



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Option : Parasitologie et interactions négatives

Par: MEDJDOUB Talha

THEME

Etudes Systématique et Bioécologique des culicidés des zones rurales et urbaines de la région de Laghouat

Soutenu publiquement devant les membres de jury :

Président : Mr. CHAIBI Rachid (M.C.B)

Examineur: Mr. GHERMAOUI Mohamed (M.A.A)

Encadreur : Melle. ALAYAT Saousen Moufida (M.A.A)

Année Universitaire 2014/2015

Remerciements

Je remercie et avant tous le Dieu de ma avoir accorder la force, la patience, et les moyens disponibles afin d'accomplir ce travail et Miséricordieux qui m'a toujours guidés vers le bon chemin.

*j'adresse toute ma reconnaissance à ma directrice de thèse, **Melle** ALAYAT Moufida Saousen, pour m'avoir donné la chance de travailler sur ce sujet passionnant et permis de vivre des moments uniques. Je le remercie également de m'avoir guidée sur ce sujet et de m'avoir fait confiance pour sa réalisation.*

*Mes vifs remerciements vont à **Mr.** CHAIBI Rachid et **Mr.** GHARMAOUI Mehamed qui nous fait l'honneur de juger ce travail.*

Je tiens à remercier fortement tous les enseignants du département de BIOLOGIE de l'Université Ammar Thlidji de Laghoaut et particulièrement

***Mr.** LABOUKH Mourad et touts l'équipes de laboratoire*

...

Un grand merci pour l'aide precieuse du personal de station d'epuration L'ONA –Laghout et surtout Rbeih , Aissa et Habib...

Je remercie chaleureusement ma famille, mes chers parents, ainsi que mes frères et sœurs qui m'ont aidé de diverses manières notamment sur le terrain, qui ont

*toujours cru en moi et sans lesquels je ne serais jamais
parvenu jusqu'ici .*

*Il m'est particulièrement agréable d'exprimer toute
ma gratitude et mes remerciements à ma chère fiancée
Radia pour son soutien morale et son encouragements.*

*Nombreuses sont les personnes dont j'ai hautement
apprécié la collaboration qu'il me soit permis de les
remercier : Dawdi Miloud ,Djlid Miloud , Zerrifi
Brahim,Taibi abdelkader, Meghzi , Smaini Ben Youcef et
.dhikel Ahmed ...*

*Enfin en je remercie tous ceux qui ont contribué de près
ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Talha

DEDICACE

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie
du fond du cœur. Je dédie ce modeste travail :*

*À celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait
toujours les grands hommes ... à mon père. Qui peut être fier et trouver ici les
résultats de longues années de sacrifices et privation*

*À celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation, sa
affection, À ma mère, qui à œuvre pour ma réussite, de par son amour, son
soutien, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie*

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

À Khouya Youssef

*. À ma fiancée qui m'a toujours entouré et motivé à sans cesse devenir
mieux*

*À toute la famille MEDJDOUB, BELDJOUDI et BAROUD à Jijel et à
Laghouat et toute ma famille de prés et de loin*

À tous mes amis de Laghouat et de Jijel chacun à son nom.

À tous mes collègues du travail.

*إن الذين نحبهم ونعزهم مكانتهم ليست بين الأسطر والصفحات، لأن مقامهم أجل
وأعلى فالقلب سكناهم والذكرى ذكراهم، والفؤاد لن ينساهاهم*

TALHA

RESUMES

Résumé

Les Culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations et continuent de transmettre des maladies infectieuses animales et humaines (paludisme en particulier qui a été un fléau mondial et qui demeure encore préoccupant). La réduction et l'élimination de ces maladies repose en grande partie sur la lutte contre le vecteur. Cette lutte ne peut être efficace sans la bonne connaissance de la structure taxonomique et la bio-écologie des moustiques. Notre étude contribue à la connaissance de la systématique et la bio-écologie des populations Culicidiennes dans la région de Laghouat durant la période s'étchelonnant (Avril-Juillet 2014 et Avril-Mai 2015). Cette étude prouve la présence des espèces endémiques ou invasifs vecteurs en particulier et pour la première fois quatre espèces de la sous-famille d'*Anophelinae* (vecteurs du paludisme), ensuite trois genres de la sous-famille du *Culicinae* : *Aedes*, *Culex*, *Culiseta* (vecteurs de certains des arbovirus). L'étude bio-écologie montre l'influence des facteurs physico-chimique et biotique des gîtes larvaires sur la dynamique des moustiques dans notre région.

