

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Parasitologie et interactions négatives

THEME

*Caractéristiques des microclimats de la faune
culicidienne dans la région de Laghouat*

Présenté par : Moumen Zineb

Ben Aoumeur Nafissa

Devant le jury :

Président : Mr, Becheur Mourad (M.A.A) Université Amar Telidji

Rapporteur : Mme, Alayat Moufida saoucen (M.A.A) Université Amar Telidji

Co-Rapporteur : Dr, Chaïbi Rachid (M.C.B) Université Amar Telidji

Examineur (rice) s : Melle, Abdesselem Amira (Doctorante) Université Amar Telidji

Soutenu publiquement le : juin 2016.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمار ثليجي - الأغواط

كلية العلوم

قسم : البيولوجيا

مذكرة ماستر

مومن زينب و بن عومر نفيسة

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة : بيولوجيا

تخصص: علم الطفيليات والتفاعلات السلبية

الموضوع

الخصائص المناخية للبيئة الصغيرة للبعوضيات في منطقة الأغواط

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
السيد بشور مراد	أ مساعد أ	رئيس
السيدة عليات مفيدة	أ مساعد أ	مقرا
السيد شايبي رشيد	أ محاضر ب	مساعد مقرا
السيدة عبد السلام أميرة	أ مساعد مؤقت	ممتحنة

جوان 2016

Résumé :

Les Culicidae 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). Dans le but de déterminer la préférence écologique de la faune culicidienne dans la région de Laghouat, et établir un inventaire sur les moustiques présent dans cette région et leur répartition spatiale, Une étude sur les caractéristiques des microclimats de la faune culicidienne a été réalisée dans cette région durant la période qui s'étend de février _mai 2016. Les indices écologiques ont été étudiés, La richesse spécifique montre la présence de 10 espèces réparties sur deux sous familles ; les Anophelinae et les Culicinae, qui regroupent à 4 genres, *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*.

Mots clés : Culicidae, maladies infectieuses, paludisme, Laghouat, richesse spécifique.

Summary

Culicidae are the most harmful biting insect populations and still to transmit animal and human infectious diseases (especially malaria which is a global scourge which remains a concern). In order to determine the ecological preference of Culicidae fauna in the region of Laghouat, and give an inventory of mosquitoes in this area and their spatial distribution, a study on the characteristics of microclimates of the Culicidae fauna has been done in this area last period février_mai 2016. Ecological indices studied species richness showed the presence of 10 species over two sub families; the Anophelinae and Culicinae, which belong to 4, *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*.

Key words: Culicidae, infectious diseases, malaria, Laghouat, species richness.

ملخص:

يعد البعوض من أكثر الحشرات القارضة ضررا لصحة الإنسان حيث انه لا يزال ينقل الأمراض المعدية للإنسان و الحيوان (وخاصة الملاريا والتي كانت آفة عالمية و لا تزال حتى الان). من أجل تحديد تفضيل البيئي للحيوانات البعوضيات في منطقة الأغواط، ونظرا لجد من البعوض في هذا المجال وتوزيعها المكانية، تم إجراء دراسة عن خصائص المناخات الصغيرة للبعوضيات في الفترة ما بين فيفري_أفريل 2016 .

دراسة مؤشرات بيئية أظهرت وجود 10 انواع من بين تحت العوائل: الأنوفيلينات والبعوضات، والتي تنتمي إلى 4 اجناس:

Culex, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*.

الكلمات المفتاحية: البعوض، الأمراض المعدية، الملاريا، الأغواط، المؤشرات البيئية.

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
Ae	<i>Aedes</i>
An	<i>Anopheles</i>
D.P.A.T	Direction de Programmation et de l'Aménagement du Territoire.
D.P.S.B	Direction de Programmation et Suivi du Budget.
Cs	<i>Culesita</i>
Cx	<i>Culex</i>
G	<i>Gite</i>
O.N.M	Office national de méthodologie.
OMS	Organisation mondial de la santé.
PS	période sèche.
TDS	Totale solides dissous.

Liste des figures

figure	Page	Titre de la figure	Page
01		situation géographique de Laghouat	05
02		Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat durant la période (2002 – 2012).	10
03		les différentes gites des stations d'étude	12
04		la systématique des culicidae.	13
05		Cycle de développement biologique du moustique	14
06		Morphologie du Moustique femelle <i>Cx pipiens</i>	15
07		Morphologie schématique de la tête de Culicinae a) Femelle, b) Mâle	16
08		Coupe transversale de la trompe chez les Culicidés	17
09		Schéma représentatif morphologie de thorax Culicidienne	18
10		Forme type des œufs d' <i>Anopheles</i> (<i>A. gambiae</i>)	19
11		Nacelles d'œufs de <i>Culiseta</i> (<i>Culisetalongiareolata</i>)	19
12		Ornementation de l'exo-chorion d'un œuf d' <i>Aedes</i>	20
13		La larve de <i>Culiseta longiareolata</i> (1 : tête, 2 : thorax ,3 : abdomen, Gr× 10	20
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)	22
15		Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves	23

a : Culicinae ; b : Anophelinae

16	Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae	23
17	Aspect général d'une nymphe de culicinae	24
18	Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et les populations larvaires des Culicidae	26
19	Emergence imaginale d'un <i>Toxorhynchites</i> , passage de la vie aquatique a la vie adulte d'un moustique	29
20	Schéma des cycles gonotrophiques des anophèles	29
	A : accouplement ; F : fécondation	
21	Quelques symptômes de Paludisme	33
22	cycle biologique de <i>Plasmodium</i> dans l' <i>Anopheles</i> et l'homme	34
23	Quelques symptômes d'éléphantiasis	35
24	Cycle biologique de virus de Nile occidental	37
25	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la valeur de PH	50
26	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la températures	51
27	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la salinité	52
28	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la NO_3^-	53
29	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la sNO_2^-	54
30	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et le phosphate.	54
31	Critères morphologiques d'identification de Larve de <i>Culiseta longiareolata</i> . A: antenne. C: mentum .B: siphon respiratoire, les touffes basales	56
32	l'adulte de <i>culiseta longiariolata</i> observé par la loupe	56

33	la larve L ₄ de <i>Culex pipiens</i> observé par microscope optique	57
34	Ail de l'adulte de <i>Culex</i>	58
35	larve de l'Anopheles observé par microscope optique (G ×10)	59
36	l'adulte de l'anopheles observé par une loupe binoculaire	59
37	Critères d'identification de l' <i>Aedes vexans</i> (Alayat 2012)	60
38	résultat de la structure des espèces inventoriées dans la région de Laghouat	62
39	résultat de fréquence des genres des Culicidés dans la région de Laghouat	64
40	La fréquence relative des espèces de Culicidae dans les sites	66
41	<i>Nerium oleander</i> L.	68
42	<i>Juncus acutus</i> L.	68
43	<i>Carex remota</i> L.	69
44	<i>Lythrum hyssopifolia</i> L.	70
45	<i>Orobancha foetida</i>	71
47	<i>Spirogyra</i> sp	71

Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
01	Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2002-2012)	07
02	Précipitation moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)	08
03	Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)	08
04	Vitesse du vent (m/s) moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)	09
05	Estimation de la densité larvaire	43
06	Effets de la composition physico-chimique de l'eau des gites sur la densité larvaire	49
07	Les corrélations entre les paramètres physico-chimiques de l'eau et la densité moyenne des larves des moustiques	55
08	La structure des espèces des culicidae inventoriées sur les sites d'étude	61
09	Résultat sur l'indice de diversité de shannon-weaver et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études	63
10	Nombre et pourcentage des genres dans la région de Laghouat	64
11	Les fréquences relatives appliquées aux espèces de culicidae.	65
12	distribution de la richesse spécifique dans les stations d'études	66

*R*emerciement

Au terme de ce travail, je remercie Dieu Tout Puissant de nous avoir aidées à accomplir ce travail et de nous avoir guidées vers le du chemin savoir et de la science et d'avoir mis à notre disposition ces personnes que je tiens à remercier :

Mme ALAYAT S., qui 'a accepté de diriger ce travail, pour sa patience et sa gentillesse, qu'elle trouve ici nos respects.

A Mr. CHAIBI R. (Maître de Conférences, chef de département de biologie),

JE remercie aussi les membres de jury qui ont bien voulu consacrer leur précieux temps pour examiner ce travail.

Je remercie M^r Talha Majdoub et Ali et Saïd pour aide nous

A L'institut national de la santé publique pour toutes les informations.

Un grand merci pour l'aide précieuse de l'analyse de l'eau UGPL laghouat .

Aux enseignants et personnels de Département de La biologie – université de Laghouat.

Aux ingénieurs des laboratoires de département de biologie, pour leur disponibilité.

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace

*Je remercie tout d'abord Dieu tout puissant, de m'avoir donné la force,
la santé et la patience pour réaliser ce travail.*

*Je dédie mon travail, le fruit de mon parcours, à la mémoire de mon cher
ma très chère mère, a mes sœurs et père, ma petite et ma grande famille,
mes frères, la bougie qui se consume pour illuminer ma vie, la couronne
qui m'honore, sans oublier mon Fiancé pour sa constante présence et ses
encouragements.*

*À tous mes proches, tous mes amis, toute personne qui m'a réconfortée,
à tous ceux qui étaient là, pour me soutenir, m'encourager et m'aimer.*

zineb

Dédicaces

*Comme symbole d'une profonde gratitude et de dévouement je dédie ce modeste travail
en premier lieu :*

Allah qui m'a aidée pour terminer ce travail

A la mémoire de tous s'eux qui nous ont quittés

«J'aurais tant aimé que vous soyez parmi nous dans des moments pareilles» ^

A mes chers parents

*Ma très chère mère et Mon très chère père qui rien au monde ne pourra compenser tous les sacrifices
qu'ils ont consentis pour notre bien et pour notre éducation, que Dieu les gardes et leur donne longue vie
et une prospère santé pour qu'à mon tour je puisse les combler de tous ces qu'ils méritent.*

· A mes chères sœurs (Nadjet, Chaima, Fatima) et chères frères (Lamine, Abdel Nasser)

*En particulièrement Nadjet Qui m'a toujours soutenue et m'a donnés force pour persévérer dans les pires
moments, je vous aime.*

A toute ma Famille

A mes amies

A ma chère prof Alayat Moufida soussan

A ma petite famille de la cité universitaire

A tous ceux que j'ai croises durant mon parcours

A tous mes profs pendant mes études.

Nafissa.

TABLE DES MATIERES

résumé	Page
Liste des abréviations	I
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Remerciement.	VIII
	IX

Introduction	01
I- Matériels et méthodes	05
I.1 Présentation de la région d'étude	05
I.1.1 Situation géographiques et topographie	05
I.1.2 Situation climatiques...	07
I.1.3 Synthèse climatique de la région d'étude	09
I.1.3.1 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN	09
I.1.3.2 L'indice de l'aridité de Martonne	10
I.2. Choix et description des stations d'étude	11
I.2.1 présentation les Sites d'études	11
I.3 Présentation du Matériel Biologique	13
I.3.1 Position Systématique	13
I.3.2. cycle de développement des moustiques	14
I.3.2.1 Adulte ou imago	15
I.3.2.2 Œufs	19
I.3.2.3 Larves	20
I.3.2.4 Nymphes	24
I.3.3 Bio-écologie et Ethologie des larves	24
I.3.3.1 Gîtes larvaires et influence de leurs composantes sur le développement des larves	25
I.3.3.2. Nourriture et respiration des larves	27
I.3.3.3. Longévité	27
I.4 Bio-écologie et Ethologie des adultes	28
I.4.1. Emergence et accouplement	28

I.4.2	Alimentation	30
I.4.3	Dispersion et recherche d'hôte	30
I.4.4	Hibernation et longévité	31
I.5.	Rôle pathogène	32
I.6.	Moyens de lutte contre les Culicidés	37
I.6.1	Traitement anti-larvaire	38
I.6.2.	Traitement anti-adulte	40
I.7	Méthode de laboratoire adopté	41
I.7.1.	Tri et montage des larves et des adultes	41
I.7.2.	echantionnage de la faune et la flore associé	42
I.8	Matériel utilisé sur terrain	42
I.8. 1	Estimation de la densité larvaire	43
I.8. 2	Paramètres physico-chimiques des eaux des stations d'étude	43
I.9.	Méthodes d'exploitation des résultats	45
I.9.1	Indice écologique	45
I.9.2	indice de composition	45
I.9.3	Indice de structure	46
I.9.3.1	Indice de diversité Shannon-Weaver	46
I.9.3.2	équitabilité (équéripation)	46
II- Résultats et Discussion		
II-1	Inventaire des Culicidae dans la région de Laghouat 2016	49
II.1.1	Analyse physico-chimique (PH, Salinité, PO_4^- , $T^\circ C$ et NO_3^- , NO_2^- , TDS et la densité larvaire) de l'eau du gite	49
II.1.2	Caractéristiques morphologiques d'identification et bioécologie du genre <i>Culiseta</i> : <i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i>	55
II.1.3	Caractéristiques morphologiques d'identification et bioécologie du genre <i>Culex</i>	57
II.1.4	Caractéristiques morphologiques d'identification et bioécologie du genre <i>Anophele</i>	58
II.1.5	Caractéristiques morphologiques d'identification et bioécologie du genre <i>Aedes</i>	59
II.2	Etude de la biodiversité des culicidae dans la région de Laghouat	61

II.2. 1	Les Culicidae par gites d'étude dans la région de Laghouat	61
II.2.2	Richesse spécifique	61
II.2.3	Indice de diversité shannon –weaver et d'équitabilité	63
II.2.4	La fréquence des genres dans la région de Laghouat	64
II.2.5	Abondances des espèces dans la région de Laghouat	65
II.2.6	Richesse totale et moyenne	66
II.3	La flore et la faune associée	67
II.3.1	<i>Nerium oleander L</i>	67
II.3.2	<i>Juncus acutus</i>	68
II.3.3	<i>Carex remota L</i>	69
II.3.4	<i>Lythrum hyssopifolia L</i>	70
II.3.5	<i>Orobanche foetida</i>	71
II.3.6	<i>Spirogyrasp</i>	71

Conclusion 74

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

INTRODUCTION :

Les insectes représentent plus de 60% de l'ensemble des espèces animales décrites et beaucoup d'entre eux restent sans doute encore inconnus. La classe des insectes a réussi à coloniser la quasi-totalité des milieux naturels et à s'adapter à de nombreux modes de vie (Rodhain & Perez, 1985). Les insectes sont caractérisés essentiellement par la présence d'un exosquelette constitué par une cuticule rigide qui s'assouplit au niveau des articulations.

Un certain nombre d'insectes sont hémato-phages, qui interagissent d'une manière régulière avec des vertébrés. Ces interactions les ont conduits à devenir au fil de l'évolution des vecteurs de pathogènes dont le cycle se partage entre ces vertébrés et les insectes. Les insectes sont parfois de simples véhicules pour les pathogènes, mais ils peuvent aussi être des hôtes intermédiaires voire obligatoires pour les pathogènes qui, dans ce dernier cas, réalisent une partie essentielle de leur cycle vital chez l'insecte, Par exemple : les tiques, les mouches, les puces.

Les moustiques sont des insectes qui appartiennent à la famille des Culicidae, classée dans l'ordre des Diptères et du sous-ordre des Nématocères. La famille des Culicidés se divise en trois sous-familles, les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae; (Matile, 1993; Brunhes *et al.*, 1999). La faune culicidienne, par sa large distribution et ses fortes abondances, est responsable nuisances (piques douloureuses et gênantes des Culicidae) et sont aussi impliqués dans la transmission de dizaines de maladies humaines et animales; comme le paludisme, qui est une maladie mortelle 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). A leur propos, Rodhain & Perez (1985) écrivaient ceci: « les moustiques constituent le groupe de vecteurs le plus important en santé publique humaine. Ils sont impliqués dans la transmission du paludisme, de la fièvre jaune et de la dengue, des fièvres hémorragiques, des filarioses lymphatiques, etc. ». Ces caractéristiques accordent à cette faune une importance économique et un intérêt médical.

Introduction

Les moustiques sont présents pratiquement dans tous les continents; sauf en Antarctique, à proximité des gîtes d'eau stagnante, nécessaires pour son développement et sa reproduction (Clement, 1999). Ce groupe d'insectes se répartie dans les régions méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe septentrionale, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar (Senevet & Andarelli, 1963). En France, la faune culicidienne est d'une vaste répartition, elle comprend 7 genres et 54 espèces, représentées par les espèces montagneuses, les espèces méditerranéennes et nordiques (Rageau & Adam, 1952). Au Maroc, 50 espèces de moustiques réparties entre 7 genres et 15 sous genre, ont été signalées depuis le début de ce siècle, dix d'entre elles sont restées douteuses ou signalées d'une manière incertaine: *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles gambae*, *Culex apicalis*, *Culex duttoni*, *Culex Fatigans*, *Culex Territans*, *Culiseta litorea* et *Culiseta morsitans*. (Trari *et al.*, 2002).

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

Les Culicidae, se trouvent dans différentes parties de l'Algérie, le *Culex* est signalé dans toutes les zones urbaines et suburbaines du nord Algérien même dans le massif du Hoggar (Senevet & Andarelli, 1956; Berchi, 2000;). Les *Aedes* tel que *Aedes punctor* (Senevet, 1939) et *Aedes aegypti*, sont signalés comme des espèces propres aux villes côtières, la présence des *Anopheles* est reportée pour la première fois à Mozaia dans le massif de Tigimount, au Sud- Est d'Alger (Senevet & Andarelli, 1954). Dans la région semi-aride, la faune culicidienne a fait l'objet d'un nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique à l'égard des moustiques (Hamaidia, 2004; Aissaoui, 2008; Tine-Djebar, 2009; Messai, 2011).

L'installation de fortes populations culicidiennes en milieu aquatique dépend essentiellement des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Ces dernières, étudiées par plusieurs auteurs (Louah, 1995; Berchi, 2000; El ouali lalami *et al.*, 2010;

Introduction

Ghazali & Zaid, 2013) permettent de caractériser différents type du milieu, de les différencier dans l'espace et dans le temps mais également de dégager les conditions favorables pour le développement des moustiques.

Dans le but de déterminer la préférence écologique et biologique de la faune culicidienne dans la région de Laghouat, ainsi que de donner un inventaire sur les moustiques présent dans cette région et leur répartition spatiale, nous avons réalisé une étude sur les caractérisations des microclimats.

Le travail est consacré à une étude bioécologiques et inventaires de la faune culicidienne dans la région de Laghouat. L'analyse physico-chimique des eaux des stations prospectée est réalisée, avec comme de déterminer l'impact et de corrélérer certains facteurs sur la présence ou l'absence des espèces de moustiques identifiées dans les stations d'études. La comparaison des peuplements des écosystèmes étudiés est réalisée dans un premier temps par une étude globale de la structure pour comparer les peuplements des gîtes.

Matériel et méthodes

I. MATERIEL ET METHODES :

I.1 Présentation de la région d'étude :

Notre travail se déroulé dans la région de Laghouat, il a porté sur trois sites biogéographique et bioclimatique différents (urbain, périurbain et rural), pendant la période d'activité des moustiques.

I.1.1 Situation géographiques et topographie :

(Latitude Nord $33^{\circ} 48'$ et longitude EST de $02^{\circ} 53'$) située en plein Centre du pays à 400km au sud de la capital Alger.

