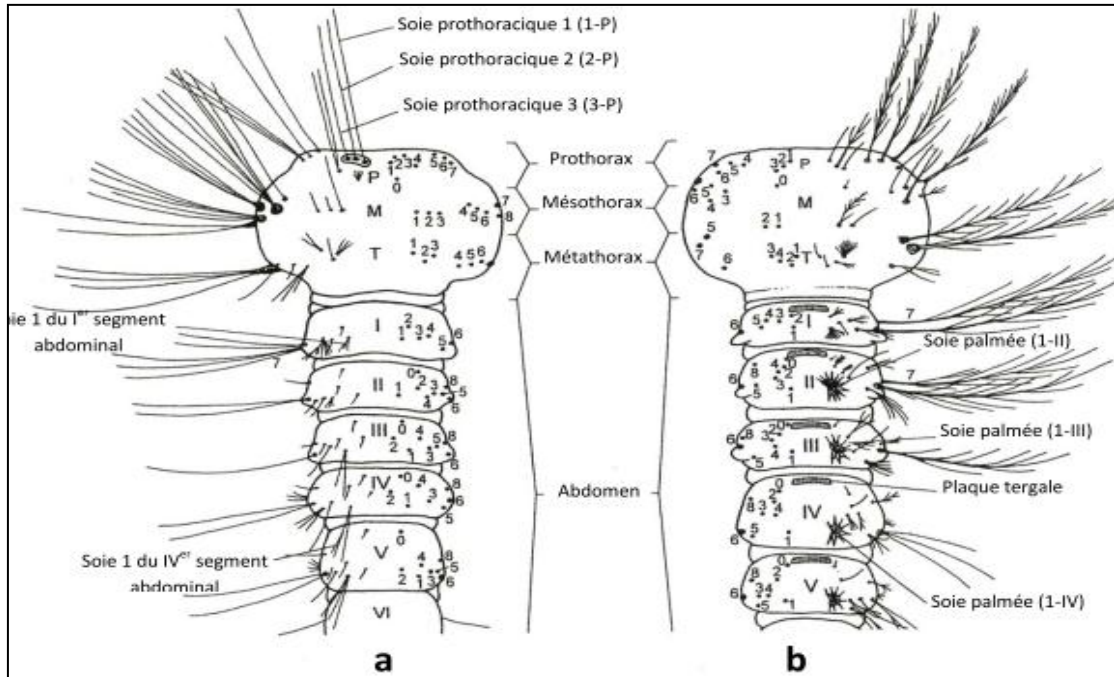


Fig. 15 : Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves

a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker et al., 2003)

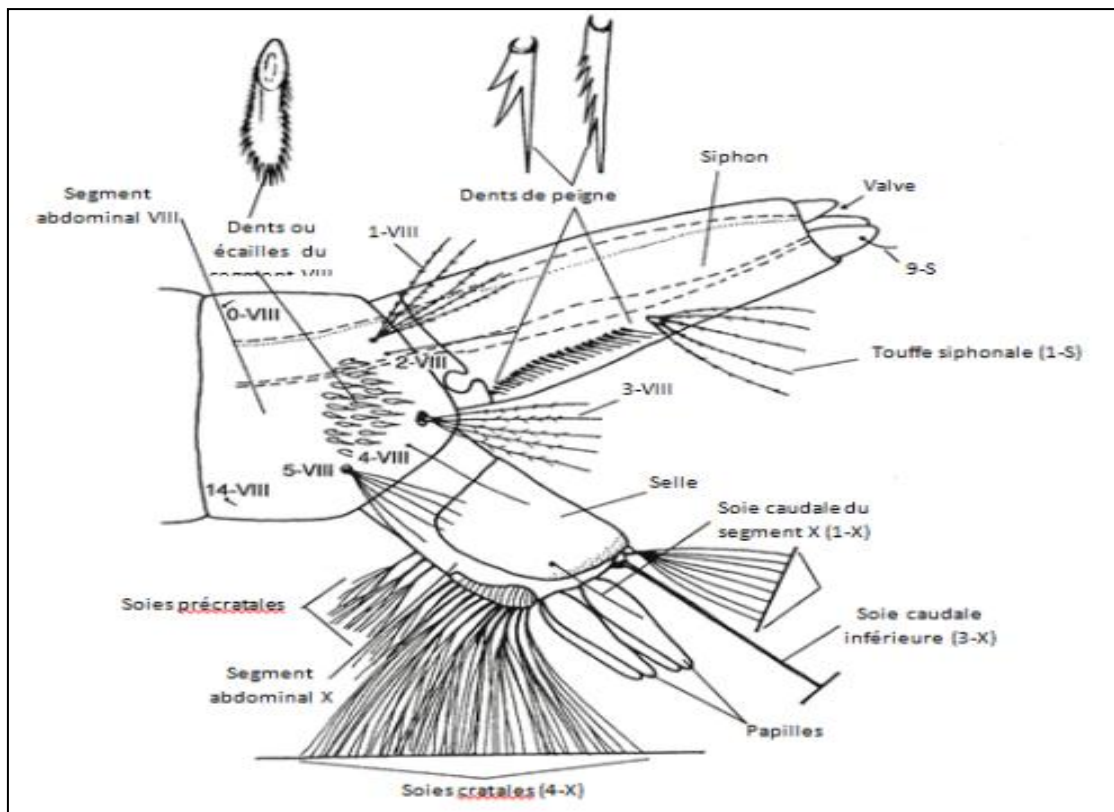


Fig.16: Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae (Becker et al, 2003, avec légende complétée)



Fig. 17: Larve *Anopheles.sp* (originale 2014) **Fig. 18:** larve *Aedes. Sp* (bouabidi et al, 2008)

I.1.2.4 Nymphes:

La nymphe des Culicidae ou pupae en anglais, se caractérise par une tête et un thorax réunis en une seule masse globuleuse, le céphalothorax, et une partie postérieure effilée et recourbée constituant l'abdomen ; ce dernier donne à la forme générale de la nymphe un aspect d'une virgule. Sur le sommet de la portion céphalothoracique se projettent deux trompettes respiratoires de formes très variables – souvent longues et cylindriques - équivalents physiologiques du siphon respiratoire de la larve. L'abdomen de la nymphe de Culicidae est composé de huit segments - visibles - où chacun d'eux porte des soies caractéristiques. Une soie palmé se trouve généralement au niveau de premier segment, cependant, le dernier segment est muni de deux palettes natatoires transparentes souvent ornées de denticules et de soies (Hegh, 1921 ; Rodhain et Perez, 1985).

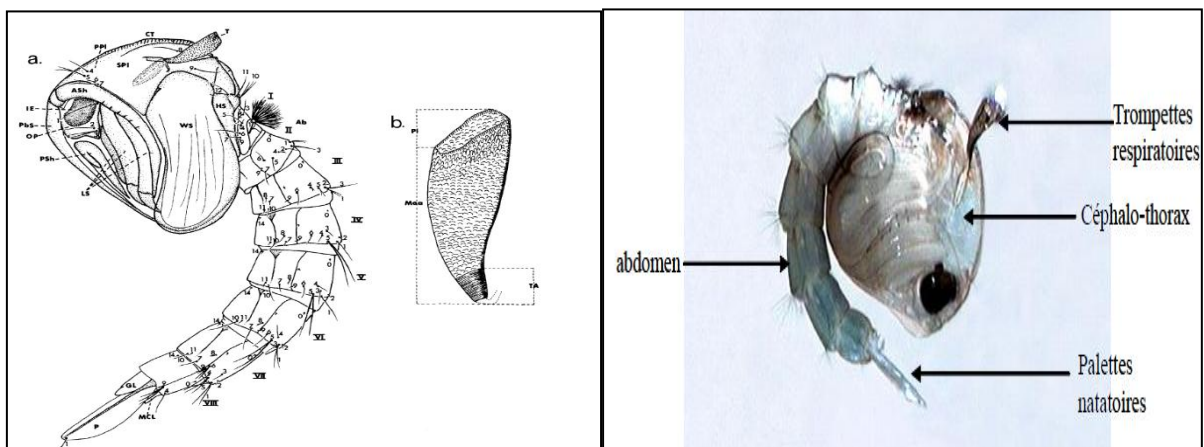


Fig. 19 : Aspect général d'une nymphe de culicinae (*Culex pipiens*). (Berchi, 2000)

I.1.3 Bio-écologie et Ethologie des larves :

Les larves de moustiques sont aquatiques. Elles se trouvent, au repos, sous la surface de l'eau, respirant l'air atmosphérique en faisant affleurer les spiracles qui s'ouvrent à l'extrémité du

siphon respiratoire. Très mobiles, les larves plongent en profondeur lorsqu'elles se sentent menacées ou pour la recherche de leur nourriture. Les larves ont une croissance discontinue et subissent 4 mues, lui permettant de passer d'environ 2 à 12 mm de long, la durée des 4 stades larvaires est habituellement de 8 à 12 jours lorsque les conditions de température sont favorables, à chaque mue est abandonnée dans l'eau l'exuvie (tégument externe) du stade précédent et la dernière mue transforme la larve du 4^{ème} stade en nymphe. (Alayat 2012)

La nymphe, également aquatique, est mobile mais ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade, qui varie entre 2 à 5 jours. Elle prélève l'air atmosphérique grâce à deux trompettes respiratoires. Le stade nymphal est un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques qui l'amènent du stade larvaire, aquatique et saprophyte, à la forme adulte, aérienne et habituellement hématophage chez les femelles. (Alayat 2012)

A la fin de ce stade, le tégument de la nymphe se fend sur le dos suivant une ligne longitudinale. Par cette ouverture, le moustique adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes, son abdomen, abandonnant dans l'eau l'exuvie nymphal. Ce phénomène de l'émergence dure environ 15 minutes durant lesquelles l'insecte se trouve exposé sans défenses à de nombreux prédateurs de surface (Rodhain et Perez, 1985).

I.1.3.1 Gîtes larvaires et influence de leurs composantes sur le développement des larves:

Les gîtes larvaires susceptibles de recevoir des pontes, sont constitués par des collections d'eau dont le type est extrêmement variable suivant l'espèce. Certaines espèces de moustiques sont d'ailleurs extrêmement strictes, alors que d'autres semblent très peu exigeantes. C'est en effet à la femelle pondreuse que revient le choix du gîte. Ce dernier se différencie selon l'importance de sa couverture, en biotope ombragé (sciaphile) ou ensoleillé (héliophile), selon les caractéristiques chimiques de l'eau douce (dulçaquicole) ou salée (halophile) et selon la taille du gîte, grande dimension (rivage de lac, de grand fleuve) ou très petite taille (creux d'arbre, empreinte de pas, petits récipients artificiels) (Rodhain et Perez, 1985).

De multiples facteurs peuvent aussi être pris en considération, tels que la température, le pH de l'eau, la lumière et les facteurs biotiques comme l'abondance de la végétation aquatique et la faune associée. La température de l'eau n'est pas un facteur limitatif, mais peut être considéré comme important, car elle agit sur la vitesse de développement des larves et des nymphes des Culicidae. Il est bien clair que chaque espèce a son propre optimum où elle se développe bien. Dans les conditions d'élevage, cet optimum se situe entre 29°C et

30°C pour les deux espèces *Aedes albopictus* et *Anophèles gambiae* (Séguy, 1955 ; Hervy et Cooseman, 1979).

Selon Séguy (1955), la lumière a une grande influence sur quelques espèces culicidiennes, et les larves sont plus nombreuses dans les mares abritées des rayons du soleil. La végétation aquatique qui sert de nourriture ou d'abris aux divers animaux, peut également influencer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Ramade, 1984). Une compétition intra-spécifique et interspécifique peut s'établir entre les larves de Culicidae, inhibant ainsi le développement des jeunes stades larvaires et empêchant dans certains cas de nouvelles pontes et donc l'installation d'une espèce culicidienne dans un gîte déjà occupé (Roubaud et Treillard, 1934). L'action de l'homme ne peut toutefois pas être ignorée, car les modifications de certains milieux ruraux ou agricoles créent de nouveaux biotopes artificiels susceptibles d'être favorables au développement des larves de Culicidae

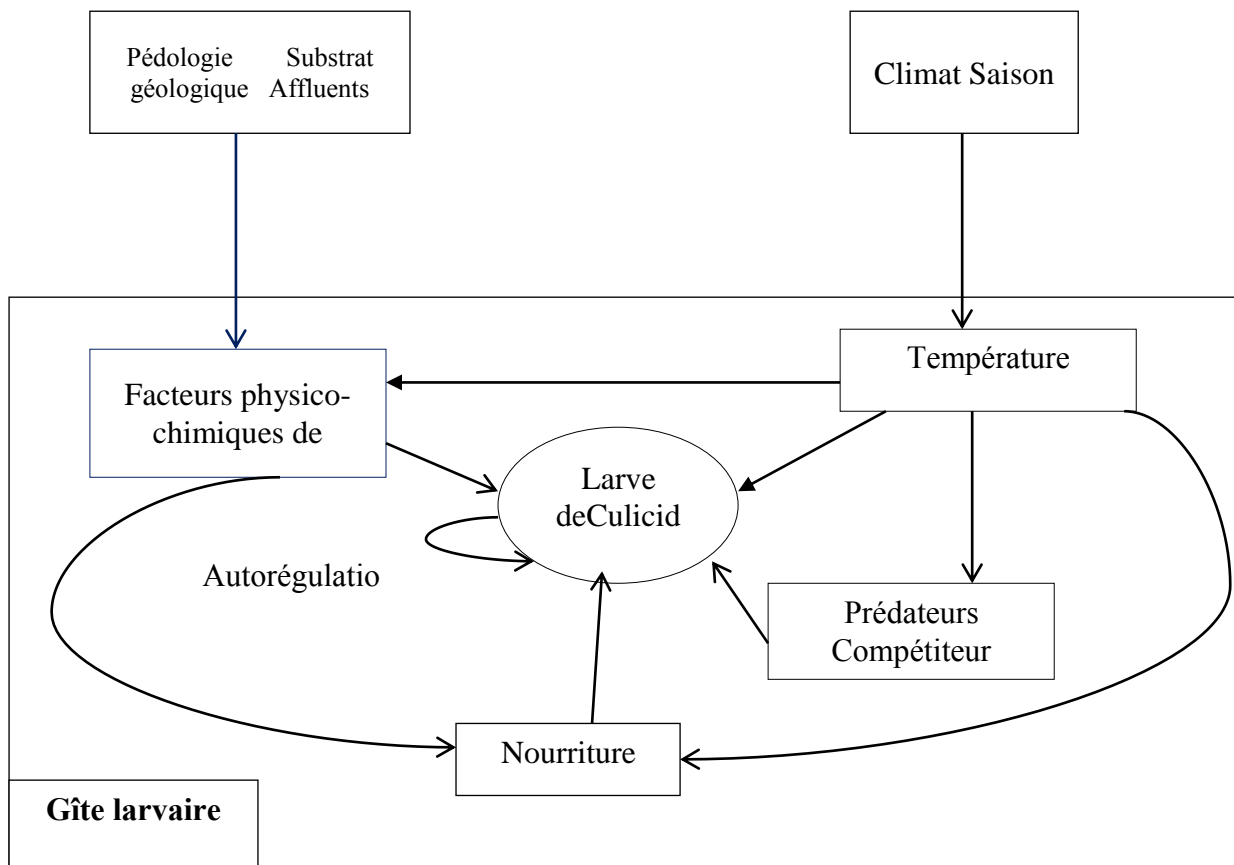


Fig.20 : Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et les populations larvaires des Culicidae (Boukraa, 2010)

I.1.3.2. Nourriture et respiration des larves :

Dans l'eau du gîte, les larves se trouvent au repos sous la surface, respirant l'air atmosphérique en faisant affleurer leurs spiracles ; ces dernières s'ouvrent soit directement à la face dorsale chez les Anophilinae, où elles se tiennent en position horizontale et adhèrent à la surface grâce à leurs soies palmées, soit à l'extrémité du siphon respiratoire chez les

Culicinae, ce qui entraîne une position oblique de la larve par rapport à la surface de l'eau. Quand les larves quittent la surface de l'eau, les lobes qui entourent les spiracles respiratoires se rétractent et les spiracles se ferment automatiquement. Une glande adjacente des spiracles de la larve sécrète des substances hydrophobiques qui empêchent l'eau du milieu d'entrer dans le système respiratoire (Becker et al, 2003).

Les larves de moustiques très mobiles plongent en profondeur - par des mouvements en saccades - lorsqu'elles se sentent menacées ou qu'elles sont à la recherche de leur nourriture. La nourriture des larves consiste surtout en des éléments planctoniques, notamment des algues microscopiques, bactéries, et protozoaires. Sur base du comportement alimentaire de chaque espèce, les larves créent par leurs brosses buccales (touffes palatales céphaliques) des courants qui amènent à leur bouche des particules alimentaires de la surface. Les larves des Anophilinae capturent leur nourriture en surface, par contre les Culicinae s'alimentent sur les particules qui se trouvent en suspension ou au fond de l'eau. Cependant pour certaines espèces carnivores comme les *Toxorhynchites*, *Culex* sous-genre *Lutzia* et les *Aedes* du sous-genre *Mucidus*, les proies sont parfois plus volumineuses, telles que des larves de Chironomidae ou même d'autres Culicidae (Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985). Les larves appartenant aux genres *Mansonia*, *Aedeomyia*, *Ficalbiet* *Coquillettidiavivent* submergées dans l'eau et restent fixées par leur siphon morphologiquement modifié, aux tiges et aux racines de certaines plantes aquatiques (*Pistia*, *Salvinia*, *Eichhornia*,...) afin d'y prélever l'air nécessaire à la respiration au niveau des vaisseaux aérifères (Séguy, 1923 ; Matile, 1993 ; Becker, 2003).

I.1.3.3. Longévité:

La durée des quatre stades larvaires est habituellement de 8 à 12 jours lorsque les conditions de température sont favorables. Certaines espèces présentent un développement beaucoup plus rapide, adapté par exemple au climat sec (*Aedes vittatus*). Cependant d'autres espèces qui n'ont pas terminé leur développement au début de la saison froide, peuvent hiberner à état larvaire. Dans ce cas, la durée du stade larvaire peut être de plusieurs mois, comme c'est le cas pour *Aedes nigripes* qui peut survivre en eau très froide durant les mois d'hiver. L'hibernation au stade larvaire est un phénomène constant pour les *Anopheles claviger* (Séguy, 1955 ; Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985). La dernière mue transforme la larve de 4^{ème} stade en nymphe. Cette dernière est très mobile et ne se nourrit pas durant toute la durée de ce stade, qui dépend de l'espèce et des conditions du milieu. La durée de stade nymphal varie de 1 à 5 jours, rarement plus. La nymphe prélève l'air atmosphérique grâce à deux trompettes respiratoires. Toutefois, les nymphes des genres *Mansonia*,

Aedeomyia, *Ficalbia* et *Coquillettidia* demeurent fixées par leurs trompettes aux plantes aquatiques abritant les larves (Séguy, 1923 ; Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985 ; Matile, 1993). Le stade nymphal est un stade de transition, durant lequel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques ; celles-ci l'amènent du stade larvaire, aquatique et saprophyte, à la forme adulte, aérienne et habituellement hématophage chez les femelles.

I.1.4. Bio-écologie et Ethologie des adultes:

I.1.4.1. Emergence et accouplement:

A la fin de stade nymphal, le tégument de la nymphe se fend sur le dos suivant une ligne longitudinale. Par cette ouverture, le moustique adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes et son abdomen, abandonnant dans l'eau l'exuvie nymphale. Juste avant l'émergence, les nymphes du genre *Coquillettidia* se détachent des racines et des tiges des plantes aquatiques et flottent à la surface de l'eau. L'émergence proprement dite dure environ 15 minutes, durant lesquelles l'insecte se trouve exposé sans défense à de nombreux prédateurs en surface. L'émergence est donc une phase particulièrement délicate dans la vie du moustique et la mortalité est alors souvent élevée. En élevage, on constate que l'émergence des mâles a lieu, en moyenne, 24 heures avant celle des femelles (Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et *al*, 2003).

Les premiers jours de la vie imaginale permettent le durcissement de la cuticule, la prise d'alimentation sucrée et la maturation des organes sexuels. L'accouplement se fait 2 ou 3 jours après l'émergence chez les femelles, avant ou après le premier repas du sang. Les mâles sont fertiles après la troisième journée de vie imaginale. Dans la plupart des cas, l'accouplement est précédé d'un essaimage des mâles observable à quelques mètres du sol. Cet essaimage se forme généralement au crépuscule, mais aussi parfois à l'aube, à des heures très répétitives, souvent près de leurs gîtes de développement larvaire (Carnevale et Robert, 2009). Les Culicidae mâles saisissent les femelles au vol et s'appliquent contre elles ventre à ventre. La copulation peut se dérouler entièrement en vol ou bien commencer en vol et se poursuivre lorsque le couple est au sol. Cette copulation dure de quelques secondes à plusieurs minutes. Un même mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles, mais il semble que celles-ci ne puissent s'accoupler qu'une fois et conservent les spermatozoïdes dans leurs spermathèques, durant parfois plus de 10 mois (Séguy, 1923, 1955 ; Matile, 1993). Durant cette période, il y a alternance entre les repas de sang et les pontes (Carnevale et Robert, 2009) (Fig.21).

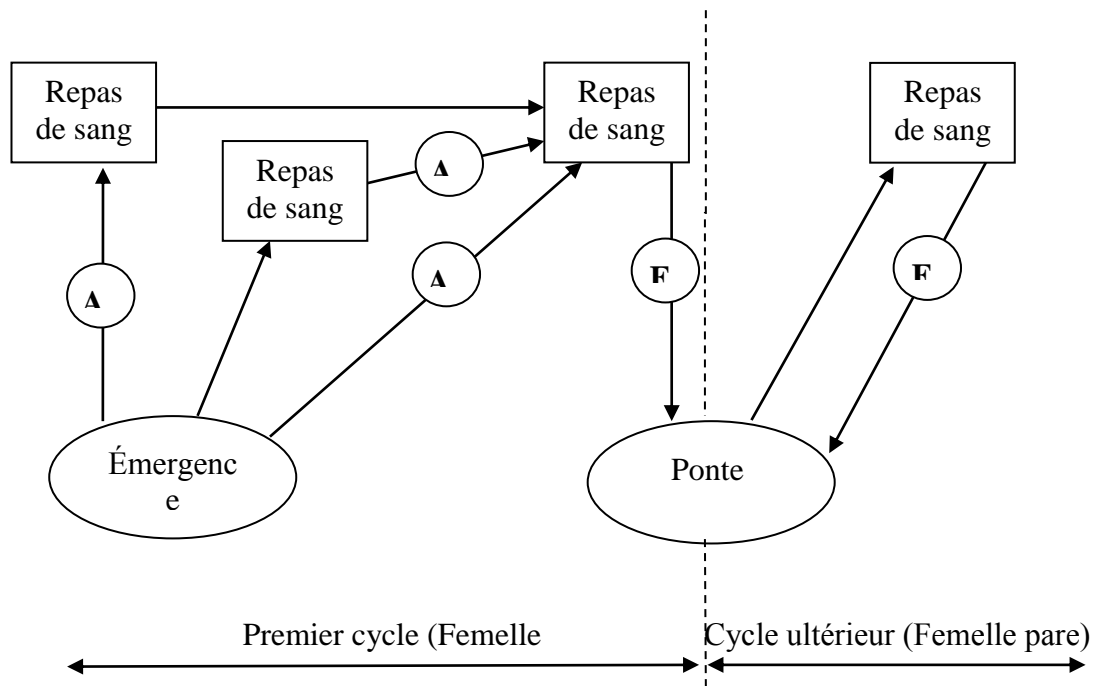


Fig. 21: schéma des cycles gonotrophique des anophèles

A: accouplement; F: fécondation (boukraa .S, 2010)

I.1.4.2. Alimentation :

D'une façon générale, les pièces buccales des Culicidés – et en particulier celles des mâles – sont adaptées à piquer et à sucer les sucres végétaux et le nectar des fleurs (Becker et al, 2003). Cependant, la prise d'un repas de sang par les femelles, est un phénomène essentiel à leur comportement et nécessaire pour la maturation des œufs (Carnevale et Robert, 2009).

En ce qui concerne le mécanisme de la piqûre, le labium se replie à la surface des téguments, les stylets vulnérants pénètrent et recherchent un capillaire sanguin qu'ils cathétérissent. La salive est injectée à plusieurs reprises durant la pénétration des pièces buccales. La quantité de sang ingérée peut varier de 4 à 10 µl (Rodhain et Perez, 1985). La plupart des espèces digèrent en dehors des habitations sur des plantes, des arbres, des herbes ou dans des crevasses, des trous d'arbre, dans les anfractuosités des berges des rivières (exophiles). D'autres, au contraire, et en particulier beaucoup de celles qui piquent à l'intérieur, digèrent dans les habitations ou les étables (endophiles) (Callot et Helluy, 1958). Il existe chez certaines espèces de Culicidae, des souches dites « autogènes », où les femelles sont capables d'élaborer des œufs fertiles sans avoir effectué de repas de sang (Séguy, 1923, 1955 ; Matile, 1993).