Mots clés : Culicidés, maladies infectieuses, lutte, structure taxonomique, bio-écologie espèces endémiques, Laghouat.

Summary

The Culicidae are the most biting insects harmful to people and continue to transmit animal and human infectious diseases (especially malaria was a global scourge that is still concern). The reduction and elimination of these diseases is based largely on the fight against the vector. This fight can't be effective without the knowledge of the taxonomic structure and bio-ecology of mosquitoes. Our study contributes to the knowledge of the systematics and ecology of bio-culicid population in Laghouat region during the period (April-July 2014 and April-May 2015). this study proves the presence of endemic species or invasive vectors in particular and for the first time four species of the subfamily of *Anophelinae* (malaria vectors), then three types of the subfamily of *Culicinae* *Aedes*, *Culex*, *Culiseta* (vectors of some arboviruses). The bio-ecology study shows the influence of the physicochemical and biotic factors on the dynamics breeding sites of mosquitoes in our area.

Key words: Culicidae, infectious diseases, wrestling, taxonomic structure, bio-ecology endemic species, Laghouat.

ملخص

البعوض هو أكثر الحشرات القارضة الضارة لصحة الإنسان حيث تواصل نقل الأمراض للإنسان و الحيوان (وخاصة الملاريا وهي آفة عالمية لا تزال مقلقة). و للقضاء على هذه الأمراض و الحدّ منها يجب مكافحة نواقل هاته الأمراض. والتي لا يمكن أن تكون فعالة من دون معرفة جيدة بتركيباتها التصنيفية وخصائصها الحيوية . دراستنا تهتم بتصنيف أنواع البعوض المنتشر في منطقة الأغواط ودراسة خصائصها الحيوية و البيئية خلال الفترة (أفريل-جويلية 2014 و أفريل-ماي 2015) وقد أثبتت هذه الدراسة وجود أنواع وبائية و نواقل فعالة للأمراض وبشكل خاص وللمرة الأولى أربعة أنواع من تحت عائلة *Anophelinae* (نواقل الملاريا)، ثم ثلاثة أنواع من تحت عائلة *Culicinae*، وهي *Aedes*, *Culex*, *Culiseta* (البعوض الناقل للفيروسات المتنقلة بواسطة مفصليات الأرجل) كما تظهر الدراسة الحيوية البيئية تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية والإحيائية على مواقع انتشار البعوض في منطقتنا.

الكلمات المفتاحية: البعوض، الأمراض المعدية، مكافحة، الوضعية التصنيفية، الأنواع المتوطنة، البيئة الحيوية، الأغواط

LISTE DES MATIERES

Remerciements.....	page I
Résumé.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des abréviations.....	IX
Introduction.....	1

I- MATERIEL ET METHODES

I.1. Présentation de la région d'étude	4
I .1.1 Situation géographiques et topographie	4
I .1.2 Situation édaphiques et climatiques.....	5
I.1.2.1 Climat	5
A- Température	6
B- Pluviométrie.....	6
C- Vent.....	7
D-Humidité relative.....	7
I.1.2.2. Sol	7
I.1.3.Synthèse climatique de la région d'étude	8
I.1.3.1 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	8
I.1.2.3. Hydrographie.....	9
I.1.3.2. L'indice de l'aridité de Martonne.....	9
I.2.1. Choix et description des stations d'étude	10
I.1.4.La faune	10
I.1.5. La flore.....	10
I.2. Sites d'études.....	11
I. 3. Présentation du Matériel Biologique	14
I.3.1. Position Systématique	14
• Carte d'identité systématique	14
• Données sur les culicidae d'Algérie	14
I.3.2. Morphologie	16
I. 3.2.1 Adulte ou imago	17
Tête.....	18
Thorax.....	19
Aile	20
Pattes.....	21
Abdomen.....	22
I.3.2.2Œufs	23
II.3.2.3Larves	23
La tête.....	23
Le thorax	24
L'abdomen.....	26