Sa superficie totale est de 25052 Km² et elle est limitée au Nord-Est par la wilaya de Djelfa, à l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh, au Nord-ouest par la wilaya de Tiaret et vers le sud par la wilaya de Ghardaïa (D.P.S.B, 2012).

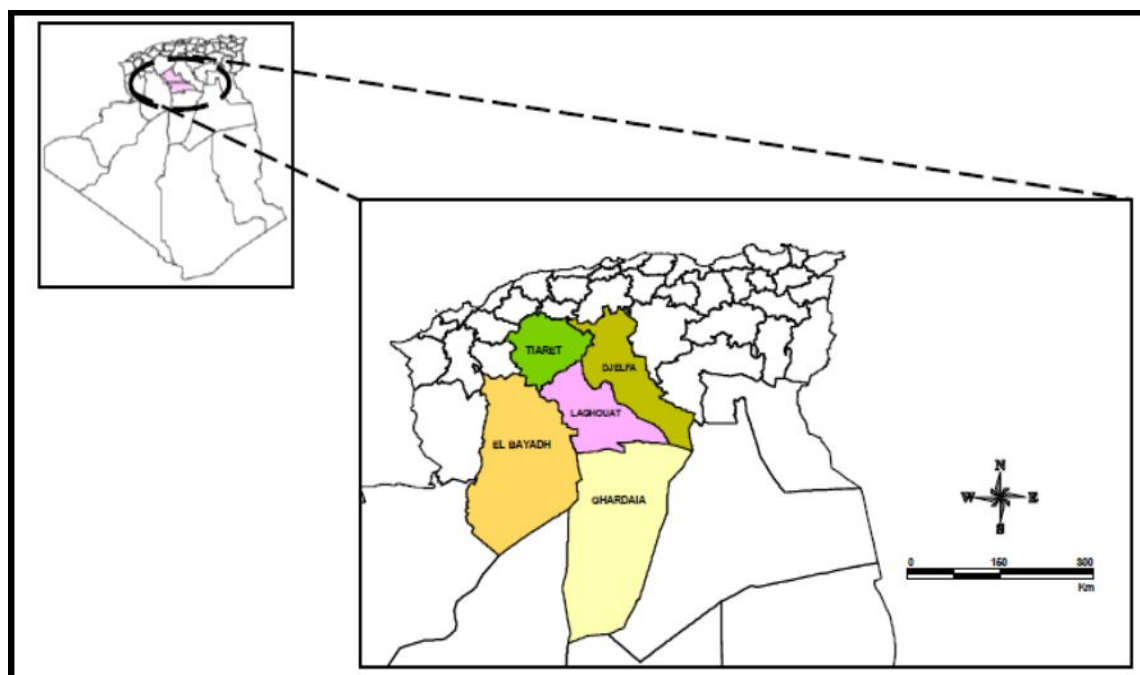


Fig01 : situation géographique de Laghouat (CRSTRA, 2013).

Matériel et méthodes

Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

1- La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12,5 à 25 %.

Cette zone au Nord-Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida).

Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de : 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha (D.P.A.T 2010).

2- La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 %.

Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées. (D.P.A.T 2010).

A_ Le sol

Les sols de Laghouat ont une texture légère, ils sont recouverts dans les espaces non cultivés de végétation d'alfa et d'armoïse. Au Sud, les sols sont souvent sableux avec la présence des dunes. Au Nord, les sols sont plus structurés et plus lourds avec une proportion d'argile qui les constitue (D. P. A. T, 2010).

B_ Hydrographie

Dans la région de Laghouat, les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien, leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oued sont : l'Oued M'Zi, l'Oued Touil et l'Oued Medsous, oued lelmaya, barrage lalmaya, des sources temporaires, Oued khamasa , oued zergone (D.P.S.B, 2012).

I.1.2 Situation climatiques:

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivant (dans notre cas c'est les moustiques). Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, vent, reliefs et nature du sol (Dajoz, 2006).

I.1.2.1 La température

La température est considérée comme étant le facteur le plus important agissant sur la répartition géographique de la flore et de la faune ainsi que sur leurs comportements.

Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère. La variation de la température agissant aussi sur le comportement des différentes espèces d'invertébrés et de vertébrés (Dajoz, 1996).

Tableau 01 : Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2002-2012) (O.N.M. Laghouat, 2013).

Mois	Jan	Fév	Mar	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T°C	7,87	9,56	13,72	17,11	22,37	27,17	32,25	30	25	19,5	12,5	8,78	18,82

I.1.2.2 La pluviométrie

La période de pluviométrie joue un rôle plus important dans le développement de 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). À Laghouat les précipitations sont plutôt faibles et varient entre 5,58 à 27,63mm. Les mois les plus arrosés sont ceux du mois de Septembre et d'octobre. Par opposition les mois les plus secs sont ceux de juillet et de février (Tableau 2).

Tableau 02 : Précipitation moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cum
P mm	11,44	7,74	12,52	22,88	10,09	8,93	5,58	13,53	27,48	27,63	10,94	11,31	170,06

(O.N.M., 2013).

I.1.2.3 L'humidité

Selon Dreux (1980), l'humidité dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, la température, les vents et la morphologie de la station considérée (Faurie *et al*, 1980).

L'Humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air (Seltzer. , 1946).

L'humidité de la région de Laghouat varié de 28,54% à 68,45%.

Tableau 03 : Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012) (OMN, 2013).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
H %	66,73	58,73	46	45,91	40,27	36,18	28,54	32,18	46,64	56,36	64,36	68,45	49,20

I.1.2.4 Le vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a une action très marquée sur la répartition de certaines espèces et sur leurs activités qui peuvent être gênées (Ramade, 1984). Dans nos régions, les vents dominants sont généralement orientés ouest-nord-ouest en saison humide (automne, hiver, début de printemps), alors que les vents secs et chauds du sud (siroco) se manifestent surtout pendant la saison chaude et même dès le début du printemps (Pouget, 1980).

Matériel et méthodes

La vitesse moyenne annuelle du vent de la région de Laghouat sur 10 ans est de 3,63 m/s, avec des valeurs maximales enregistrées durant les mois d'Avril et Mars respectivement de 4,87 m/s, et 4,14 m/s (Tableau 04).

Tableau04 : Vitesse du vent (m/s) moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012) (O.N.M.Laghouat, 2013).

mois	Jan	Fév	Mar	Avr	mai	jui	juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Laghouat	3.13	3.94	4.14	4.87	4.1	3.95	3.74	3.52	3.18	2.71	3.03	3.12	3.63
H(%)													

I.1.3 Synthèse climatique de la région :

I.1.3.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen :

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de comparer, mois par mois, la température et la pluviométrie. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviométrie, exprimée en (mm), est inférieure au double de la température, exprimé en (C°) (Dajoz, 2006). Le diagramme ombrothermique de la région de Laghouat révèle que la région est caractérisée par une période sèche qui s'étale durant toute l'année.

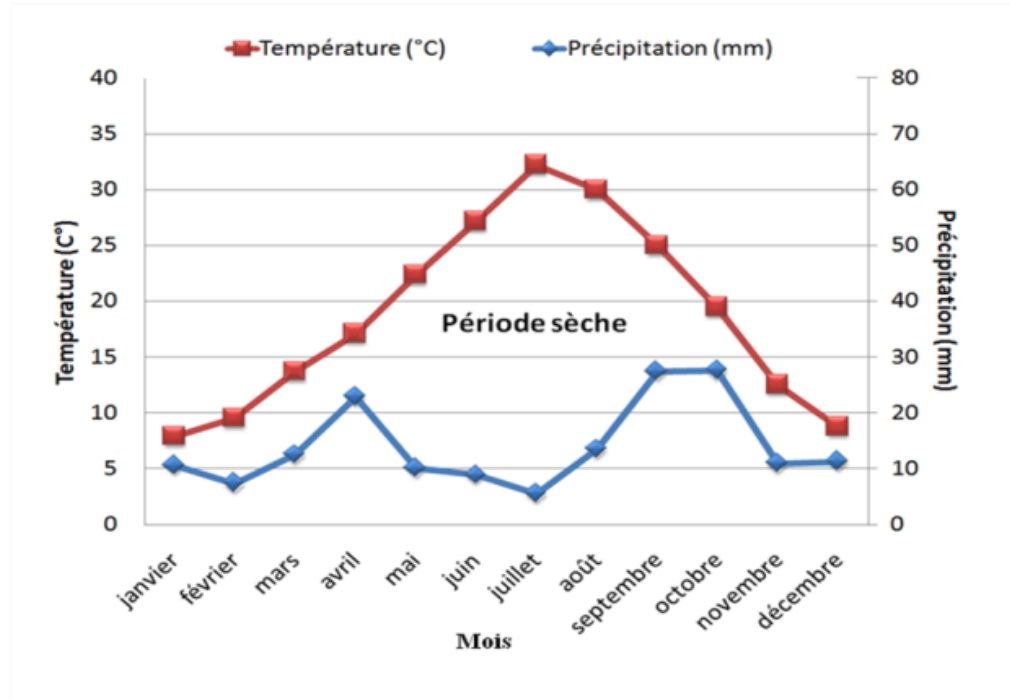


Fig. 02 : Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat durant la période (2002 – 2012).

I.1.3.2 L'indice de l'aridité de Martonne

C'est le rapport de la pluviométrie annuelle (en millimètre) sur la température moyenne (°C) à laquelle on ajoute 10 (Pérvost 1999) :

I : L'indice aridité de Martonne. $I = P / T + 10$

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (C°).

Quand la valeur $I < 10$ cela implique que c'est un climat très sec ; et c'est le cas de l'ambiance de notre zone d'étude (Laghouat)

Indice d'aridité de la région de Laghouat est de 5,90.

I.2 Choix et description des stations d'étude :

Notre étude a été effectuée au sein de trois types de sites retenus : un site urbain (au plein centre-ville), un site péri-urbain (à la périphérie de la ville), et un site rural.

I.2.1 Présentation des sites d'étude :

El-Ghicha : est située à 110 KM au nord-ouest du chef-lieu de la Wilaya de Laghouat au piémont de l'Atlas sahraoui (au centre de Djebel Amour), l'altitude 1400m, climat continental (froid en hiver et chaud en été), le gîte prospecté dans Oued El_Ghicha présentant la végétation et l'eau permanent.

Kheneg ou El Kheng : est une commune de la wilaya de Laghouat (760m), sa superficie 3 830 km², à 6.16 km chef-lieu de la Wilaya, le site périurbain, représenté par une accumulation des eaux usées fixant le réseau d'assainissement de la ville.

Lalmaya : C'est un site rural, de la ville Laghouat situé près de la commune Tadjrouna. 89 km à chef de wilaya. On prospecte deux Gîte 01, Gîte 02 et Gîte 03 :

- La première gîte présentant une mare d'eau douce riche en algues, à côté de barrage lalmaya.
- la deuxième gîte une mare d'eau à côté d'oued lalmaya.
- La troisième gîte une mare d'eau à côté d'oued lalmaya.

Sebgag : le gîte prospecté dans Oued touglatune situé à l'approche d'Aflou, c'est un gîte ouvert, l'une mare temporaire d'eau couverte d'une végétation de forme fosse à terre battue inondée par l'eau de pluie.

Kaf almalh : c'est une zone frontière entre Laghouat et El baiedh ; rurale et situé de 27 Km à la commune de Tadjrouna, cette zone très salée, l'altitude 1200 m, climat continental (froid en hiver et chaud en été).

Site urbain Laghouat : site appartenant fontaine.

Oued Morra : est une commune de la wilaya de Laghouat en Algérie. Est située à 34° 10' 00' Nord et 2° 19' 00' Est à une superficie 360 km² le site périurbain.

Tadjrouna : est une commune de la wilaya de Laghouat en Algérie. A une superficie 1130 km² est située à 33° 30' 15' Nord et 2° 06' 07' Est c'est un site périurbain.

Site d'el Goléa : Se situe au centre du Sahara Algérien (30°15'N, 2°53'E) à une altitude de 397m.

Matériel et méthodes

Elle est limitée au nord d'In Salah, Sud-ouest d'Ouargla, Nord-Est de Timimoune, et Sud-Ouest de Ghardaïa. Sa superficie moyenne est d'environ 270 km² (D.P.S.B. 2012).



Gite de Lkheng



Gite de Lalmaya



Gite de Oued Mourra



Gite de Tadjrouna



Gite d'El-Goléa



Gite de Kef el_Melh

Fig. 03: les différents Gites des stations d'étude (originale 2016)

I.3 Présentation du matériel biologique :

Les moustiques se distinguent des autres insectes piqueurs par leur long corps grêle, leurs longues pattes et leurs pièces buccales en forme d'aiguilles. On peut quelquefois discerner une apparence d'écaillés au niveau des ailes. Les imagos (insectes adultes) ont entre 2 et 12,5 mm de longueur (OMS, 1999).

I.3.1 Position Systématique :

Dans le sous ordre des Diptères Nématocères, la famille des *Culicidae* regroupe l'ensemble des moustiques, elle comprend environ 3 200 espèces dans le monde. Elle est divisée en trois sous-familles (*Anophelinae*, *Culicinae* et *Taxorhynchinae*). Les *Aedes* et *Culex* appartiennent à la sous-famille des *Culicinae* (Guèye., 2013).

Carte d'identification systématique :



Fig. 04 : position systématique des culicidae. (Boubidi, 2008).

I.3.2 Cycle de développement des moustiques:

Le cycle biologique d'un moustique comprend une phase aquatique et une phase aérienne. Les adultes ou imago, sont aériens alors que les œufs, les larves et les nymphes constituent les stades pré-imaginaux et vivent dans l'eau douce le plus souvent ou parfois saumâtre (Clements, 1999). La femelle prend généralement un repas de sang pour assurer la maturation des ovocytes (Fig.05). Ce cycle dure environ douze à vingt jours dans les conditions optimales. L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation et il ne se fait en générale qu'une seule fois durant leurs vies. La femelle, après la prise du sang, se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. La ponte des œufs aura lieu 2 à 4 jours après la prise du sang (Aïssaoui ,2014).

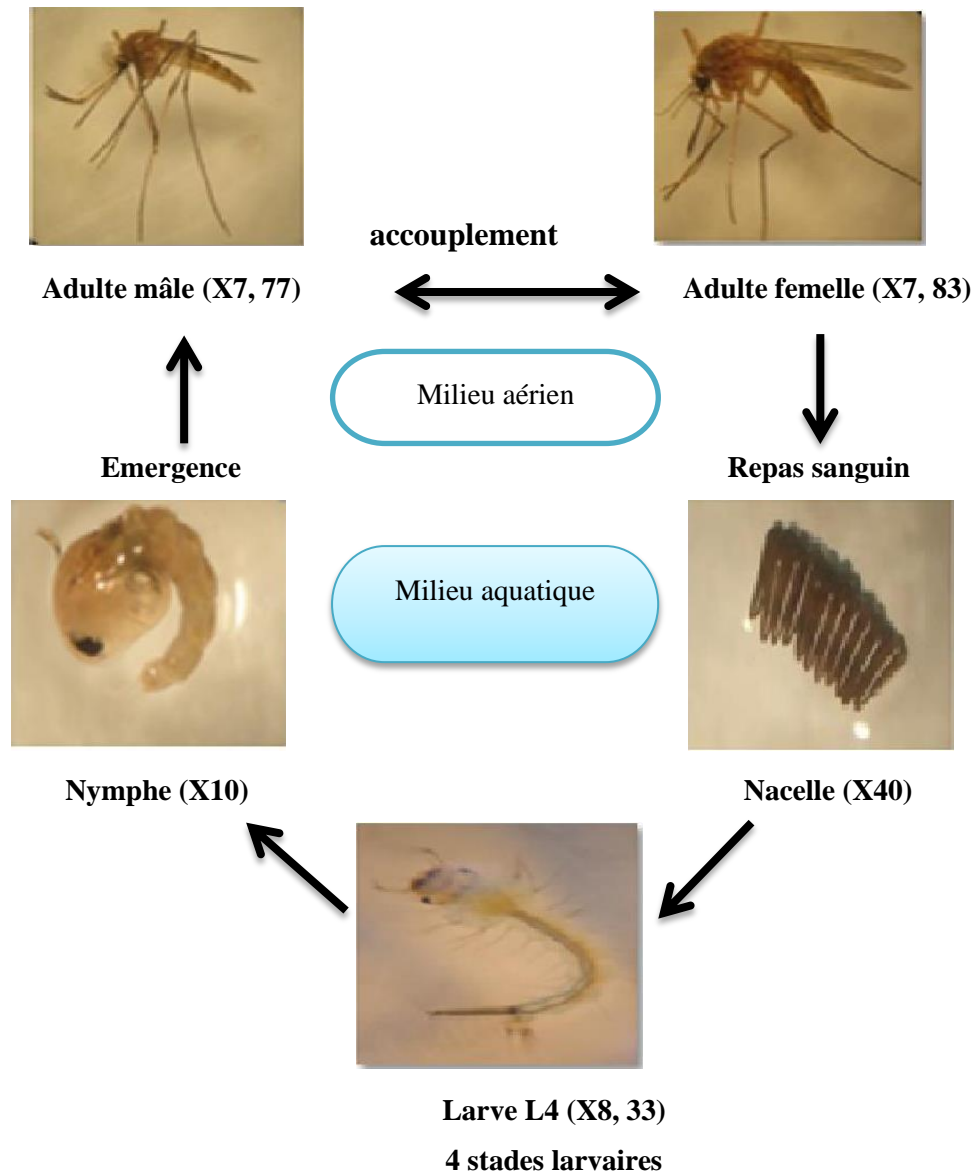


Fig. 05 : Cycle de développement biologique du moustique (Aïssaoui ,2014).

Morphologie générale des moustiques :

I.1.3.2.1 Adulte :

D'une taille comprise entre 5 et 20 mm, les Culicidae adultes se distinguent facilement des autres familles de Nématocères, notamment par les écailles dont leur corps est recouvert et par la trompe (ou proboscis) très allongée. Trois parties bien distinctes à considérer : la tête, le thorax et l'abdomen dont la connaissance est indispensable en systématique) (Boukraa, 2009).