I.1.4.3. Dispersion et recherche d'hôte:

Le régime hématophage des femelles entraîne la nécessité de rechercher un hôte convenable, ce qui favorise leur dispersion à partir du gîte d'origine. Les hôtes des moustiques peuvent être des mammifères, des oiseaux, des reptiles ou des batraciens. Les préférences trophiques sont extrêmement variables d'une espèce culicidienne à une autre. Certains moustiques apparaissent très stricts à cet égard et ne se gorgeront que sur un petit nombre d'espèces. D'autres, au contraire s'attaquent à un éventail très large d'hôtes potentiels parfois très éloignés les uns des autres. Les espèces qui piquent préférentiellement l'homme sont dites anthropophiles, mais elles peuvent être également ornithophiles, herpétophiles ou encore simiophiles (Séguy, 1955 ; Rodhain et Perez, 1985). La localisation des hôtes est basée sur des stimuli olfactifs, visuels et thermiques. Les principaux stimuli olfactifs que les femelles utilisent sont le dioxyde de carbone, l'acide lactique, l'octénol, l'acétone, le butanone et les composés phénoliques (Becker et *al*, 2003).

Le vol est indispensable à la femelle pour rejoindre l'animal dont elle sucera le sang. Il l'est également pour lui permettre de gagner les lieux de ponte (Matile, 1993). Il est admis qu'un vol actif des Culicidae varie de 300 m à 9 km (Rodhain et Perez, 1985 ; Carnevale et Robert, 2009). Il est donc important de connaître les possibilités de dispersion des espèces de moustique et en particulier les vecteurs potentiels des maladies pour évaluer les risques d'expansion de chaque maladie ou la zone à traiter.

A cette dispersion active, par le vol, s'associe une dispersion passive soit par le vent (dispersion anémochore, selon une direction préférentielle qui est celle du vent dominant), soit par les différents facteurs humains. L'homme, avec les moyens de déplacement dont il dispose, favorise la dispersion des Culicidae à tous les états (œufs, larves, adultes). Le bateau et l'avion effacent les barrières naturelles – comme les océans et les montagnes par exemple – qui protégeaient l'homme de l'introduction et de l'expansion des vecteurs porteurs d'agents pathogènes. (Rodhain, 1996), signale que le rôle du commerce international des pneus dans l'expansion géographique d'*Aedes albopictus* a été largement démontré.

I.1.4.4. Hibernation et longévité:

Durant l'année, l'activité des moustiques est avant tout conditionnée par les facteurs climatiques : elle s'étend du printemps au début de l'automne dans les régions tempérées. Il est donc nécessaire pour ces insectes d'adapter un mode de vie sous une forme ou une autre durant la saison climatiquement défavorable. Dans les régions tempérées, les anophèles hibernent à l'état de femelles in séminées (Carnevale et Robert, 2009). En Europe, l'espèce

Culex pipiens passe l'hiver à l'état de femelles au repos dans les lieux abrités, comme les caves et les étables par exemple, alors que les espèces *Aedes rusticus* ou *Anopheles claviger* hiverneront surtout à l'état larvaire. (Mouchet et al, 1969), signalent que l'hibernation de *Culex modestus* (vecteur du virus West Nile) en Camargue, se fait dans des tas de roseaux et la végétation serrée des roselières. Pendant l'hibernation, les ovaires se développent lentement et progressivement, aux dépens des réserves nutritives accumulées pendant les stades pré-imaginaux ou les sucres des végétaux sucrés acquis après l'émergence.

D'après Séguy (1955), la longévité des moustiques varie suivant les espèces et les lieux qu'ils habitent : elle est étroitement conditionnée par le degré hygrométrique de l'air et la température. La longévité des Culicidae femelles dans la nature est difficile à apprécier ; en pleine période d'activité, elle semble habituellement être de l'ordre de 3 semaines à 3 mois. Par contre, celle qui est observée en laboratoire est toujours supérieure, puisque les insectes ne sont pas exposés aux prédateurs ou à des conditions météorologiques défavorables. Les espèces citadines et anthropophiles montrent une longévité plus accentuée que les espèces rurales ou sylvestres sauvages (Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et al., 2003).

I.1.5. Rôle pathogène:

Il suffit de dire que les Culicidae sont responsables de la transmission de plusieurs virus, protozoaires et nématodes qui causent des sévères maladies et de graves infections (comme le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, les encéphalites et les filarioses) pour montrer leur importance médicale (Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et al., 2003). La transmission peut être mécanique comme chez le duo *Culex modestus*/ Virus de myxoma (responsables de la maladie de myxomatose chez les lapins) (Schaffner, 2001) ou biologique. La dernière est la plus compliquée vu que le pathogène doit subir une période de répllication et de développement obligatoire à l'intérieur de moustiques vecteurs. Parce qu'un repas de sang est nécessaire à la maturation des pontes, les moustiques femelles prélèvent chez l'hôte vertèbre infecté, l'agent infectieux qui, est ensuite transmis via la salive à un autre vertèbre réceptif.

Paludisme: causé par des protozoaires *Plasmodium* sp., le paludisme est l'une des maladies qui cause le plus de décès dans le monde. Il est l'une des principales causes de morbidité et de mortalité dans les pays en développement. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) dénombre, chaque année, entre 300 et 500 millions de cas dans plus de 100 pays, ce qui engendre la mort de 1,5 à 2,7 millions de personnes par an (OMS, 2009, 2010). OMS, signale

que 90% de ces décès surviennent en Afrique sub-Saharienne et les victimes sont principalement de jeunes enfants.

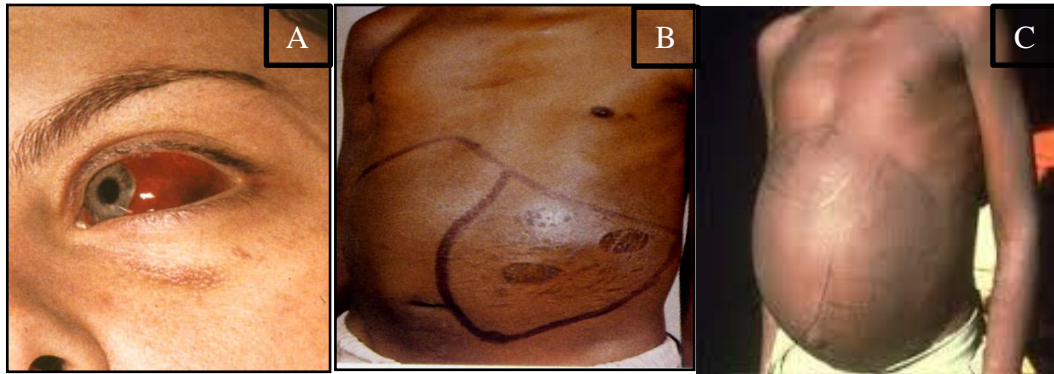


Fig.22: Quelques symptômes de Paludisme (boubidi 2008, Anonyme, 2006)

La République Démocratique de Congo bat le record, après le Nigeria, où près de 27 millions de cas dont 180 000 décès sont enregistrés annuellement (Anonyme, 2010). Quatre espèces du genre *Plasmodium* (*P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* et *P. malariae*) causent le paludisme humain et sont transmis exclusivement par certaines espèces d'*Anophilinae*. Environ 20 espèces de *Plasmodium* infectent les primates et près de 40 qui touchent les oiseaux et les reptiles (Becker et al., 2003). L'efficacité de transmission du paludisme varie d'une espèce, voire d'une population à l'autre d'*Anopheles* et est traduite par le terme de capacité vectorielle. Cette dernière désigne l'aptitude que possède un vecteur d'assurer le développement du parasite et par la suite le transmettre lors d'un repas de sang ultérieur (Failloux et Rodhain, 1999) (Fig. 23). Danis et al. (2005), rapportent que le paludisme a été déclaré éradiqué d'Europe en 1975. Mais, des cas de paludisme des aéroports sont régulièrement observés dans plusieurs pays d'Europe. Ainsi qu'en Belgique, l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers enregistre environ 150 cas de paludisme d'importation par an (Eyckmans, 1981). En revanche, l'observation de cas de transmission autochtone de *Plasmodium vivax* en Europe est un phénomène nouveau à prendre en considération. Cette résurgence est liée à la conjonction de plusieurs facteurs parmi lesquels peuvent être incriminés les changements climatiques et les flux migratoires. La réémergence du paludisme en Europe est une réalité nouvelle qui invite à la plus grande vigilance. (Raccurt, 2007).

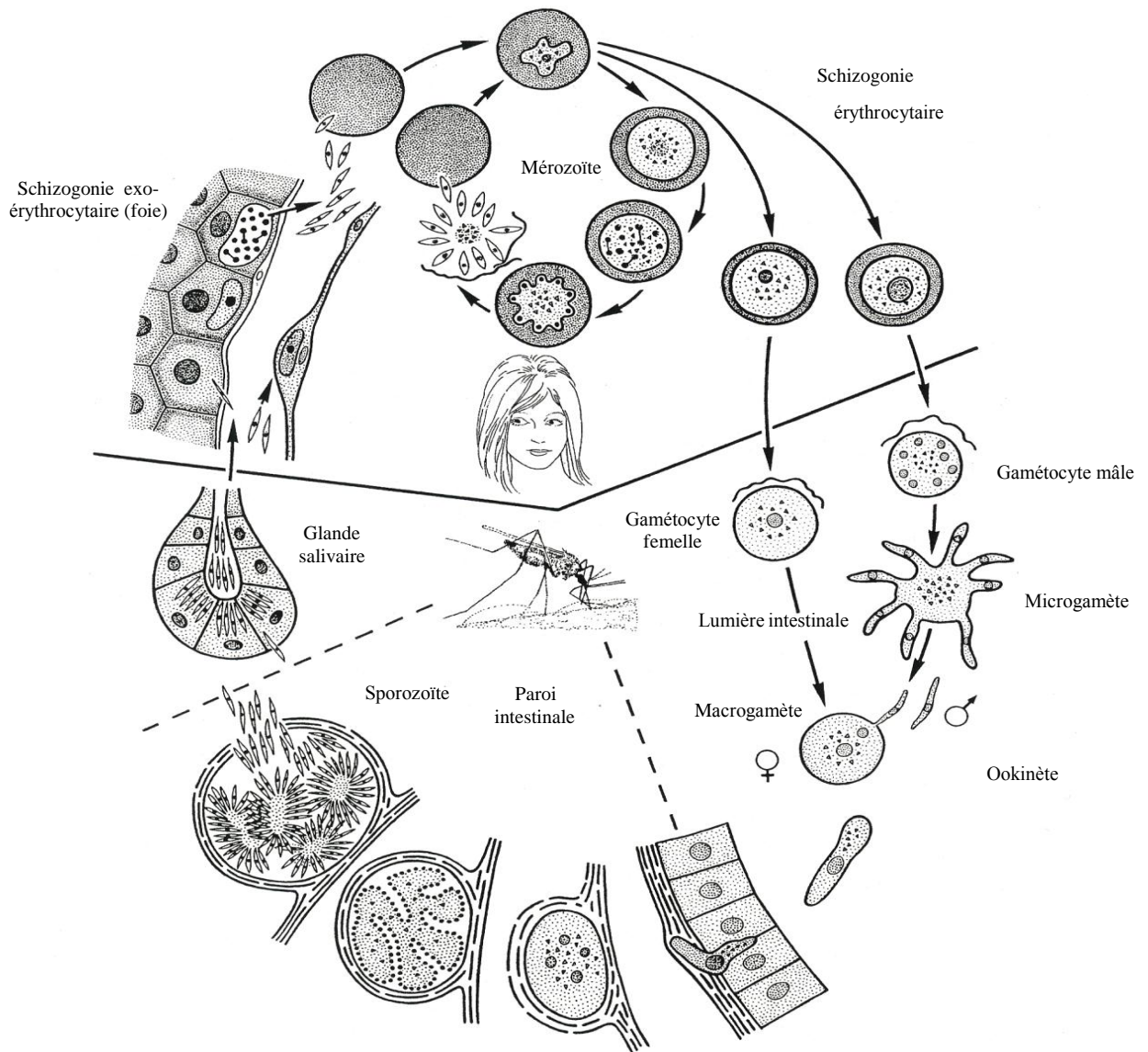


Fig. 23: Cycle biologique de *Plasmodium* dans l'*Anopheles* et l'homme (Becker et al., 2003)

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 (déformations sévères des membres et des organes génitaux). Ces aspects de la maladie ont de graves incidences psychologiques et sociales (Sciama, 2006). Chez l'homme, la maladie est causée par les nématodes – microfilaires – *Wuchereria bancrofti*, *Brugiamalayiet Brugiatimori*. Ces microfilaires sont transmises uniquement par des moustiques de différents genres (*Culex*, *Anopheles*, *Aedes* et *Mansonia*), mais le plus important est *Culex quinquefasciatus* (Callot et Helluy, 1958 ; Eldrige et Edman, 2000). Lok (1988) cité par Becker (2003), a énuméré 26 espèces de moustiques capables de transmettre la *Dirofilariaimmitis*, agent causale de la Dirofilariose canine ou la maladie des vers du cœur.



Fig.24 : Quelques symptômes d'éléphantiasis (Anonyme, 2006 ; Boukraa 2010)

En ce qui concerne la biologie des filarioses, le cycle commence lors qu'un moustique absorbe les microfilaires contenues dans le sang des hôtes infectés. La plupart de ces microfilaires sont digérées mais quelques-unes traversent la paroi de l'estomac du vecteur pour gagner les muscles alaires thoraciques où elles passent alors par trois stades successifs, dont le dernier est le stade infectant pour l'hôte. Les formes infectantes mobiles se localisent en dernier lieu dans la tête du moustique et notamment dans le labium. Les larves infectantes pénètrent dans l'organisme – de l'hôte – par le plaie de piqûre. Une fois infiltrées à l'intérieur, les microfilaires muent deux fois avant de donner des filaires adultes mâles et femelles. Après accouplement et fécondation, les vers femelles pondent des œufs qui donnent naissance à des microfilaires et le cycle continu (Callot et Helluy, 1958). Dans les zones tropicales et subtropicales où la filariose lymphatique est bien établie, la prévalence de l'infestation ne cesse de progresser. L'une des causes principales de cette augmentation est l'urbanisation rapide et sauvage, qui crée de nombreux gîtes larvaires pour les moustiques vecteurs de la maladie.

Arboviroses : Plusieurs centaines des arbovirus sont connus actuellement où les Culicidés sont parmi les responsables de les transmettre. Après répllication et développement à l'intérieur de moustiques, ces virus sont transmis aux vertébrés via la salive de vecteur. Il s'agit donc d'une transmission horizontale entre Vecteur/hôtes. Il est possible que les arbovirus passent d'une génération à l'autre de moustique, par une transmission verticale ou transovarienne. Ce phénomène est observé surtout chez quelles que espèces de genres *Aedes* et *Ochlerotatus* (Becker et al, 2003). Environ quarantaine de virus seulement représente de réels problèmes de santé publique et vétérinaire. Certains arboviroses ont constitué, et constituent encor de redoutables maladies - dans le monde entier - en raison de leur fréquence de l'ampleur des épidémies, de leur gravité clinique et de l'absence totale de traitement étiologique. Les plus cruels sont celles de la familles de Togaviridae en particulier le genre *Alphavirus*(Virus de Sindbis et Virus d'encéphalite équienne comme exemple), celles de la famille de Flaviridae, avec le genre *Flavivirus*(citant surtout le virus de la fièvre jaune, les quatre virus de la dengue, le virus de Nil Occidental et les virus des encéphalites japonaise et de Saint Louis) et en fin celles de la troisième famille des Bunyaviridae notamment les deux genres *Bunyavirus* et *Phlebovirus* (Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et al., 2003). Il convient par ailleurs, de mentionner que plusieurs agents viraux pathogènes pour les animaux ont été parfois isolés de Culicidés, sans toutefois qu'une transmission biologique par les moustiques ait lieu. Il s'agit notamment des virus de la myxomatose (*Leporipoxvirus*), de la variole aviaire, de l'encéphalo-myocardite et de l'anémie infectieuse des chevaux. Dans la plupart des pays d'Asie de Sud-Est où l'*Aedes albopictus* est très répandu, les cas de la dengue hémorragique se compte par centaines de milliers chaque année, cette maladie compte parmi les premières causes d'hospitalisation et de mortalité pour les enfants de la région (Rodhain et Perez, 1985, Sciama, 2006). Le même vecteur a déjà gagné des nouveaux territoires dans le monde, notamment dans la majorité des pays d'Europe. ,ont signalé dans les trois régions en Italie Ravenna, Forlì/ Cesena et Rimini, un total de 249 cas de la maladie de Chikungunya dont la transmission de virus a été assuré par l'*Aedes albopictus*. Autre maladie qui fait l'objet de plusieurs recherche actuellement, c'est la fièvre du Nil occidental ou West Nile Fever, est une virose transmise par les Culicidés en particulier celles du genre *Culex* et dont le rôle de réservoir est assuré par les oiseaux. Les espèces (oiseaux) migratrices joueraient un rôle dans sa dissémination, tandis que les espèces autochtones participeraient davantage à l'amplification de son cycle viral. De nombreuses espèces de mammifères ainsi que des amphibiens et des reptiles peuvent également être infectés, dont les chevaux et l'homme sont les hôtes particulièrement sensibles (Dauphin et Zientara, 2005) (Fig.25). Dans les deux

dernières décennies, outre l'introduction et la progression du virus de West Nil sur le continent américain, des épidémies importantes ont touché plusieurs centaines de personnes en Europe, notamment la Roumanie en 1996 et la Russie en 1999. (Zientara *et al.*, 2001 ; Reiter, 2010). Le nombre de cas équin est dans le même ordre d'ampleur, où quatre épisodes distincts de circulation du virus ont été décrits en France et plus exactement en Camargue, en 2000 (76 cas cliniques, 21 morts) et 2004, dans le Var en 2003 (5 cas équins avec 2 morts et 7 cas humains) et dans les Pyrénées-Orientales en 2006.

Un regain de l'activité du virus a été observé en 2008 partout en Italie, en Roumanie, à la Hongrie et en Autriche ayant rapporté des cas d'infection par le même virus (Zientara *et al.*, 2009). La révolution de transport et l'accroissance du commerce mondial semble être d'arrière la propagation de certaines espèces vectrices de ses maladies infectieuses. Mais compte-tenu du réchauffement climatique en sera-t-il encore ainsi dans les décennies à venir ?

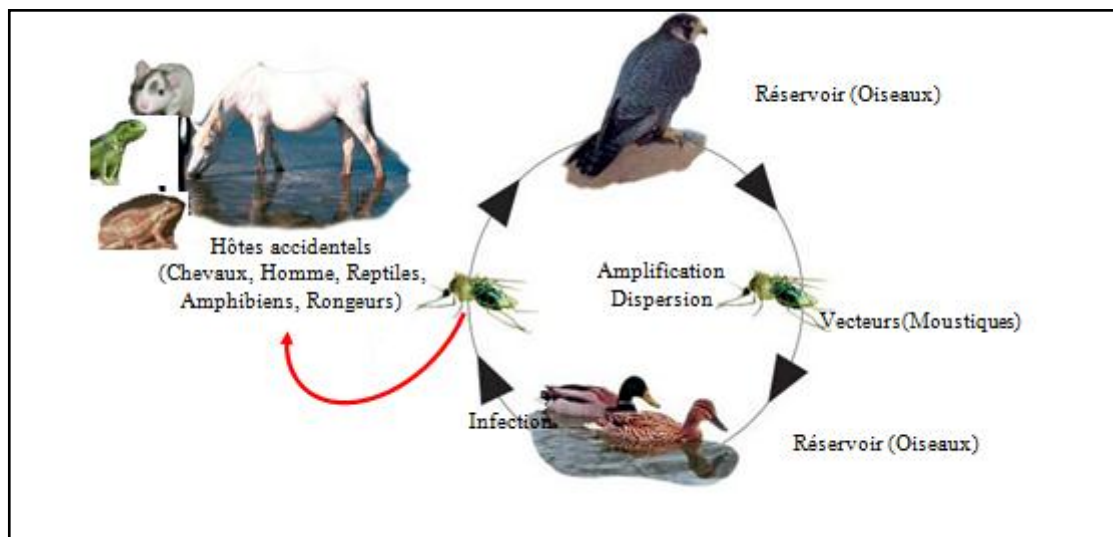


Fig. 25 : Cycle biologique de virus de Nile occidental (Boukraa .S, 2010)

I.1.6. Rôle écologique:

Les moustiques, soit à l'état larvaire soit à l'état adulte, font partie de plusieurs chaînes alimentaires. Ils forment une abondante source d'énergie pour de nombreuses espèces de prédateurs tant en milieu aquatique que terrestre. Dans l'eau, les stades immatures sont mangés par des insectes (larves de libellules, de dytiques) et des poissons. Les adultes sont des proies d'insectes, de batraciens, de reptiles, d'oiseaux et de chauves-souris.

Les larves des moustiques s'alimentent de très petites particules de matière organique morte, dans les eaux stagnantes puis se transforment en moustiques adultes qui sont dévorés par divers prédateurs terrestres (Bourassa, 2000 ; Coldrey et Bernard, 1999), ce sont des

détritivores qui interviennent dans la chaîne des saprophages et jouent aussi un rôle considérable dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques d'eau stagnante.

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la région d'étude:

Dans ce chapitre, nous allons voir, la situation géographique de la région du Souf et les facteurs écologique qui la caractérisent.

II.1.1. Situation géographique:

La région du Souf se situe au Nord Est de l'Algérie, à 600Km de la capitale Alger. Elle est dans les confins septentrionaux de l'Erg Oriental (33° à 34° N et 6° à 8° E). Elle est limitée à l'Est par l'immense chott tunisien El-Djérid, au Nord par les chotts Merouane, Melrhir et Rharsa, à l'Ouest par la trainée des chotts de l'Oued Rhir et au Sud par Ouargla(Oued Maya) (Voisin, 2004).

Cette région se trouve à une altitude moyenne de 80 m, accusant une diminution notable du Sud au Nord pour être à 25 m au -dessous du niveau de la mer dans le chott Melghir qui occupe le fond de l'immense bassin du bas Sahara (Najah, 1971).

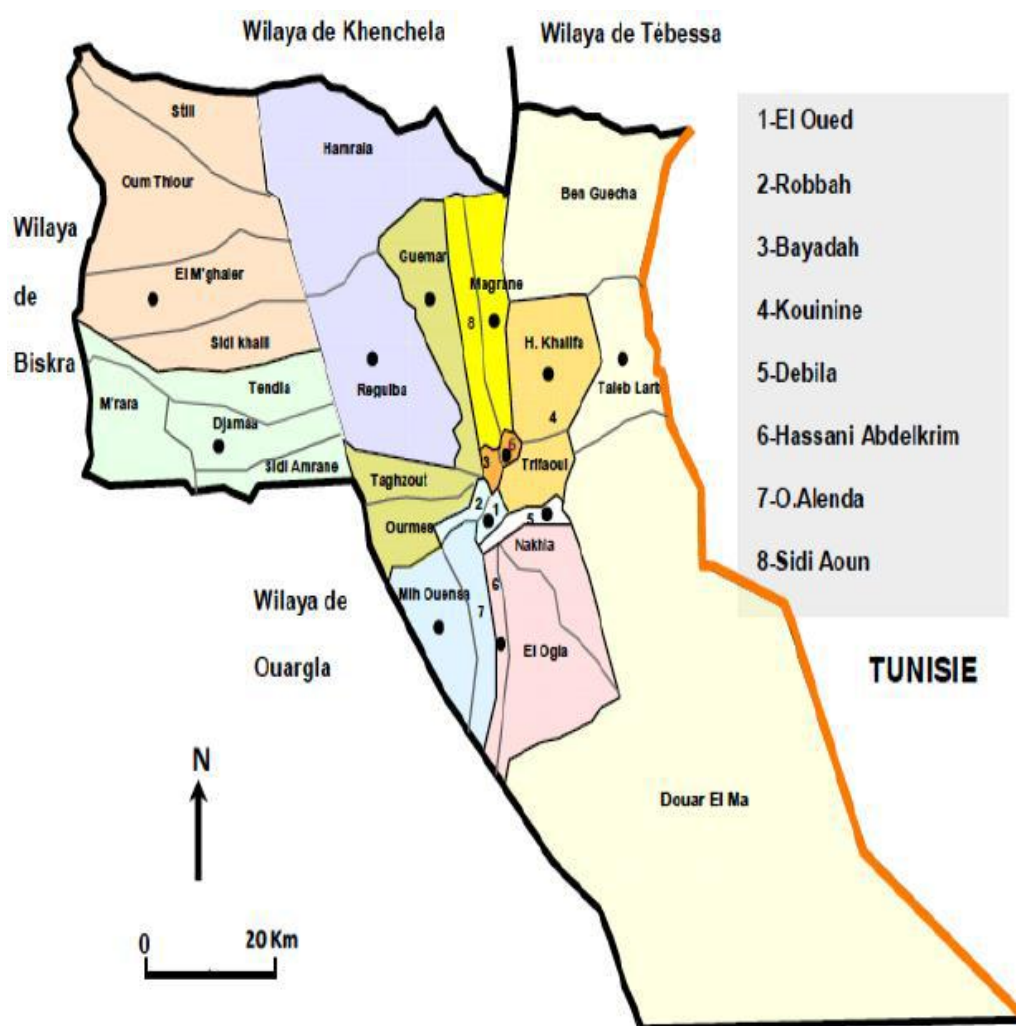


Fig.26 : Situation géographique de la wilaya d'El Oued.(Mehda,2014)

II.1.2. Facteurs écologiques:

L'étude des mécanismes d'action des facteurs écologiques, encore dénommée écologie factorielle, constitue une étape indispensable pour la compréhension du comportement et des réactions propres aux organismes, aux populations et aux communautés dans les biotopes auxquels ils sont inféodés (Ramade, 2009). On abordera, dans ce qui suit, les facteurs abiotiques puis de ceux biotiques.