I.3.2.4 Nymphes.....	27
I.3.3 Bio-écologie et Ethologie des larves	27
I.3.3.1 Gîtes larvaires et influence de leurs composantes sur le développement des larves.....	29
I.3.3.2. Nourriture et respiration des larves	30
I.3.3.3. Longévité.....	31
I.4.1. Emergence et accouplement.....	31
I.4. Bio-écologie et Ethologie des adultes	32
I.4.3. Dispersion et recherche d'hôte.....	32
I.4.2. Alimentation	33
I.4.3. Hibernation et longévité	34
I.5. Rôle pathogène.....	34
I.6. Moyens de lutte contre les Culicidés	39
I.6.1. Traitement anti-larvaire.....	40
a. lutte physique et environnementale	40
b. lutte biologique	40
I.6.2. Traitement anti-adulte	41
a Lutte chimique	41
b Lutte génétique	42
I.7 Méthodes d'études bioécologique.....	44
I.7.1.Mise en élevage	44
I.7.2. Mise en couple	44
I.7.3Gorgement des femelles	44
I.7.4.Comptage des pontes	45
I.8.Méthode d'échantillonnage	45
I.8.1. Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes.....	45
I.8.1. 1. Matériel utilisé sur terrain.....	45
I.8. 1.2. Estimation de la densité larvaire.....	45
I.8. 2. Méthodes de laboratoire adoptées.....	46
I.8. 2.1. Tri et montage des larves	46
I.8. 2.2. Récupération et montage des adultes	46
I.8.2.3. Détermination au laboratoire des espèces recueillies	46
I.8.2.4. Détermination des caractères biologique.....	47
I.8.2.4.1.Fécondité	47
I.8.2.4.2.Fertilité	47
I.9. 1. Méthodes d'exploitation des résultats	48
I.9.1.2.1. Richesses totales et moyennes	48
I.9.1.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition	48
I.9.1.2.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives.....	48
I.9.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure.....	49
I.9.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver	49

I.9.2.2.Diversité maximale.....	49
I.9.2.3.Indice d'équi-répartition.....	49
I.10. Analyse physico-chimique de l'eau.....	50

II- Résultats et Discussion

II-1. Ecologie, biologie de la reproduction.....	51
II.1.1 Analyse physico-chimique (PH, Salinité, DBO5, T °C, taux d'O2 et Salinité) de l'eau du gîte.....	51
II.1.2 Répartition spatiale de la faune Culicidienne selon les gîtes larvaires.....	52
II.1.2.1 Le genre des Culex	55
II.1.2.2 Le genre Culiseta	56
II.1.2.3 Le genre Anopheles	57
II.1.2.4 Le genre Aedes	58
II.1.2. Cycles de Vie	59
II.1.2.1. Cycle de vie du Culiseta	59
II.1.2.2. Cycle de vie du Culex	60
II.1.2.3 Cycle de vie de l'Anophèle	60
II.1.2.4. Cycle de vie de l'Aedes	61
II.1.3. Fécondité et Fertilité pour les quatre Genres	62
II.1.3.1 Fécondité	62
II.1.3.2 Fertilité	62
II.2. Etude Systématique et la Biodiversité des Culicidae dans la région de Laghouat	63
II.2.1 Inventaire global des Culicidae.....	63
II.2.2. Description des espèces inventoriées	65
II.2.2.1. Genre Culex :.....	65
II.2.2.1.1 <i>Culex laticinctus</i> (Edwards, 1913).....	65
II.2.2.1.2 <i>Culex pipiens</i> (Linnaeus, 1758).....	66
II.2.2.1.3. <i>Culex antennatus</i> (Becker, 1903).....	67
II.2.2.1.4 <i>Culex theileri</i> (Theobald, 1903).....	68
II.2.2.2. Genre <i>Culiseta</i>	68
II.2.2.2.1 <i>Culiseta longiareolata</i> (Aitken, 1954).....	68
II.2.2.2.2 <i>Culiseta annulata</i> (Schrank, 1776).....	70
II.2.2.3. Genre <i>Aedes</i>	71
II.2.2.3.1. <i>Aedes vexans</i> (Meigen 1830).....	71
II.2.2.4. Genre <i>Anopheles</i>	72
II.2.2.4.1. <i>Anopheles labranchiae</i> Meigen, 1818.....	72
II.2.2.4.2. <i>Anopheles cinereus</i> Theobald 1903.....	73
II.2.2.4.3. <i>Anopheles dthali</i> Patton 1905.....	75
II.2.2.4.4. <i>Anopheles sergentii</i> . <i>sergentii</i> Theobald 1907.....	76
II.2.3. Etude de la biodiversité des Culicidae au région du Laghouat.....	77
II.2.3.1. Les Culicidae par gîtes d'étude dans la région de Laghouat.....	77
II.2.3.1.1 Richesse spécifique.....	77
II.2.3.1.2 Indice de diversité shannon –weaver et d'équitabilité.....	79
II.2.3.1.3. Abondances des genres dans la région de Laghouat.....	80