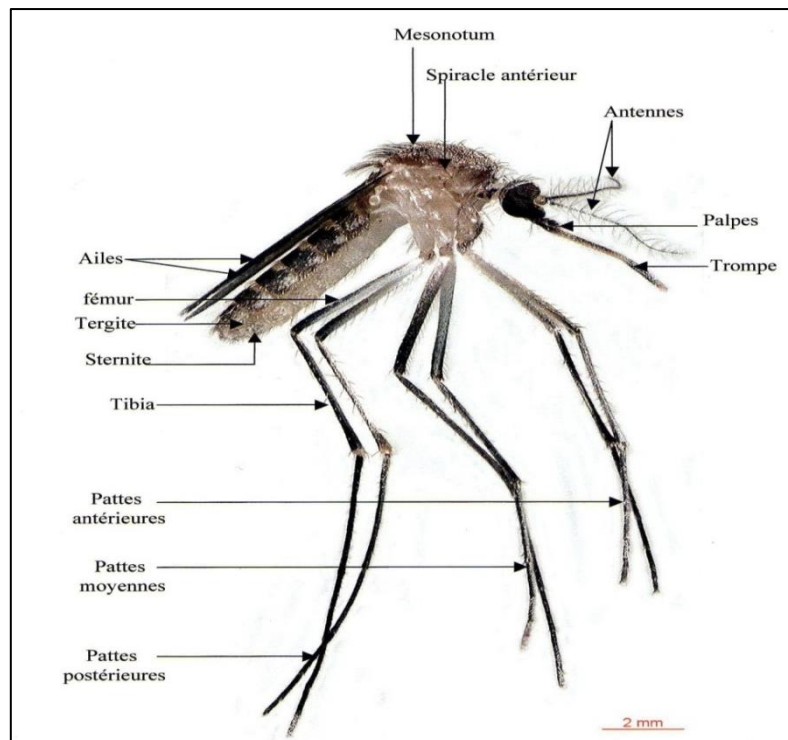


Fig. 06 : Morphologie du Moustique femelle *Cx. pipiens* (Boukraa, 2010)

A_Tête :

La tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit, Deux yeux composés de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces dorsolatérales mais aussi sur une petite partie de la face ventrale. Parties antérieure et supérieure de la tête comprenant, de bas en haut et d'avant et en arrière, le clypeus (au-dessus de l'insertion de la trompe), le front (qui porte les antennes), le vertex (région juxta-oculaire) et l'occiput (partie postérieure). Dans les échancrures du champ oculaire, s'insèrent les antennes. Celles-ci sont formées de 15 articles chez les mâles et 16 articles chez les femelles. 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

Matériel et méthodes

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 les hauts et terminée par deux lobes sensoriels appelés labelles. 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) (Fig.07). En se réunissant les deux derniers, forment l'appareil suceur. De tous les stylets terminés en pointe, seuls les maxilles sont dentés 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 (Séguy, 1923, 1955 ; Callot et Helluy, 1958 ; Becker et *al.*, 2003).

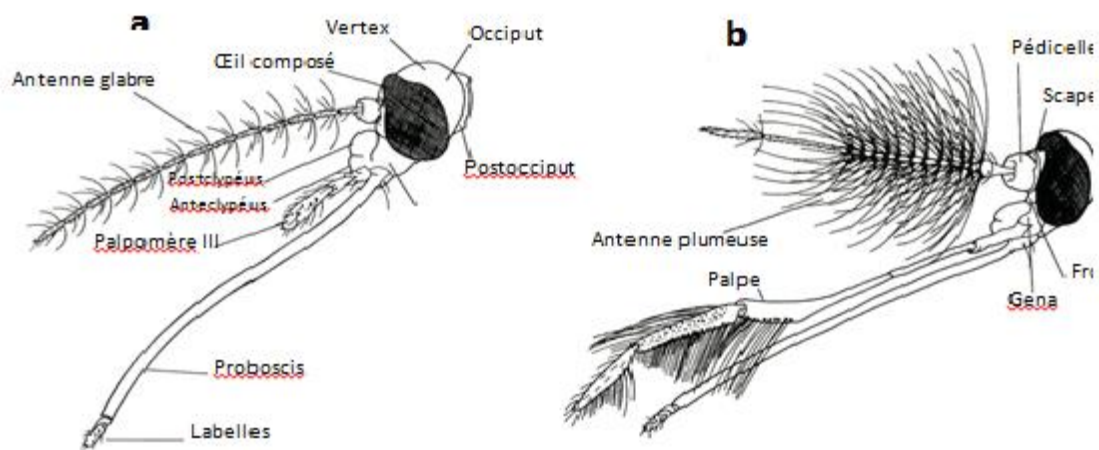


Fig.07 - Morphologie schématique de la tête de Culicinae (vue de profil)

a) Femelle, b) Mâle (Wood et *al.*, 1979)

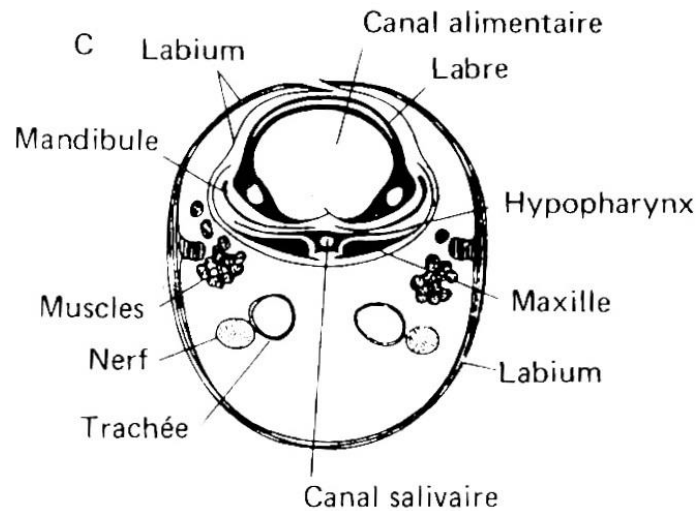


Fig.08 – Coupe transversale de la trompe chez les Culicidés
(Clements, 1963 in Rodhain, 1985).

B_Thorax :

Assez globuleux et renflé à sa partie dorsale, le thorax comporte trois segments soudés, le pro, le méso et le métathorax, dont chacun présente une partie dorsale (tergum) et une partie ventrale (sternum). Les pièces latérales étant les pleures. Sur chacun de ces segments, s'insère une paire de pattes. En outre, le mésothorax, très développé, porte une paire de stigmates ou spiracles, une paire d'ailes et un prolongement postérieur et dorsal qui est le scutellum. La présence ou l'absence de soies post et préspiraculaires au niveau du mésothorax constitue l'un des principaux caractères pour distinguer les genres des Culicinae. Le métathorax porte quant à lui une paire de stigmates et une paire de balanciers ou haltères (Rodhain & Perez, 1985). 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. 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 (Heigh, 1921 ; Becker et *al.*, 2003) . D'après Séguy (1923), les pattes sont très fragiles, longues et grêles. Leur longueur augmente de la première à la troisième paire. Chaque patte comprend, de sa base à l'extrémité distale, la

hanche ou coxa, le trochanter indistinct, le fémur, le tibia et un tarse de cinq articles, dont le dernier porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilli. Elles peuvent porter des soies, des poils et présenter des anneaux, formés par des écailles, diversement colorés. L'absence ou la présence de griffes denticulées ou de pulvilli sur les derniers tarsi permet de distinguer les genres constituant la famille des Culicidae .

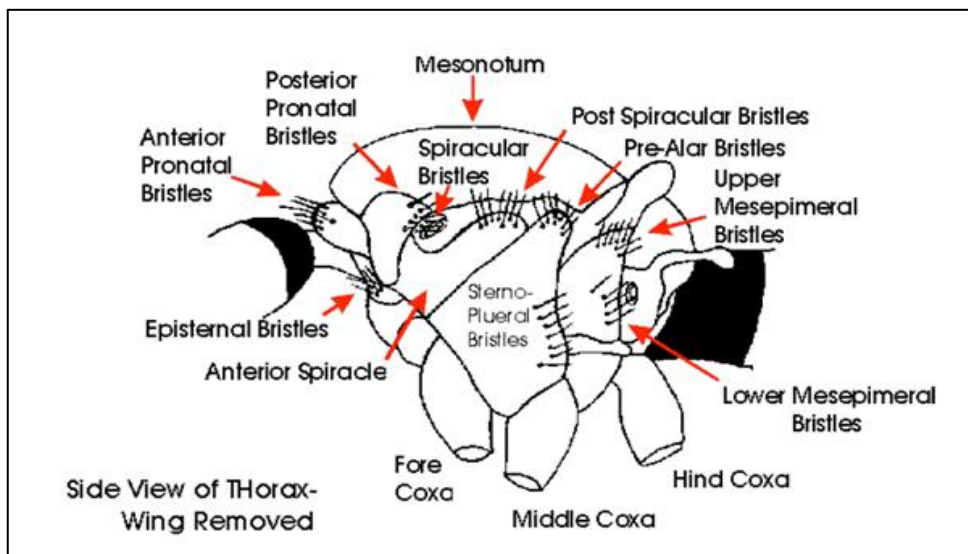


Fig.09 : schéma représentatif morphologie de thorax Culicidienne ((Boubidi .S.C, 2008(a))

C_ 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. Cependant le X^e segment ou segment anal, représente la partie centrale au

niveau duquel se remarquent le pénis ou phallosome qui est un organe impair médian, entouré de deux paramères et souvent des protubérances d'aspect très variés (en oursin chez les *Culex* par exemple), ainsi que deux bras latérobasaux, plus ou moins développés, insérés à sa base (Knight et Laffoon, 1971 ; Rodhain et Perez, 1985).

I.3.2.2 Œuf

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur ; l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé, il est de 0.5 mm de taille (Rodhain & Perez, 1985).

Au moment de la ponte il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur marron ou noire (Seguy, 1951).

Les œufs d'Anophèles sont pondus isolément à la surface de l'eau. Leur forme est plus ou moins ovoïde et pourvue latéralement de flotteurs leur permettant de conserver une position horizontale. Cependant, Les œufs d'Aedes sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau. (Rodhain & Perez, 1985).

Les œufs de *Culex*, les *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Pressat, 1905 in Lounaci, 2003).



Fig. 10 – Forme type des œufs d'*Anopheles* (*A. gambiae*) (Berchi, 2000)



Fig. 11 – Nacelles d'œufs de *Culiseta* (*Culiseta longiareolata*) (Boukraa, 2009)

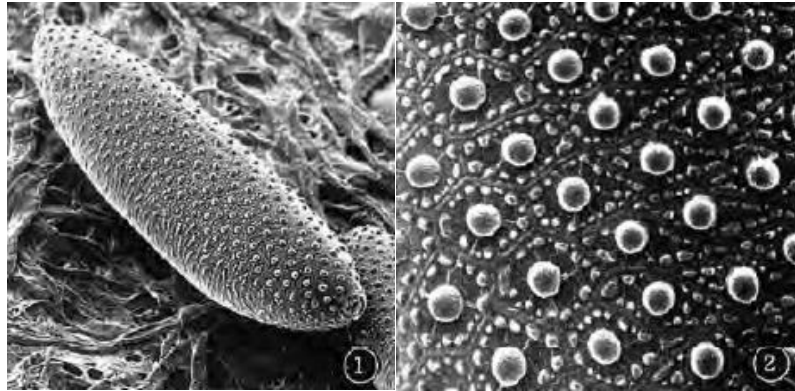


Fig.12 – Ornementation de l'exo-chorion d'un œuf d'*Aedes* (*Ae. albopictus*) observé au microscope électronique à balayage (Matsuo et al., 1972).

I.3.2.3 Larve

Le corps de la larve des Culicidae est divisé en trois parties principales : la capsule céphalique complètement sclérifiée, le thorax aplati composé de trois segments fusionnés (bien plus large que les deux autres parties) et l'abdomen qui se compose de dix segments. D'après Forattini (1996) in Becker (2003), 222 paires de soies sont insérées tout au long du corps de la larve, leur arrangement est appelé la Chetotaxie ce qui présente le principal critère en taxonomie – morphologique – des larves.

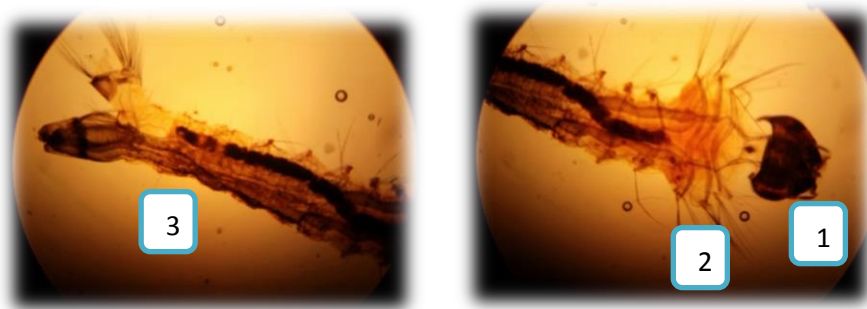


Fig13 : La larve de *Culiseta longiareolata* (1 : tête, 2 : thorax ,3 : abdomen, Gr× 10 (originale 2014)).

A_La Tête :

La tête est bien dégagée du thorax. Elle est formée de 3 plaques chitineuses unies par des sutures :

- Une plaque dorso-médiane unique : le fronto-clypeus
- deux plaques latérales symétriques : les épicroâniennes

Elle porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables.

Les soies les plus intéressantes pour la diagnose se situent pour la majorité au niveau du clypeus. Par ailleurs la tête est capable d'effectuer une rotation de 18° autour de son axe qui lui permet de se nourrir à la surface de l'eau. (Anonyme, 2004b).

B_Thorax

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 prothoraciques présentent un intérêt taxonomique (Fig.15). Chez les *Uranotaenia*, quelques soies mésothoraciques et métathoraciques peuvent aussi être modifiées et participer à la distinction des espèces (Ramos et Brunhes, 2004).

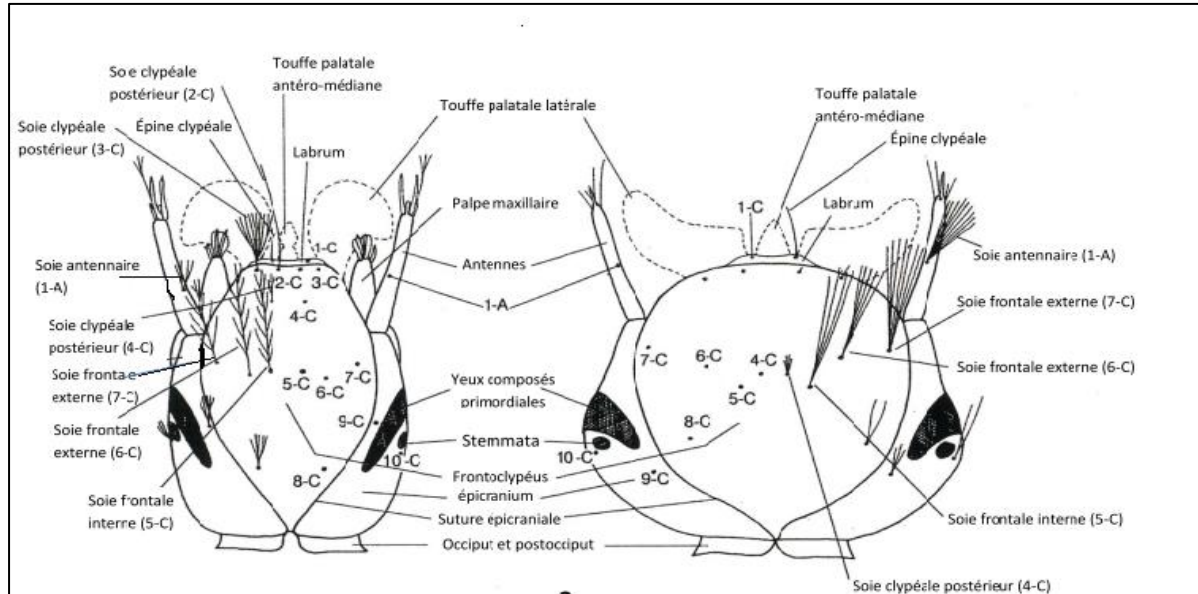


Fig. 14 : Morphologie externe de la tête des Culicidae, en mentionnant les caractères les plus utilisés en taxonomie Vue dorsale chez les Anophilinae (à gauche) et les Culicinae (à droite) (Becker et *al.*, 2003).

C_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 *Anophilinae* 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).

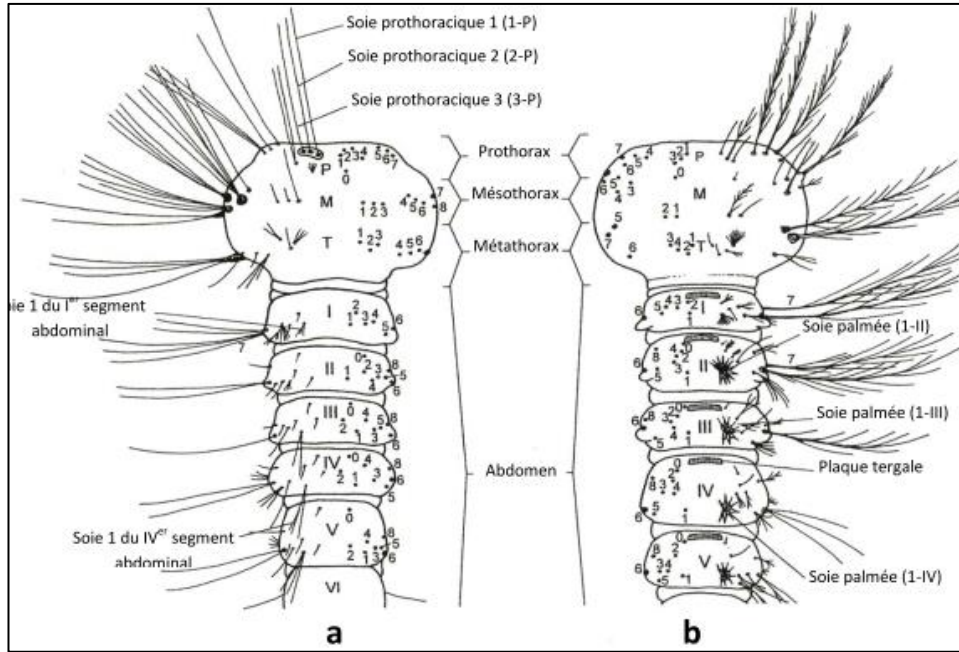


Fig. 15 : Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves
 a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker et *al.*, 2003).

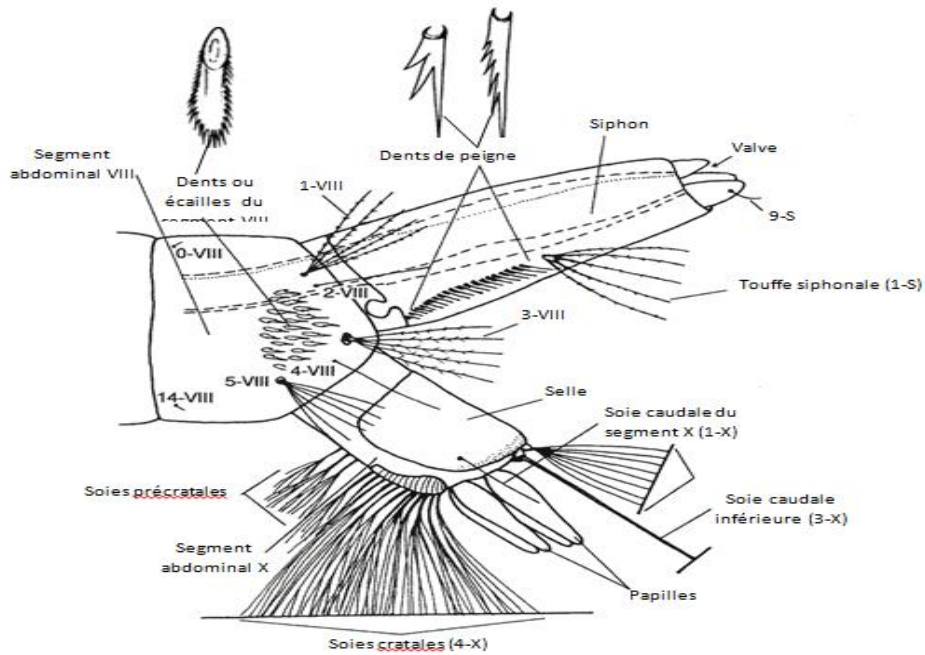


Fig. 16: Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae (Becker et *al.*, 2003).