II.1.2.1. Facteurs abiotiques:

Tout être vivant est influencé par un certain nombre des facteurs abiotiques (Dreux, 1980) Sous le terme facteurs abiotiques, nous allons étudier les facteurs physiques de la région (le sol, le relief et l'hydrogéologie), et les facteurs climatiques (la température, les précipitations, l'humidité relative et le vent).

II.1.2.1.1. Facteurs physico-chimique:

- **Le sol:**

Biotopes propres aux écosystèmes (Ramade, 1984). le sol ou couverture pédologique forme la couche superficielle meuble qui recouvre la roche mère. Son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. Il est pour la plante un support et un milieu nutritif (Faurie, 2003).

Le sol de la région du Souf est un sol typique des régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sableuse et à structure caractérisée par une perméabilité à l'eau très importante (Hlisse, 2007).

- **le relief:**

La région du Souf est une région sablonneuse avec des dunes, pouvant atteindre 100 mètres de hauteur. Le relief est assez accentué et se présente sous un double aspect. L'un est un Erg, c'est-à-dire une région où le sable s'accumule en dunes et c'est la partie la plus importante, elle occupe $\frac{3}{4}$ de la surface totale. L'autre est le Sahara ou région plate et déprimée, formant les dépressions fermées, entourées par les dunes, qui forment des dépressions, entourées de dunes (Nadjeh, 1971).

- **L'Hydrogéologie:**

Les formations géologiques dans la région du Souf présentent une succession régulière allant du Crétacé inférieur jusqu'au Mi-Pliocène, ainsi qu'à celui du quaternaire qui renferment de grands aquifères selon l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d'Ouargla (2005).

On distingue :

a) Nappe phréatique superficielle:

Cette nappe se trouve partout dans le Souf, elle est semi-captive et repose sur un plancher argilo- gypseux du Pontien supérieur. Elle est constituée principalement par des dépôts de sable quaternaire. Son épaisseur atteint les 67 mètres et sa profondeur varie de 10 à 40 mètres selon la topographie du terrain et sa salinité oscille entre 5 et 7 g/l (D.R.E., 2010). Elle est actuellement exploitée pour l'irrigation.

b) Nappes profondes:

Elles sont constituées par deux grands réservoirs de deux bassins sédimentaires : le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire qui sont exploités dans le cadre de l'irrigation et de l'alimentation en eau potable (D.R.E., 2010).

- **Complexe terminal (CT):**

Il est constitué par des calcaires sénoniens de sable du mio-pliocène. L'épaisseur de la nappe est d'une centaine de mètres et de profondeur variable allant de 100 à 500mètres, débitant en moyenne 25 à 35 l / s .Sa température est de l'ordre de 23 à 25 °C. avec une salinité de 3 à 5g/l(D.R.E., 2010).

- **Continental Intercalaire (Barrémien-Albien) (CI)**

Cette nappe est contenue dans les argiles sableuses et les grès du Continental Intercalaire.

Il s'agit d'une eau fossile emmagasinée au cours des périodes pluviales du quaternaire. Elle se situe entre le massif du Tassili et de l'Atlas saharien, couvrant une étendue de 600.000 km² avec une épaisseur importante de plusieurs centaines de mètres.Elle est artésienne, débitant 200 à 250 l / s et caractérisée par une température élevée de 58 à 70 °C, avec une salinité de 1,5 à 2 g / l (D.R.E, 2010).

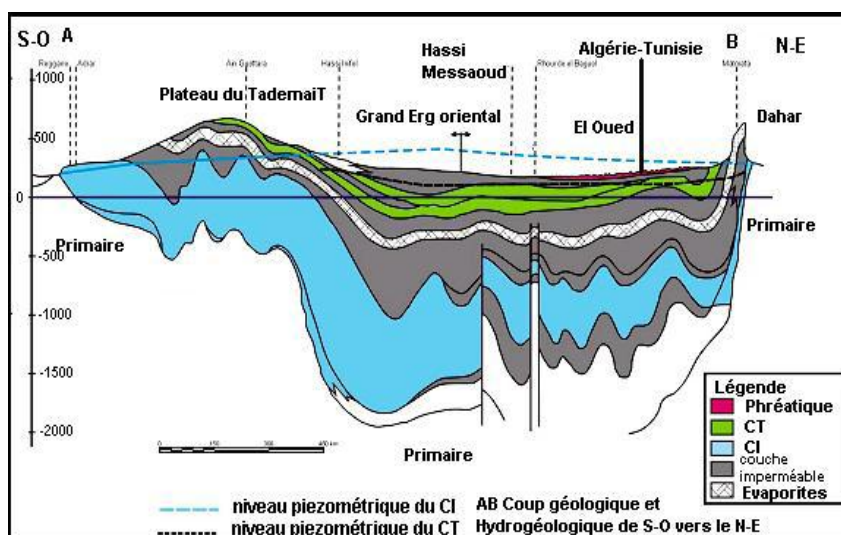


Fig. 27: Coupe hydrogéologique transversale du "CT" et "CI" (Unesco, 1972).

II.1.2.1.2. Facteurs Climatiques

La connaissance des caractéristiques climatiques est fondamentale, pour permettre une meilleure évaluation des besoins en eau des différentes cultures et une détermination des facteurs qui ont un effet néfaste sur la production et le rendement. (Bneder, 1992). Parmi les facteurs climatiques il y a la température, les précipitations l'humidité relative de l'air, les vents et l'insolation qui sont détaillés

✚ La température:

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques (Ramade, 2009). Le Souf présente de forts maxima de température en été, alors qu'en hiver elles peuvent être très basses (Voisin, 2004). Les valeurs de températures mensuelles des maxima, des minima et moyennes, enregistrées pour le Souf durant 2008 à 2017, sont détaillées dans le tableau 01.

Tableau 1:Températures maxima, minima et moyennes mensuelles de la région du Souf durant les dix dernières années (2008 à 2017)

Année	T(C°)	MOIS											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2008 à 2017	M	18,07	19,85	23,95	28,97	33,59	38,33	41,96	40,99	36,03	30,47	23,39	18,50
	m	5,26	6,46	10,28	14,76	19,09	23,55	26,93	26,72	23,10	14,70	10,57	5,97
	T moy	11,66	13,15	17,11	21,87	26,34	30,94	34,44	33,85	29,56	22,58	16,98	12,24

(O.N.M. Ouargla, 2018)

M : Moyennes mensuelles des températures maximales exprimées en °C

m : Moyennes mensuelles des températures minimales exprimées en °C.

T moy : Moyennes mensuelles des températures exprimées en °C.

D'après le tableau 02, il est à constater que la région est caractérisée ,le mois plus froid est celui de janvier ($T_{\text{moy}} = 11.66^{\circ}\text{C}$), par contre le mois le plus chaud est juillet $T_{\text{moy}} = 34.44^{\circ}\text{C}$).

✚ Le précipitations:

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,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 précipitations de la région du Souf saisonnière est extrêmement variable, arrivent a leur maximum en automne, qu'autre période pluviale d'hiver (Voisin, 2004). Les valeurs de précipitations mensuelles du Souf durant l'année 2008 à 2017 sont remarquées dans le tableau 02.

Tableau 2: Précipitations mensuelles du Souf durant l'année 2017

L'année		Mois												Cumul
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
P(mm)	2008 à 2017	13,4	5,11	9,48	11,27	1,26	0,63	0,20	0,64	9,45	4,11	5,72	2,36	63,63

(O.N.M. Ouargla, 2018)

✚ L'humidité:

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,1980).

Les taux d'humidité relative pour l'année 2017 sont présentés dans le tableau suivant

Tableau 3: humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2017.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HR (%)	56.4	50.3	45.7	46	36.8	34.4	30.2	32.1	46.6	53.8	57.7	59.7

HR. (%) : Humidité relative

(Tutiempo.net. 2018)

Le 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). Le vent est un agent de dispersion des animaux (Dajoz, 2000).

Le vent du Souf Souffle de façon continue et son importance est considérable. Cependant, les statistiques indiquent que la moyenne annuelle des vitesses atteint 3,7m / s. Le vent qui vient de l'Est est appelé Bahri, il est apprécié au printemps, le vent qui vient d'Ouest, ou Gharbi, est le vent froid et le vent du Sud, le Chihili, est un vent brûlant qui ne souffle qu'une quinzaine de jours par ans (Voisin, 2004). Les données mensuelles de la vitesse du vent pour la région d'étude durant l'année 2017 sont regroupées

Tableau 4: Moyenne mensuelle du vent de la région d'étude durant l'année 2017.

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
V (m/s)	10	13.3	12.1	14.3	14.8	13.4	11.4	13.2	10.1	7.7	9.7	9.1

V (m/s) : Moyenne de vitesse de vent en mètre par seconde

(Tutiempo.net. 2018)

V (m/s) : La vitesse du vent exprimé en mètre par seconde.

En mai, les vents de la région d'étude atteignant une vitesse maximale de 14,8m/s et une vitesse minimale en novembre avec une valeur de 7,7m/s (Tab. 4).

✚ L'insolation:

La lumière joue un rôle primordial dans la plupart des phénomènes écologiques par sa durée photopériode, elle contrôle l'ensemble du cycle vital des espèces animales (hibernation, diapause, maturation sexuelle ... etc.) (Ramade, 2003)

Les radiations solaires sont importantes au Sahara, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (Toutain, 1979).

II.1.2.1.3. Synthèse climatique:

La classification écologique des climats est faite en utilisant essentiellement les deux facteurs les plus importants et les mieux connus : la température et la pluviosité (Dajoz, 1971). Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres (Dajoz, 1971). Les données climatiques de la région du Souf 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). Le diagramme Ombrothermique de la région du Souf de la période 2008- 2017

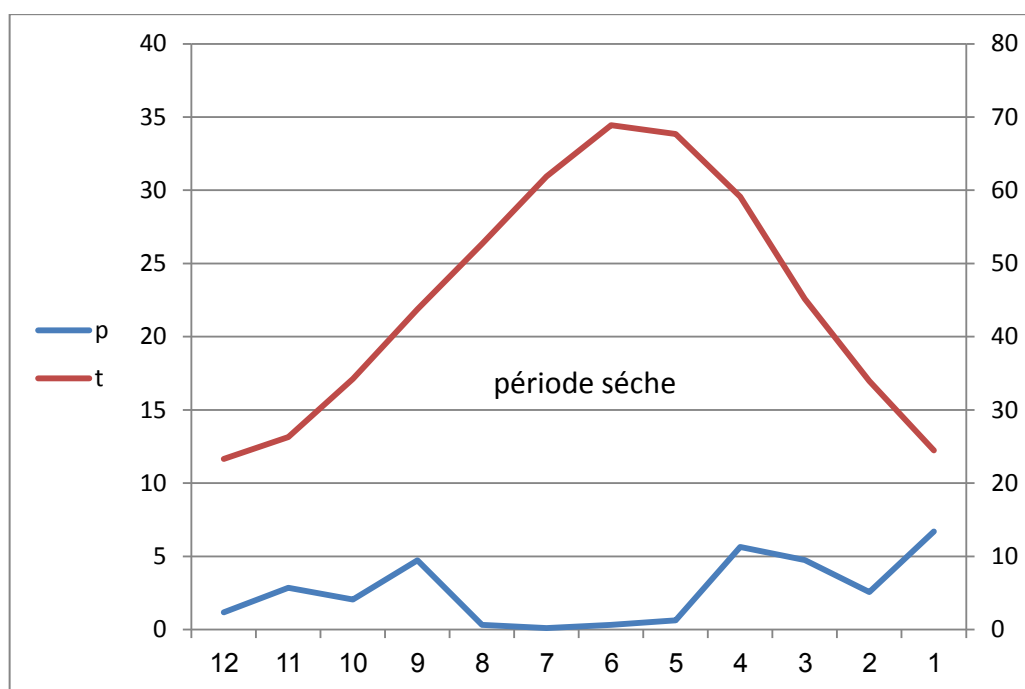


Fig. 28 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen appliquée a la région du Souf 2008-2017.

b) Climagramme d'Emberger:

Il permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Le quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (Stewart, 1969).

$$Q2 = (3,43 \times P) / (M-m)$$

Q2 :est le quotient pluviométrique d'Emberger

P :est la somme des précipitations annuelles exprimées en mm(**63,63**)

M :est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud en C°(**41,96**)

m :est la moyennes des températures minima du mois le plus froid en C°(**5,26**)

Le quotient Q2 de la région d'étude est égal 5.94 à pour une période qui s'étale sur 10 ans, de 2008 jusqu'en 2017. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger il est à constater que la région du Souf se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux(**fig.29**).

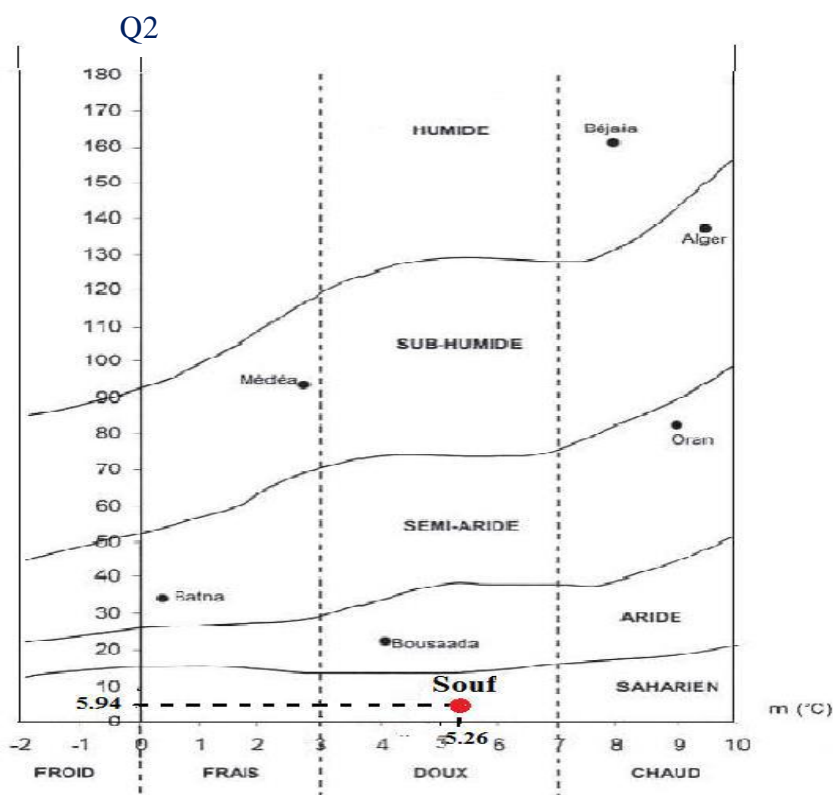


Fig. 29: place de la région du souf sur climagramme pluviotherme d'emberger durant 2008_2017

II.1.2.2. Facteurs biotiques:

Les facteurs biotiques représentent l'ensemble des peuplements végétaux et animaux ,y compris le monde des microbes, pouvant par leur action entretenir ou modifier le fonctionnement de l'écosystème (Faurie et *al*, 2012). Ces facteurs sont représentés par les données bibliographiques sur la flore et la faune de la région du Souf.

II.1.2.2.1. Données bibliographiques sur la flore de la région du Souf:

Hisse (2007) signale que la flore du Souf sont des arbustes et des touffes d'herbes espacées croîtront au pied des dunes, les plantes spontanées sont caractérisées par un certain nombre de traits qui sont déterminés par la rapidité d'évolution, l'adaptation au sol et au climat. Ces plantes sont représentées par les familles des Poaceae, Citaceae, Fabaceae ,Cyperaceae, Asteraceae, Liliaceae.

II.1.2.2.2. Données bibliographiques sur la Faune de la région du Souf:

Selon Voisin (2004) le peuplement animal du Souf est presque essentiellement composé d'articulés et des mammifères d'origines méditerranéennes et soudanaises.

- **Invertébrées:**

D'après ALIA et FERDJENI (2008), KHECHEKHOUCHE et MOUSTEFAOUI (2008), ALLAL (2008), GORI (2009), BOUSBIA (2010), ABABSA et *al* (2011), ABABSA(2012), BRAHMI (2010), BRAHMI et *al* (2012), AOUIMEUR (2016) et KHECHEKHOUCHE et *al* (2009 -2018), les principales invertébrées recensées dans la région du Souf sont représentés par 14 ordres contient 336 espèces. Elles se répartissent entre 144familles regroupées en 22 ordres et 4 classes. La famille la plus riche en espèces, est celle des formicidés avec 19 espèces. En fonction des ordres, sont les Coléoptères qui sont les plus sollicités avec 22 familles. Ils sont suivis par les Hyménoptères et les Diptères (20 familles),les Hétéroptères (9 familles), en fonction des classes, on trouve que les Insecta qui regroupent le nombre le plus élevé d'ordres, soit avec 17 ordres. Ils sont suivis par les Arachnides (5ordres) et les Crustacés (2 ordres)

- **Poissons et reptiles:**

Pour les poissons, une seule famille est notée Poecilidae avec l'espèce *Gambusiaaffinis*. L'herpétofaune de la région du Souf sont divisées par 3 ordres (Anoura, CheloniaetSquamata) qui renferment 11 familles et 27 espèces (Le Berre, 1989 et Mouane, 2010)Les familles les plus représentatives sont : Agamidae, Scincidae et Gekkonidae

- **Oiseaux:**

La liste avifaunistique de la région du Souf présentée dans cette partie est une synthèse de plusieurs travaux notamment celui d'ISENMANN et MOALI cité par ALLAL (2008), ABABSA et al (2011), GUEZOUL et al (2017), qui signalent 13 familles et 28 espèces d'oiseaux. La famille la plus riche en espèces est Sylviidae représentée par *Sylvia nana* (SCOPOLI, 1769) et *Sylvia deserticola* (TRISTRAM, 1859).

- **Mammifères:**

Les principales espèces de mammifères recensées dans la région du Souf sont présentées par 6 ordres, 7 familles et 20 espèces (ALLAL, 2008 ; KHECHEKHOUCHE et MOSTEFAOUI, 2008 ; ALIA et FERDJANI, 2008; ALIA, 2012; ALIA et *al.*, 2012). Par rapport aux autres ordres, les rongeurs renferment beaucoup d'espèces notamment *Gerbillus nanus* (BLANFORD, 1875) et *Rattus rattus* (LINNAEUS, 1758)

II.2. Sites d'études:

II.2.1. Choix et description des stations d'étude :

Notre étude a été effectuée au sein de trois stations (Figure.30), trois types de site sont retenus : un site urbain (au plein centre-ville), un site péri-urbain (à la périphérie de la ville), et un site rural. Après l'examen de l'environnement des stations d'étude trois gîtes accessibles potentiellement favorables au développement des larves des moustiques (un seul gîte urbain, deux gîtes périurbains.)

Tableau 5 : Récapitulatif des sites d'étude

Site	Coordonnées géographiques
Sidi Mastour (malha)	33°21'16.43" N 6°52'46.07" E
Marché Libya	33° 23'2.65 " N 6° 51'31.29 " E
Université Hamma Lakhedar	33°23'44.59" N 6°50' 59.36" E

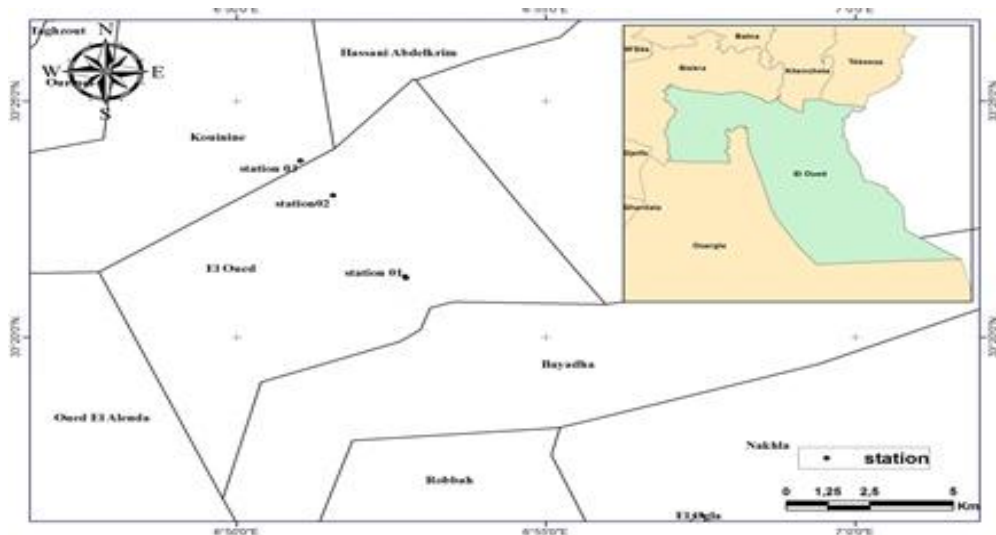


Fig. 30: Localisation des sites d'études

Station 1: (Sidi Mastour :malha):C'est un site péri-urbain, situé à 2849m du centre-ville de la commune d'el oued , le gîte prospecté de type épigé (ouvert) représenté par une marais montrée d'eau. caractérisé par la présence d'une faune représenté par (des Canidés , chiens ,des batraciens: *Rana esculenta* grenouille verte; *des Annélides: Hirudo officinalis* sangsue médicinale), et des insectes: larves des moustiques, kirranodés, odonates ect), et d'une flore représenté particulièrement par des Hémocryptophytes: herbacés,Thérophytes (*phragmites scomminus* et *Zygophyllum album*) et un sol sableur très salé



Fig. 31: Carte géographique de station (2019)



Fig. 32: gîte du Sidi Mastour (Pré-urbain) (original, ,2019)

Station 2: (Souk libya) : c'est un site urbain, situé à 1883 m du centre-ville de la commune d'el Oued .c'est un gîte ouvert représenté par une marais, montrée d'eau caractérisé par la présence des animaux tell que oiseaux: des canards, les errond ,grenouille, chiens, sangliers, ainsi que des plantes (*phragmitess comminus*, *Zygophyllum album*) et plein des déchets et enfin un sol sableur salé



Fig. 33: gîte du Souk Libya (urbain)
(original,2019)



Fig. 34: Carte géographique de station
(2019)

Station 3: Univ: c'est un site péri-urbain, situé à 3135m du centre-ville de la commune d'el oued.c'est un gîte épigé (ouvert) représenté par des marais montrée d'eau, caractérisé par la présence d'une faune des Batraciens: *Rana esculenta grenouille verte* ,reptiles et des plantes(*phragmitess comminus*) , et un sol sableur



Fig. 35: gîte d'université (pré-urbain)
(original,2019)



Fig. 36: Carte géographique de station
(2019)

II.2.2. Présentation du Modèle biologique:

Les Culicidés ont pour nom commun « Moustique » (ancien nom : Couisins). (Schaffner (a), 2004). Elles constituent le groupe de vecteurs le plus important en santé publique humaine ; sont des Nématocères, Holométaboles, présentant des stades pré imaginaires aquatique (œufs, larve, nymphe,) et un stade aérien (adulte ou imago) (Ben Malek, 2010 ; Shaffner(a), 2004)

II.2.2.1. Position Systématique :

La famille des culicidés appartient à l'un des plus importants ordres de l'embranchement des arthropodes ; l'ordre des diptères qui se divise lui-même en deux sous ordres ; les Brachycères et les Nématocères (Grassé et al, 1970).

Les moustiques ont été classés dans trois sous-familles : les Culicinae, les *Anophelinae* et les *Toxorhynchitinae* constituée d'un seul genre *Toxorhynchites* qui sont des moustiques de grande taille et inoffensifs au stade imaginal (Dieng, 1995). Les *Toxorhynchitinae* ont peu retenu l'attention des entomologistes médicaux car leurs femelles ne sont pas hématophages (Henrique, 2004).

Carte d'identité systématique :

Série : Métazoaires	- Invertebrata → organismes pluricellulaires mobiles
Embranchement : Arthropodes	- Euarthropoda → corps et pattes segmentés
Phylum : Hexapodes	- Hexapoda → 3 paires des pattes, trachées
Ordre : Diptères	- Diptera → 1 paire d'ailes, 2 ^e = balanciers
Sous-ordre : Nématocères	- Nematocera → antennes longues
Famille : Culicides	- Culicidae → trompe piqueuse- suceuse

(Schaffner,(a) 2004)

II.2.2.2. Matériel et produits utilisées:**Tableau 6:** Matériel et produits utilisés

Matériel utilisée	Produits utilisée
Boîte de pétrie,	Eau distillé
Boîte en plastique	NAOH
Pipette en plastique	Glycérine
Microscope optique	Sucre
Loupe binoculaire	Vernis
Lame et lamelle	
Tubes à essai	
Eprouvette	
Balance	
Bouteilles d'eau	
Boit plastique louche	

II.2.2.3. Méthode et Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes:

- **Matériel utilisé sur terrain:**

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.