II.2.3.1.4.Abondances des espèces dans la région de Laghouat	82
II.2.3.1.5.Richesse totale et moyenne	83
II.2.3.2.Les culicidae par zone (Urbaine, Préurbaine et Rurale) d'étude dans la région de Laghouat.....	84
II.2.3.2.1Richesse spécifique	84
II.2.3.2.2 Indice de diversité shannon –weaver et d'équitabilité	86
A- Zone urbaine	87
B- Zone préurbaine.....	87
C- Zone Rurale	87
II.2.3.2.3.Abondances des espèces dans les zones de région de Laghouat	88
D- Zone urbaine	88
E- Zone préurbaine.....	88
F- Zone Rurale	89
Conclusion.....	90
Référence bibliographique	
Annexe	

Liste des figures

Figures	Page
01 Situation géographique de Laghouat.....	4
02 Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat durant la période.....	9
03 Représentation cartographique de la région de Laghouat avec l'emplacement des sites d'échantillonna.....	12
04 la systématique des culicidae. (Boubidi, 2008).....	14
05 Classification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne	15
06 les differences morphologique entre les <i>Culicinae</i> et l' <i>Anophilinae</i>	17
07 Morphologie du Moustique femelle	18
08 partie céphalique (la tête) d'un moustique	19
09 morphologie de thorax Culicidienne	20
10 Morphologie des ailes chez les Moustiques	20
11 structure de la patte d'un Culicidae	21
12 nacelle d'œufs de <i>Culiseta annulata</i>	22
13 Forme type des œufs d' <i>Anopheles</i> (<i>A. gambiae</i>).....	22
14 Ornementation de l'exo-chorion d'un œuf d' <i>Aedes</i> (<i>Ae. albopictus</i>).....	22
15 Morphologie externe de la tête des Culicidae, en mentionnant les caractères les plus utilisés en taxonomie Vue dorsale chez les <i>Anophilinae</i>	23
16 Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves a : <i>Culicinae</i> ; b : <i>Anophilinae</i>	24
17 Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de <i>Culicinae</i>	25
18 Larve <i>Anopheles.sp</i>	25
19 larve <i>Aedes. Sp</i>	25
20 Aspect général d'une nymphe de culicinae (<i>Culex pipiens</i>).....	26
21 Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et les populations larvaires des <i>Culicidae</i>	29
22 Schéma des cycles gonotrophiques des anophèles A : accouplement ;	32