I.3.2.4 Nymph

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).

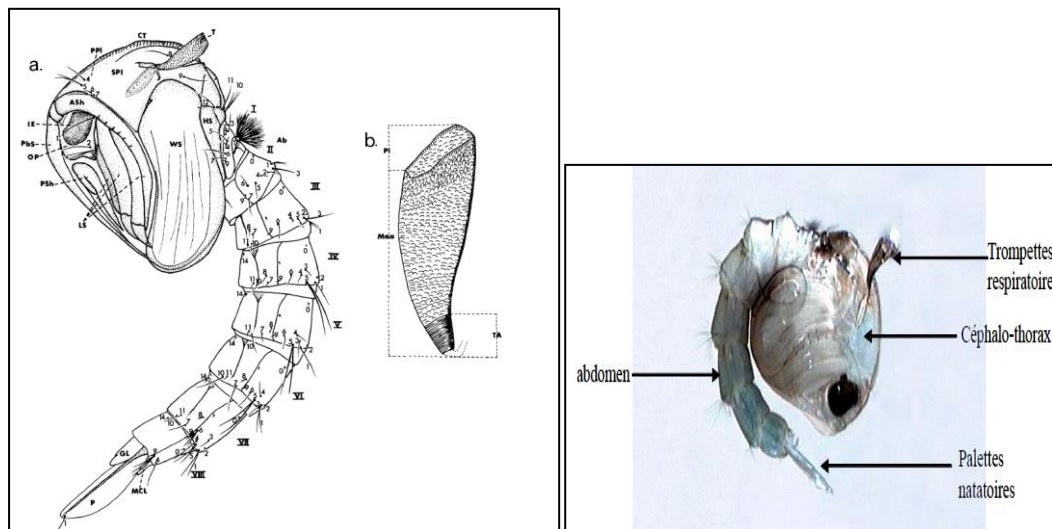


Fig 17 : Aspect général d'une nymphe de culicinae (*Culex pipiens*). (Berchi, 2000).

I.3.3 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 M.S 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 M.S 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 nymphale. 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.3.3.1 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 ou salée 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

Matériel et méthodes

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 *Anopheles 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). 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.18).

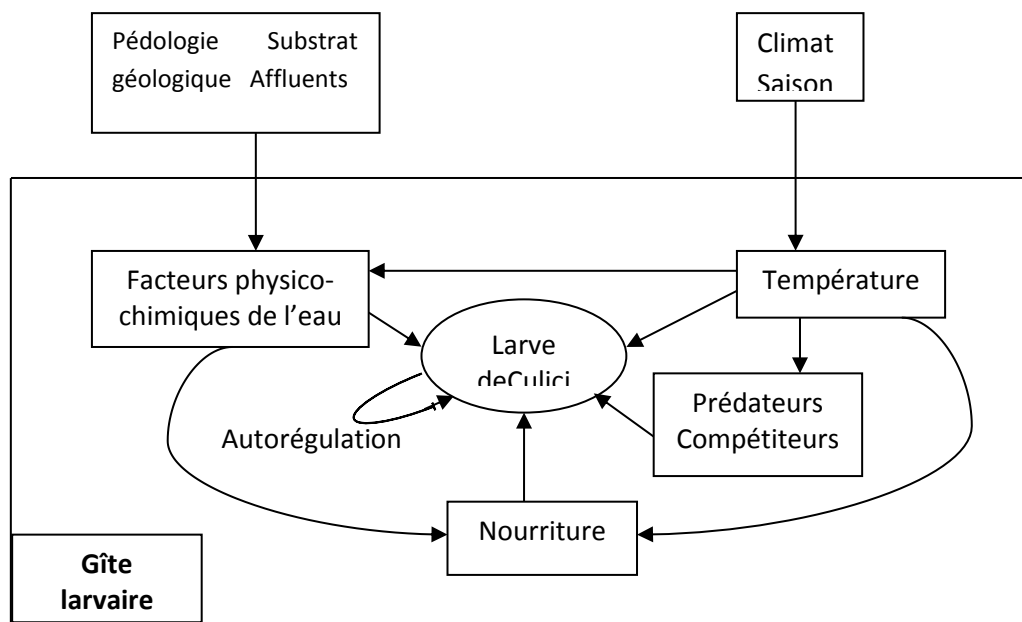


Fig.18 : Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et les populations larvaires des Culicidae (Boukraa 2010).

I.3.3.2 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. Les larves appartenant aux genres *Mansonia*, *Aedeomyia*, *Ficalbiet* *Coquilletidiavivent* 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.3.3.3 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.4 Bio-écologie et Ethologie des adultes :

I.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,

Matériel et méthodes

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.19).

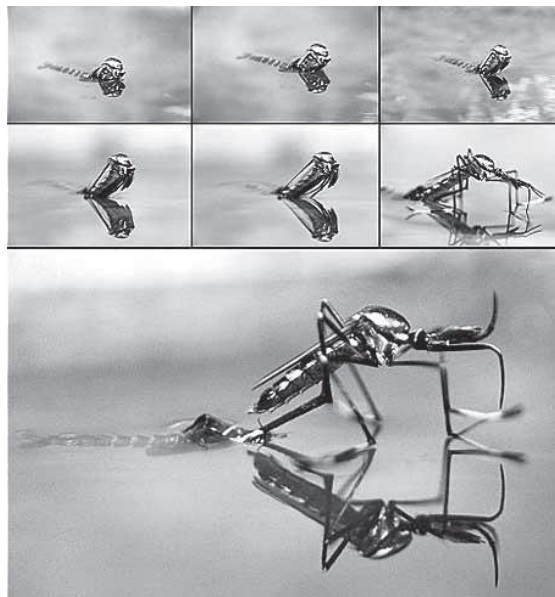


Fig.19 : Emergence imaginaire d'un *Toxorhynchites*, Passage de la vie aquatique à la vie adulte d'un moustique (Carnevale & Vincent 2009).

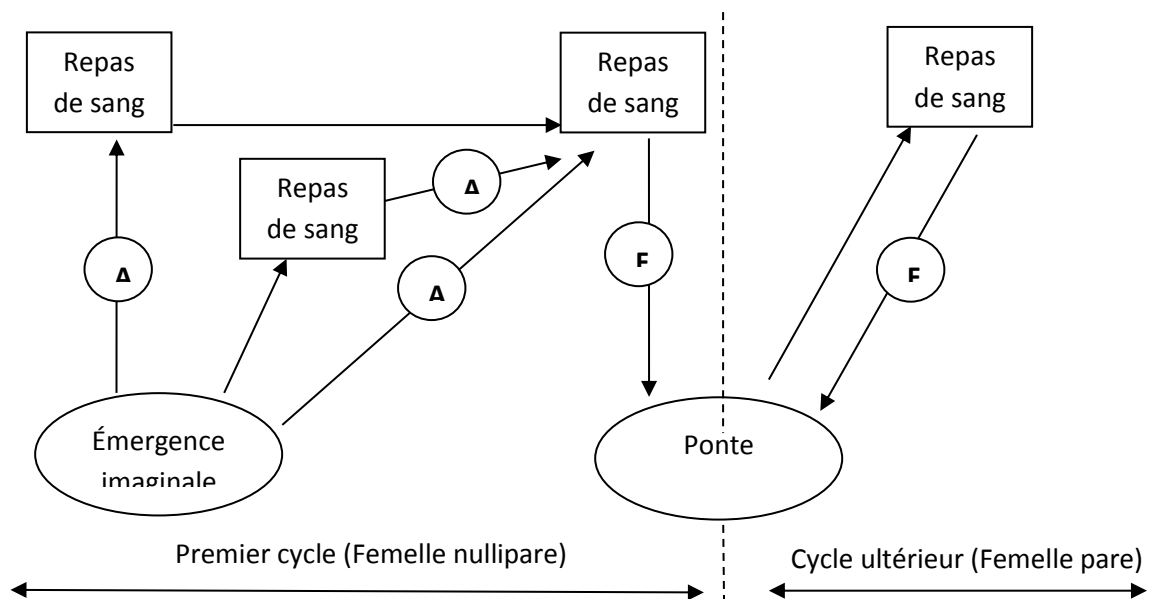


Fig.20 : Schéma des cycles gonotrophiques des anophèles

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

I.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 sucs 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.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 antropophiles, 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, 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.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 inséminées (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.

Matériel et méthodes

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.5 Rôle pathogène :

Il suffit de dire que les Culicidae sont responsables de la transmission de plusieurs virus, protozoaires et nématodes qui causent des sérieuses 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 vue que le pathogène doit subir une période de réplication 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 une autre vertèbre réceptive.

Paludisme : causé par des protozoaires *Plasmodium* spp., 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.21 : 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. 22). Danis et al. (1996), 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).

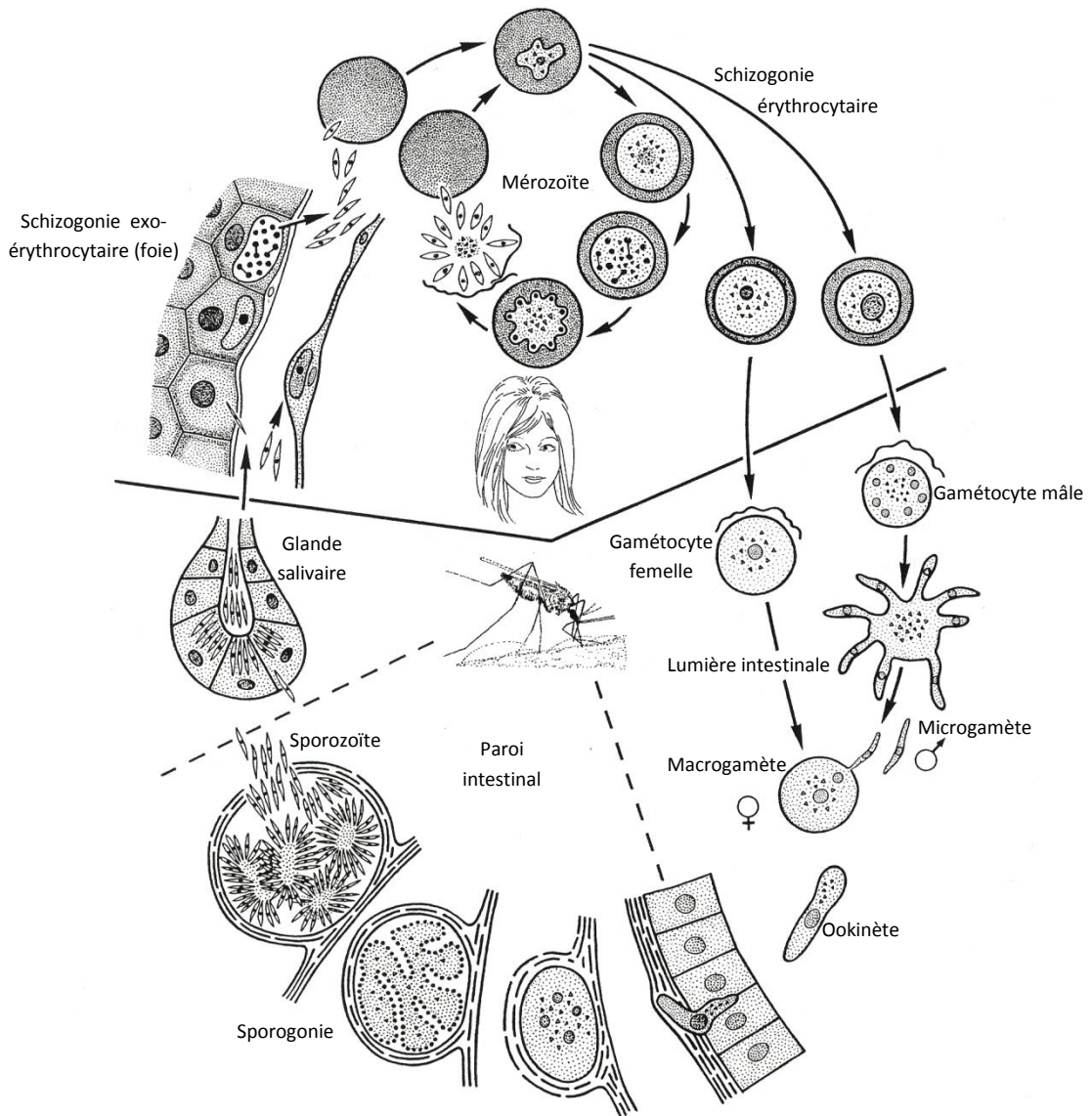


Fig. 22 : cycle biologique de *Plasmodium* dans l'*Anopheles* et l'homme
(Becker et al., 2003)

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

Matériel et méthodes

Helluy, 1958 ; Eldrige et Edman, 2000). Lok (1988) cité par Becker (2003), a énuméré 26 espèces de moustiques capables de transmettre la *Dirofilaria immitis*, agent causale de la Dirofilariose canine ou la maladie des vers du cœur.



Fig.23 : 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 microfilaries contenues dans le sang des hôtes infectés. La plupart de ces microfilaries 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 la plaie de piqûre. Une fois infiltrées à l'intérieur, les microfilaries 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 microfilaries 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

Matériel et méthodes

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 quelques 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 encore 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 famille 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 comptent 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. Po et al. (2007), 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 assurée par l'*Aedes albopictus*. Autre maladie qui fait l'objet de plusieurs recherches 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.24). 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).

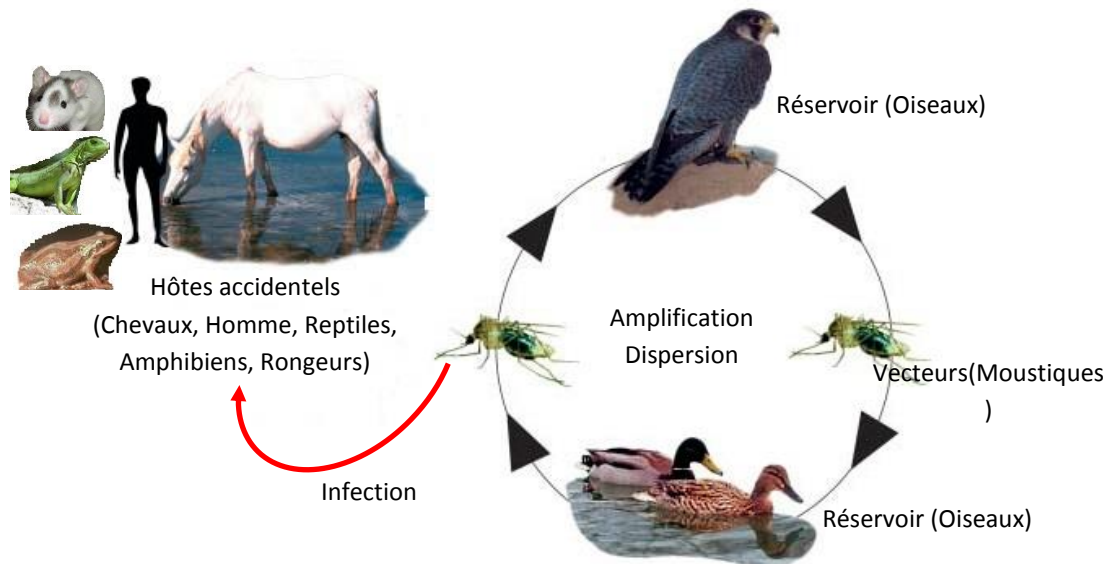


Fig. 24 : Cycle biologique de virus de Nile occidental (Boukraa .S, 2010).

I.6 Moyens de lutte contre les Culicidés :

L'efficacité d'une lutte quel que soit chimique, biologique ou environnementale dépend de la solidité de ses bases écologiques en particulier de la connaissance de variations spatio-temporelles, du développement et de l'activité de l'insecte. L'efficacité du traitement, le coût économique et le coût écologique sont les éléments à prendre en compte dans le choix de type d'intervention. La reconnaissance des espèces des moustiques en particulier les vecteurs des agents pathogènes semble être qu'un simple exercice académique de taxonomiste, mais une étape fondamentale et indispensable dans toute opération de lutte antivectorielle. Ainsi, il convient de reconnaître tous les aspects de la biologie et de l'éthologie de l'espèce identifiée qui pourront être visés par le plan de lutte. Les différentes connaissances acquises sur la taxonomie et la bio-écologie des moustiques, permettent de développer des moyens de lutte qui visent soit à empêcher simplement la piqûre des moustiques et à éviter ainsi la transmission des maladies, soit à détruire carrément l'insecte en visant à la fois le stade adulte et les stades larvaires (Hegh, 1921 ; Carnevale et Robert, 2009). La meilleure efficacité

sera obtenue en traitant le problème à sa source, c'est-à-dire au niveau des gîtes larvaires, dans lesquels les populations sont confinées dans des espaces restreints (Schaffner *et al.*, 2001).

I.6.1 Traitement anti-larvaire :

Les traitements anti-larvaires sont largement appliqués pour le contrôle des moustiques, grâce à des substances actives très spécifiques et faciles à mettre en œuvre dans les milieux aquatiques. Une autre solution très efficace consiste à agir sur le milieu de développement larvaire, en le modifiant pour le rendre inapte à la prolifération, voire en les supprimant. Ce dernier est recommandé pour les gîtes anthropiques urbains.

a. Lutte physique et environnementale :

La connaissance des préférences écologiques des différentes espèces est absolument indispensable pour évaluer les zones et périodes à risque puis planifier, réaliser et évaluer des opérations de lutte anti-larvaire. L'intervention directe sur le milieu de développement larvaire peut être extrêmement efficace. Dans la lutte contre les *Culex* et *Aedes albopictus*, cette opération consiste à supprimer les gîtes anthropiques ou à faire des modifications dans le fonctionnement des gîtes (fossés à eau usées, caves et vides sanitaires inondés). Les zones marécageuses peuvent être drainées voir supprimées. Dans ces types d'interventions, il est avantageux de réaliser des campagnes d'information dans le but d'impliquer les acteurs locaux et la population pour la suppression de ces gîtes urbains et intra-domiciliaires.

b. Lutte biologique :

L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement par l'utilisation de forces naturelles animées ou inanimées (OMS, 1974).

La lutte biologique consiste à introduire, dans le biotope des moustiques, Deux grands types de luttés biologiques ont été utilisés à l'encontre des moustiques.

La première méthode biologique est l'utilisation d'un poisson prédateur, la gambusie (*Gambusia holbrooki*), qui a souvent été utilisée mais avec plus ou moins de succès (Pates et

Matériel et méthodes

Curtis 2005). Ce poisson est un prédateur généraliste à utiliser avec grande précaution pour éviter les dommages sur les autres organismes aquatiques. D'autres formes de contrôles biologiques ont été tentées avec d'autres espèces de poissons, de champignons, de bactéries,

De nématodes, des parasites protozoaires, des insectes prédateurs... mais peu d'entre elles ont été concluantes et donc adoptées.