Une fois prélevés, les échantillons sont mis dans des récipients en plastique munis d'un couvercle. 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

- **Estimation de la densité larvaire:**

Le nombre de larves et de nymphes est estimé à chaque coup de louche, on donne un nombre approximatif de stade pré-imaginaux qui est attribué à une classe selon le tableau suivant.

Tableau 7 : Estimation de la densité larvaire

Classe	Nombre approximatif de Stade pré-imaginaux
1	0 et < 1
2	10 (1 - 10)
3	50 (11 - 50)
4	100 (51 - 100)
5	500 et > 100

- **Méthodes de laboratoire adoptées:**

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.

- **Tri et montage des larves (voir l'annexe):**

Seules les larves ayant atteint le quatrième stade font l'objet d'une identification fiable. Le montage proprement dit a pour but d'observer les spécimens sous microscope optique. Les larves subissent baignades de 48 heures dans la solution de NaOH à 5% ou mettre dans l'alcool font objet d'un éclaircissement, à l'aide d'une épingle fine, chaque larve est sectionnée en deux parties sous la loupe binoculaire au niveau de son septième segment abdominal. La partie antérieure est montée la face dorsale vers le haut, par contre la partie postérieure est placée latéralement. Puis on procède à la montage entre lame et lamelle avec une goutte de la glycérine. Cette microgoutte n'aide à évacuer les bulles d'air qui sont susceptibles de se former.

- **Récupération et montage des adultes:**

Les nymphes sont placées dans bouteilles d'eau et mettez un morceau tissu mince, un contrôle de leur émergence est effectué quotidiennement.

- **Mise en élevage:**

Les larves ainsi triées sont mises en élevage au laboratoire dans des gobelets en plastiques, d'un volume de 50 cl Les larves sont nourries à l'aide du mélange sucre et

l'eau. Dès leurs apparition les nymphes sont placées une à une dans des tubes a essais avec 10 ml d'eau distillée où elles effectueront leurs émergences. Cette opération est reconduite pour toutes les populations recueillie.

- **Mise en couple (voir l'annexe):**

Après émergence des adultes, ces derniers sont mis en couple dans des gobelets en carton d'un volume de 50 cl dans lesquels on a préalablement introduit une petite boîte de Petrie contenant un peu d'eau distillée et sans couvercle qui servira de lieu de ponte.

Les gobelets sont soigneusement couverts par un tulle moustiquaire maintenu avec un élastique et sur lequel est déposé un bout de coton imbibé d'une solution contenant 10% de sucre. Ainsi on doit former 10 couples pour chaque gîte échantillonné. Le couple est maintenu ainsi entre 3 à 5 jours afin de permettre la maturation sexuelle des mâles et des femelles et permettre leur accouplement.

- **Gorgement des femelles (voir l'annexe):**

Après cinq jours de la mise en couple, les femelles vont gorgée des repas sanguins humains à l'aide d'un prélèvement du sang humains afin de refaire un ou deux essais de gorgenements et retirés le jus su sucré pendant 24 heure pour exciter l'envie de ces femelles de gorger

- **Comptage des pontes:**

Après la ponte, on compte le nombre d'œufs (par femelle), à l'aide d'une loupe binoculaire, qu'on transvase soigneusement dans un récipient pour accueillir les larves néonates.

- **Comptage des larves neonates:**

Après l'éclosion des larves, on compte leur nombre, à l'œil nu, pour déterminer les taux de fertilité (par femelle, définir le nombre de larves sur le nombre total d'œufs).

- **Détermination au laboratoire des espèces recueillies:**

La détermination des larves de Culicidés capturées sur le terrain, ainsi que les adultes émergés au laboratoire sont présentées. Pouvoir identifier précisément les espèces des

Culicidés – en particulier celles qui peuvent transmettre des agents pathogènes – est nécessaire et indispensable pour toute étude bioécologique et lutte anti-vectorielle.

La systématique des Culicidae de la région de oued souf a été étudiée principalement à l'aide d'un logiciel d'identification (Moustiques d'Afrique du Nord, bhruns1999) qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis. L'identification de la femelle repose sur la morphologie externe: la répartition et la couleur des écailles, la structure de l'aile et celle de l'extrémité postérieure abdominale. La répartition des soies et des écailles sur le thorax permet la distinction des genres et des espèces. Chez les mâles, la structure morphologique et la chétotaxies de l'hypopygium sont nécessaires pour la détermination des genres et des espèces. Les larves du quatrième stade sont très utilisées pour l'identification des espèces et des sous espèces. Ce dernier stade larvaire est doté d'une maturation morphologique et chétotaxique, permettant une classification fiable (Bendali, 1989).

- **Détermination des caractères biologique:**

- ✚ **Fécondité :**

On cherche à savoir ce caractère biologique chez les espèces inventoriées par récupération des adultes et mis en couple (10 couples) pour chaque espèce et estimé la fécondité qu'est exprimé par la présence des œufs.

Les couples sont dits **sténogames** lorsqu'ils s'accouplent sur un support dans des espaces confinés (gîtes hypogés) par contre les **eurygames** préfèrent s'accoupler en plein air dans des espaces à ciel ouvert (gîtes épigés).

- ✚ **Fertilité:**

On cherche à savoir si le sang permet aux femelles d'être plus fertiles, ou si la prise du repas sanguin agit sur la fécondité de nos espèces étudiées. Ce caractère biologique est une spécificité de certains moustiques femelles, primipares, qui ont la possibilité de pondre leur premier lot d'œuf sans repas sanguin en utilisant les aliments cumulés au stade larvaire. Elles sont dites **autogènes** par opposition aux **anautogènes** qui n'ont pas cette faculté. Lors de notre étude deux séries de comparaisons ont été réalisées entre le pourcentage des femelles qui ont pondu par rapport à celles qui n'ont pas pondu parmi les 10 femelles qui n'ont pas reçu de repas sanguin (sur humains).

- **Analyse physico-chimique de l'eau:**

Une analyse physicochimique de l'eau des gîtes larvaires concernant les cinq paramètres, a été réalisée mensuellement au niveau du laboratoire station d'épuration de El oued de l'ONA (Office Nationale d'assainissement)

Le DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène pendant 05 jours) qui permet d'évaluer le taux de matière organique dans l'eau et est exprimé en mg/l

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "PH" permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. La valeur du pH est une grandeur sans unité qui est directement liée à sa concentration en ions oxonium H₃O⁺ qui proviennent de la fixation d'un proton H⁺ sur une molécule d'eau, (www.gralon.net). La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présents dans une solution, est souvent appelée « conductivité électrique » qui traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique, ce paramètre donne une indication sur la minéralisation globale de cette eau. L'unité communément utilisée est le siemens (S/m), exprimé souvent en micro-siemens/cm (µS/cm) ou milli-siemens (mS/m), (aquatechnique.pagesperso-orange.fr). La MES est définie comme la quantité de matières en suspension dans l'eau en mg/l, et dépend principalement de la solubilité des sédiments qui entrent en contact avec l'eau. La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau, elle s'exprime sans unité, comme le PH, mais on trouve encore des salinités exprimées en ‰, en g/kg ou en *psu* (*practical salinity unit*) (www.uneau-pure.com). La température a été prélevée au moment de l'échantillonnage à l'aide d'un thermomètre.

- **Méthodes d'exploitation des résultats:**

Les résultats obtenus sur les Culicidés sont traités d'abord par la qualité de l'échantillonnage puis sont exploités par des indices écologiques de composition et de structure.

- **Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition :**

Les indices écologiques de composition employés sont les richesses totales et moyennes, les fréquences centésimales et d'occurrence.

- **Richesses totales et moyennes :**

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. Quant à la richesse moyenne *s*, elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003).

- **Fréquences centésimales ou abondances relatives :**

Une fréquence centésimale correspond au pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total de l'ensemble des individus toutes espèces confondues (Dajoz, 1971). L'abondance relative des espèces dans un peuplement ou dans un échantillon, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné :

$$F\% = n_i / N1 * 100$$

n_i : Nombre des individus de l'espèce prise en considération

$N1$: Nombre total d'individus, toutes les espèces confondues

Dans le cas présent, n_i correspond à l'effectif d'une espèce notée dans l'une des dix stations d'étude alors que $N1$ représente l'ensemble des Culicidés recensés dans la même station.

Espèce commune : présente dans plus de 50% de relevés.

Espèce rare : présente dans 25 à 50% de relevés.

Espèce très rare : présente dans moins de 25% de relevés.

- **Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure:**

Pour l'exploitation des résultats obtenus sur les Culicidés, les indices écologiques de structure retenus sont la diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale, l'indice d'équi-répartition et de Jaccard.

- **Indice de diversité de Shannon:**

Selon Blondel et *al.* (1973), la diversité peut être définie comme le degré d'hétérogénéité d'un peuplement. Margalef (1958) cité par Legendre et *al.* (1984) propose l'utilisation de l'indice de diversité H' de Shannon-Weaver comme mesure de diversité, calculé de la manière suivante :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

H' : Indice de diversité exprimé en unité bits

P_i : Fréquence relative de l'espèce i par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement

\log_2 : Logarithme à base de 2

Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité des espèces de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible, le milieu est pauvre en espèces, ou n'est pas favorable aux espèces de moustiques. Par contre, si cet indice est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces de Culicidés et qu'il leur est favorable.

- **Diversité maximale:**

Blondel (1979) exprime la diversité maximale par la formule suivante :

$$H' \text{ max.} = \text{Log}_2 S$$

$H' \text{ max.}$ est la diversité maximale exprimée en unités bits

S est la richesse totale des espèces

- **Indice d'équi-répartition:**

D'après Blondel (1979), l'équi-répartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle est donnée par la formule suivante :

$$E = H' / H' \text{ max.}$$

La valeur de l'équi-répartition E varie entre **0** et **1**.

Lorsque E tend vers 0 cela signifie que les effectifs des espèces récoltées ne sont pas en équilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs. Quand E tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux. Leurs abondances sont donc très voisines.

Chapitre III

Résultats et discussions

Notre étude menée durant neuf mois d'octobre 2018 à mai 2019, dans le but de mieux appréhender l'influence des facteurs biotique et abiotique sur la dynamique des populations *Culicidiennes* ainsi que préciser leur structure taxonomique dans la région de El-Oued, trois gîtes appartiennent à sites (un Urbain & deux Préurbain) de la wilaya ont été étudiées:

III.1. Etude Systématique et la Biodiversité des Culicidae dans la région d'El Oued.

III.1.1. Inventaire global des Culicidées

La récolte des moustiques est basée sur l'échantillonnage des larves au niveau des gîtes durant neuf mois (d'octobre 2018 à mai 2019). Le présent travail est une étude préliminaire de la répartition spatiale des Culicidae, dans les trois sites d'El Oued (un urbaine, deux préurbaine).

L'examen des Culicidae inventoriés dans les trois sites durant les périodes d'échantillonnage, a permis de mettre en relief l'existence de neuf espèces appartenant la sous-familles de *Culicinae*.

réparties entre cinq genres, celui de *Culiseta* avec deux espèces: *Culiseta annulata* Chrauk, 1770 et *Culiseta longiareolata* Macquart, 1828; et le genre de *Culex* avec une seule espèce: *Culex pipiens* (Linné, 1758). Celui *Aedes* avec quatre: *Aedes caspius* Pallas 1771, *Aedes dzeta*, *Aedes dorsalis* Meigen 1830, *Aedes detritus* Meigen 1830), puis le genre *Uranotaenia unguiculata* (Edwards, 1913) et enfin le genre *Orthopodomyia pulchripalpis* (Rondani, 1872) Le genre du *Aedes* occupe la première position, représentée par quatre espèces et le plus dominant dans tous les sites d'études, et l'espèce *Culex pipiens* est la plus abondante, ainsi que la présence des genres *Uranotaenia unguiculata* et *Orthopodomyia pulchripalpis* uniquement dans le site urbain. L'analyse de la structure du peuplement culicidien montre que durant la plupart des mois d'échantillonnage (Novembre, Décembre Mars-Avril-Mai-) la abondance est forte avec (138-120-105-125-124) individus et (9) espèces. En mois d'Octobre la taille de la population était moyenne avec (60) individus. Cependant, l'espèces (*Culex pipiens*; *Culiseta longiareolata*) leur abondance était significative pendant le mois d'Avril et Novembre successivement.

Tableau 8 : Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude.

Famille	Sous-famille	Genre	Espèce
Culicidae	Culicinae	<i>Culiseta</i> Neveu Lemaire, 1902	<i>Culiseta annulata</i> Chrauk, 1770
			<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1828
		<i>Culex</i> Linné, 1758	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
		<i>Aedes</i> Meigen, 1818	<i>Aedes caspius</i> Pallas 1771
<i>Aedes dorsalis</i> Meigen 1830			
<i>Aedes detritus</i> Halliday 1833			
		<i>Aedes dzeta</i>	
		<i>Uranotaenia</i> (Edwards, 1913)	<i>Uranotaenia unguiculata</i> (Edwards, 1913)
		<i>Orthopodomyia</i> (Rondani, 1872)	<i>Orthopodomyia pulchripalpis</i> (Rondani, 1872)

III.1.2. Description des espèces inventoriées :

En basant sur des caractères microscopiques, quelques caractères morphologiques qui nous ont permis d'identifier les espèces de moustiques sont présentés. Une classification taxonomique d'après des clés (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001) de toutes les espèces de moustiques peuplant la région de oued .

La liste des espèces Culicidiennes inventoriées dans les 3 gîtes sont représentées dans le Tableau 08. La composition du peuplement Culicidien échantillonné dans les sites d'étude révèle l'existence de quatre genres (*Culex*; *Culiseta*; *Aedes*, *Orthopodomyia*, *Uranotaenia*) présents avec différents effectifs.

III.1.2.1. Genre *Culex* :

a. *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758)

Parmi les 800 espèces de *Culex*, *Culex pipiens* est capable de se développer dans toutes les régions du globe (Marmkil *et al.*, 2008). Les lieux de ponte de la femelle sont variés : ce sont les petites collections d'eaux très polluées par les matières organiques (Bruhnes *et al.*, 2001) et proches des habitations comme les bassins, les citernes, les pots de fleurs, les vieux pneus, ou encore les boîtes de conserve. La femelle dépose les œufs, qui ont un diamètre inférieur à 1 mm perpendiculairement à la surface de l'eau en amas (Andreo, 2003).

La larve sort de l'œuf, elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau, et se déplace par des mouvements de saccades, (Faraj, 2006; Euzeby, 2008). Son régime saprophyte est constitué de plancton et de particules organiques ingérées grâce à ces pièces buccales de type broyeur (Cachareul, 1997; Ripert, 2007).

Les imagoes femelles hivernent dans les caves, les grottes et les autres abris naturels. Elles piquent la nuit tous les vertébrés à sang chaud, elles prennent leurs repas surtout à l'intérieur des habitations (Schaffner *et al.*, 2001). Les femelles piquent de nuit tous les vertébrés à sang chaud ; elles prennent leur repas surtout à l'intérieur des habitations (Le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001), elles sont responsables de la transmission du virus West Nile, qui affecte les oiseaux et occasionnellement l'homme, de la dirofilariose, qui atteint principalement le chien et dans une moindre mesure l'homme, les microfilarioses, et enfin de la fièvre de la Vallée du Rift (Resseguier, 2011).

Les larves se caractérisent par: la longueur des antennes est plus longue par rapport à la tête, et présente des soies siphonales au niveau du siphon le mentum est constitué de 8 dents ou plus, l'épine préclypéale mince et effilée à l'apex chez les adultes caractérisés par l'absence des soies pre-spiraculaires au niveau du thorax.

La longueur du quatrième tarse de la patte I est égale ou plus longue par rapport au cinquième tarse

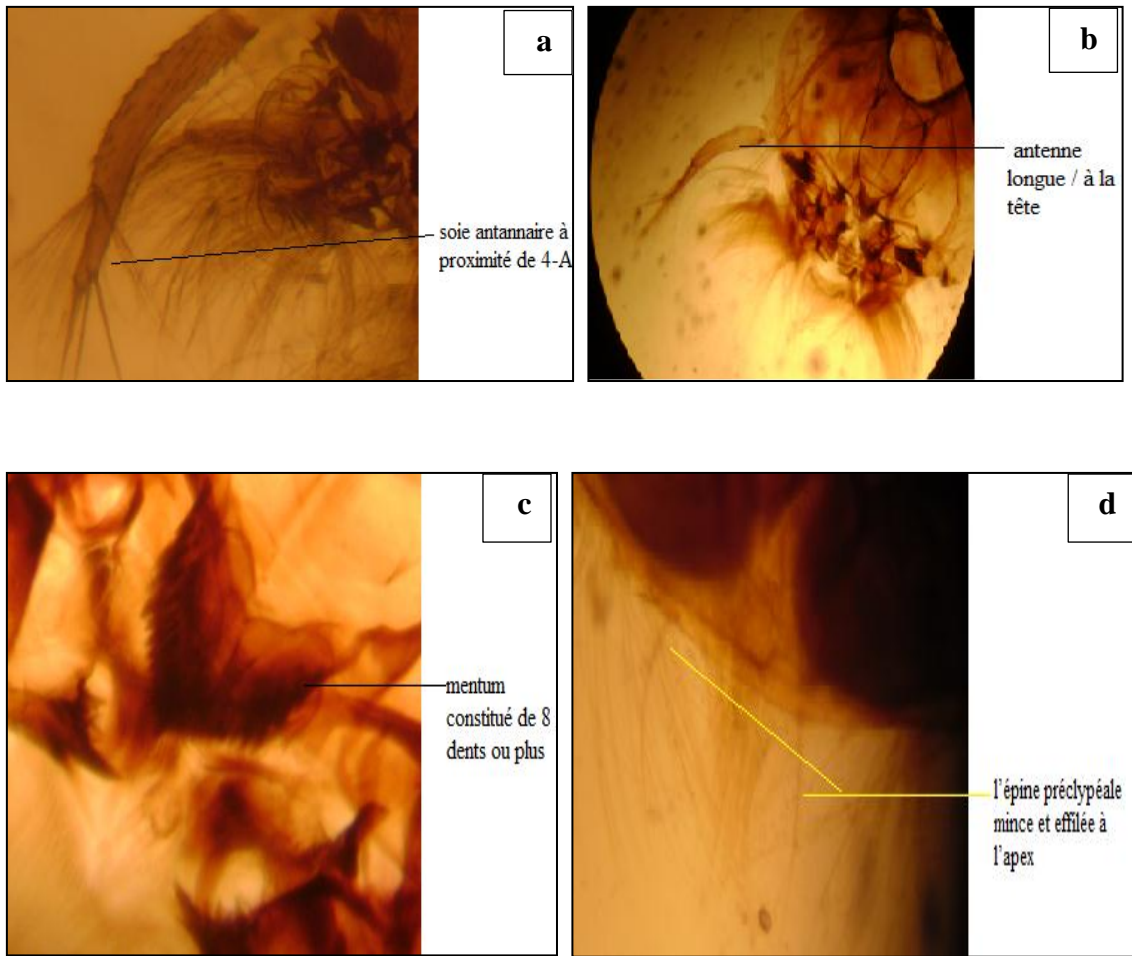


Fig.37: Critères d'identification de *Culex pipiens*

C : de mentum de *Culex pipiens*

A : la tête de *Culex pipiens*

B : l'antenne de *Culex pipiens*

D : soies céphalique de *Culex pipiens*

(photo originale 2019)



Fig.38: Tarse 4 et 5 de la patte 1 (Gr x100)



Fig.39: R2-R3 située avant l'apex de la sous costale (Gr x100)



Fig. 40: L'adulte de *Culex*

III.1.2.2. Genre *Culiseta*

a. *Culiseta annulata* (Schrank, 1776)

L'espèce est présente dans toute l'Europe, depuis les régions les plus septentrionales jusqu'à la méditerranée ; elle a été aussi signalée dans les 3 pays du Maghreb où elle se rencontre le plus souvent en altitude.

Les œufs, solidarisés au moment de la ponte, forment une barquette. Les œufs éclosent 4 jours après la ponte.

Les larves se développent dans de très nombreux gîtes qui peuvent être naturels (mare riche en matière organique, prairie inondée, fossé, bords de rivières) ou artificiels (bassin dont l'eau est polluée, citerne). Les eaux riches en azote sont tout particulièrement fréquentées et les larves peuvent y être très nombreuses.

Les femelles pondent au printemps mais des larves peuvent être trouvées en hiver ; L'espèce est multi voltine, en particulier dans les régions les plus méridionales.

La larve caractérisée par une extension des soies de peigne siphonal dépassé la moitié de siphon

Les adultes sont avec des taches des écailles sombre au niveau de l'ornementation de l'aile et à un anneau médian clair au tarsomère I dans la patte I → III

Les femelles piquent tous les vertébrés à sang chaud mais avec une préférence pour les oiseaux. Les femelles n'hésitent pas à pénétrer dans les habitations et les étales pour prendre leur repas de sang.

Cs. annulata a été impliqué dans la transmission du virus de la myxomatose (Le logiciel de Bruhneset, 2001).

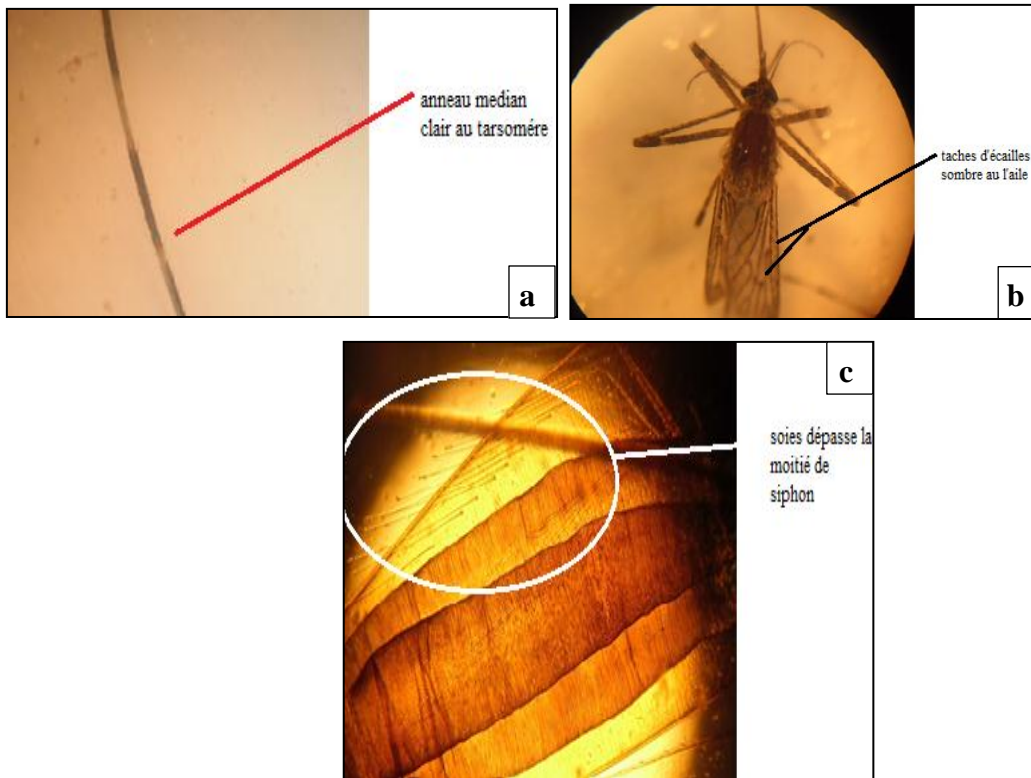


Fig.41: Critères d'identification de *Culiseta annulata*

A : photographie de l'aile **B :** photographie de tarsomère I de patte **C :** photographie de siphon respiratoire de

(photo personnel 2019)

b. *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 (Anonyme 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 , 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 (voir l'annexe). 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.

La larve se caractérise par antenne courte par rapport la longueur de la tête et par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées, le siphon est plus ou moins de forme conique avec un indice entre 1,5 et 2,0. Et des dents sont courtes et disposés en une rangée irrégulière et occupante jusqu'à 80% de la longueur du siphon .