	F : fécondation.....	
23	Quelques symptômes de Paludisme	35
24	cycle biologique de <i>Plasmodium</i> dans l' <i>Anopheles</i> et l'homme	36
25	Quelques symptômes d'éléphantiasis.....	37
26	Cycle biologique de virus de Nile occidental	39
27	Relation entre la densité larvaire et la DBO5.....	52
28	relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la valeur de PH	52
29	paramètres physico-chimique du l'eau des gites.....	53
30	paramètres physico-chimique du l'eau des gites	54
31	paramètres physico- chimique des gites ; Oued Mzi, Khneg et Lalmaya	55
32	paramètres physico- chimique des gites ; Oued Mzi, Khneg, Lalmaya ; G1 ;G2 ;G3 Elgicha, touglatine et Laghouat (maamourha).....	56
33	paramètres physico-chimique et la densité moyenne de gite Ain Madhi..	56
34	paramètres physico-chimique et densité moyenne des Gites Lalmaya ; G1, G2, G3.....	57
35	taux de fécondité (nombre d'œufs pondus par toutes les femelles) sang – et sang+.....	61
36	taux de fertilité (dans les dans cas ; sang – et sang +).....	62
37	Mentum de <i>Culex laticinctus</i>	65
38	(a, b, c, d) Critères d'identification de <i>Culex pipiens</i>	67
39	photographie de tibia de Patte III de <i>Culex theileri</i>	68
40	(a, b, c, d) critères d'identification de <i>Culiseta longiareolata</i>	69
41	(a, b, c) Critères d'identification de <i>Culiseta annulata</i>	71
42	(a, b, c) Critères d'identification de <i>Aedes vexans</i>	72
43	(a, b, c) Critères d'identification de <i>An labranchiae</i>	73
44	(a, b, c, d, e) critères d'identification de l' <i>Anopheles cinereus</i>	75
45	photographie de l'antenne de l' <i>Anophèles dthali</i>	75
46	(a, b, c) critères d'identification de l' <i>Anopheles sergentii sergentii</i>	76

47	résultat de la structure des espèces inventorié dans région de Laghouat.....	78
48	résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la région de Laghouat....	81
	résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la région de Laghouat....	81
49	l'abondance relative des espèces de culicidae dans les sites.....	82
50	la structure des espèces des culicidés inventorié sur les 3 zones d'études.....	84
51	(A, B, C) résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la zones	
52	(urbaine ;A , préurbaine ; B et rurale ; C) de Laghouat.....	85

Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
01	Température moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)	6
02	Précipitation moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)	7
03	Vitesse de vent (m/s) moyenne mensuelle de région de Laghouat (2002 - 2012).	7
04	Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)..	8
05	Indice d'aridité de la région de Laghouat.....	10
06	Récapitulatif des sites d'étude.....	11
07	les espèces de Culicidae connues en Algérie.	16
08	Estimation de la densité larvaire	45
09	Effets de la composition physico-chimique de l'eau des gites sur la densité larvaire	52
10	période de cycle biologique pour l'espèce du <i>Culiseta annulata</i>	59
11	étapes de cycle biologique de genre de <i>Culex</i>	60
12	Estimation de durée de cycle de vie de <i>l'Anophèles</i>	61
13	Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude....	63
14	la structure des espèces des culicidea inventorié sur les sites d'études..	77
15	Résultat sur l'indice de diversité de shanonnon-weavre et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études	79
16	nombre et pourcentage des genres dans la région de Laghouat.....	80
17	abondances relatives appliquées aux espèces de culicidae.....	82
18	distribution de la richesse spécifique dans les stations d'études	83
19	Richesse totale et moyenne, indice de diversité de Schanon -Weaver (H'), indice de diversité maximale (H' max) et l'indice d'équirépartition (E) des Culicidae dans la région.....	86
20	abondances relatives des espèces de culicidae dans les trois zones	88

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
C.D.F	Conservation Des Forets
D.P.A.T	Direction de Programmation et de l'Aménagement du Territoire
D.S.A	Direction des Services Agricoles
Cx	<i>Culex</i>
Cs	<i>Culesita</i>
An	<i>Anopheles</i>
Ae	<i>Aedes</i>
G	Gite
DBO5	Demandes biologique en oxygène pendant 5 jours
MES	Matières en suspension
OMS	Organisation mondial de la Santé

INTRODUCTION

Introduction

Depuis quelques années, notre planète subit des changements climatiques dus aux activités anthropiques, principalement l'utilisation de combustibles fossiles et les modifications de l'utilisation des sols et l'agriculture (Watson, 1998). Ces modifications des paramètres climatiques ont des répercussions aussi bien sur les écosystèmes de la planète, que sur la santé humaine et animale. En effet, comme les insectes sont ectothermes, les rythmes des principaux processus de leur cycle de vie et d'activité sont déterminés par les conditions environnementales: la température, l'humidité; l'ensoleillement et la pluviométrie. Ainsi, les modifications des températures, du régime des pluies et des écosystèmes sont susceptibles de perturber la physiologie des insectes et, par conséquent, leur démographie, et de faire ainsi régresser ou étendre l'aire de répartition des espèces (Mavoungou, 2007). La variation de ces facteurs climatiques contribue souvent à la modification des aires de répartition de diverses espèces animales, notamment les insectes vecteurs (Parmesan et Yohe, 2003).