La deuxième méthode est l'utilisation d'organismes microbiens tels que le *Bacillus sphaericus* (Bs) et le *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (Bti). Ces bacilles sont d'ailleurs considérés comme des agents de contrôle biologique efficace (Becker 1998).

c. Larvicides chimiques et bio-larvicides :

Les buts recherchés par les traitements larvicides quel que soit chimiques ou biologique sont d'empêcher les larves de respirer, de les tuer avec des substances toxiques (chimiques ou bio-pesticides) ou bien d'empêcher le bon déroulement des mues préimaginales grâce à des produits qui inhibent la sclérification de la chitine (régulateurs de croissance). En pratique et actuellement, les larvicides chimiques couramment employés sont des organophosphorés.

Dans la lutte contre les larves d'*Anopheles*, c'est très généralement le téméphos qui est utilisé, et pour les *Culex* Le chlorpyrifos c'est le produit de choix pour la lutte. (Boukraa. S, 2010)

La lutte contre les larves des culicidés fait appel à d'autres produits d'origine microbienne et plus précisément bactérien. Lorsqu'elle sporule, *Bacillus thuringiensis* (sérotypage H14) produit une endo-toxine mortelle pour les larves. D'une manière générale, la rémanence des larvicides n'est pas très grande, et les eaux peuvent être remuées, de sorte que le rythme des traitements doit être étudié dans chaque type de gîte. Les opérations d'épandages doivent être régulièrement renouvelées à des fréquences variables entre 1 et 10 semaines (Schaffner et al., 2001 ; Carnevale et Robert, 2009).

I.6.2 Traitement anti-adulte :

Une nuisance importante déclarée ou une menace sanitaire peut justifier une intervention curative par traitement anti-adulte. Celui-ci devra être appliqué avec précaution en raison de la faible sélectivité et des risques de toxicité de certains produits. Leur atout est dans la réponse rapide face à un risque épidémiologique ou une invasion provenant de zones humides inaccessibles pour des traitements anti-larvaires.

a. Lutte chimique

L'efficacité du traitement anti-adulte est malheureusement temporaire et le milieu étant rapidement re-colonisé par d'autres cohortes de moustiques provenant des gîtes non traités. Plusieurs substances actives disponibles actuellement et beaucoup sont recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les plus utilisées dans les campagnes de lutte anti-Vectorielle sont les pyréthrinoides (Deltaméthrine, Cyperméthrine...) et les organophosphorés (féntrothion...) où sont épanchées généralement en ultra-bas volume (ULV). En fait, le choix de tels ou tels produits est dépendant des homologations spécifiques de chaque pays. Il est possible de traiter – chimiquement - les gîtes d'hivernation, en particulier ceux qui se trouvent dans les milieux urbains (cave, fosse abandonnées). (Matile, 1993).

b. Lutte génétique

Des travaux ont été effectués pour évaluer la faisabilité de la lutte génétique pour le contrôle de populations d'insectes nuisibles ou vecteurs. La technique d'utilisation des mâles stériles dont le but de la suppression des populations culicidiennes reste limitée, vue l'énorme problématiques qui se posent sur le terrain. Actuellement, les recherches se concentrent sur les productions des souches transgéniques et l'isolement d'éléments transposables pouvant être utilisés pour introduire des gènes réfractaires aux agents pathogènes dans des populations de vecteurs (Schaffner et *al.* 2001).

I.7 Méthodes de laboratoire adoptées :

L'étude a été réalisée entre février et Mai 2016 dans la région de Laghouat choisi en fonction de leur localisation, de présence des gîtes larvaires potentiels et de la diversité des milieux. De nombreuses méthodes sont disponibles pour échantillonner les populations culicidiennes, chacune a ses inconvénients, le choix entre ces méthodes dépend des objectifs de l'étude, pour notre cas on a choisi la Méthode des récoltes larves dans plusieurs endroits du gîte, avec une louche d'eau d'une capacité de 1 litre et comparé les gîtes.

I.7.1 Tri et montage des larves et des adultes :

Seules les larves ayant atteint le quatrième stade font l'objet d'une identification fiable. Les larves sont conservées dans NaOH pendant 4 jours. Jusqu'à la mort de cette dernière, après on le met dans l'eau distillée, On met les larves, on dissèque au niveau de 7ème segment abdominal, la partie antérieure est montée face dorsale vers le haut, le reste du corps est monté latéralement, puis on procède montage entre lame et lamelle avec une goutte de la glycérine enfin on observe les lames préparées sous une loupe binoculaire à différents objectifs.

Les autres larves de différent stade sont placées dans un récipient jusqu'à le stade adulte pour faire l'identification de ce dernier.

Un contrôle de leur émergence est effectué quotidiennement. Les adultes sont prélevés à l'aide d'un aspirateur à bouche, puis sont tués par le froid. Avant de les monter, les adultes sont conservés dans des petits tubes secs avec conservateur silicagel (dessiccateur) et conservés dans un congélateur jusqu'à l'analyse l'identification.

L'identification des larves et des adultes est référée aux clés dichotomiques principalement celle de (Rioux, 1958) (himmi et al, 1995) et utilisation de logiciel d'identification réalisé par Bruhies et al (1999).

I.7.2 Echantillonnage de la faune et la flore associe :

I.7.2.1 La faune :

Peu de travaux qui se sont penchées sur la faune de cette région encore mal investiguée, les vertébrés sont touchés par l'étude dans certains aspects, tantôt parasitologie (DENDANE 2013, SEBAA, 2013) d'où la présence des rongeurs réservoirs, tels que *Mus musculus*, ainsi que la *Merionshawii*. Dans la même approche l'étude de GHANAet ALLAUI (2013) sur l'évaluation de la biodiversité d'Oued Bakdeche aux alentours d'oued Sidi makhoulouf est qui signale 82 espèces d'invertébrées. Mais auparavant des observations sur terrain ont été effectuées par les agents de la conservation de la même wilaya, ceux-ci sous forme de recensement. Ces derniers attestent de la présence de 13 espèces de mammifères, 12 espèces d'oiseaux et 02 espèces de reptiles.

I.7.2.2 la flore :

La zone Nord-ouest est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 68.430 Ha de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 Ha. Dont 77.500 Ha. Sont exploitables ainsi que de parcours d'une superficie de 508.000 Ha. (POUGET, 1980).

La zone Sud-est est constituée de vastes étendues steppiques dont une grande partie a été dégradée par certain facteur comme la sécheresse et les labours illicites. La composition et la répartition du cortège floristique sont étroitement liées aux facteurs écologiques du milieu (C.D.F, 2008).

I.8 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.

Matériel et méthodes

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 (Alayat, 2012).

I.8.1 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 05 : 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

I.8.2 Paramètres physico-chimiques des eaux des stations d'étude:

Appréciation de la qualité des eaux des sites étudiée a été basée sur l'évaluation de nombreux paramètres physico-chimiques tels que, température (C°), le PH (Potentiel Hydrogène), la conductivité, nitrate, nitrite, PO₄. Ses paramètres servent à définir les caractérisations de chaque station étudiée. Leur connaissance peut expliquer globalement le développement et l'évolution des organismes aquatiques. Aussi ses données peuvent servir comme un moyen de comparaison entre les stations et la diversité des peuplements Culicidiennes. Ses paramètres sont prélevés dans les

différents sites d'échantillonnage et durant chaque sortie pour les prélèvements, pendant toute la période d'étude.

I.8.2.1 La température:

Ce paramètre révèle un impact direct sur le développement et le cycle biologique de la plupart des insectes aquatiques. La température agit en particulier sur la durée de développement des stades larvaire.

I.8.2.2 Le pH (Potentiel Hydrogène):

Le PH est mesuré avec un PH mètre type Hanna HI 8424. Il Présente la concentration en ions H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14,7 étant le PH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

I.8.2.3 Conductivité électrique:

La conductivité électrique représente la résistance qu'oppose l'eau au passage d'un courant électrique. Elle est exprimée en $\mu\text{s/cm}$. C'est un paramètre d'appréciation des concentrations globales des matières en solution (éléments ionisés dissous) dans l'eau. Elle est mesurée par un conductimètre.

I.8.2.4 Les nitrites, les nitrates:

Les nitrites (NO₂⁻) : Polluants chimiques les plus répandus, les nitrites sont produits par l'oxydation de l'ammoniaque ou proviennent de déchets agricoles, urbains et industriels. En aquaculture et dans les aquariums d'eau douce, les nitrites doivent être contrôlés car ils sont très toxiques. Les nitrates (NO₃⁻) est un nutriment essentiel pour les plantes et doit être contrôlé afin de maintenir leur santé et leur rendement. Cependant, des niveaux excessifs sont nuisibles et peuvent même brûler les plantes.

I.8.2.5 Total Solides Dissous (TDS) :

Permet de connaître la quantité de Total Solides Dissous dans l'eau. Il a été apprécié avec une sonde multi paramètre, unité de mg/l.

I.9 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.

I.9.1 Indices écologiques:

L'analyse des données obtenues relatives aux espèces Culicidiennes inventoriées, est réalisée par le calcul des indices écologiques et des méthodes statistiques.

I.9.2 Indices de compositions :

Ils sont représentés par :

A. Richesse spécifique (totale) et moyenne :

La richesse totale d'un peuplement est exprimé par me nombre d'espèces (S) inventoriés dans la zone d'étude. Par contre richesse moyenne (S') est le quotient du nombre totale d'individu (Ki) pour chaque espèce sur le nombre totale de prélèvements effectue (N).

$$S' = K_i / N$$

B. Abondance relative :

La fréquence (F) est le pourcentage des individus d'une espèce ni) par rapport au nombre total des individus (N) (Dajoz, 1971).

$$F = (n_i \times 100) / N$$

n_i : Abondance spécifique de l'espèce i .

N : Abondance du peuplement.

I.9.3 Indice de structures

I.9.3.1 Indice de diversité Shannon - Weaver

L'indice de diversité de Shannon & Weaver, (1963), permis d'avoir de information ; apportée par un échantillon, sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et la façon dont les individus sont répartis entre plusieurs espèces. Il est calculé selon la formule suivante :

$$H' = - \sum [P_i \log_2 P_i] \text{ ou } P_i = n_i / N$$

H': Diversité spécifique, exprimé en Bit par individu (Binary digit).

P_i: fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement.

n_i : Effectif de l'espèce i .

I.9.3.2 Equitabilité (équirépartition) :

Le test statistique permettant de dire si un type particulier d'espèces est significativement plus représenté a été effectué à l'aide de l'indice d'équitabilité de Piérou (Huston 1994, Dajoz 2003, Frontier et al. 2008). L'équitabilité (E), résulte du rapport de la fonction d'information de Shannon (1948), H, pour les occurrences et de la valeur théorique maximale (H'max).

Matériel et méthodes

L'équitabilité constitue une seconde dimension fondamentale de la diversité, (Ramade, 1984). Elle est le rapport entre la diversité é spécifique (H') et la diversité maximale (H_{max}), elle s'exprime comme suit :

$$E = H' / H_{max} \quad \text{avec} \quad H_{max} = \text{Log}_2 (S)$$

H' : Est l'indice de diversité de Shannon- Weaver exprimé en bits.

H'_{max} : C'est la diversité maximale en bits, Elle égale à $H'_{max} = \log_2 S$, S étant le nombre d'espèces.

L'indice d'équipartition E est compris entre 0 et 1. S'il tend vers 1, les effectifs des espèces de peuplement sont en équilibre entre elles (Ramade, 1984).

L'étude statistique des données est basée sur l'analyse des corrélations entre la densité larvaire moyenne et chaque paramètre physicochimique de l'eau, afin de ressortir l'effet de ces derniers sur l'abondance de la population culicidienne.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel MINITAB 16.

Résultats et discussion

II. RESULTATS:

II.1 Inventaire des Culicidae dans la région de Laghouat 2016 :

A partir des résultats obtenus, environ 500 individus de Culicidae ont été récoltés au niveau des différentes stations de la région de Laghouat. L'analyse de la composition en espèces de Culicidae dans les différents gîtes d'études montre en premier lieu que chaque milieu présente une particularité faunistique. Les résultats obtenus à l'aide des techniques utilisées (récoltes et élevage des stades pré-imaginaux) ont permis d'identifier 2 sous familles ; les Anophelinae et les Culicinae. Dans la sous-famille des Anophelinae des espèces ont été identifiées telles que *An. Labranchiae* ; *sergentiis sergentiis*, *cinereus* ; *multicolor* ; *dthali*. Dans la sous-famille des Culicinae nous avons identifié trois genres : *Aedes*, *Culex*, *Culiseta*.

II.1.1 L'influence des paramètres physico-chimiques de l'eau des gîtes sur la densité larvaire:

On a effectué fait des prélèvements de l'eau de chaque gîte étudiées et on a réalisé une série d'analyses physico-chimique au niveau de quelques stations d'épuration de la wilaya de Laghouat pour déterminer l'effet de la composition physico-chimique de l'eau des gîtes sur la densité larvaire. Une étude analytique est présentée au niveau du tableau 06 et des courbes suivantes :

Tableau 06 : Effets de la composition physico-chimique de l'eau des gîtes sur la densité larvaire.

Les paramètres		T(C ⁰)	Ph	No ₃ ⁻	No ₂ ⁻	Po ₄ ⁻	Salinité mg/l	Densité
Sites d'étude								
El goléa	G1	21	5,2	0,9	0,880	0,12	3,1	21
	G2	17,2	7,1	1	0,058	0,20	2,7	18
Oued Morra		12,4	6	5,10	8,32	0,15	1	18
Kef almelh		18	6,08	3,22	0,058	0,1	3	17
Tadjrouna		23	7,5	2,83	0,095	0,15	2,1	22
fontaine		23,1	7,3	7,2	5,86	0,34	3,2	15
Khneg		14	6,39	18,8	0,037	0,12	1,7	23
Lalmaya	G1	21,4	8	2,99	0,064	0,11	0,5	30
	G2	22	7	13,9	3,83	0,11	6,7	10

Résultats et Discussion

	G3	22,6	7	3,10	0,122	0,09	4,8	13
--	----	------	---	------	-------	------	-----	----

Dans chaque gîte visité on a déterminé la densité larvaire et on a étudié les paramètres physico-chimiques.

La densité moyenne la plus élevée a été remarquée dans le site de Lalmaya (D de G1=30) et la valeur minimale en Lalmaya (D de G2=10).

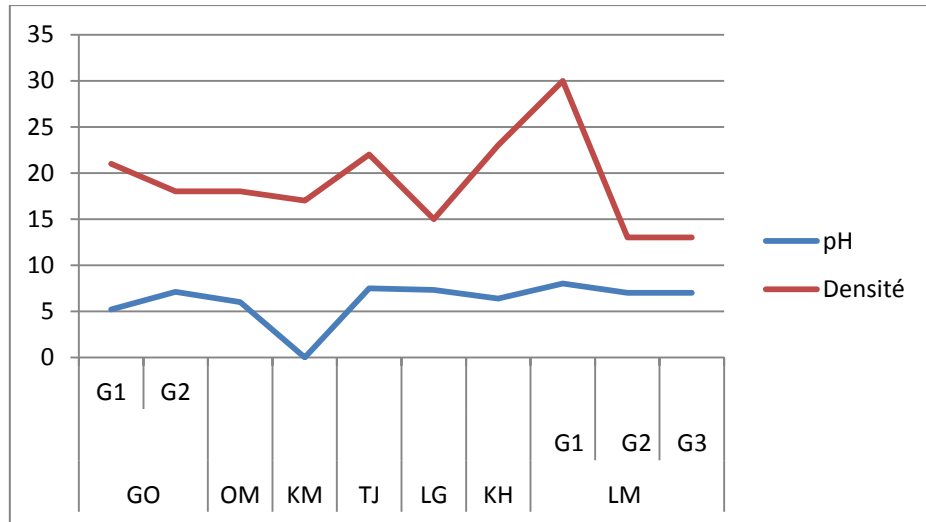


Fig. 25 : relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la valeur de PH.

Le PH maximum a été enregistré au niveau des sites ruraux de Lalmaya **PH=8** et Tadjrouna **PH=7,5** même résultats de **MEDJDOUB Talha2015** le PH maximum a été remarqué dans Lalmaya **PH= 8.80** et le pH minimum marqué au niveau de gîte 1 d'el golea **PH= 5.2** berchi y des espèces peuvent résister dans les milieux un peu acide. Les autres gîtes sont moins alcalins, ce qui est dû à la dégradation de la matière organique (végétaux, selles d'animaux...), $r=0,172$, $p= 0.635$ (L'analyse de la corrélation entre la densité moyenne des larves de moustiques et le pH).(fig 25).



Fig.26 : relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la température.

La température est un paramètre important dans le cycle de vie des moustiques elle influence le développement des larves, accouplement des adultes, la répartition de chaque espèce (Séguy,1955 ; Hervyet Cooseman ,1979). Selon la figure 26, on remarque une bonne corrélation entre la température et la densité au niveau de site d'Oued mourra. L'eau de la mare du site de Laghouat (brouiante) et Tadjrouna présente une température élevée (**23.1C°,23C°**) mais de densité **15 ; 22** respectivement, cela qui entrainée l'influence de d'autre paramètre sur c'est dernier, $r=-0,156$, $p= 0.667$

Résultats et Discussion

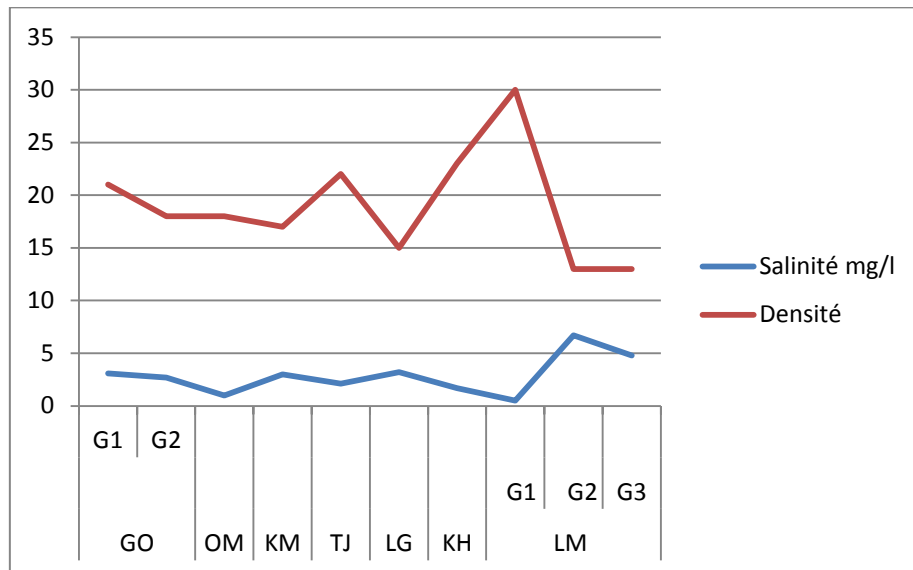


Fig.27 : relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la salinité.