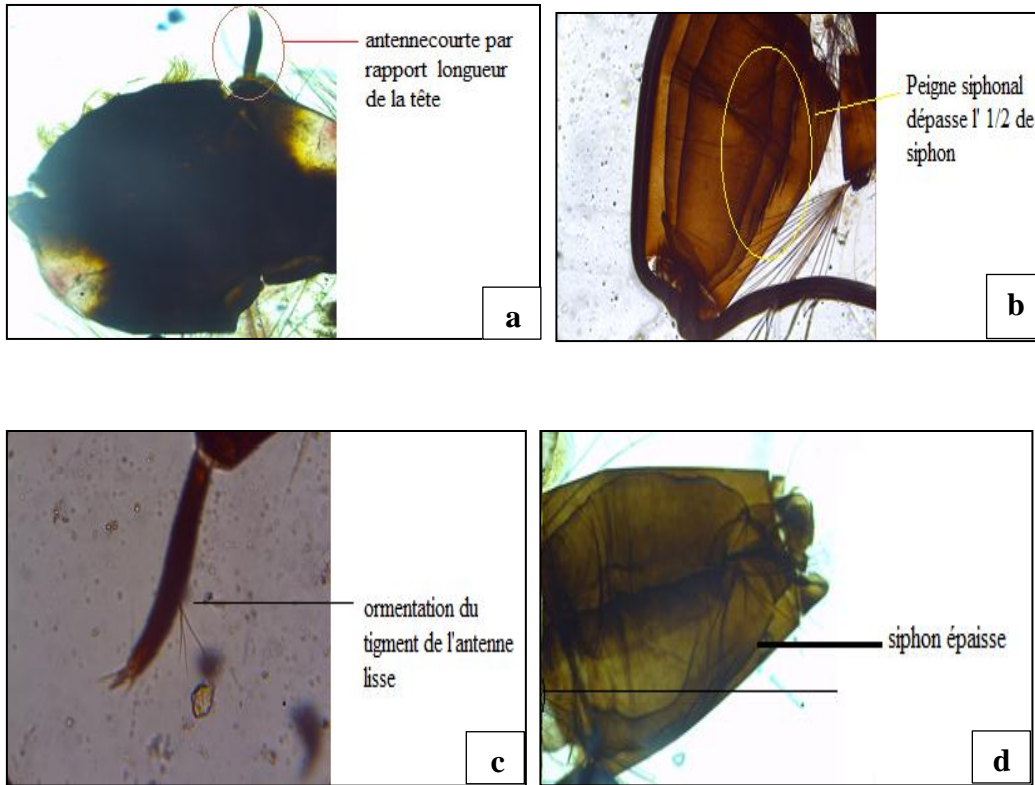


Fig.42: critères d'identification de *Culiseta longiareolata*

a : la partie céphalique **b :** siphon respiratoire

c : forme l'antenne **d :** taille siphon respiratoire

(photo personnel 2019)

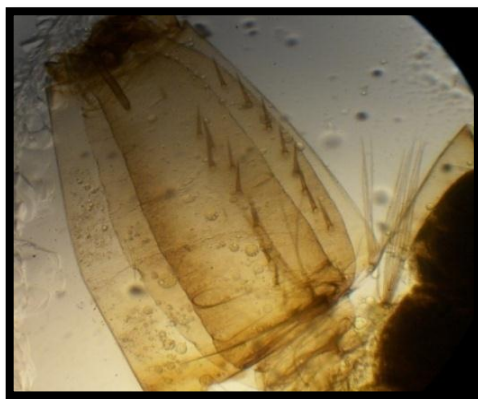


Fig.43: Siphon de *Cs. longiareolata*



Fig.44: Antenne de *Cs. longiareolata* (Gr x100)



Fig.45: l'adulte de *Culiseta longiarolata* observé par la loupe binoculaire (original 2019).

III.1.2.3. Genre *Aedes* :

a. *Aedes dzeta*

Ae. dzeta a été décrit par Séguy à partir de larves récoltées par Buhet dans un marais salant marocain (tandja_ el-bahhli). Séguy plaçait cette nouvelle espèce entre *Ae. mariane* et *Ae. desbansi* ; ce dernier taxon a depuis été mis en synonymie avec *Ae. mariaae*

Bien que l'holotype ait été perdu, nous avons conservé ce taxon car Séguy a souligné que les larves présentent une selle complète. Cependant, ce caractère étant facile à observer, si l'espèce n'est plus retrouvée au cours des prochaines années, il conviendra de la mettre en synonymie avec *A. e mariaae*.

L'espèce se développe dans l'eau sur salée de marais salant



Fig:46 *Ae. Dzyta*

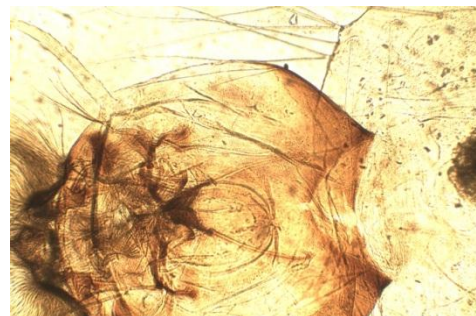


Fig:47 *Ae. dzyta*

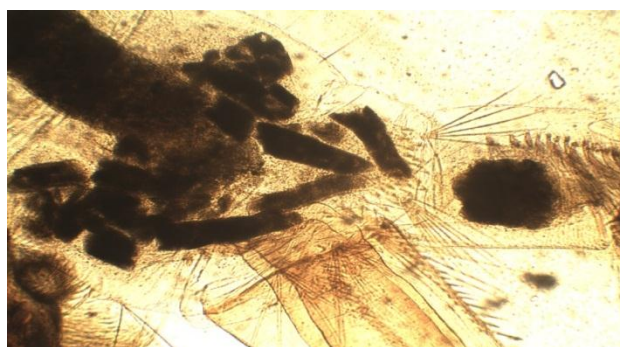


Fig:48 *Ae. Dzyta*

b. *Aedes caspius*

Moustique paléarctique, *Ae. caspius* a été observé dans tous les pays d'Afrique méditerranéenne mais toujours à basse altitude. *Ae. caspius* ne doit pas être confondu avec *Ae. dorsalis*, espèce qui est morphologiquement très proche.

L'exochorion des œufs est marqué de bourrelets ponctués dessinant des pentagones ou des hexagones. Ils sont pondus isolément, à la base des touffes de végétation, dans un sédiment riche en matière organique mais relativement peu salé (4 à 7 g de NaCl p. 1000). Les œufs peuvent être associés à ceux d'*Ae. coluzzi* mais ces derniers affectionnent les sédiments nettement plus salés. Plusieurs cycles d'immersion et de dessiccation peuvent être nécessaires pour provoquer l'éclosion des larves.

Les gîtes larvaires sont très variés, le plus souvent de grande taille (mares, marais, rizières, canaux ...) mais parfois de dimensions plus réduites (puits abandonnés ...); l'eau peut y être douce ou salée (1 à 30 g p. 1000). La présence d'une abondante végétation halophile est la règle. L'éclosion différée de quelques œufs fait que des larves peuvent être présentes toute l'année dans les gîtes. L'espèce passe l'hiver à l'état d'œuf.

Les adultes sont présents toute l'année mais ils sont plus abondants au printemps après que l'augmentation de la température de l'eau et l'allongement de la photopériode auront permis de lever la diapause des œufs. Les femelles peuvent se déplacer sur plus de 40 km pour rechercher leur repas de sang. Elles piquent tous les vertébrés à sang chaud surtout à l'extérieur des habitations. Les femelles peuvent être autogènes et produisent une grande quantité d'œufs. L'espèce est multivoltine.

Anthropophile et exophile, *Ae. caspius* est responsable d'une forte nuisance dans les zones de marais. Bon volier, il peut aussi piquer loin des gîtes larvaires. Il est vecteur de filaires animales et d'arbovirus (Tahyna, virus de la myxomatose).

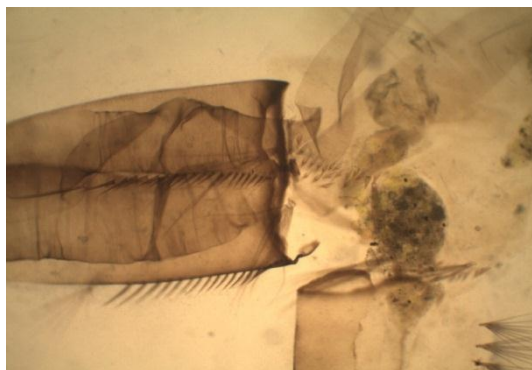


Fig:49: Forme du siphon *Ae. caspius*

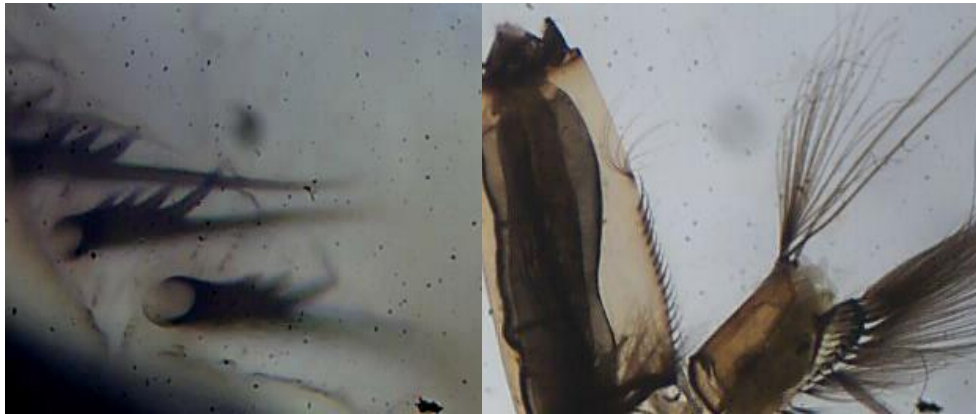


Fig:50: *Ae.caspius* Dents du peigne siphonique (Gr ×100)

Fig:51: *Ae.caspius* Forme du siphon (Gr ×40)

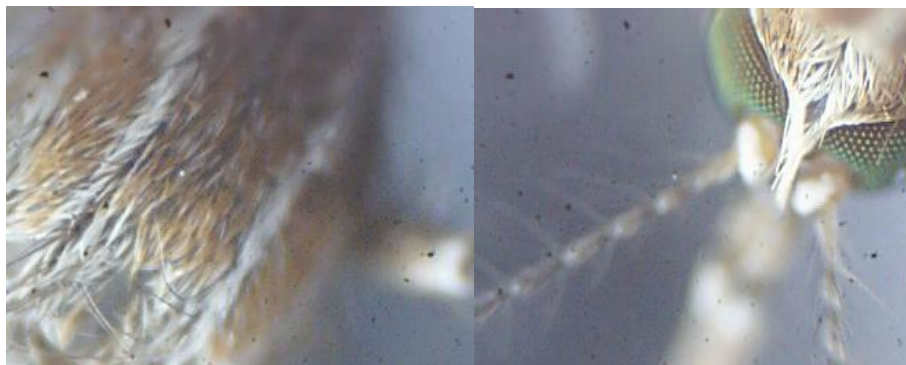


Fig:52: *Ae.caspius* Vue dorsale thoracique(Gr ×40)

Fig:53: d'imago *Ae caspius* La tête de l'adulte (Gr ×40)

c. *Aedes dorsalis*

Aedes dorsalis a été découverte chez des insectes capturés près de Berlin, présente dans toute l'Europe septentrionale, il a été signalé aussi au Maroc et en Égypte. Il est fort probable que 2 espèces distinctes soient actuellement confondues sous le nom d'*Ae.dorsalis* : l'une serait présente dans les parties septentrionales de la région holarctique et serait propriétaire du nom de dorsalis, l'autre pourrait être *Ae .albineus* seguy 1923, que l'on rencontrerait seulement dans les régions désertiques du sud de la région paléarctique.

L'exochorion des œufs est orné de dessins polygonaux dont les parois sont ponctuées. Des dessins analogues présentent des parois striées chez *Ae . caspius*. Les œufs sont pondus par petites groupes, ils sont résistants au gel et à la dessiccation. Ils éclosent lors de la mise en eau des gîtes.

Les larves se développent dans les mares et marécages dont l'eau est saumâtre ou salée , généralement peu profonde . ces gites se trouvent le plus souvent près de cotes mais aussi dans les régions où affleurent des terrains salés.

Les adultes apparaissent en avril et mai ;ils disparaissent en octobre . les femelles piquent l'homme et tous les autres mammifères; elles sont agressives pendant la journée et plus particulièrement avant le coucher du soleil . portées par le vent , elles peuvent créer une nuisance à plusieurs kilomètres du gîte larvaire . l'espèce est multivoltine .

Ae.dorsalis est une espèce très anthropophile qui peut pulluler car ses gites larvaires sont très étendus ; la nuisance qui en découle est alors importante pour l'homme et pour les animaux

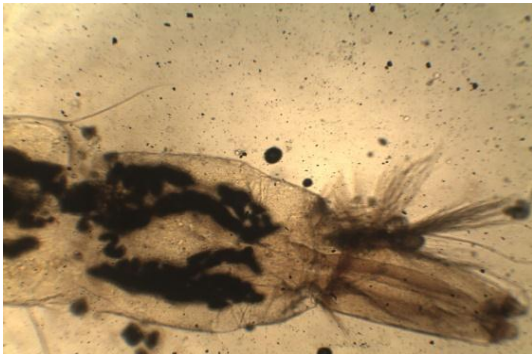


Fig:54: *Ae. Dorsalis*(Gr×10)

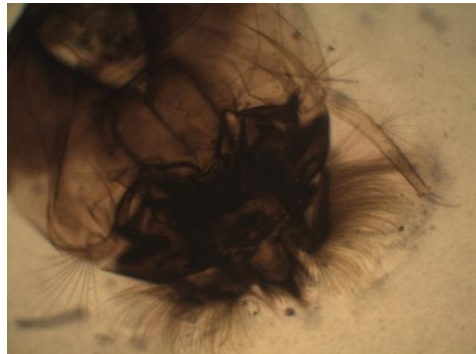


Fig:55: *Ae. Dorsalis*

d.Aedes detritus

Moustique paléarctique décrit à partir d'insectes capturés en Irlande , *Ae. Detritus* est particulièrement bien représenté dans les régions septentrionales d'Europe où il affectionne les gîtes méso-halins.

Les œufs, résistants à la dessiccation et au gel , sont déposés au pied de la végétation halophile .

Les gîtes larvaires sont de grande taille tels que marécages , fossés méso-halins situés en bord de mer ou à proximité de zones où affleurent des formations géologiques salées .

L'espèce est eurygame . les femelles se déplacent sur plus de 10 km pour rechercher leur repas de sang ; elles constituent ainsi une nuisance importante à une grande distance des vastes zones d'émergence . les agressions se produisent essentiellement le jour .les femelles piquent tous les vertébrés à sang chaud ,*Ae. Detritus* participe à la transmission de la myxomatose

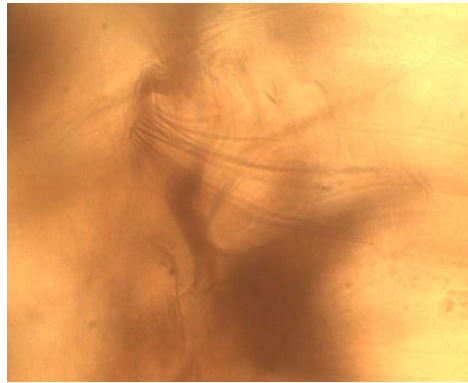


Fig:56: *Aedes detritus*

III.1.2.4. Genre *Orthopodomyia*

a. *Orthopodomyia pulchripalpis* Rondani 1872

Cette espèce se trouve dans la région méditerranéenne du continent africain, la salinité, ainsi que le pH, des gîtes larvaires est légèrement supérieur: la salinité allant jusqu'à 10 g par litre et le pH jusqu'à 8 (Senevet&Andarelli, 1959).

Les oeufs sont pondus sur les parois du gîte; ils sont déposés au dessous du niveau de l'eau avant d'être recouverts d'un enduit gélatineux. Les larves se développent dans les cavités naturelles creusées dans

les troncs d'arbre, qui retiennent longuement l'eau de pluie. L'eau de ces gîtes est chargée de matières organiques, sa couleur est toujours brun foncé. Les larves peuvent s'enfouir dans la vase fluide du fond et ne remontent que rarement en surface. Le développement pré imaginal est remarquablement long, il peut durer jusqu'à un an, l'espèce passe l'hiver à l'état larvaire, la nymphose produit au début du printemps. Le siphon de la larve est dépourvu du peigne siphonique. Le tarsomère 4 plus court que le tarsomère 5 au niveau de la 1^{ère} patte (Fig.68), et absence de pulvilli au niveau des organes sensoriels portés à l'apex des tarsomère 5.



Fig:57: Tarsomère 4 et 5 de la patte 1 d'*Or.pulchripalpis* (Gr : x100).



Fig:58:*Or..pulcripalpis*

III.1.2.5.Genre *Uranotaenia*

a. Uranotaenia unguiculata Edwards 1913

Le genre *Uranotaenia* a une espèce unique en Europe. L'espèce *Ur.Unguiculata* était décrite d'un mâle capturé à Tibériade, en Israël par Edwards (1913). La distribution de la présente espèce essentiellement méditerranéenne, bien qu'il ait été enregistrées dans de nombreux pays d'Europe, d'Afrique du Nord et d'Asie du Sud-Est (Melero-Alcibaret *al*, 2010).

La biologie d'*Ur.unguiculata* n'est pas bien connue, comme la plupart des dossiers concernent des captures d'individus isolés, que ce soit sous forme de larves dans les habitats aquatiques ou les adultes pris dans la lumière piège, de sorte que les captures ne sont pas suffisamment abondantes pour établir le comportement gonotrophique ou phénologie. Le stade immature se trouvent généralement dans de petites piscines, ombragé, même légèrement polluées, qui sont riches en matière organique végétale avec des indices de salinité de 0,1-0,2 par ml (Ramsdale& Snow, 2001; Schaffneret *al*,2001;Melero- Alcibar *et al.*, 2005).

L'adulte est un petit moustique (environ 4 mm) facilement reconnaissable par l'ornementation de la tête et des faces latérales du thorax. Les oeufs 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 segment VIII de la larve ne porte qu'une seule rangée de dents aux formes variables mais qui sont toujours implantées sur une plaque sclérifiée. Le siphon est développé et porte un peigne et une seule soie insérée distalement; la selle du segment anal

forme un anneau complet. Chez la nymphe, la palette natatoire est profondément échancrée sur sa partie interne et basale, ses bords interne et externe sont souvent denticulés. L'espèce est sans importance médicale (Schaffner *et al.*, 2001). Le critère important chez cette espèce est l'absence de la frange d'écaille et de la couleur somber du tarsomère 5 de la patte 3.



Fig:59: Absence de la frange d'écaille (gr : x100)

Fig:60: Siphon respiratoire

III.2.2. Etude de la Biodiversité des culicidae au région d'el-oued

III.2.2.1 Culicidae par gites d'étude dans la région d'el oued

Tableau 9: Richesse totale des espèces du Culicidae au niveau de la région d'El Oued (d'Octobre 2018 à Mai 2019)

Mois Esp	Octobre	novembre	décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	13	20	9	0	0	30	40	30
<i>Aedes dorsalis</i> Meigen 1830	10	9	5	0	0	10	10	20
<i>Aedes detritus</i> Meigen 1830)	10	5	5	0	0	15	15	20
<i>Culiseta annulata</i> Chrauk, 1770	6	5	5	0	0	10	20	20
<i>Aedes dzeta</i>	1	15	13	0	0	3	5	2
<i>Aedes caspius</i> Pallas 1771	2	14	16	0	0	4	3	3
<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1828	14	40	30	0	0	16	15	13
<i>Orthopodomyia</i>	2	16	20	0	0	8	9	10

<i>pulcripalpis</i> Rondani, 1872								
<i>Uranotoenia</i> <i>unguiculata</i> Edwards, 1913	2	14	17	0	0	9	8	9
<i>Total</i>	60	138	120	0	0	105	125	124

III.2.2.2 Indice de diversité shannon et d'équitabilité :

D'après nos résultats, (672) individus ont été récoltés dans les différents sites de la région d'El Oued et la richesse totale était élevée avec neuf espèces. Les résultats présentés dans le **tableau 10** montrent l'indice de diversité Shanon & Weaver (H'), la diversité maximale (H' max), et l'indice d'équi-répartition et de Jaccard (E).

Tableau 10 : Résultat sur l'indice de diversité de shannon-weaver et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études

Esp	gite	Sidi mastour	Souk libya	Université
<i>Culex pipiens</i> (Linnaeus, 1758)		72	0	70
<i>Aedes dorsalis</i> (meigen, 1830)		64	0	0
<i>Aedes detritus</i> (halliday, 1833)		0	0	70
<i>Culiseta annulata</i> (Schrank, 1776)		0	0	66
<i>Aedes dzeta</i> (0	39	0
<i>Aedes caspius</i> (pallas, 1771)		0	42	0
<i>Culiseta longiareolata</i> (Macquart, 1838)		60	68	0
<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i> (Rodani, 1872)		0	65	0
<i>Uranotoenia unguiculata</i> (edwards, 1913)		0	59	0
Effectif		196	273	206
H'		1,579	2,271	1,581
S		3	5	3
H'max		1,584	2,32	1,584
E		0,996	0,978	0,998

Les résultats mentionnées dans le tableau présente les valeurs de l'indice de diversité de Shannon Weaver (H'); de la diversité maximale (H' max) et d'équirépartition (E).

L'indice de diversité H' révèle des valeurs qui sont égale: **2.271** bite pour le site urbain (**souk libya**), et **1.579** bite pour le site préurbain(**Sidi Matour**) et le site préurbain (**Université**):**1.581** .ce qui montre que le site urbain(Souk-libya) est moyennement peuplé en espèces (cinq espèces) ,par contre les deux autres sites préurbain(Sidi Mastour et Université) sont faiblement peuplé en espèces c-à-d pauvre en espèces(trois espèces).

Concernant l'indice d'équirépartition des Culicidées est proche de 1 au niveau des trois site ce qui montre les espèces sont équilibrée entre eux(c-à -d que le milieu étudié est équilibré).

III.2.2.3 Abondances des genres dans la région d'el oued:

Tableau 11: nombre et pourcentage des genres dans la région d'el oued

Genre	N	F%
<i>Aedes</i>	215	31,8%
<i>Culiseta</i>	194	28,7%
<i>Culex</i>	142	21,03%
<i>Orthopodomyia</i>	65	9,6%
<i>Uranotoenia</i>	59	8,7%

La majorité de la faune Culicidienne inventoriées (675 individus) représenté par le genre *du Aedes* qui est signalé dans tous les gites étudié (urbain et pré urbain:**31.8%**, **ni=215**), suivi par le genre *du Culiseta* au niveau des gites urbaine et pré urbaine (**28.7%** **ni=194**) de la faune totale, puis le genres du *Culex* (**21,03%** **ni= 142**) et enfin les deux genres: *Orthopodomyia*(**9.6%** **ni=65**),et *uranotaenia* (**8,7%** **n=59**) avec une faible abondance.

par contre les résultats obtenus dans la région de Laghouat qui se trouve presque dans le même étage bioclimatique de la région d'El Oued , (l'étude:*Talha,al2015*) montre l'abondance de genre du *Culiseta* (**41.07%**, **ni=267**)), suivi par le genre *culex* (**18.30%**, **ni=119**)puis le genre du *Aede* avec un taux (**07.92%**, **ni= 50**) .

on peut expliquer cette différence par le taux très élevé de salinité au niveau des ressources en eau (surtout les montées d'eaux), en sachant que le genre du *Aedes* préfère les eaux saumâtres (très salées).

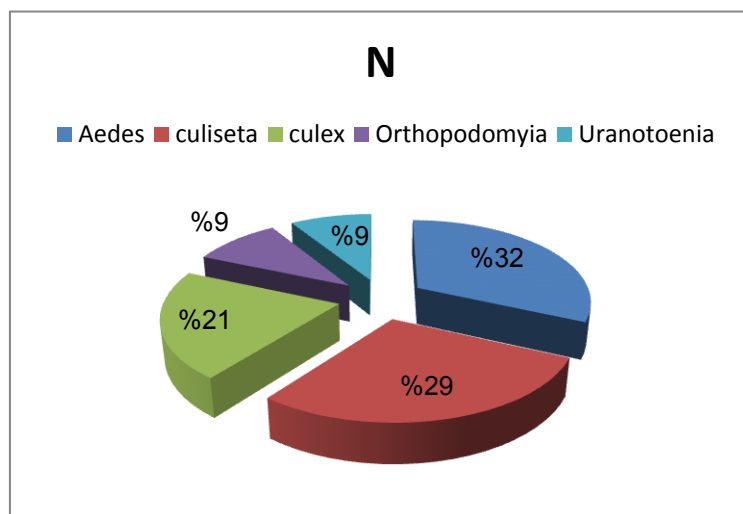


Fig:61 : Résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la région d'El-Oued

III.2.2.4 Abondances des espèces dans la région d'el-oued:

Les résultats de l'abondance relative des différentes espèces de Culicidae sont présentés dans le tableau 12 et les barres graphiques au niveau de l'annexe

Tableau 12: abondances relatives appliquées aux espèces de culicidae.