L'Algérie se distingue des autres pays nord-africains par la grande diversité de ses zones ; lesquelles abritent une flore et une faune diversifiées et riches en endémiques. Par leur valeur biologique, paysagère et socio-économique, ces milieux constituent un patrimoine dont la préservation est de plus en urgente.

L'embranchement des Arthropodes présente 85 % du règne animale c'est-à-dire environ de 1,5 million d'espèces il possède le plus d'espèces et le plus d'individus décrits et beaucoup d'entre eux restent sans doute encore inconnus et le nombre d'espèces d'Arthropodes hématophages (insectes et acariens) est presque 14 600. Parmi eux 2 à 3% seulement transmettent des maladies à l'homme. (Boubidi, 2008). On retrouve des Arthropodes en abondance dans tous les habitats, sur des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, dans des déserts jusqu'aux forêts tropicales (Morin, 2002). C'est grâce à leur capacité et leur compétence vectorielle, que les arthropodes assurent la transmission de nombreuses maladies d'origine parasitaire (protozooses, helminthiases), bactériennes (rickettsioses) et virales (arboviroses) (Chabasse, 2001; Parola, 2005).

Les diptères ou insectes sont les premiers Arthropodes, à avoir peuplé la terre, ils constituent le groupe d'êtres vivants numériquement le plus important, puisqu'ils

regroupent environ les trois quarts, des espèces animales décrites à ce jour. La classe des insectes comporte, selon les estimations entre deux et vingt millions d'espèces. Un peu plus d'un million d'insectes ont été recensés. Les insectes sont pratiquement indispensables au bon fonctionnement de tous les écosystèmes. Parmi les nombreux groupes d'insectes hématophages, les Culicidae sont, sans doute, les plus connus et les plus redoutés pour diverses raisons de leur importance médicale et vétérinaire (Harwood & James, 1979; Service, 1993; Anonyme, 2007; Rueda, 2008). En terme d'importance épidémiologique mondiale pour l'homme, les moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs, ensuite celui des Acariens, suivi par les Tiques et enfin les Puces (Lecointre & Hèrvé, 2001). Ils sont impliqués dans la transmission des maladies à l'homme comme le paludisme (malaria : fièvres cycliques) qui touche 500 millions de personnes dans le monde, de la fièvre jaune et de la dengue (fièvres hémorragique) plus de 30 000 décès/an (Boyer, 2006), d'arboviroses (hémorragies et méningo-encéphalites), de filarioses lymphatiques (infections du sang), de virus divers (symptômes grippaux), maladie de lyme et Chikungunya ou encore la peste échine. Et même pour les animaux, comme la myxomatose, la lourdigie et la filariose canine. (Schaffner,(a)2004 ;Himmi, 2007). Outre leur rôle vecteur la nuisance générée par la piqûre douloureuse et la prolifération de certaines espèces particulièrement dans les régions touristiques, ainsi que l'introduction accidentelle d'espèces, représente une menace sanitaire, cela rend indispensable la mise en œuvre de campagnes de lutte, à leurs égard (Schaffner *et al* ., 2001).

Le souci de la santé humaine est l'une des meilleurs raisons d'étudier les insectes nuisibles qui ont une incidence sur les maladies infectieuses. La place importante qu'occupent les moustiques dans la faune terrestre comme dans la faune macrobiotique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces insectes un bon matériel d'étude pour les biologistes (Anonyme, 2007). Dans ce contexte, l'étude de la dynamique de population des moustiques constitue un modèle d'étude privilégiée (Mackenzie, 1996).