Les résultats issus de l'analyse de la figure 27 montrent que la salinité la plus élevée de (6.7 mg/l) du gîte 2 de Lalmaya, On a remarqué une relation proportionnelle inverse avec la densité larvaire et la salinité. L'élévation de la salinité, liée à l'évaporation, entraîne des dépenses métaboliques supplémentaires pour un grand nombre d'organismes aquatiques, diminuant ainsi la concentration d'oxygène dans l'eau (Vivier, 1946 ;Petit ,1962 ; Clarke 1966).Mais il'ya des espèces qui peuvent aussi se développer dans de l'eau légèrement salée comme *Anopheles Sergentii* et *Aedes (Ochleratattus)* (Brunhes et al, 1999). Une forte corrélation négative entre la salinité de l'eau et la densité moyenne des larves, ceci peut être expliqué par le fait que la plus part des espèces identifiées préfèrent une faible salinité, $r=-0,845$, $p=0.002$

Résultats et Discussion

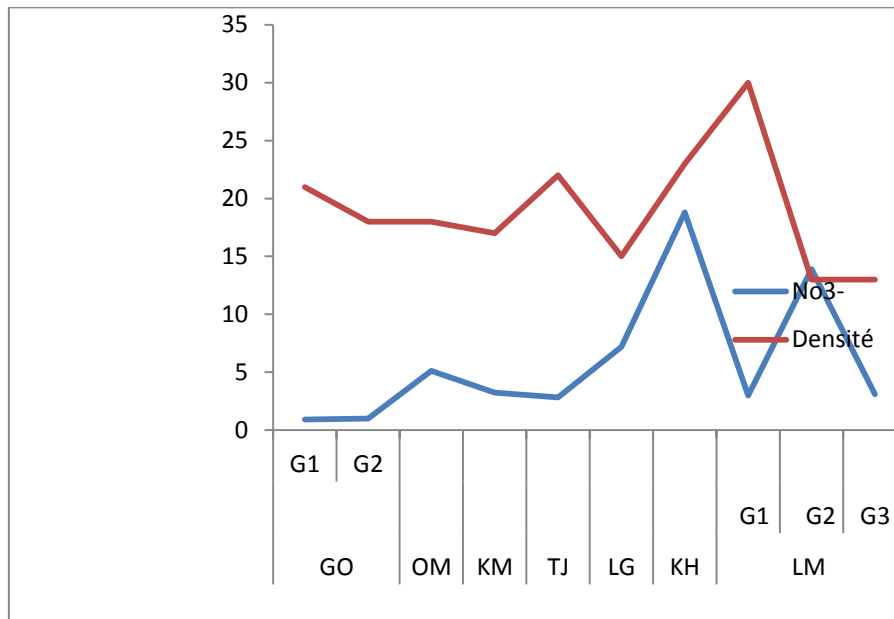


Fig.28 : relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et le nitrate.

On remarque que la valeur la plus élevée en nitrate (NO_3^-) a été de 18,8 mg/l et 13,9 mg/l enregistrée dans les stations de Khneg et Lalmaya respectivement, (fig28), ce qui explique la richesse de ces derniers à la présence des végétations et des algues qui sont des nutriments essentiels pour les plantes et doit être contrôlé afin de maintenir leur santé et leur rendement, alors des milieux riches en matière organique. Même résultats observés par (Medjdoub, 2015), $r = -0,163$, $p = 0,654$.

Résultats et Discussion

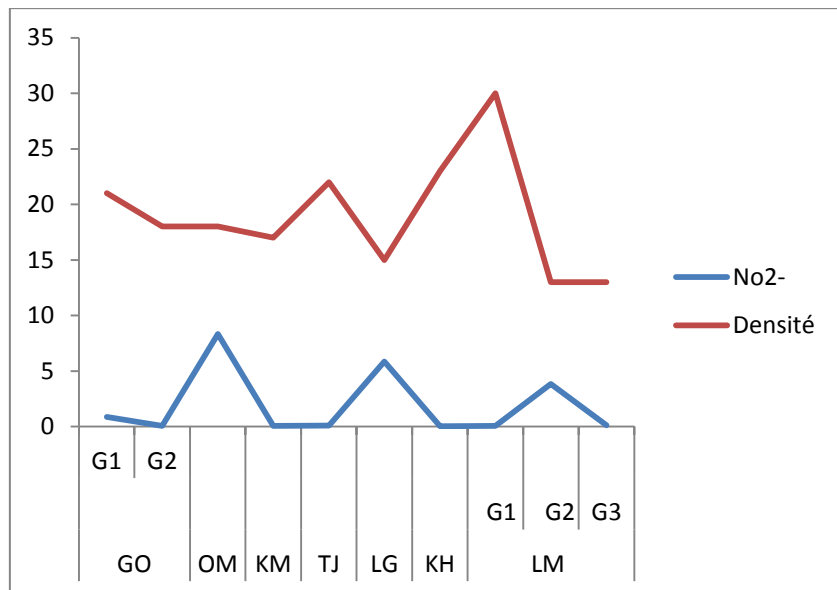


Fig.29 : la relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et le nitrite.

Selon la figure 29, la teneur la plus élevée de nitrite a été enregistrée dans la station de oued mourra 8,32 mg/l. Il y a une bonne corrélation entre la densité et le nitrite, le nitrite représente une phase intermédiaire entre les nitrates et l'azote ammoniacal. En général, lorsque le milieu est réducteur, les teneurs en nitrites s'élèvent (comme notre cas). Lorsque la concentration en oxygène augmente, la teneur en nitrite diminue. Les nitrites facilement oxydés en nitrates sont en fait des éléments instables dans le milieu aquatique (Berchi 2000). $r = -0,381, p = 0,277$

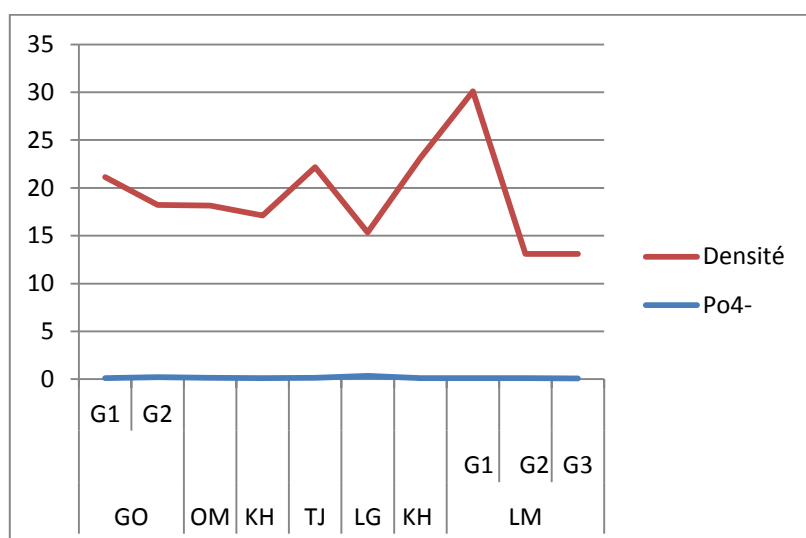


Fig.30 : relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et le phosphate.

Résultats et Discussion

Selon la figure 30 il n'y a aucune relation entre le paramètre de PO_4^- et la densité des espèces.

$r = -0,162$, $p = 0,655$.

Tableau 07 : les corrélations entre les paramètres physico chimiques de l'eau et la densité moyenne des larves de moustiques.

	coefficient	T	pH	Po4-	NO ³⁻	NO ²⁻	Sal
Densité	r	-0,156	0,172	-0,162	-0,163	-0,381	-0,845
moyenne	P	0,667	0,635	0,655	0,654	0,277	0,002

L'analyse de la corrélation entre la densité moyenne des larves de moustiques et les différents paramètres physicochimiques nous montre qu'il y a une forte corrélation négative entre la salinité de l'eau et la densité moyenne des larves, ceci peut être expliqué par le fait que la plus part des espèces identifiées préfèrent une faible salinité. Par contre, il n'existe aucune corrélation entre la densité moyenne des larves et le reste des paramètres, même la température qui est un paramètre très important pour le développement des larves. Ceci peut être dû aux contraintes de terrain et surtout concernant la mesure des paramètres physicochimiques sur terrain. En effet, la température étant mesurée au laboratoire, ne reflète pas du tout l'état de l'eau au moment du dénombrement des larves.

II.1.2 Caractéristiques morphologiques d'identification et bio écologie du genre *Culiseta* :

Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata :

Culiseta longiareolata a pour synonymes *Culex longiareolata* (Macquart, 1838) et *theobaldia spathipalpis* (Sergent, 1909).

La tête est sombre, très pigmentée, l'antenne est courte à tégument lisse, Le mentum est triangulaire, Le peigne siphonal s'étend sur quasiment tout le siphon avec des dents disposées irrégulièrement le long du siphon et deux touffes de soies basales (Fig31).

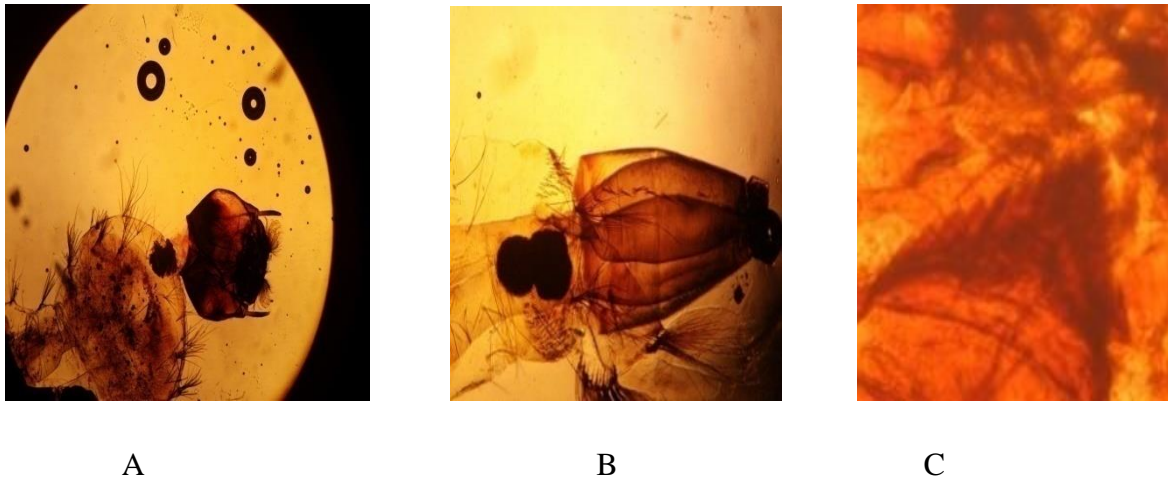


Fig 31 : Critères morphologiques d'identification de Larve de *Culiseta longiareolata*. A: antenne. C: mentum .B: siphon respiratoire, les touffes basales (original 2016).



Fig. 32: l'adulte de *Culiseta longiareolata* observé par la loupe binoculaire (original 2016).

- **Bio écologie :**

Culiseta longiareolata est l'espèce la plus fréquemment trouvée dans les gîtes d'étude tel le gîte: oued Morra ,kef almelh ,el Goléa , elle a été récoltée pendant toute la période d'étude et dans des différents types de gîtes à savoir les gîtes polluées, les gîtes permanents à eau stagnantes riches ou pauvres en végétations et dans les gîtes temporaire avec ou sans végétations. Elle est prédominante dans la région de Laghouat.

Résultats et Discussion

L'adulte de *Culiseta longiareolata* est caractérisé par une tête couverte d'écailles sombre est le scutum se distingue par trois anneaux claires, on remarque aussi la présence d'une tache d'écailles sombre sur l'aile.

II.1.3 Caractéristiques morphologiques d'identification et bio écologie du genre *Culex* :

Les espèces appartenant à ce genre se caractérisent par :

Les œufs sont pondus agglomérés en nacelle. Les œufs de *Culex* sont collés ensemble côté à côté pour former une sorte de petite barquette (Guillaumot, 2006).

Les larves sont pourvues d'un siphon respiratoire bien développé dont le bord inférieur sert d'attache à plusieurs touffes de soies ventrales.

Les larves de *Culex* peuvent s'installer dans des eaux douces, très fortement polluées ou dans des eaux saumâtres. Certaines formes du complexe *Cx. pipiens* sont étroitement associées à l'homme et à ses habitats. Il bénéficie d'une très large distribution géographique. (Rhodain, 1996).

La larve possède une tête longue, la soie antennaire 3-A est proche de 4-A et l'épine préclypéale est mince et effilée à l'apex. Les soies céphaliques 5-C et 6-C sont formées de 4 branches et plus. Le mentum possède 8 dents et plus de part et d'autre de la dent médiane Le VIII^{ème} segment présente des écailles toutes sans épine médiane. Le siphon respiratoire est à bords droits ou convexes possédant une seule soie latérale (fig. 33).

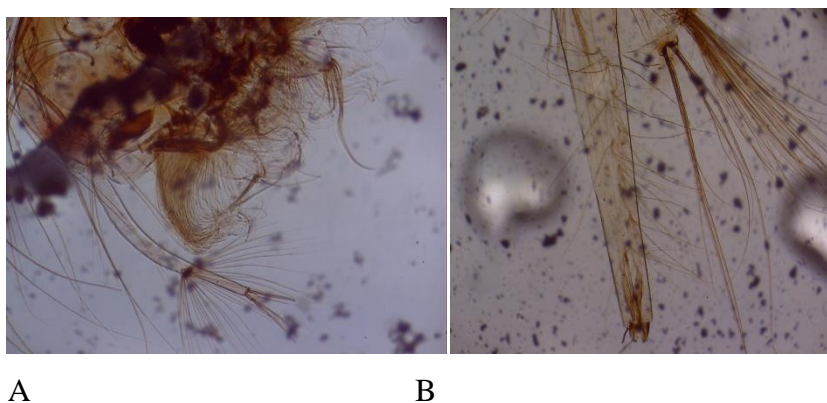


Fig. 33: la larve L₄ de *culex pipiens* observé par microscope optique (G×10) (original 2016).

Résultats et Discussion

L'adulte se distingue par des tergites qui présentent des écailles claires à la base des anneaux chez le mâle et la coloration du tergite III avec une bande antérieure claire chez la femelle. Au niveau des ailes l'alula ne présente pas une frange d'écailles (fig 34).

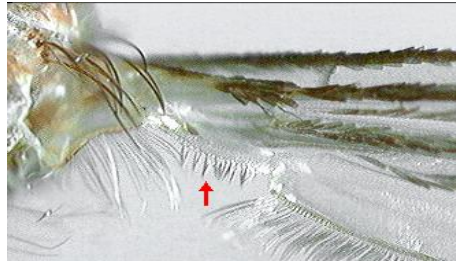


Fig.34 : Aile de l'adulte de *Culex*

- **Bio écologie :**

Culex pipiens est l'espèce la plus répandue sur toute l'Algérie, les larves sont récoltées dans toutes les stations de kef al melh, Berchi (2000) affirme qu'au milieu urbain et suburbain, certaines collections d'eau particulièrement riches en matière organique, sont responsables de la prolifération de ce moustique. Les femelles piquent la nuit tous les vertèbres à sang chaud, elles prennent le repas surtout à l'intérieur des habitations. De nombreuses maladies sont transmises par le genre *Culex*. Le *Cx. pipiens* est un excellent vecteur de la filariose de Bancroft (*Wuchereria bancrofti*) qui affecte des millions d'individus tant en Afrique de l'Est qu'en Asie, le complexe *Cx. pipiens* est également vecteur de plusieurs arboviroses, comme la fièvre hémorragique de la vallée de Rift (flavivirus), en Afrique (Gargan *et al.*, 1983).

II.1.4 Caractéristiques morphologiques d'identification et bio écologie du genre *Anophele* :

Les caractères morphologiques propres au genre *Anophele* sont les suivants:

Les œufs des espèces du genre *Anopheles* sont pondus un par un sur la surface de l'eau. On les reconnaît à leurs minuscules flotteurs sur les côtés (Brunhes *et al.*, 2001).

Les larves se caractérisent par l'absence du siphon, l'orifice respiratoire s'ouvre directement sur le segment VII (Rodhain & Perez, 1985).

Résultats et Discussion

Les adulte se distingue par la longueur du palpe maxillaire qui est presque égale à celle de la trompe pour les deux, par leur scutellum simple sans lobe nettement marqué et par leur abdomen dépourvue d'écailles (Himmi *et al.*, 1995).

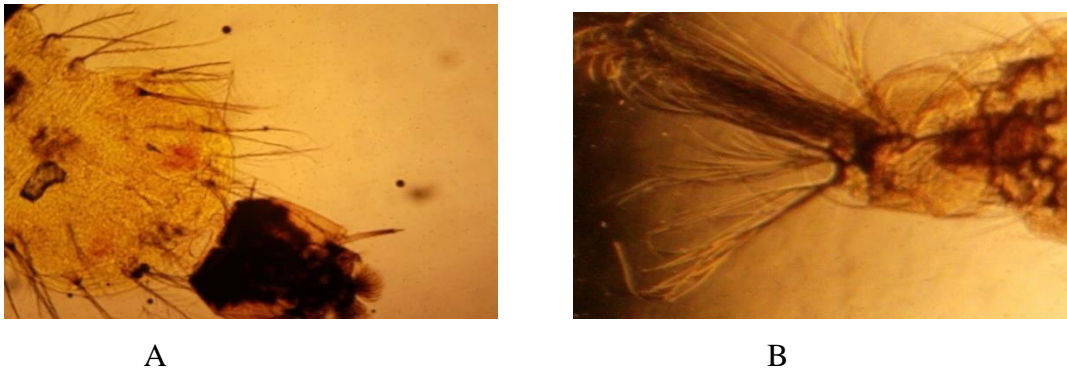


Fig.35 : larve de l'Anopheles observé par microscope optique (G \times 10) (original 2016).



Fig.36 : l'adulte de l'Anopheles observé par une loupe binoculaire (original 2016).

- **Bio écologie :**

Anophele s'observe dans toute l'Algérie, Tell et Haut Plateau (Senevet & Andrelli, 1960). Les larves ont été Capturées au niveau de Tadjrouna, Senevet & Andrelli (1956) mentionnent que les femelles piquent l'Homme et les animaux. Cette espèce est le principal vecteur du paludisme au Maroc (Metge, 1991).

II.1.5 Caractéristiques morphologiques d'identification et bio écologie du genre *Aedes*:

Ce genre de la famille des Culicidae contient des espèces bien particulières par :
Leurs œufs qui sont pondus isolément accrochés à l'eau par un système de réticulations tensioactives.

Résultats et Discussion

Les œufs des *Aedes* sont pondus isolément. Certaines espèces les déposent sur le bord des gîtes, dans la boue ou sur la végétation où ils peuvent résister à la dessiccation pendant plusieurs semaines ou mois, jusqu'à ce qu'ils soient immergés (Laurent, 2005). Les larves sont pourvues d'un siphon respiratoire trapu portant une touffe de soie médiane.

Les adultes se caractérisent par la présence de soies post spiraculaires, le génitalia des mâles se distingue par la présence d'un gonostyle très net entaillant le bord interne du gonocoxite sur toute sa longueur, ce sont des moustiques de couleur foncée garnis d'écailles blanches brunes ou dorées et les ailes sont non tachées.



Fig. 37 : Critères d'identification de *Aedes vexans* A : forme de siphon respiratoire forme des dents et les soies de siphon respiratoire b : les touffes de soies siphonales respiratoires.