Espèce	Ni : le nombre d'individus de l'espèce prise en considération	C : l'abondance relative %
<i>Culex pipiens</i>	142	21,03%
<i>Aedes dorsalis</i>	64	9,48%
<i>Aedes detritus</i>	70	10,37%
<i>Culiseta annulata</i>	66	9,77%
<i>Aedes zeta</i>	39	5,77%
<i>Aedes caspius</i>	42	6,22%
<i>Culiseta longiareolata</i>	128	18,96%
<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	65	9,62%
<i>Uranotoenia unguiculata</i>	59	8,74%

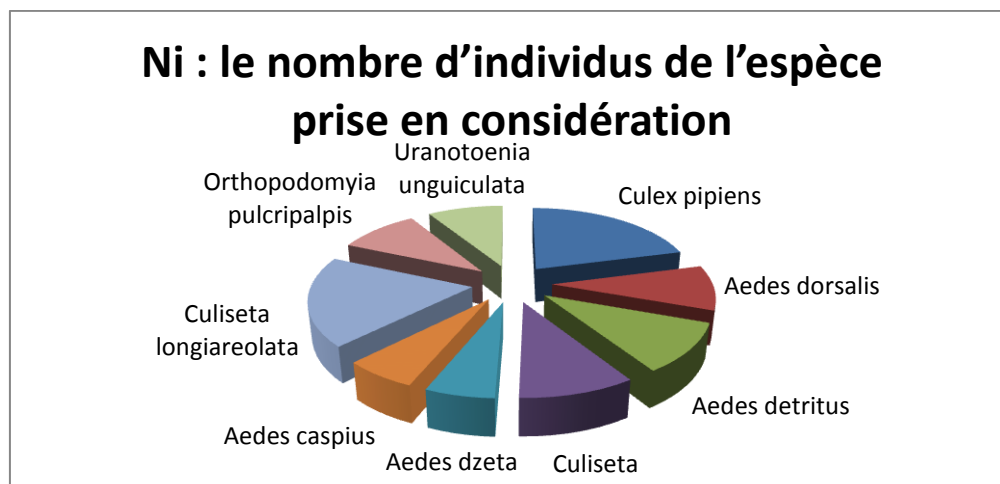


Fig:62: l'abondance relative des espèces de Culicidea dans la région d'el-oued ou est les pourcentage % dans le graphe et il faut respecté l'homogénéité des graphe (c-a-d les même dimension)

Les résultats cumulés dans le Figure ,, montrent des valeurs des abondances relatives qui varient d'une espèces à l'autre selon les effectifs, nous remarquons Sur les 9 espèces récoltées que l'espèce *Culex pipiens*(**21,03% n=142**) est la plus dominante

Suivi par l'espèce *Culiseta longiareolata*(**18;96% ni=128**),(**10,37% ni=70**) pour l'espèce *Aedes detritus* ,*Culiseta annulata*(**9.74% ni=66**),*Orthopodomyia pulcripalpis*(**9,62% ni=65**),*Aedes dorsalis*(**9,48% ni=64**),(**8,74% ni=59**) pour l'espèce *Uranotoenia unguiculata* et l'espèce *Aedes caspius* (**6,22% n=42**) et en fin *Aedes dzeta*(**5,77% n=39**) avec des faibles représentation des dernières espèces (c-à-d se sont des espèces accessoire leur abondance est moins de 25%)

Dans la région de Tébessa (zone semi-aride), les espèces les plus abondantes sont respectivement *Cs. Longiareolata* (**61,01%**) et *Cx. pipiens*(**32,57%**) (Bouabida et al 2012).

Cependant, dans la région d'Oum El Bouaghi. (zone semi-aride), les espèces les plus abondantes sont respectivement *Culex pipiens* (**77.3 %**) et *Orthopodomyia pulcripalpi*(**12%?**) (*Dahchar N,saoudisaoudioum,el bouaghi al 2016*)

Dans la région Biskra(zone Aride doux),les espèces les plus abondantes sont respectivement *Culiseta longiareolata*(**62.26% n=620**) et *Culex pipiens*(**32.08% n=319**) (*Merabti al 2016*) dans la région Laghouat zone saharienne Aride ,la plus dominante est *Cs. logiareolata***37.70%**,suivie de *An cinereus* *An dthali*et avec **12.46%** (talhaal 2015)

Par contre la région d'Oum elbouaghi se diffère d'autre régions , on peut expliqué ça par la différence au niveau des étages bioclimatique.

III.2.3.5. Culicidae par zone (Urbaine, Préurbaine) d'étude dans la région d'el-oued:

III.2.3.5.1. Richesse spécifique:

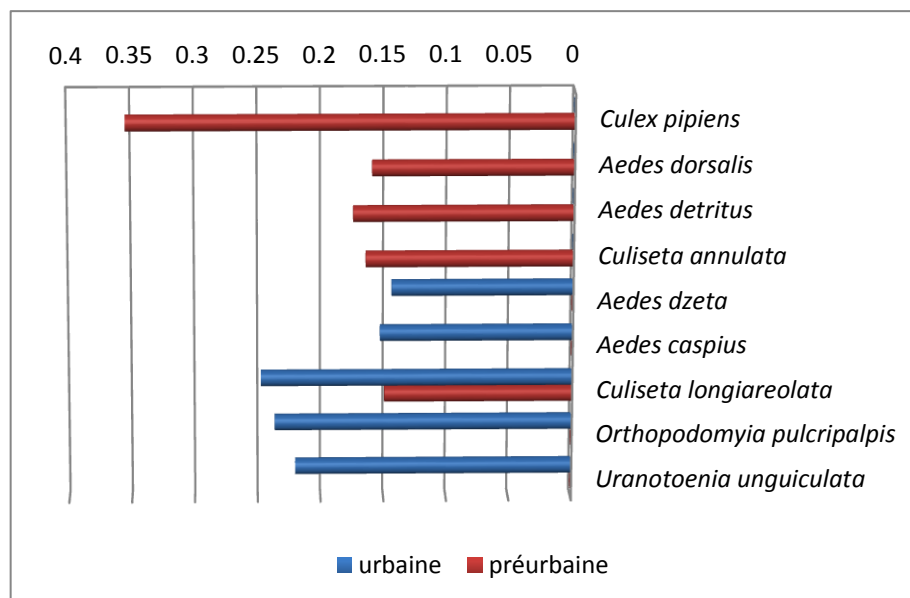


Fig:63 : la structure des espèces des Culicidés inventorié sur les 2 sites d'études

La faune Culicidienne de la région de Eloued elle est concentrée au niveau de site **urbain** par une forte abondance et diversité (**05 espèces**) suivi par les site **préurbaine** et seulement en 02 stations révéla la présence de **04 espèces**; de genre *Culex* et située que l'espèce de *Cx pipiens* trouve spécifiquement dans cette zone ; et de genre *culisetaet* située les espèce *Culisetalongiareota* et *culisetaannulata* et enfin le genre *Aedes*; dont *Aedes dorsalis* et *As ditritus*

Dans l'étude de Ben malek (2010) a zone humide (l'extrême Nord-Est algérien) révéla la présence de 07 espèces pour les sites urbains et 08 espèces pour les sites ruraux.

D'après notre étude la diversité est remarqué particulièrement dans le site urbain (souk libya)

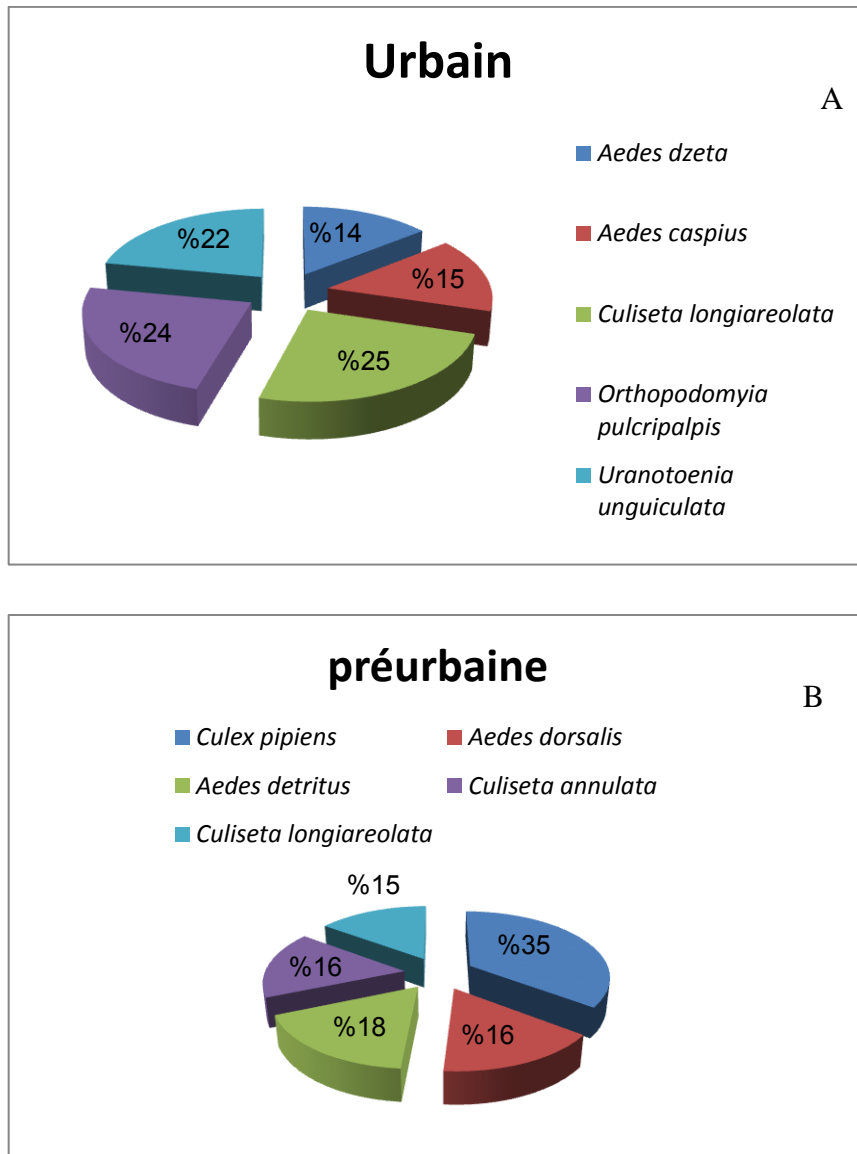


Fig:64:Résultat d’abondances des genres des Culicidés dans la zones (urbaine ;A , préurbaine ; B) d’eloued.

III.2. Ecologie, biologie de la reproduction

Comprend Analyse physico-chimique de l'eau du gîte et définir les caractéristiques biologiques liées à la reproduction des adultes : estimation de cycle de vie surveillé des espèces du population *Culicidienne* pour la sous familles *Culicinae*, **fécondité** (nombre d'œufs pondus), **fertilité** (nombre de larves néonates), **autogénie** (capacité à pondre sans repas sanguin)/**anautogénie** (un repas de sang est indispensable) des femelles et mode d'accouplement **sténogamie** (capacité à s'accoupler en cage)/**eurygamie** (nécessité d'un grand espace pour l'accouplement).

III.2.1. Cycle de vie

III.2.1.1. Cycle de vie des genres d'el oued

Stades	Cycle de <i>Culex</i>	Cycle de <i>Culiseta</i>	Cycle de <i>Aedes</i>
Récolte	23/05/2019 Récolte(L1)	18/04/2019 Récolte (oeufs)	03/03/2019 Récolte(L1)
Emergence	/	23/04/2019	/
Larve stade 01 (L1)	23/05/2019	23/04/2019	03/03/2019
Larve stade 02 (L2)	26/05/2019	25/04/2019	07/03/2019
Larve stade 03 (L3)	29/05/2019	28/ 04/2019	11/03/2019
Larve stade 04 (L4)	01/ 06/2019	30/ 04/2019	14/03/2019

Tableau 13: étapes de cycle biologique du genre:

Nymphe	04/ 06/2019	02/ 05/2019	16/03/2019
Adulte	07/ 06/2019	05/ 05/2019	18/03/2019
Durée du cycle	Presque 16 jours	Presque 18 jours	Presque 16 jours

D'après le tableau le stade nymphale est duré de 16 jour pour *Culex* et 18 jour pour *Culiseta* et 16 jour pour *Aedes*

Puis le stade adulte est duré 16 jour pour *Culex* et 18 jour pour *Culiseta* et 16 pour *Aedes*

Ce qui explique l'apparition adulte de *Culex* chaque 16 jour (2 semaine) et *Culiseta* chaque 18 jour (2 semaine et demi) et *Aedes* chaque 16 jour (2 semaine)

Cet résultat confirmée par la comparaison avec les travaux du Himmi Oumnia au Maroc en 2007 qu'est remarquée que la durée de croissance des larves varie de l'hiver (5-8 semaines) au printemps (2-4 semaine).

III.2.2. Fécondité et fertilité pour les cinq genres

III.2.2.1. Fécondité

D'après les résultats obtenues montre que tous les espèces inventoriées dans notre études **Eurygames** et sa confirmé par les types des gites de prélèvement qui sont totalement épigés.

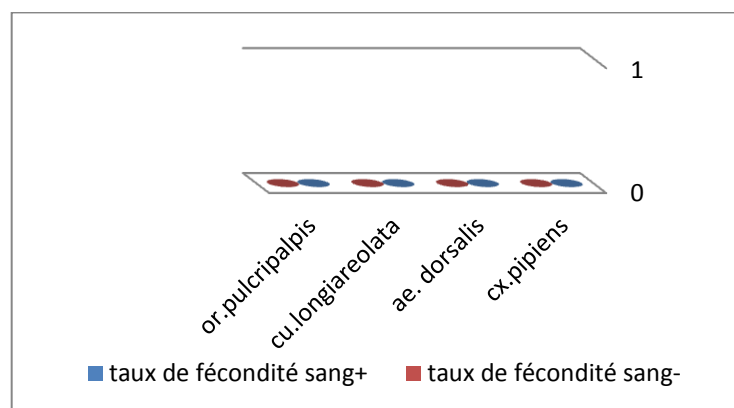


Fig:65: Taux de fécondité (nombre d'œufs pondus par toutes les femelles) sang – et sang +.

III.2.2.2. Fertilité

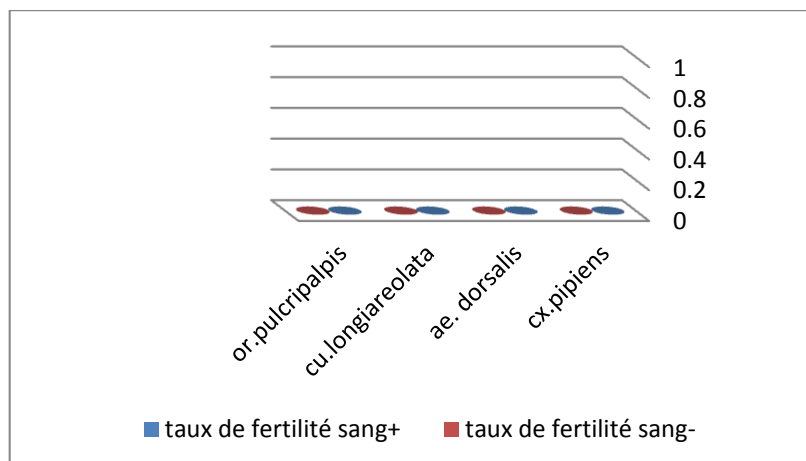


Fig:66: Taux de fertilité (nombre d'œufs pondus par toutes les femelles) sang – et sang +.

D'après la (Figure 66) on remarque que la présence du sang n'influence pas sur la fertilité des femelles ou leurs fécondité ; donc les espèces de ces genres sont des **anautogènes** on peut expliquer ça par la cause de la préférence trophique de chaque espèce.

III.2.3. Analyse physico-chimique (PH, Salinité, DBO₅, T °C et Salinité, MES, oxygène) de l'eau du gite

On fait des prélèvements de l'eau de chaque gite étudiées et réalise un série des analyse physique et chimique à la station d'épuration ONA de la wilaya d'el-oued pour déterminer l'effet de la composition physico-chimique de l'eau des gites sur la densité larvaire.

Une étude analytique présentée au niveau de tableau 09 et la courbe suivantes :

Tableau 14 : Effets de la composition physico-chimique de l'eau des gites sur la densité larvaire

paramètres / Gites	Densité Moyenne (N ^{bre} de larve)	DBO ₅ mg /l	T °C	PH	Salinité mg/l	MES mg/l	DCO mg/l	Oxygène mg/l
Sidi mastoure (malha)	260	2	18.7°	7.43	4.8	13.33	492	1.87
Souk libya	56	40	20°	8,34	30,1	110	978	2,72
université	170	35	18,4°	7,44	3,8	18,33		5,01

Dans chaque gîte visité on détermine la densité larvaire et on prélève les paramètres physico-chimique, et analysé la teneur d'eau de chaque gîte en matière organique (DBO_5), qui nous donne une valeur approximative de la teneur en matière organique. Les densités moyennes les plus élevées ont été remarqué dans les sites suivants: **Sidi mastoure (malha);260** et **l'université;170**. La densité est moyenne au niveau de **souk libya; 56**

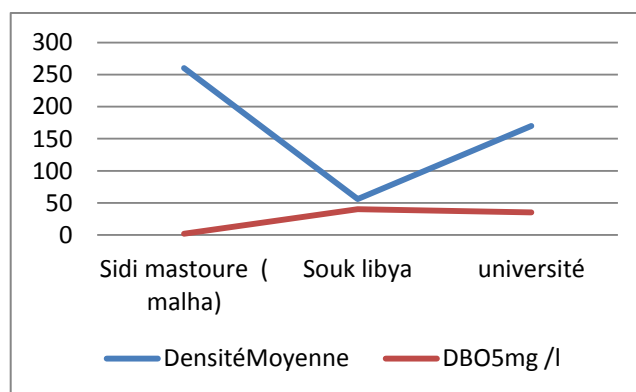


Fig:67 : Relation entre la densité larvaire et la DBO_5 .

D'après la (fig 67) nous remarquons qu'il y a une relation proportionnel inverse entre la densité larvaire et la DBO_5 dans le site **sidi mastour** (c-à-d dans ce gîte plus que la teneur en matière organique est diminué plus la densité larvaire est élevée).

Et pour le gites **souk libya** une relation proportionnel (c. à. d plus le gîte est chargé en matière organique plus la densité larvaire élevée), dans le gîte **d'université** la densité moyenne est élevée ainsi que la DBO_5 est élevée donc une relation proportionnel (c. à. d plus le gîte est chargé en matière organique plus la densité larvaire est élevée)

(Talha,2015) à Laghouat montre la présence d'une la relation proportionnelle entre la densité larvaire et la DBO_5 , dans le site préurbain ; Khneg (c.à.d. Plus le gîte est chargé en matière organique plus la densité des larves élevée), et une relation proportionnel inverse pour les autres gites (c. à. d plus le gîte est chargé en matière organique plus la densité larvaire abaisse).(talha, al 2015).

Berchi 2000 à Constantine montre que la DBO_5 associé positivement avec la densité larvaire.

Ce qui confirme, les théories selon lesquelles la densité des larves est plus importante dans les eaux claires pour certaines espèces, par contre d'autres espèces préfère les eaux usées (c.à.d qui sont riche en matière organique).

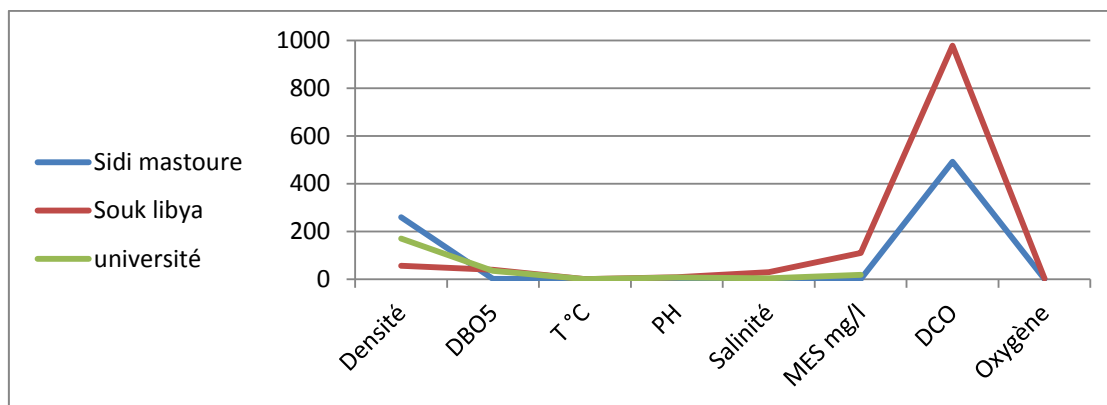


Fig:68: Relation entre paramètres physico-chimique et la densité moyenne

Les pH calculés rentraient tous dans même la fourchette **7,43 à 8,34** (tous les gites sont des milieux alcalins) à cause de la nature calcifié des terrains traversés. Le pH maximum a été enregistré au niveau de site urbain **souk libya (8,34)** .Les autres gîtes sont moins alcalins(**sidi mastour** et **université 7,43_7,55**) respectivement, ce qui est dû à la dégradation de la matière organique (végétaux, selles d'animaux...).

La température, suivent le même schéma, voulant dire une fourchette restreinte et des écarts qui ne sont pas significatifs.

Pour la salinité on remarque une relation proportionnel avec la densité larvaire moyenne de **sidi mastour (4,8mg/l)** et **université (3,8mg/l)** qui ont des nombres d'individus (**260**et**170**) en respective. Sauf au gites **souk libya (30,1mg/l)** est très élevée et la densité moyenne est moyenne(**56**).

(Tallha, 2015) a remarqué une relation proportionnel inverse avec le nombre des individus ; lorsqu'il augmente comme aux gites lalmaya G2 (**5.92mg/l**), Touglatine (**4.13 mg/l**) et maamourha (**3.60mg/l**), la densité moyenne est diminué (**21,11** et **17** respectivement) et les cas contraire sont à Khneg (**1.92mg/l**) et Ain madhi (**1.05 mg/l**) et Elgicha (**2.38mg/l**) qui sont des nombres d'individus (**260, 220** et **30**) en respective.

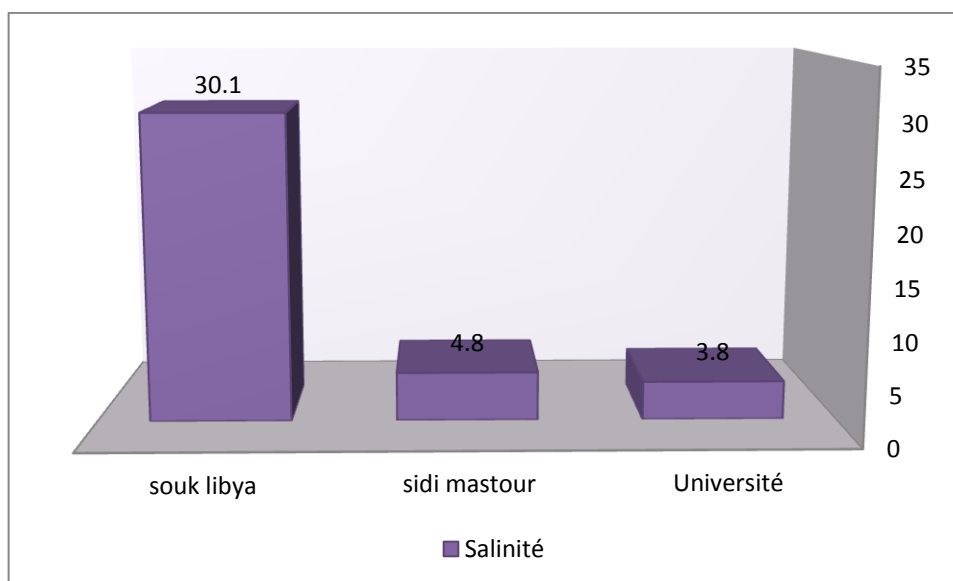


Fig:69: le taux du salinité dans chaque gites étude

Le MES forte corrélés avec la densité larvaire dans le gîte **souk libya (110 mg/l)** (c.à.d. Plus le gîte est chargé en matière en suspensions plus la densité des larves a été moyenne)

Berchi, 2000 à Constantine montre que le MES et le PH faiblement corrélés avec la densité larvaire

Le taux d'oxygène est élevée(**5.01**) dans le gîte **université** mais dans les autres gites est diminué.