L'élimination des maladies à transmission vectorielle repose essentiellement sur la lutte contre le vecteur. Cette lutte ne peut être efficace que par la connaissance de la répartition de ce vecteur dans l'espace et dans le temps, surtout avec la combinaison

des effets de la globalisation mondiale et du réchauffement climatique peuvent avoir une influence significative sur les maladies transmises par ces insectes.

Notre travail a pour objectif plusieurs aspects, relatifs aux espèces Culicidiennes de la région de Laghouat (région semi-aride à aride, située au Sud-ouest de l'Algérie) à travers des études systématiques et bio-écologie des moustiques de la région en trois sites différents (site urbain, site père-urbain et site rural).

La première partie de la recherche consiste d'une part à la détermination systématique des espèces de moustiques de la région d'étude : des inventaires ont été établis dans les trois sites étudiés (toutes les espèces de Culicidae inventoriées, ont subi une étude morphométrique de plusieurs critères d'importance systématique.). Cette étude a concerné les larves du quatrième stade et les adultes, mâles et femelles. D'autre part les espèces de Culicidae inventoriées, ont subi une étude écologique selon des paramètres calculés pour connaître l'abondance, la richesse, la fréquence centésimale et la distribution d'abondance des différentes espèces composant ce peuplement.

La seconde partie consacré d'une part à une analyse physico-chimique de l'eau de chaque gîte étudiée(dans le but de préciser les préférences écologiques des populations larvaires au niveau des gîtes) et d'autre part définir les caractéristiques biologiques liées à la reproduction des adultes : fécondité (nombre d'œufs pondus), fertilité (nombre de larves néonates), autogénie (capacité à pondre sans repas sanguin)/anautogénie (un repas de sang est indispensable) des femelles et mode d'accouplement sténogamie (capacité à s'accoupler en cage)/eurygamie (nécessité d'un grand espace pour l'accouplement). On se termine par une conclusion générale et des perspectives.

MATERIELET
METHODES

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 zones différents (urbain, périurbain et rural), au sein de neuf stations naturelles de Laghouat pendant la période d'activité des moustiques : de fin Mai à Juillet 2014 et en Avril-Mai 2015. Les localisations géographiques, la topographie, les facteurs édaphiques et climatiques sont tout d'abord présentés.

I .1.1 Situation géographiques et topographie :

La Wilaya de Laghouat (capitale de région steppique) est située au sud centre du pays, Elle est limitée au Nord 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 (CDF, 2013). Elle située à la limite septentrionale du Sahara ($33^{\circ} 46' N$, $2^{\circ}56'E$) et à une altitude de 752 m, est éloignée de la capitale Alger de 400km (C.D.F,2012), elle couvre une superficie totale de : 25 052 km² (D.P.A.T, 2010).

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.

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).