II.2 Etude de la biodiversité et la répartition spatiale des culicidae dans la région de Laghouat

II.2.1 Les Culicidae par gites d'étude dans la région de Laghouat

II.2.2 Richesse spécifique

Tableau.08 : La structure des espèces des culicidea inventoriées dans les sites d'études

Station	El Gol		Oued Mo	La ville	Lalmaya			Kef. M	Tadj	Kh
	G1	G2			G1	G2	G3			
Especes										
<i>Cx theiliri</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Cx laticinctus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-		-
<i>Cx hortensis</i>	-	-	-	-	-	-	+	-		-
<i>Ae vixans</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cs longeorata</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
<i>An labronchiae</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>An multicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>An cinereus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>An sergentii sergentii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>An dthali</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

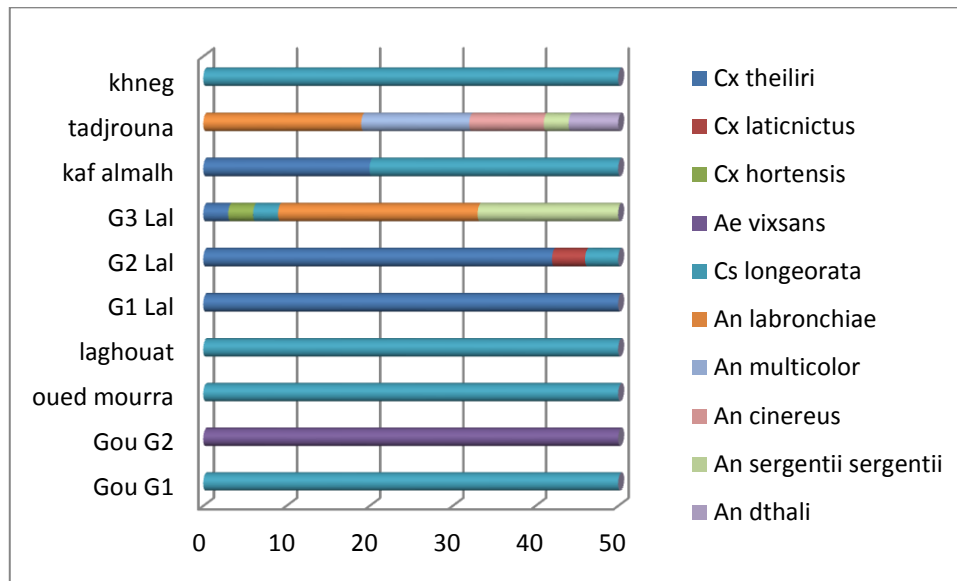


Fig.38 : résultat de la structure des espèces inventorié dans région de Laghouat.

L'examen de tableau 08 et la Fig.38 montre que l'espèce de *Cx theiliri* contactée dans deux sites lalmaya G2, et kef El melh , et celle de *Cx laticinctus* existe dans station de Lalmaya G2. *Cx hortensis* dans Lalmaya G3 et *Ae vixsans* observé uniquement dans la station de l'El Goléa.

Selon le genre de *Culiseta* nous remarquons que *Cs logiareolata* inventoriés dans plusieurs sites ; El Goléa, Oued Morra, Laghouat ville, lalmaya G2, G3 et Kef El melh et Kheneg.

Le genre d'Anophèles ont observent dans les sites de Lalmaya et Tadjrouna :

An labronchiaie dans deux gites ; G3 de Lalmaya et Tadjrouna , *An multicolor* Observe dans un seul gite de Tadjrouna , la même pour l'espèce de *An cinereus* , *An sergentii sergentii* et *An dthali*.

II.2.3 Indice de diversité shannon–weaver et d'équitabilité:

Tableau.09: Résultat sur l'indice de diversité de shanonnon-weavre et sur l'indice de

	Go G1	Go G2	O, M	Lag	Lal G1	Lal G2	Lal G3	K, Mh	Tdj	KH
<i>Cx theiliri</i>	0	0	0	0	50	42	3	20	0	0
<i>Cx laticinctus</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Cx hortensis</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Ae vixsans</i>	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cs longeorata</i>	50	0	50	50	0	4	3	30	0	50
<i>An labronchiae</i>	0	0	0	0	0	0	24	0	19	0
<i>An multicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0
<i>An cinereus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
<i>An sergentii sergentii</i>	0	0	0	0	0	0	17	0	3	0
<i>An dthali</i>	0	0		0	0	0	0	0	6	0
Effectif total	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
H'	0	0	0	0	0	0,7 9	1,76	0,9 7	2,0 9	0
S	1	1	1	1	1	3	5	2	5	1
H' max	0	0	0	0	0	1,5 8	2,32	1	2,3 2	0
E	0	0	0	0	0	0,5	0,75	0,9 7	0,9	0

L'équipartition des culicidae dans les sites d'études. Les résultats mentionnés 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 qu'est égale 0 dans les stations El Goléa G1, G2 Oued Morra, Laghouat ville, Lalmaya G1 et gite de Khneg , G2 de Lalmaya 0.79 et Kef El melh 0.97 et G3 de Lalmaya 1.76 et 2.09 bite a Tadjrouna qui sont riche en espèces (5 espèces).

Concernant l'équitabilité présente une valeur de 0 au niveau des stations (El Goléa, Oued Morra, Laghouat ville, Lalmaya G1 et Khneg) et 0.5 dans G2 lalmaya et Et des valeurs proche élevées G3 de Lalmaya 0.75 et 0.9 Tadjrouna (Les effectifs des espèces ont

tendances à être en équilibre entre eux) et une valeur égal **0.97** à **Kaf almalh** (le plus bon équilibre entre les populations de cette gîte).

II.2.4 la fréquence des genres dans la région de Laghouat

Tableau10 : Nombre et pourcentage des genres dans la région de Laghouat.

Genre	N	F %
<i>Culex</i>	122	24,4
<i>Culiseta</i>	237	47,4
<i>Anopheles</i>	91	18,2
<i>Aedes</i>	50	10

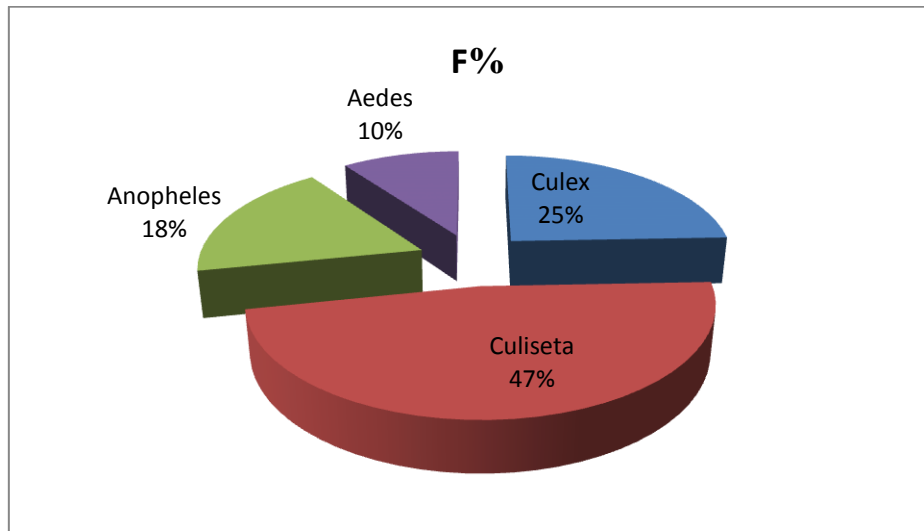


Fig. 39 : résultat de fréquence des genres des Culicidés dans la région de Laghouat.

Dans cette partie l'inventaire global des moustiques dans les sept stations la majorité des de la faune Culicidienne inventoriées (500 individus) représenté par le genre *Culiseta* surtout au niveau des gîtes urbaines et préurbaine(**47.4%**, **n=237**) donc considéré comme plus présent suivi par le genre *Culex* au niveau des gîtes ruraux (**24.4%**, **n= 122**), de la faune totale, suivi par les genres de *d' anopheles* (**18.2%**, **n=91**) et à la fin le genre *Aedes* avec un taux (**10%**, **n= 50**).

Résultats et Discussion

Notre résultat diverge avec de l'étude de (Talha 2015) qui a obtenu les résultats suivants :

le genre *Culiseta* (**41.07%**, **n=267**) suivi par le genre d'*Anophele* (**32.92%**, **n=214**), et les genres de *Culex* (**18.30%**, **n=119**), et à la fin le genre *Aedes* avec un taux (**07.92%**, **n= 50**), et l'inverse à celle de l'étude du (Bakwo et al., 2009) , Le genre *Culex* est le plus représenté (**59,84 %**, **n=4035**), suivi par le genre *Aedes* (**37,39 %**, **n=2518**) et *Anopheles* (**2,77 %**, **n=187**).

En peut expliquer cette divergence par les conditions climatiques qui sont tout fait différentes car **Yaoundé** (Cameron) est zone zone tropical humide et **Laghouat** une zone saharienne Aride.

Cependant, 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).

II.2.5 la fréquence des espèces dans la région de Laghouat :

Les résultats de l'abondance relative des différentes espèces de culicidae sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 11: la fréquence relative appliquée aux espèces de culicidae.

Espèce	N	F%
<i>Cx theiliri</i>	115	23
<i>Cx laticinctus</i>	4	0,8
<i>Cx hortensis</i>	3	0,6
<i>Ae vixsans</i>	50	10
<i>Cs longeorata</i>	237	47,4
<i>An labronchiae</i>	43	8,6
<i>An multicolor</i>	13	2,6
<i>An cinereus</i>	9	1,8
<i>An sergentii sergentii</i>	20	4
<i>An dthali</i>	6	1,2

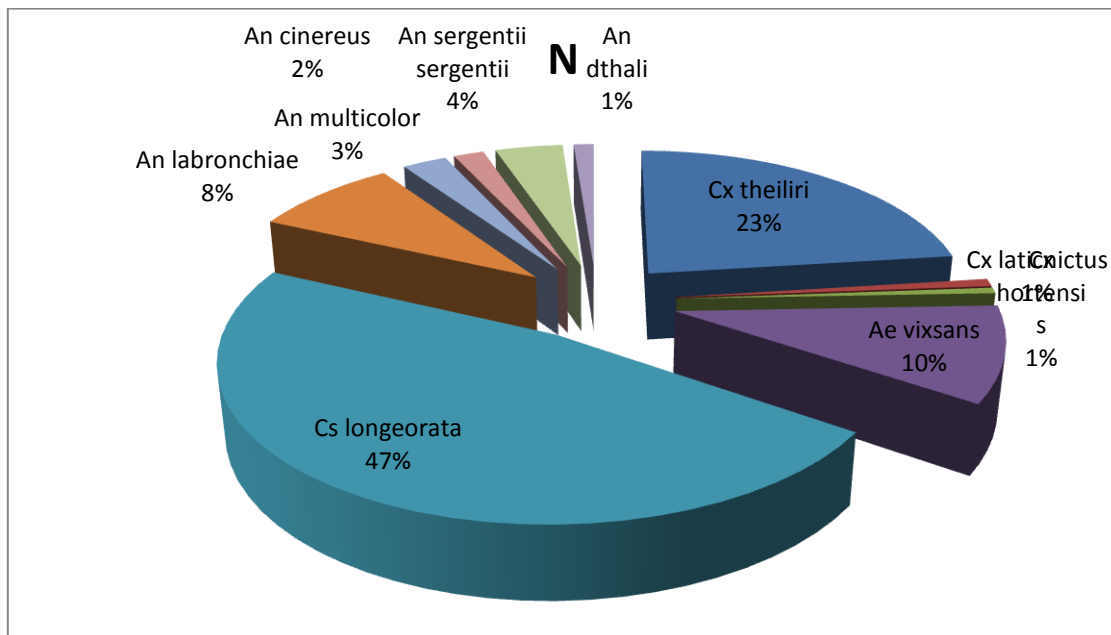


Fig.40: la fréquence relative des espèces de culicidae dans les sites.

Les résultats du tableau 11 montrent les différentes abondances pour chaque espèce, *Culiseta longiareolata* présente l'effectif le plus élevé au niveau de la plupart des sites. C'est l'espèce la plus représentée avec la valeur la plus élevée 47% par ce que *Culiseta longiareolata* préfère les gîtes de petite dimension, c'est *Culex theiliri* qui occupe la deuxième position avec un taux de 23 %, suivie par *Genre de L'Anopheles* avec une valeur de 18 %. Et la troisième c'est l'*Aedes vexans* avec une valeur 10%.

II.2.6 Richesse totale et moyenne :

Tableau.12: distribution de la richesse spécifique dans les stations d'études.

Les sites	Go		O. M	Lag	Lal			Kef .M	Tadj	Kh
	G1	G2			G1	G2	G3			
Les especes										
richesse spécifique(S)	01	01	01	01	01	03	05	02	05	01
richesse spécifique globale	10									

Les résultats portés dans le tableau, montre que la richesse maximale des espèces de Culicidae est obtenue au niveau de la station de Lalmaya G3, et Tadjrouna avec **05** espèces suivie par la station de Lalmaya G2 avec **03** espèces et puis par **deux** espèces pour les sites de Kaf almalh enfin les stations d'El Goléa G1, G2, Oued Morra, Laghouat, lalmaya G1 avec une seul espèce.

II.3 La flore et la faune associe :

- **La flore :**

Les espèces végétales récoltées dans les sites d'étude:

II.3.1 *Nerium oleander* L. :

Le *Nerium oleander* L., appelé communément Laurier rose, est un arbuste de la famille des Apocynacées qui pousse dans le bassin méditerranéen, l'Asie mineure, l'Inde et le Japon. Le Laurier rose est un arbuste d'environ 2 m de hauteur dont les fleurs blanches, jaunes, rouges et de diverses nuances de rose s'épanouissent de Mai à Octobre. Son feuillage vert foncé est allongé et persistant. Les fleurs simples, doubles ou triples s'épanouissent en été, de Juin à Octobre (Fig. 42).

Le Laurier rose est une plante toxique, toutes ses parties sont très toxiques, à cause de la présence d'hétérosides cardiotoniques. Le composé le plus caractéristique du Laurier rose est l'oléandrine, un hétéroside à structure stéroïdique. Son utilisation insecticide a été aussi démontrée pour *Lymantria dispar*, sous l'effet de l'inhalation de la sève du Laurier rose (kerris *et al.*, 2008).

- **Position systématique :**

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta (Angiospermae)
Classe	Dicotyledones
Ordre	Gentianales
Famille	Apocynaceae
Genre	<i>Nerium</i>
Espèce	<i>Nerium oleander</i> Linné <u>1753</u>



Fig. 41: *Nerium oleander* L. (Meriem MANSOURI 2015).

II.3.2 *Juncus acutus* L.

- **Écologie :** Côtes marécageuses de la Manche, de l'Océan, de la Méditerranée, en France et en Corse.
- **Position systématique :**

Ordre : Poales

Famille : Juncaceae

Genre : *Juncus*

Espèce : *Juncus acutus* L.

Sous-Espèce : *Juncus acutus* subsp. *acutus*



Fig. 42: *Juncus acutus* L.(original 2016).

II.3.3 *Carex remota* L.

- **Écologie:**

Lieu humides et ombragés, dans Presque toute la France et en Corse.

- Plante vivace de 30-80cm, glabre, à souche gazonnante
- tige grêle, à la fin décombante, obscurément trigone, un peu rude au sommet
- feuilles longues, étroites (1 à 3mm), molles, rudes .
- inflorescence en épi très long, très interrompu, verdâtre, formé de 5-10 épillets ovoïdes, mâles à la base, les 3-4 inférieurs très écartés et munis d'une longue bractée foliacée dépassant la tige .
- écailles ovales-aiguës .
- 2 stigmates.
- utricules dressés, verdâtres, ovales lancéolés (3 à 12 mm), plan-convexes, nervés dans le bas, atténués en bec bidenté dépassant un peu l'écaille.

- **Position systématique :**

Ordre : Poales
Famille : Cyperaceae
Genre : Carex
Espèce : *Carex remota* L.



Fig. 43: *Carex remota* L. (original 2016).

II.3.4 *Lythrum hyssopifolia* L.

- **Écologie:**

Fossés, lieu humide ou inondés l'hiver, dans presque toute la France et en Corse.

- Plante annuelle de 10-40 cm, dressée ou ascendante, glabre
- feuilles oblongues ou lancéolées-linéaires, peu élargies au milieu, à peine rétrécies à la base, entières, la plupart alternes
- fleurs lilacées, petites, solitaires à l'aisselle de presque toutes les feuilles
- bractées scarieuses, très petites, bien plus courtes que le calice
- calice à 8-12 dents, les externes allongées, linéaires, aiguës
- 5-6 pétales dépassant le calice et égalant la moitié de sa longueur
- 5-6 étamines toutes incluses.

- **Position systématique :**

Ordre : Myrtales
Famille : Lythraceae
Genre : *Lythrum*
Espèce : *Lythrum hyssopifolia* L



Fig.44: *Lythrum hyssopifolia* L. (original 2016).

II.3.5 Orobanche foetida :

Ordre : Lamiales
Famille : Orobanchaceae
Genre : Orobanche
Espèce : *Orobanche foetida*



Fig.45 : *Orobanche foetida*_(original 2016).

II.3.6 Spirogyra sp.

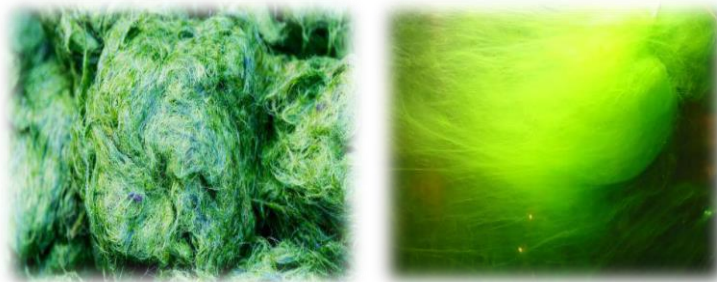


Fig.46 : *Spirogyra sp.* (Original 2016).

- **Écologie**

C'est une espèce cosmopolite dont aucune prolifération n'a été signalée dans le bassin Artois-Picardie jusqu'à présent (Saint-Maxent, 2002).

Résultats et Discussion

Ces algues se présentent comme de fins filaments simples, non ramifiés. Leur caractéristique essentielle réside en la forme particulière de leurs plastes pariétaux qui sont tordus en hélice (plastés rubannés) et possèdent plusieurs pyrénoides. Le nombre de plastés varie de 1 à 16 selon les espèces (Bourrelly, 1990).

- **Position systématique**

Embranchement :	Chlorophyta
Classe :	Zygnematophyceae
Ordre :	Zygnematales
Famille :	Zygnemataceae
Genre :	<i>Spirogyra</i>
Espèce :	<i>Spirogyra</i> sp. (Corolla et al., 2009).

Selon les espèces végétales que nous avons récoltées il n'y a aucune espèce aromatique expulsif pour les moustiques ce qui explique la richesse spécifique de ce dernier.

- **La faune :**

On remarque la présence d'une gamme très diversifiée des hôtes des moustiques au niveau des sites d'étude comme les ovins ; les caprins ; les reptiles, les oiseaux ; l'être humain surtout les africains, ce qui explique la facilité de la transmission des plusieurs maladies vectorielles.

Conclusion

Conclusion

Conclusion et perspectives

Les moustiques constituent la famille des Culicidae qui regroupe les diptères nématocères, vecteurs actifs de plusieurs agents pathogènes tels que les protozoaires, les bactéries, les virus et les nématodes, qu'ils transmettent à l'homme et aux animaux domestiques.

Ce groupe d'insectes se répartit dans les régions méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe septentrionale, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar (Senevet & Andarelli, 1963).