DCO (demande chimique d'oxygène) plus élevée dans le gîte **souk libya(978mg/l)** et diminué dans site **sidi mastour (492mg/l)**

III.2.4. Répartition spatial de la faune *Culicidienne* selon les gites larvaire

Afin d'avoir connaître le milieu favorable pour le développement des populations de chaque genre, nous allons tenter de mettre en évidence les facteurs physico- chimique du milieu aquatique qui favorisent chaque genre et sa à l'aide du graphe suivant (Figure 29, 30) :

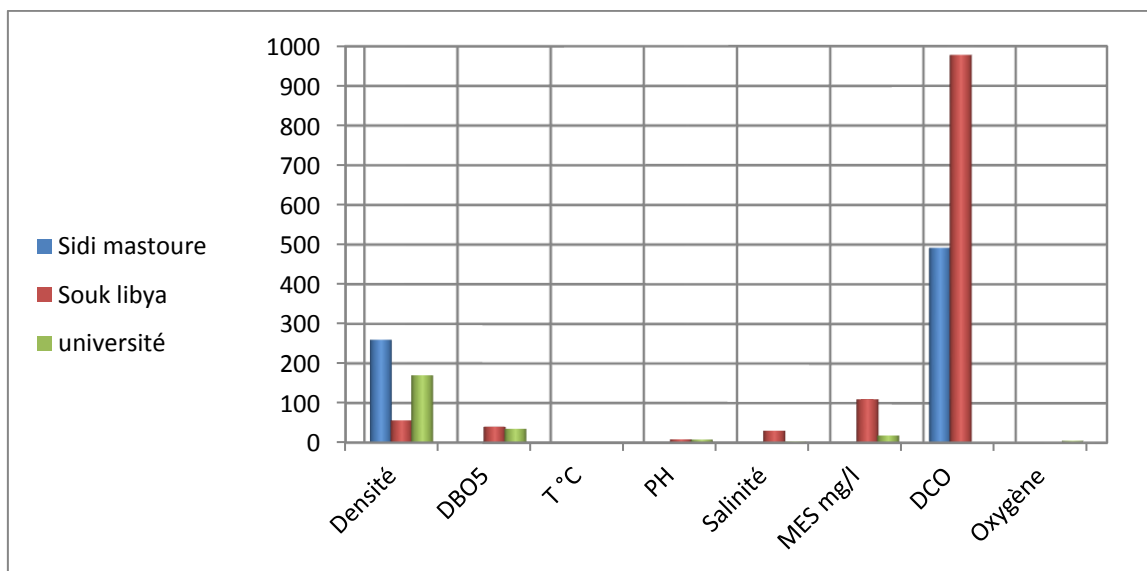


Fig:70: Relation entre paramètres physico-chimique et la densité moyenne

III.2.4.1. Le genre du *Culex* :

l'étude systématique révèle l'existence du genre *Culex* dans les gites des sidi mastour et université tout à fait normale car l'analyse physico-chimique de l'eau du gite montre que ces gites sont caractérisés par une faible concentration en matière organique (DBO_5) ce qui montre que *Culex* favorisent les gites pauvres en matière organique, ainsi que les valeurs de MES sont abaissées.

Berchi (2000) a montré une bonne corrélation entre les valeurs de DBO_5 , MES et la densité larvaire avec un seuil de 1%.

Le groupe d'El Ouali Lalami Abdelhakim au Maroc durant les années 2004 à 2008 a montré que les espèces du genre *Culex* ont été identifiées dans tous les gîtes, y compris les rejets d'eaux usées pour une période d'apparition étalée sur toute l'année.

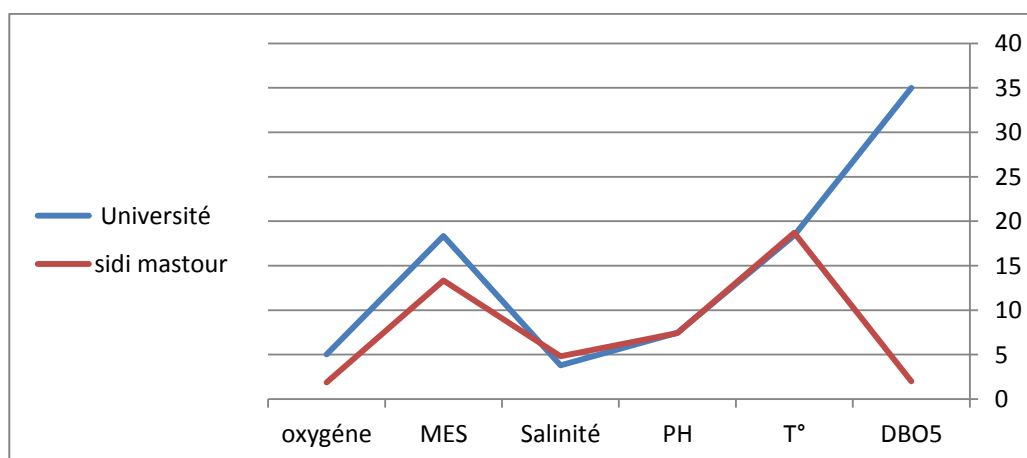


Fig:71 : paramètres physico-chimique des gites sidi Mastour . Université

III.2.4.2. Le genre *Culiseta* :

Dans notre étude ce genre présent par deux espèces ; *Cs.annulata* *Cs.longiareolata* et remarque une différenciation entre ces espèces ; *Cs longiareolata* caractérisée par un succès par rapport tous les espèces non seulement dans ce genre, et avec une dominante dans le zone ; urbaine (souk libya) pré urbaine(sidi mastour) ,et *Cs.annulata* existe dans le pré urbaine (Université) seulement.

le groupe de Hayett Boubida qu'a fait des études systématique et écologique au région de Tébessa (EST d'Algérie, zone steppique) en 2006 montrent chaque milieu présente une particularité faunistique et *Cs longiareolata* se développent dans tous types de gîtes qu'ils soient artificiels ou naturels et Leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable.

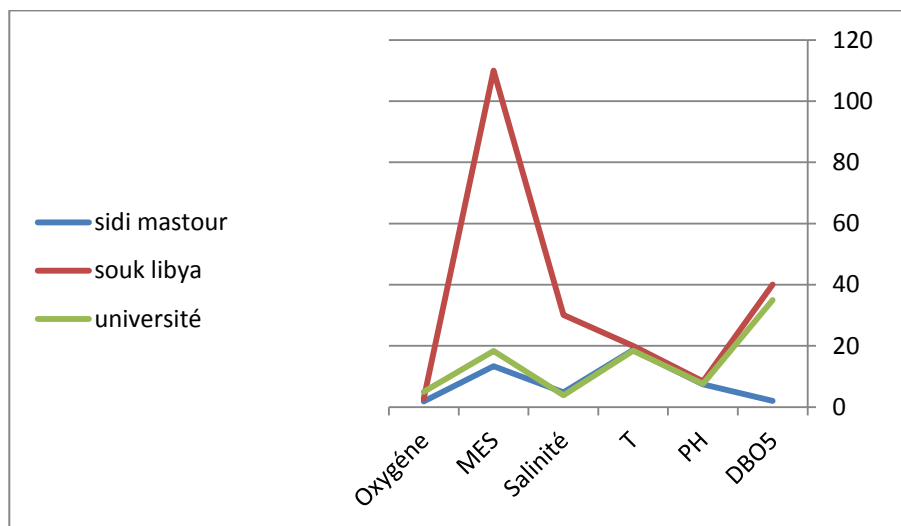


Fig:72: paramètres physico- chimique des gites souk libya ,Université et sidi mastour

III.2.4.3. Le genre *Aedes* :

Ce genre représenté par quatre espèces ; *Aedes dzeta* et *Aedes caspius* dans le zones urbain (souk libya) et *Aedes detritus* dans le zone pré-urbain (université) et *Aedes dorsalis* dans le zone pré-urbain (sidi mastour)

Le gite (souk libya) représenté par une marais montrée d'eau, pauvre en végétation, sol sableuse salé (salinité le haute au notre étude, 30.1mg/l)

D'après le courbe si dessous (Figure 43) ; *Aedes dzeta* et *Aedes caspius* trouvée par une petite abondance et nombre des individus (densité larvaire) au milieu à haute valeurs de DBO₅ (40 mg/l) et le taux de MES est haute (110 mg/l), ce que veut dire que ce genre préfère les gites sont souillés .

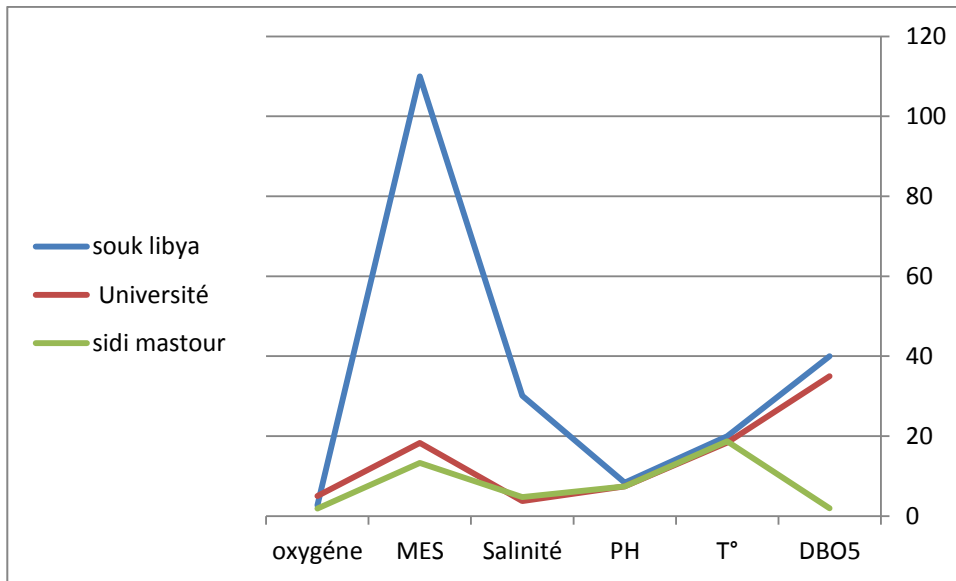


Fig:73: Paramètres physico- chimique des gites souk libya et Université et Sidi mastour

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

La première partie de notre étude a été consacrée à l'identification des espèces de moustiques échantillonnés dans la région de oued souf entre October 2018 et mai 2019. Des inventaires ont été effectués dans trois sites (1urbain, 2préurbain) et chaque site est divisé en station. Les prospections menées sur terrain, ont permis d'inventorier cinq espèces de Culicidae appartenant à cinq genres (*Culex*; *Aedes*; *Culiseta*; *Orthopodomyia* *Uranotaenia*) et pour la première fois que cette étude a été réalisée dans notre région .

Afin de caractériser le peuplement *Culicidienne* de cette région des paramètres écologiques ont été calculés à savoir l'abondance, la richesse, la fréquence centésimale et la distribution d'abondance des différentes espèces, composant ce peuplement. Nos résultats montrent un Déséquilibre entre les trois sites concernant la richesse totale avec neuf espèces, pour ce qui est de la richesse moyenne et le nombre total d'individus, les zones préurbain marquées les valeurs les plus supérieures.

Lors de notre échantillonnage sept paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés, au niveau de trois gîtes d'étude : DBO5 ; pH; MES ; température et salinité , O2, DCO, montrent des variations spatiotemporelles. L'analyse montre un effectif larvaire élevé; lorsque la DBO5 et MES sont élevés pour le gîte de souk Libya et le contraire pour les autres gîtes (comme le cas de gîte université et sidi mastour); un pH alcalin dans tous les sites.

Et on a montré que, les gîtes pollués constituent le biotope le plus favorable pour le genre *Culiseta* , *Orthopodomyia* *Uranotaenia* et les gîtes claires pour le développement des larves *Culex* se trouvent le genre *Aedes* est le plus dominant car il se trouve dans tous les gîtes étudiés.

Pour les cycles de vie réalisés pour les cinq genres, on remarque l'effet de la température environnementale, sur la durée de développement des larves donc nous proposons dans des études ultérieures de changer la température, par les autres paramètres abiotique et même l'effet des changements climatiques

Nous proposons que cette étude sur les moustiques se poursuive dans un cadre moins vaste géographiquement (porte juste trois régions naturelles de la wilaya) pour comprendre la bio-écologie et les autres moustiques vecteurs au cette région.

Il faut attirer l'attention sur le danger de cette faune Culicidienne (vecteurs de maladies grave) et en parallèle des approches épidémiologiques, sont nécessaires afin de bien comprendre les mécanismes idéals de luttés.

Nous conseillons par des autres études concernant les mouvements et les immigrations des moustiques dans le territoire national.

Il faut prospecter d'autre station et avec une suivillance entomologique annuel qui nécessité des études de contrôle des vecteurs (moustique) à l' aide des dissection des glondes salivaire on bien l'estomac de l'insecte a fin déterminer l'existence d'agent pathogène.

Références bibliographiques

- ALAYAT MOUFIDA SAOUSEN, 2012, Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle du complexe *Culex pipiens* (Diptera ; Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie, Département de Biologie, Faculté des Sciences thèse Magistère Université Badji Mokhtar -Annaba- Algérie.
- ALIA Z et FERDJANI B, 2008. –Inventaire de l'entomofaune dans la région d'Oued Souf (cas de deux station Dabadibe et Ghamra) Mém. Ing. Agro. Univ. Ouargla, 160p.
- ALLAL M, 2008 – Régime trophique de la Pie grièche grise *Lanius excubitor elegans* Swainson, 1831 dans la palmeraie de Debila (Souf) et L'ex-Univ(Ouargla). Mém. Ing. agro. saha. Ouargla. 122 p.
- ANONYME 2007. Confédération suisse et Département fédérale de l'économie (DFE) ; offices vétérinaire fédérale(OVF); monitoring (MON).(
- ANONYME, 2006 – *Elephantiasis*. <http://www.pbase.com/orif/image/64263516> (06/2010)
- AOUIMEUR, S, 2016 - Effet de l'action déprédatrice de l'apate monachus (Coleoptera Bostrychidae) sur trois cultivars de palmiers (*Phoenix dactylifera*) dans la region du Souf (Sahara Septentrional-Est, Algérie). Mém. Mag. Agro., Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 274 p.
- ASIN L., 2001. Effect of high temperature on the growth and reproduction of corn aphids (Homoptera: Aphididae) and implications for their population dynamics on the northeastern Iberian peninsula. *Environ. Entomol.*30: 1127-1134.
- BECKER N .2003. Ice granules containing endotoxins of microbial control agents for the Control of mosquito larvae-a new application technique. *J am mosq control assoc*
- BECKER N., HUBER K., PLUSKOTA B. & KAISER A. (2011). *Aedes japonicus japonicus* - a newly established neozoa in Germany and a revised list of the German mosquito fauna. *European Mosquito Bulletin* 29, 88-102 .
- BECKER N., PETRIC D., ZGOMBA M., BOASE C., MADON M., DAHL C. & KAISER A. (2010). *Mosquitoes and their control*. Springer, Heidelberg, Dordrecht, New York, 577 pp.
- BECKER N., PETRIC D, Zgomba M., Boase C, Dahl C., Lane J. and Kaiser A, 2003 – *Mosquitoes and their control*. Ed. Kluwer Academic, New York, 498

- BELAYEDI, K, 2010. Caractérisation des peuplements de culicidés ornithophiles, mammophiles et anthropophiles responsables de la transmission de maladies au niveau des régions lacustres du Parc National d'El-Kala. Mémoire de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba. P 128
- BEN MALEK L, 2010 ; Etude bioécologique des culicidae des zones urbaine et rurales de l'extrême Nord-Est Algérien. Lutte bactériologique par le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*. thèse magister, Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie.
- BENDALI F 1989. Etude de *Culex pipiens*. Anatogène, systématique, biologie, lutte (Bacillus thuringiensis israelensis serotype H14, Bacillus sphaericus 1953) et 2 espèces d'espèces d'hydracariens. Mémoire en vue de l'obtention de magister.
- BENDALI S.F, 1989. Etude de *Culex pipiens* anautagène. Systématique et lutte Bactériologique *Thuringiensis israelensis* sérotype H14. *B. sphaericus* 1953 et espèces d'hydra-cariens. Thèse de Magister en Arthrologie Université d'Annaba.
- BENDALI SAOUDI F., 2006. Thèse de Doctorat d'Etat en Science Naturelles : Etude bioécologique Systématique et Biochimique des Culicidae (Diptera-Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne Bendali, 2006.
- BENMALEK L. 2010 . Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et rurales de l'extrême Nord-Est Algérien. Lutte bactériologique par le Bacillus thuringiensis israelensis sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*.
- BERCHI S. 2000 A. Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptera, Culicidae) dans la région de constantine et perspective de lutte. Thèse Doc. Es. Science. Université de constantine .
- BERCHI S, 2000. Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doctorat Univ. Mentouri, Constantine, 133 p.

- BERCHI S. 2000 a .Bioécologie de *Culex pipiens* .(Diptera ,Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de la lutte .Thèse Doc.Es.Science .Université de Constantine.
- BLONDEL J, 1979 – *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- BOUBIDI S-CH, 2008. (a) Notions de base en Entomologie, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008.
- BOUBIDI S-CH, 2008. (b) Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008, P49.
- BOUKRAA SLIMANE, 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.
- BOUKRAA SLIMANE, 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.
- BOUKRAA SLIMANE, 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.
- BOYER S., 2006. Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales .
- BRUNHES J., 1999 ; Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes* (*Ochlerotatus*), *Biskraensis* n. sp. D'Algérie (Diptera, Nematocera). Bulletin de la société entomologique de France, 104 (1), 25-30.
- 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
- BUSSIERAS J & CHERMETTE R. 1991. Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, 58-61.
- CALIF PRESS, pp 360
- CALLOT J., ET HELLUY J., 1958 – *Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.

- CALLOT J., ET HELLUY J., 1958 – *Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
- CARNEVALE P ET ROBERT V., 2009 ; Les anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle. Ed. I. R. D., Marseille, 389 p.
- CARNEVALE P ET ROBERT V., 2009 ; Les anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle. Ed. I. R. D., Marseille, 389 p.
- CARPENTER SJ, LA CASSE WJ .1955. Mosquitoes of North America (north of Mexico). Univ
- CENTRE DE LA PROTECTION DES FORETS D'OUM EL BOUAGHI, 2011.
- CHABASSE D. 2001. Ectoparasites et vecteurs d'intérêt médical.
- CHRISTOPHERS S. R. & BARRAUD P.J., 1931. The eggs of Indian Anopheles, with descriptions of the hitherto undescribed eggs of a number of species. Rec. Malar. Surv. Indian, 2: 161-192 .
- CHRISTOPHERS S. R., 1922. The development and structure of the terminal segments and hypopygium of the mosquito with observations on the homologies of the terminal segments of the larva. India J. Med. Res., 10: 530-572.
- CHRISTOPHERS S. R., 1923. The structure and development and of the female genital organs and hypopygium of the mosquito. Indian J. Med. Res., 10: 698-720 .
- CHRISTOPHERS S. R., 1960. *Aedes aegypti* (L.), the yellow fever Mosquito. Its life history, Bionomics and structure. Cambridge Univ.Press, 739PP .
- CLEMENTS AN . 1992. The biology of mosquitoes, Vol 1, Development, Nutrition and reproduction. Chapman & Hall, London, pp 509
- CULICIDAE OF THE HRADEC KRALOVE AREA. Acta Univ Carolinae Biologica, pp 377–385
- DAGNELIE P. 1970. Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques (vol. 2). Gembloux, Pesses agronomiques, 451 p.
- DAGNELIE P. 1986. Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, Pesses agronomiques, 362 p.

- DAGNELIE P. 2006. Statistique théorique et appliquée. Tomme 2 : Inférences à un e et à deux dimensions. Bruxelles-université DE BOECK et LARCIER : 659 p.
- DAHL C. 2000. Feeding in nematoceran larvae: ecology, behavior, mechanisms and principles. Proc 13th Europ SOVE Meeting, Ankara (Caglar SS, Alten B و zer N, eds), Soci Vector Ecol, pp 21–27.
- DAJOZ R., 1971. PRECIS D'ÉCOLOGIE. Ed. Dunod, Paris, 343 p.
- DAJOZ, R., 1971 – Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.
- DANIS M., MOUCHET M., GIACOMINI T., GUILLET P., LEGROS F. AND BELKAÏD M., 2005 - Indigenous, introduced and airport malaria in Europe. *Méd. Mal. Infect.*, 26 (3) : 393-396 p.
- DAUPHIN G. ET ZIENTARA S., 2005 - Infections par le virus du Nil occidental : synthèse et actualités épidémiologiques. *Virologie*, 9 (5) : 395–408 p.
- 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.
- DUBIEF J., 1964– Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertien on yield components and specific gravity of potatoes, pp. 399-405.
- ELDRIGE B.-F. ET EDMAN J.-D., 2000 – Medical entomology. Kluwer Academic Publishers, London, 659 p.
- ENCINAS GRANDES A.1982. Taxonomia y biologia de los mosquitos del area Salmantina (Diptera, Culicidae). Consejo Superior de Investigaciones Cientificas. Centro de Edafologia y Biologia Aplicada Ediciones Universidad de Salamanca, pp 437
- EYCKMANS L., 1981 - Le paludisme d'importation en Belgique. *Méd. Mal. Infect.*, 11 (6) : 353-355.
- FAILLOUX A.-B. ET RODHAIN F., 1999 - Apport des études de génétique des populations de moustiques (Diptera : Culicidae) en entomologie médicale, exemples choisis en Polynésie française. *Ann. Soc. Entomol.*, 35 (1) : 1-16.
- FARAN ME, LINTHICUM KJ .1981.A handbook of the Amazonian species of Anopheles (Nyssorhynchus) (Diptera: Culicidae). *Mosq Syst* 13:1–81

- FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J., HEMPTINNE J. L, 2003 – *Ecologie approche scientifique et pratique*. Ed. Lavoisier, Paris, 407 p.
- FAURIE, C., FERRA, C., MEDORIP, P., DEVAUX, J., 2012 - *Ecologie*. Ed. Lavoisier, 488 p.
- GRASSE P., RAYMOND A. ET ODETTE T. (1970) - *Zoologie I, invertébrés*, 2 Edition revues et complétée .Ed Masson, Paris : 718-722 pp.
- HARBACH R.E & KNIGHT K.L. 1980 . *Taxonomie glossary of Mostiquito anatomy* .plexus publishing.
- HARWOOD R. F. & JAMES M. T., 1979. *Entomology in human and animal health-* Mac Millan Publishing Co.,Inc., New York, Collier MacMillan Canada.,548p.
- HEGH E., 1921. *Les moustiques, mœurs et moyens de destruction*. Ed. Imprim. Indust. & Financ., Bruxelles, 239 p.
- HENRIQUE R. (2004) - *Les Toxorhynchites Theobald de Madagascar (Diptera : Culicidae)* .Ann. Soc. entomol. Fr. 40 (3-4): 243-257 pp.
- HERVY J.-P. ET COOSEMANS M., 1979 – *L'élevage des Aedes et des Anopheles, Réalisation et intérêt pratique*. XIX^e Conférence Technique, Bobob-Dioulasso, Burkina Faso : 668–681
- HIMMI O., DAKKI M., TRARI B. & EL AGBANI M.A.1995. *Les Culicidae du Maroc, clé d'identification avec données biologiques et écologiques*. Travaux Institut Scientifiques, Série Zoologie.
- HIMMI OUMNIA, 2007. *LES CULICIDES (INSECTES, DIPTERES) du Maroc : SYSTEMATIQUE, ECOLOGIE ET ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE PILOTES*. Thèse de Doctorat d'état en BIOLOGIE, option ECOLOGIE, Faculté Des sciences, Université Mohammed V – AGDAL, Rabat.
- HOWARD L. O., DAYER H. G ET KNAB F., 1912. *The mosquitoes of North and Central America and the West Indies*. Vol. I. A general consideration of mousquitoes, their Habitat and their relations to the human species. Carnegie Inst. Of Wash. P. 172-75.
- HUANG YM., WARD A. 1981. *A Pictorial Key for the Identification of the mosquitoes Associated with Yellow Fever in Africa*. Mosquito systematics 13, 138-149.

- HUBERTY C J. 1994. Applied discriminate analysis. New York, Wiley, 466p
- IN RELATION TO THEIR CONTROL BY ANTI-LARVAL OPERATIONS. J Trop Med Hyg 36:83–88
- KHECHEKHOUCHE E et.MOSTEFAOUI O., 2008 – Ecologie trophique de Fennecs Zelda (Zimmermann, 1780) dans les régions sahariennes cas de la région du Souf et la cuvette d’Ouargla. Mém. Ing. Agro. Univ. Ouargla, 162p.
- KNIGHT, K.L. ET LAFFOON J.L., 1971. A mosquito taxonomic glossary. V. Abdomen (except female genitalia). Mosq. Syst. Newslett. 3 (1) : 8–24.
- LE BERRE, M., 1989 - Faune du Sahara, Poissons, Amphibiens, Reptiles, Ed. Raymond Chabaud- Lechevalier, Paris, 332 p.
- LECOINTRE G., HERVE G., 2001. Classification phylogénétique du vivant, Belin. Arthropodes Wikipédia.
- LOK, J.B., 1988 - *Dirofilaria* spp.: Taxonomy and distribution. Cité par Boreham P.F.L. et Atwell R.-B., 1988 – *Dirofilariasis*. Ed. CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 1-28.
- MACKENZIE JS, SMITH DW.1996. Mosquito-borne viruses and polyarthritis. Med J Aust 164:90–93
- MARSHALL JF .1938. The British mosquitoes. Brit Mus (Nat Hist), London, pp 341
- MATILE L., 1993 – *Diptères d’Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris ,T. I,439 p.
- MATSUO K., YOSHIDA Y., ET KUNOU I., 1972 - The Scanning Electron Microscopy of Mosquitoes (Diptera : Culicidae), The Egg Surfaces of Five Species of *Aedes* and *Armigeres subalbatus*. J. Kyoto Pref. Univ. Med., 81 (7) : 358–363.
- MINAR J .1978. Aktivnost nekotorih vidov komarov (Culicidae) klimatichestih usloviah Chehii (Czechoslovakia). Parazitologia Akademia Nauk SSSR XII(3):226–232
- MINAR J .1981. Results of Czechoslovak-Iranian entomological expeditions to Iran. Diptera: Culicidae, Oestridae. Acta Ent et Mus Nat Prague 40:83–84
- MOHRIG W .1969. Die Culiciden Deutschlands. Parasitol Schriftenreihe 18, pp 260
- MORIN A., 2002. Note de cour: les Arthropodes. Biologie U.d'Ottawa.

- MOUANE, A., 2010- Contribution à la connaissance des Amphibiens et des Reptiles de la région de l'Erg Oriental (Souf, Taibet et Touggourt). Mém. Magistère : Écologie Animale. Univ. Biskra, 164p.
- MOUCHET J., RAGEAU J. ET CHIPPAUX A., 1969 - Hibernation de *Culex modestus* Ficalbi (Diptera, Culicidae) en Camargue. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, 7 (1) : 35–37.
- NADJAH A., 1971 – *Les Oasis du Souf*, Edit Maison de livre, Algérie.174 p.
- O. M. S., 2009 – *World Malaria Report 2009*. Ed. O.M.S., Genève, 66 p.
- O. M. S., 2010 - Commémoration de la Journée mondiale de lutte contre le paludisme 2010. Actu flash report, OMS, n°05 : 1–3.
- O.N.M. Ouargla., 2018 - Données climatologiques enregistrées au niveau de la station météorologique d'El Oued (2008-2017).
- OULMANE D. 2013. Paludisme en Algérie.
Paris, 397 p.
- PAROLA P., 2005. Utilisation des arthropodes comme outils épidémiologiques et diagnostiques des maladies infectieuses émergentes.
- RACCURT C., 2007 - Le point sur la résurgence en Europe du paludisme autochtone dû à *Plasmodium vivax*. *Rev. Francho.labo.*, 396 : 49–50.
- RAMADE F., 1984 – *Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale*—. Ed. Mc Graw–Hill,
- RAMADE, F., 2009 - *Eléments d'écologie: Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod.
Paris,690 p.
- RAMOS H.-C. ET BRUNHES J., 2004 – *Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia. Faune de Madagascar 91*. Ed. IRD Éditon, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier, 463 p.
- RAMOS HC, RIBEIRO H, PIRES CA, CAPELA RA .1978. Research on the mosquitoes of Portugal, (Diptera: Culicidae) II-The mosquitoes of Algarve, 1977/78. *Ann Inst Hig Med Trop* 5(1–4):238–256
- RAVEN., BERG., HASSENZ AHL., 2009- Environnement.
- REITER P .1986. A standardized procedure for the quantitative surveillance of certain *Culex* mosquitoes by egg raft collection. *J Am Mosq Control Assoc* 2:219–221
- RETTICH F .1979. A study on the mosquito fauna (Diptera:

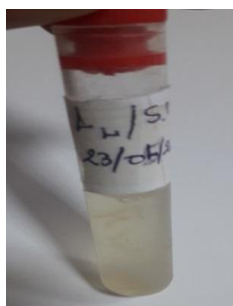
- RODHAIN F. ET PEREZ C., 1985 – *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Ed. Maloine S. A., Paris, 458 p.
- RODHAIN F., 1996 - Worldwide spread of *Aedes albopictu*. *Bul. Soci. Path. Exot.*, 89 (2) : 137-141.
- RUEDA L M . 2004. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue virus transmission. *Zootaxa* 589:1–60
- SCHAFFNER F .1998.A revised checklist of the French Culicidae. *Europ Mosq Bull* 2:1–9
- SCHAFFNER F., ANGEL G., GEOFFROY B., HEVRY J.P., RHAJEM A. & BRUNHES J. 2001. Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification .
- SCHAFFNER F., ANGEL G., GEOFFROY B., HEVRY J.P., RHAJEM A. & BRUNHES J. 2001. Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification.2001
- SCHAFFNER FRANCIS.A 2004.Les Culicides. Module Biologie et Contrôle des Vecteurs. Master Médecine Tropicale et Santé Internationale. Université Bordeaux et Montpellier II. 06 pages
- SCIAMA Y., 2006 – Moustique, la grande menace. *Science et vie*, 1065 : 76-80
- SENVERT G., 1935. Les *Anopheles* de la France et de ses colonies Enc. Ent, éd .P lachevalier Ed, 361 pp.
- SERVICE M W . 1993. Mosquito ecology: field sampling methods.2nd edition, Elsevier Science Publishers Ltd, Essex, UK, pp 988
- SHUTE PG .1933. The life-history and habits of British mosquitoes
- SNOW KR, RAMSDALE CD .1999. Distribution chart for European mosquitoes. *Europ Mosq Bull* 3:14–31
- STEWART, P., 1969 – Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Agro.* : 24 -25.
- SUÁREZ A ., GITAY H., DOKKEN D. J ., ROBERT T., 2002. Les changements climatiques et la biodiversité

- TOUBAL B .O.1986. Phytoécologie, biogeography et dynamique et principaux groupements végétaux du massifs de l'Edough (Algérien Nord orientale).Thèse Doc . Univ.Grenoble , 111p.
- Tutiempo.net.2018
- VOISIN J., 2004 – *Le Souf*. Ed. El Walid, El-Oued. 319 p.
- ZIENTARA S., MURGUE B., ZELLER H., DUFOUR B., MURRI S., LABIE J., DURAND B. ET HARS J., 2001 - Maladie a virus “ West Nile ” en France. *Epidémiol. et santé anim.*, 39 : 113-120.

Annexes



Larves culicidiennes



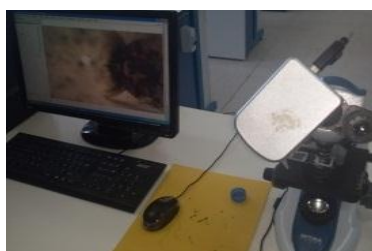
les mettre dans NaOH (4 jours)



rinçage à 3 fois par l'eau distillé pendant 20 min



sectionnes les larves sous loupe binoculaire

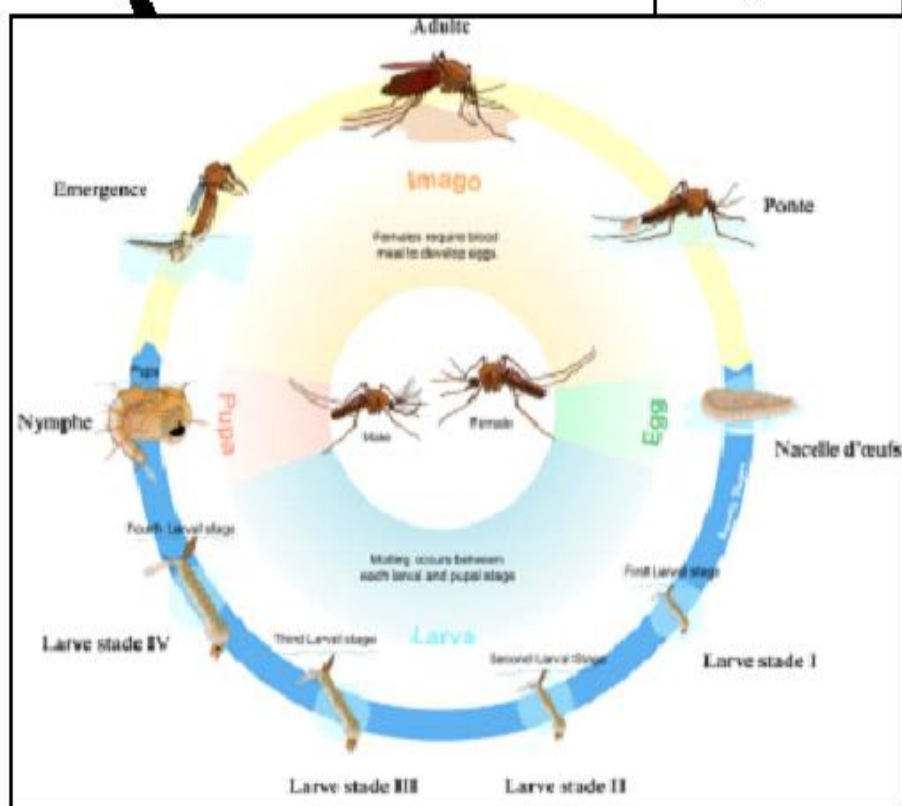
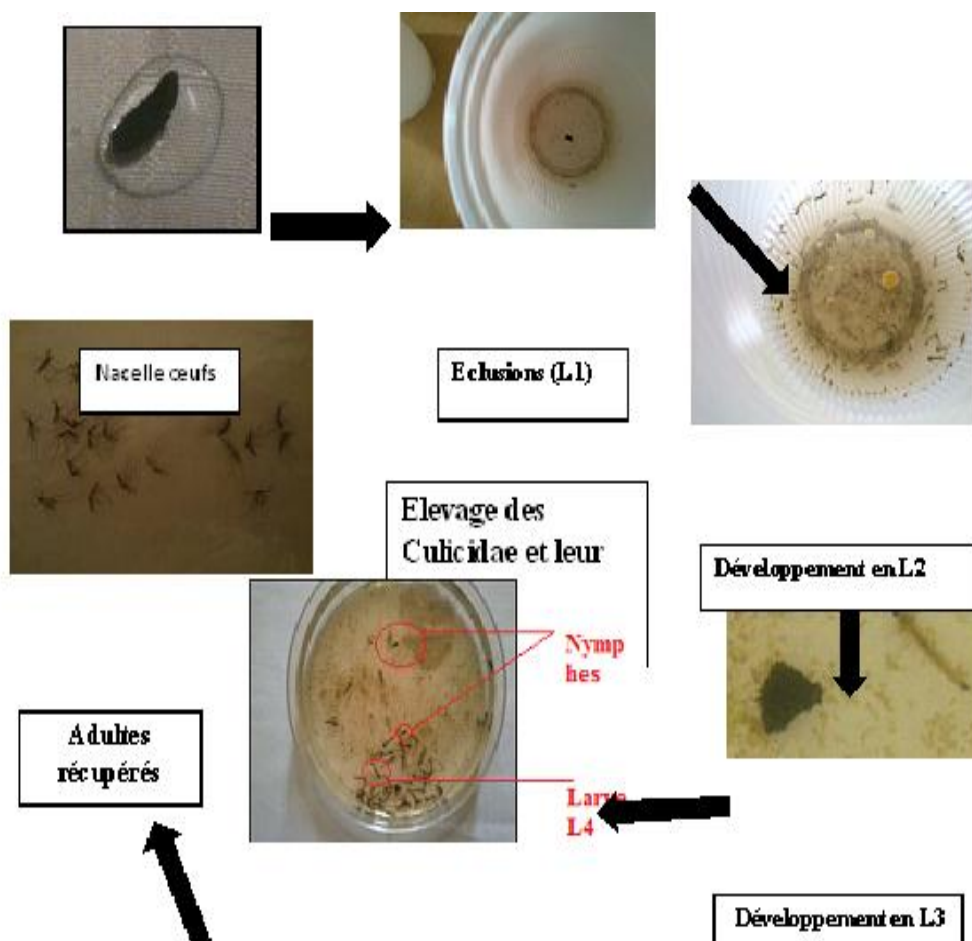


opservation sous microscope optique dans une goutte glycérine



montage de la larves sur une lame

Technique de préparation et de montage des larves de culicides (cliché personnel ,2019)





Les nymphes

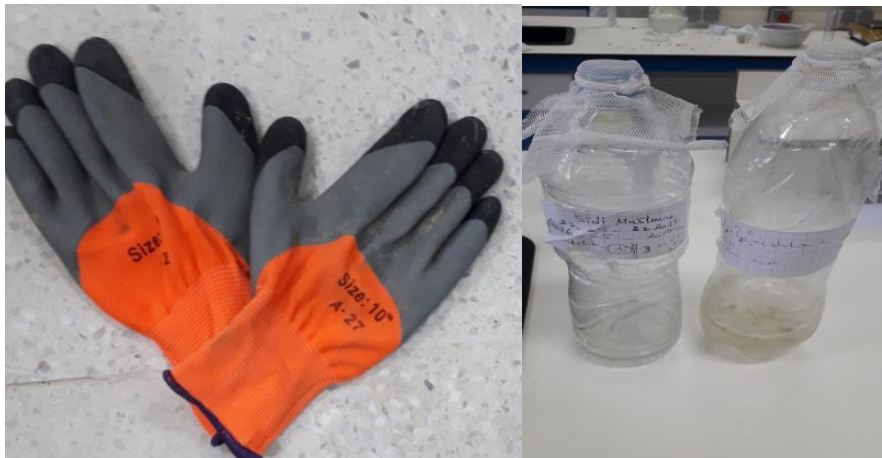


Préparation de la mise en couple

Méthodes de laboratoire adoptées



Matériels d'analyse physico-chimique de l'eau au station d'épuration (O.N.A oued souf . kwinine) (cliché personnel ,2019)



Matériel de travail en terrain (cliché personnel, 2019)



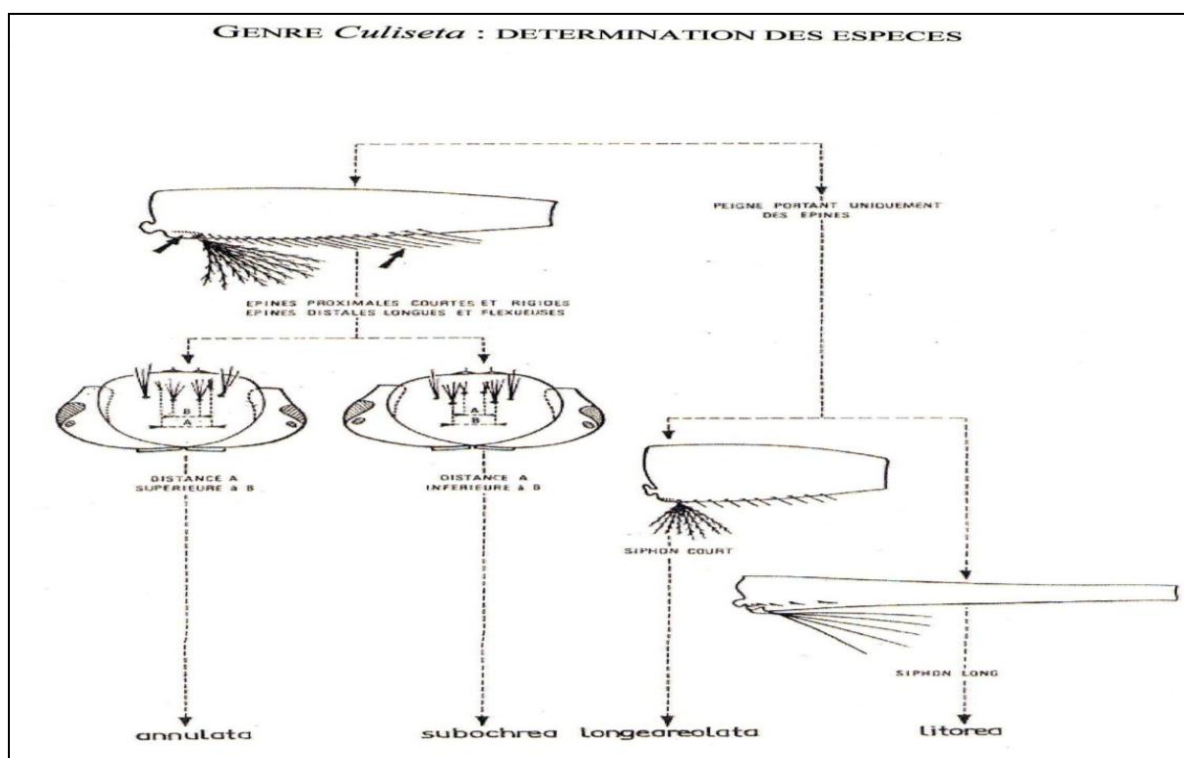
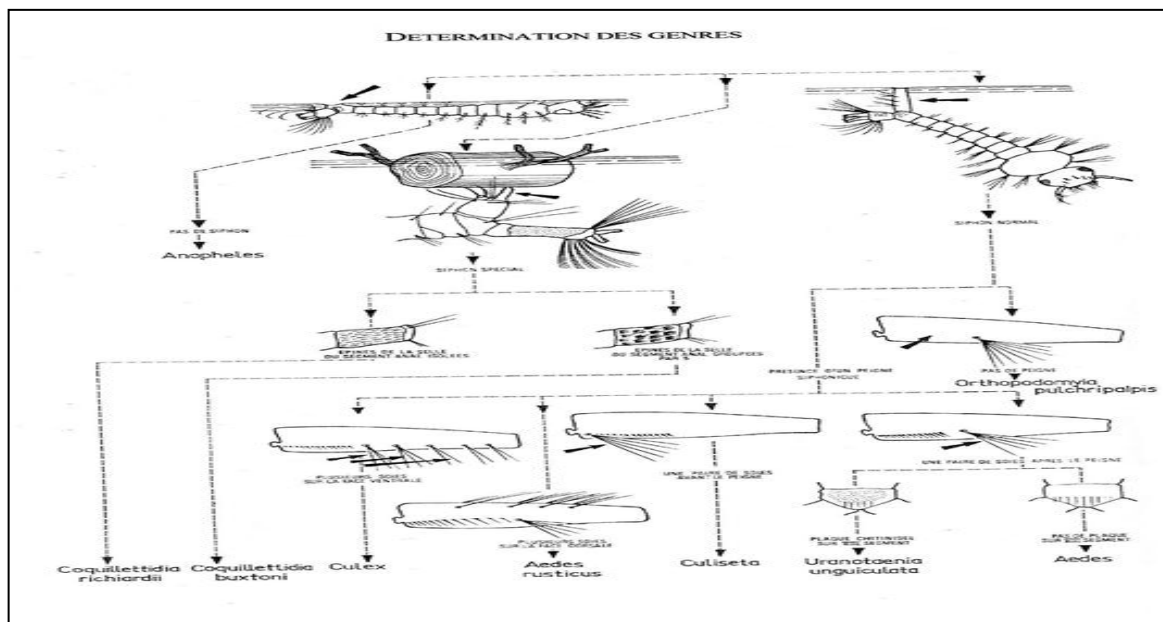
Produit utilisé dans laboratoire

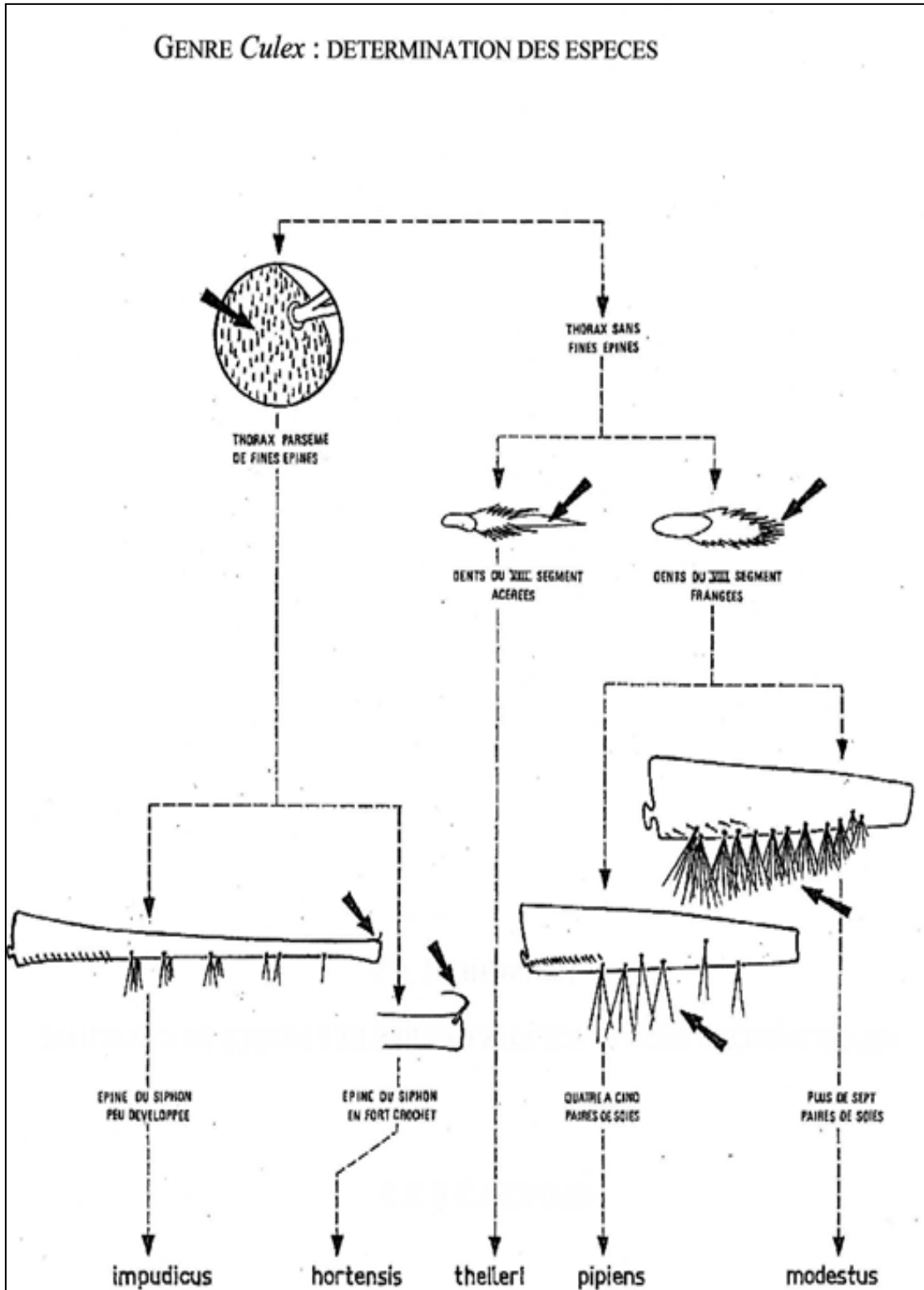


Matériel utilisé dans laboratoire



Travaille au terrain (cliché personnelle 2018-2019)





(Berchi, 2010)

Résumé

Les Culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations et continuent de transmettre des maladies infectieuses animales et humaines (paludisme en particulier qui a été un fléau mondial et qui demeure encore préoccupant). La réduction et l'élimination de ces maladies repose en grande partie sur la lutte contre le vecteur. Cette lutte ne peut être efficace sans la bonne connaissance de la structure taxonomique et la bio-écologie des moustiques. Notre étude contribue à la connaissance de la systématique et la bio-écologie des populations Culicidienne dans la région d'El Oued durant la période de neuf mois (d'octobre 2018 à Mai 2019) montre la présence de à cinq genre de la sous -famille culicinae (*Aedes*, *Culex*, *Culiseta*, *Orthopodomyia*, *Uranotoenia*) et représenté à neuf espèce. L'étude bio-écologie montre l'influence de certains paramètre physico-chimique, particulièrement (DBO5, salinité, MES) et biotique des gites larvaires sur la repartions spatial des moustiques dans notre région.

Mots clés: Culicidés, maladies infectieuses, lutte, structure taxonomique, moustiques, bio-écologie espèce, El-oued

ملخص

البعوض هو أكثر الحشرات القارضة بحصة الإنسان حيث تواصل نقل الأكثر إلحاقا بالسكان وتستمر في نقل الأمراض المعدية الحيوانية والبشرية (المالريا على وجه الخصوص كانت آفة عالمية ولا تزال مصدر قلق). يعتمد الحد من هذه الأمراض والقضاء عليها بشكل كبير على مكافحة ناقلات الأمراض. لا يمكن أن يكون هذا الصراع فعالاً دون معرفة جيدة بالهيكل التصنيفي والبيولوجي للبعوض. تسهم دراستنا في معرفة البيئة المنهجية والبيولوجية للسكان Culicidian في منطقة الوادي خلال فترة تسعة أشهر (من أكتوبر 2018 إلى مايو 2019) هذه الدراسة تمثل خمسة جنس من تحت عائلة culicinae (*Aedes*, *Culex*, *Culiseta*, *Orthopodomyia*, *Uranotoenia*). تُظهر دراسة علم البيئة الحيوية تأثير بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية، ولا سيما (الطلب البيو كيميائي للأوكسجين، الملوحة، المواد العالقة) والحيوية للمواقع اليرقية على التعويضات المكانية للبعوض في منطقتنا الإقليمية.

الكلمات المفتاحية: البعوض، الأمراض المعدية، مكافحة، التركيب التصنيفي، البعوض، أنواع البيولوجيا الحيوية، الوادي.

Abstract

Mosquitoes are the most common insect-borne insects, where they continue to transmit the most infectious populations and continue to transmit animal and human infectious diseases (malaria in particular was a global pest and remains a concern). The reduction and elimination of these diseases depends largely on vector control. This conflict cannot be effective without a good knowledge of the taxonomic and biological structure of mosquitoes. Our study contributes to knowledge of the methodological and biological environment of the Culicidian population in the valley region during a nine-month period (from October 2018 to May 2019). The study of bioecology shows the effect of some physical and chemical factors, in particular (biochemical demand for oxygen, salinity, suspended matter) and the biota of larval sites on spatial compensation of mosquitoes in our region.

Keywords: Mosquitoes, infectious diseases, control, taxonomic structure, mosquitoes, species of biology, valley.