Une partie des travaux de recherche réalisés a été consacrée à l'inventaire de la faune Culicidienne et les caractéristiques de microclimat des sites larvaires dans la région de Laghouat entre février et avril 2015 qui ont été effectuées dans sept sites (urbain, périurbain et rural).

L'étude systématique des moustiques, portée essentiellement sur le stade larvaire, prélevés des différents sites, a permis d'identifier 10 espèces de Culicidae, appartenant à deux sous-familles : les Anophelinae et les Culicinae. Cinq espèces d'Anophèles ont été identifiées : *Anophèles labronchiae*, *Anophèles Sergentii sergentii*, *Anophèles multicolor*, *Anophèles Cinereus*, *Anophèles dthali* ; trois espèces de Culex : *Culex theiliri*, *Culex laticinctus*, *Culex hortensis* ; une seule espèce d'*Aedes* : *Aedes vexans* ; et une seule espèce de *Culiseta* : *Culiseta longiareolata*.

Dans les sept sites, la faune culicidienne est représentée par l'espèce *Culiseta longiareolata* pour tous les sites (urbain, périurbain, rural) de 47% y compris les rejets d'eaux usées et la présence des conditions favorables pour leur développement, pour une période d'apparition étalée sur toute la période d'étude, puis le genre de *Culex* 25% qui représente dans les sites ruraux (Tadjrouna, Lalmaya), selon notre étude cette espèce préfère des milieux peu salés ; le genre de *Anophèles* représente 18% de la faune globale des espèces, ce dernier observé dans les sites ruraux (Tadjrouna, Lalmaya), le biotope le plus favorable de ce genre est clair et riche en algues (*Spirogyra sp.*); et enfin le genre de *Aedes* représente un pourcentage de 10% se trouvant dans les sites salés et isolés ; ce qui explique les différents caractères de chaque site.

Conclusion

Concernant les paramètres physico-chimiques de l'eau, nous avons mesuré au niveau de 10 gîtes d'étude : la température ; le pH; la salinité, NO_3^- , NO_2^- , PO_4^- qui ont montré des variations spatiotemporelles. Nos résultats ont montré que la plupart des gîtes ont une température élevée et un pH alcalin qui permettent une densité larvaire élevée. Il y a aussi des espèces qui préfèrent la salinité comme l'*Anopheles*, *Aedes* ; les autres paramètres (nitrite, nitrate, phosphate) sont abondants dans les gîtes riches en algues (milieu riche en matières organiques).

Dans la période d'échantillonnage sur le terrain, il est remarqué un déplacement des espèces *Anopheles* de Kef el_Melh par rapport à l'étude de Madjdoud Talha 2015 qui expose la présence de ce dernier dans le site de Kef el_Melh ce qui est expliqué par l'effet de vent ; et l'absence de précipitation cause la diminution du niveau des cours d'eau et formation de petites mares.

La diversité des espèces dans les sites ruraux est plus élevée que la diversité des espèces dans les sites urbains car il existe une biodiversité de la faune et flore et l'absence des plantes médicinales au niveau des sites larvaires.

Nous proposons que cette étude sur les moustiques se poursuive dans un cadre plus vaste géographiquement (partant sur toutes les régions de la wilaya) pour comprendre la bio-écologie et les autres moustiques vecteurs de cette région.

Il faut attirer l'attention sur le danger de cette faune *Culicidienne* (vecteurs de maladies graves) et en parallèle entreprendre des approches épidémiologiques, sont nécessaires afin de déterminer des méthodes de lutte adéquates.

Les références Bibliographiques

Références Bibliographique :

- **Aissaoui L. 2008.** Etude systématique et lutte biologique avec *Bacillus thuringiensis* vectobac (WDG) contre les moustiques dans la région de Tébessa. Thèse de magister en Biologie Appliquée. Institut des sciences. Université Chikh- laarbitbessi - Tébessa.
- **Aissaoui L. 2013/2014.** Etude écophysiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Thèse de doctorat en biologie Appliquée. université badji mokhtar –Annaba.
- **Aitken T.H.G. 1954.** The Culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). Bull. Entomol., Res. 45: 437- 494.
- **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.
- **ANONYME., 2004B** – Info insectes- Moustique (Toile des insectes du Québec – Insectarium). Adresse URL : <http://www.toile des insectes.qc.ca/info insectes / fiches/ ficfiche 18 moustique. Htm>.
- **Anonyme, 2010** - Le paludisme tue 180 000 personnes par an en RD Congo, selon l’OMS.<http://radiokapi.net/actualite/2010/04/25/le-paludisme-tue-180-000-personnes-par-an-en-rd-congo-selon-1%E2%80%99oms/> . (06/2010).
- **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 p.
- **Berchi S. 2000.** Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptera, culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doc. Es-science. Université de Constantine. Algérie.
- **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.

Référence bibliographique

- **Boubidi S-Ch, 2008.** (b) Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut.
- **Boudjelida H.,** Aissaoui L., Bouaziz A., Smagghe G. & Soltani N. 2008. Laboratory evaluation of *Bacillus Thuringiensis*(vectobac WDG) against mosquito larvae, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. *Comm. Biol. Sci., Ghent University., 73 (3):* 603 - 609.
- **Boukraa, 2009.** Biodiversité des Nématocères (Diptera) d'intérêt agricole et médico-vétérinaire dans la région de Ghardaïa. Ecole Nationale Supérieure Agronomique thèse d'ingénieur.
- **Boukraa Slimane, 2010 ;** Bio-systématique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans et aux alentours des fermes d'élevage en Belgique, UNIVERSITE DE LIEGE GEMBLoux AGRO BIO-TECH PROGRAMME AVERROES. Thèse Bio-ingénieur.
- **Brunhes J.,** Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P. 1999. Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne, logiciel d'identification et d'enseignement, IRD (France).
- **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.
- **Clements A.N. 1999.** The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior. CAB International Publishing, 576 p.
 - **Corolla** jean-pierre et michel kupfer. 2009. in engelhardt w., 1998, la vie dans les etangs, les ruisseaux et les mares, ed. vigot, 316p.
- **Coulibaly S F ,2007 ;** Contribution à l'étude épidémiologique de la transmission du paludisme dans le cercle de Ménaka en saison sèche froide. République du Mali, Un Peuple Ministère de l'éducation nationale université de Bamako, 103P.
- **Dajoz R. 1971.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris.
- **DAJOZ, R., 1996.** Précis d'écologie. 6^{ème} Ed, Duno (Eds), Paris. pp. 551.

Référence bibliographique

- **Dajoz R. 2003.** Précis d'écologie. *Ed. Dunod*, Paris.
- **DAJOZ R. 2006.** Précis d'écologie. 8ème Ed. Dunod, pp.631.
- **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.
- **D.P.A.T., 2010.** Direction de la Planification et de L'aménagement du Territoire. Monographie.
- **D.P.S.B.2012.** Direction de Programmation et Suivi du Budget. Monographie de la wilaya.
- **DREUX P. 1980.** Précis d'écologie. *Ed. Presses Univ. Fran.* pp. 231.
- **Eldrige B.-F. et Edman J.-D., 2000** – Medical entomology. Kluwer Academic Publishers, London, 659 p.
- **El ouali lalami A., Cherigui M., Ibsouda Koraichi S., Maniar S., EL Maimouni N. & Rhajaoui M. 2009.** Le paludisme importé dans le Centre Nord du Maroc entre 1997 à 2007. *Cah. Santé.*, 19 (1): 43 - 47.
- **El ouali lalami A., El hilali O., Benlamlih M., Merzouki M., Raiss N., Ibsouda-kouraichi S. & Himmi O. 2010.** Etude entomologique, physico-chimique et bactériologique des gîtes larvaires de localités à risque potentiel pour le paludisme dans la ville de Fès. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, **32** (2): 119 - 127.
- **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.
- **FAURIE C., FRRA, C., ET MEDORI, P., 1980.** Écologie. Ed. Baillière, Paris, pp. 168.
- **Frontier S., Pichod-Viale D., Lepretre A., Davoult D. & Luczak C. 2008.** Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution. 4ème édition. *Dunod, Paris*. 558 p.

Référence bibliographique

- **Hamaidia H. 2004.** Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptera-Nematocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tébessa (Algérie). Thèse de magistère université de Constantine Algérie.
- **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.
- **Hegh E., 1921.** Les moustiques, mœurs et moyens de destruction. Ed. Imprim. Indust. & Financ., Bruxelles, 239 p.
- **Himmi O.,** Dakki M., Trari B. & Elagbani M.A. 1995. Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologiques et écologiques. *Trav. Inst. Sci., série Zool.*, Rabat, **44**: 50 - 58.
- **Himmi O. 2007.** Les Culicidae (Insectes, Diptères) du Maroc : systématique, écologie et étude épidémiologiques pilotes. Thèse de doctorat d'état en Biologie, spécialité écologie. Faculté des sciences. Université Mohamed V. Agdal. Maroc.
- **Huston M.A. 1994.** Biological diversity. The coexistence of species on changing land scapes. *Cambridge University Press.*
- **Knight, K.L.** et Laffoon J.L., 1971. A mosquito taxonomic glossary. V. Abdomen (except female genitalia). *Mosq. Syst. Newslett.* 3 (1) : 8–24.
- **Gargan T.P.,** Charles L., Glen B.A., Adel Gad H. & El Saïd S. 1983. The effects of laboratory colonization on the vector Pathogen interactions of Egyptian *Culex pipiens* and Rift Valley Fever Virus. *Am. Trop. Med. Hyg.*, 1154 - 1163.
- **Ghazali D. & Zaid A. 2013.** Eude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknès – Maroc). *Larhyss Journal*, **12**: 25-36.
- **GUEY EFALLASSANE., 2013.** agueyefall@yahoo.fr, Service de Bio-écologie et Pathologies Parasitaires (BEPP).
- **Guillaumot L. 2006.** Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie, 15 p.
- **Linné C. 1758.** Systema naturae per regna fria naturae. Edition 10. Holmia, (1): 82p.

Référence bibliographique

- **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.
- **Madjdoub Talha 2015**-Etude systématique et bioécologique des culicidés des zone rurales et urbaines de la région de Laghouat .
- **Matile L. 1993**. Les Dipteres d'Europe Occidentale. Introduction, techniques d'étude et morphologies. Nematocères, Bracchycères, Orthorrhaphes et Aschizes. Ed. Boubée, Paris.
- **Metge G. 1991**. Contribution a l'étude écologique d'*Anopheles labranchae* au Maroc. Activité des imagos et dynamique des stades prés-imaginaux dans la région de Sidi Betache. *Bull. Ecol.*, **22 (3/4)**: 419 - 426.
- **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.
- **Messai N., Berchi S., Bouknafd F. & Louadi K. 2011**. Inventaire, systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Faun. Entomol.*, 63 (3): 203 – 206.
- **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.
- **O.M.S., 1974** : Manuelle pratique de lutte anti larvaire : division du paludisme et autre maladie parasitaire, OMS, Genève.7-17.
- **O.M.S., 1999**. La lutte anti vectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire - Sous la direction de Jan A. Rozendaal.
- **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 (2013)** : Bultin d'information climatique (office national de méthodologie).231 p.
- **Pates, h. ET curtis, c. 2005**: mosquito behavior and vector control. Annual Review Of Entomology 50: 53-70.

Référence bibliographique

- **Pierre Carnevale, Vincent Robert 2009.** Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle p18.
- **Po C., Finarelli A.-C., Angelini P. et Macini P., 2007** - L'épidémie du Chikungunya dans la région Emilia-Romagna, Italie, été 2007. *Colloque Chikungunya, La Réunion, décembre 2007.*
- **Pouget, M.1980.**Les relation sol-végétation dans la steppe sud algéroise. Paris ORSTOM.569p.
- **Prévost P 1999.** Les bases de l'agriculture. Paris : technique et documentation, 234p.
- **Raccurt C., 2007** - Le point sur la résurgence en Europe du paludisme autochtone dû à *Plasmodium vivax*. *Rev. Francho.labo.*, 396 : 49-50.
- **Rageau J. & Adam J.P. 1952.** Culicidae du Cameroun. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, 27: 610 -635.
- **RAMADE F., 1984** – Eléments d'écologie, - Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Ramsar « 3- Sebket El Melah (Wilaya de Ghardaïa) »,13 p.
- **Ramos H.-C. et Brunhes J., 2004** – *Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia. Faune de Madagascar 91.* Ed. IRD Éditeur, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier, 463 p.
- **Reiter P., 2010** - West Nile virus in Europe: understanding the present to gauge the future. *Euro. Surveill.*, 15(10) : 1-7.
- **Rioux J.-A., 1958** – *Les Culicides du midi Méditerranéen.* Ed. Le Chevalier, Paris, 303 p.
- **Rodhain F., 1996** - Worldwide spread of *Aedes albopictu*. *Bul. Soci. Path. Exot.*, 89 (2) : 137-141.
- **Rodhain F. & Perez C. 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Notion d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Ed. Maloine, 458 p.
- **Saint-Maxent Th. 2002.** Jeu de fiches descriptives des espèces végétales exotiques et indigènes susceptibles de proliférer dans le bassin Artois-Picardie, Agence de l'Eau Artois-Picardie, 167p.

Référence bibliographique

- **Sciama Y., 2006** – Moustique, la grande menace. *Science et vie*, 1065 : 76-80.
- **Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaiem A. & Brunhes J. 2001.** Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification.2001.
- **Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algérie. L'istitut de météorologie et de physique du Globe de l'Algérie. La typo. Lith. 220p.
- **Senevet G. 1939.** *Aedes aegypti* en Algérie. *Ach. Inst. Pasteur, Algérie*, **4**: 597 - 600.
- **Senevet G. & Andarelli L. 1954.** Le genre *Culex* en Afrique du Nord, III: Les adultes. *Arch.Inst. Pasteur. Algérie*, 32 (1): 36 - 70.
- **Senevet G. & Andarelli L. 1956.** Les Anophèles et du bassin méditerranéen. *Encyl. Entomol., Le chevalier, Paris. (ed.)*. 33: 280 p.
- **Senevet G. & Andarelli L. 1960.** Contributions à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien *Arch. Inst. Pasteur, Algérie*, (2): 305 - 326.
- **Senevet G. & Andarelli L. 1963a.** Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen III: Les *Aedes* 1ère partie : Généralités. *Arch. Inst. Pasteur. Algérie*, **41**, 115 - 141.
- **Seguy E., 1923** – *les moustiques de France*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 225 p.
- **Seguy E., 1951** – *Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758), (449–744) in GRASSE P.P., Traité de Zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. X, fasc. I, 975 p.
- **Séguy E., 1955** - *Introduction à l'étude Biologique et Morphologique des insectes Diptères*. Ed. Muséum Nationale, Rio-de-Janeiro, 260 p.
- **Theobald F.V. 1903.** A monograph of the Culicidae or mosquitoes. *London, British, Museum (Natural History)*. **3**: 359 p.
- **Tine-Djebbar F. 2009.** Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateurs de croissance (halophenozide et méthoxyfenozide) à l'égard de deux espèces de moques *Culex pipens* et

Référence bibliographique

Culiseta longiareolata ; toxicologie, morphométrie, biochimie et reproduction. Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Université d'Annaba, Algérie.

- **Trari B., Dakki M.,** Himmi O. & Al Agbani M.A. 2002. Les moustiques (Diptera-Cuicidae) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. Bull. Soc. Pathol. Exot., 95 (4): 329 - 334.
- **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.
- **Gillian Cribbs (1997)** Nature's Superfood, the Blue-Green Algae Revolution. Newleaf. ISBN 0-7522-0569-2.
- **Marshall Savage, (1992, 1994)** The Millennial Project: Colonizing the Galaxy in Eight Easy Steps. Little, Brown. ISBN 0-316-77163-5.
- **Fogg, G.E.,** Stewart, W.D.P., Fay, P. and Walsby, A.E. 1973. The Blue-green Algae. Academic Press, London and New York. ISBN 0-12-261650-2
- "Architects of the earth's atmosphere." Introduction to the Cyanobacteria. University of California, Berkeley. 03 Feb. 2006.
- **Whitton, B.A.** Phylum Cyanophyta (Cyanobacteria). in The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press, Cambridge ISBN 0-521-77051-3.
- **Whitton BA and Potts M (2000)** The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space, Springer, ISBN 0792347358.

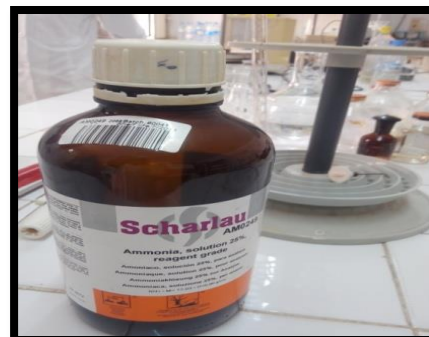
Les annexes

Annexes

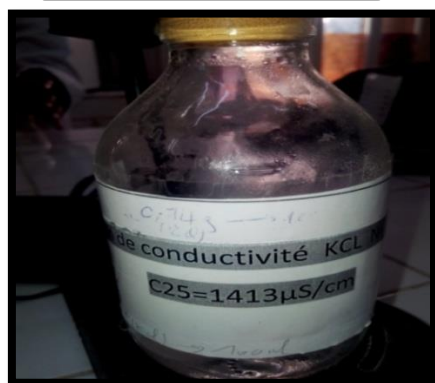
Les produits chimiques utilisés



Salicylate N_4 0.5 %



Ammoniac



KCl



Acide acétique



Nitrite de sodium NaN_3



Réactif de Zambelli

Annexes



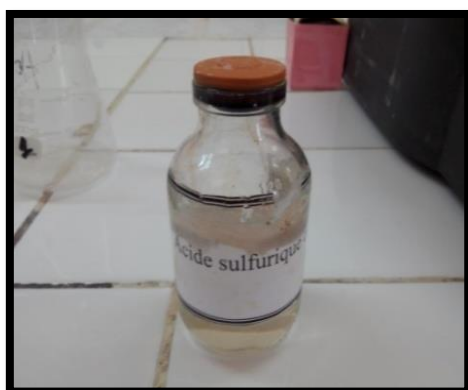
Bicher



Acide ascorbique



Pissette



Acide sulfurique



Salicylate de sodium

Annexes

Le matériel utilisé au laboratoire



Multi paramètre



L'étuve



L'observation sous microscope
photonique



Observation sous microscope
optique



Echantillonnage au terrain



Portoir (Isolation des nymphes)

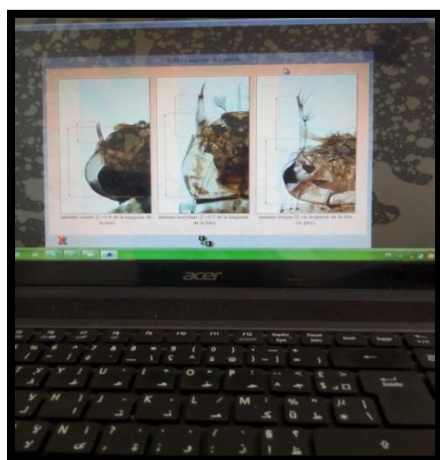
Annexes



Sectionner les adultes sous une loupe binoculaire



Papier de PH



Logicielle d'identification des espèces
Francis schaffner



Spectrophotomètre