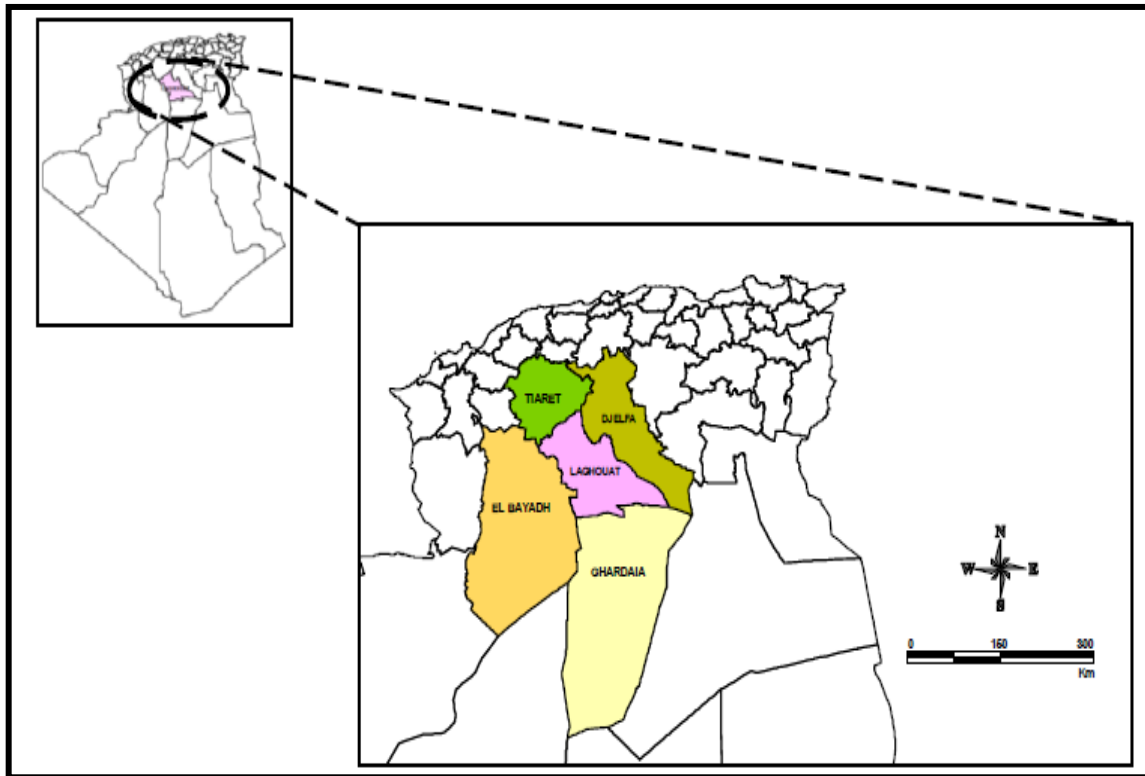


Figure 1: situation géographique de Laghouat (CRSTRA, 2013)

I .1.2 Situation édaphiques et climatiques:

I.1.2.1 Climat :

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. En effet ces derniers ne peuvent se maintenir et prospérer que lorsque les conditions climatiques du milieu sont favorables. En absence de ces conditions les populations sont éliminées suite aux actions multiples néfastes sur la physiologie de ces êtres vivants (Dajoz, 1982 ; Faurie et al., 1984).

L'état moyen de l'atmosphère en un lieu donne. Diverses manifestations (précipitation, température, vent....ets) analysées sur longues périodes permettent, grâce au traitement statistique, d'établir les caractères du climat (Veyret, 2004).

Découlant du relief, le climat est de type continental au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de **300 à 400mm**, des chutes de neige et des gelées blanches. Dans la région des Hauts Plateaux, le climat est de type saharien et aride. La pluviométrie varie entre **150 mm** au Centre et **50 mm** au Sud. Les hivers sont caractérisés par des gelées blanches et les étés par une forte chaleur accompagnée de vents de sable (D.P.A.T, 2010).

A- Température

La température est l'élément du climat le plus important (Dajoz, 2000), car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. (Ramade. F, 1984). Le taux de croissance du vecteur augmente à partir de zéro et atteint un seuil maximum et décroît rapidement à zéro à une forte température. (Température létale), La température ambiante au niveau du micro-habitat de l'adulte du vecteur est importante dans la détermination de la durée du cycle (Coulibaly. S.F, 2007). De manière générale dans toute l'Algérie (Sahara non compris) ; la température moyenne est, de Novembre à Avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieure de Mai à Octobre (Seltzer. P, 1946) donc on peut diviser l'année en un semestre froid et semestre chaud (De Belaire, 1990). Les données communiquées par l'Office National de la Météorologie (ONM), sur les températures mensuelles sévissant sur la wilaya de Laghouat oscillées entre 7,87 C° et 32,25C° (Tableau 1).

Tableau 1 : Température moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2002-2012)

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

(O.N.M., 2013).

B- Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes (Ramade. F, 1984). Les pluies saisonnières ont une influence plus importante sur les invertébrés (Kwok. H.K et Corlett. R, 2001). La première pluie importante est un facteur déclenchant brutalement le vol de certains insectes et certainement bien des éclosions (Gillon. Y et Gillon. D, 1973). La période de pluviométrie joue un rôle dans le développement du moustique plus essentielle que la quantité de pluie, puisque les gîtes doivent être stables, du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte. (Coulibaly. S.F, 2007). À Laghouat les précipitations sont plutôt faibles varient entre 5,58 à 27,63. 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 2 : 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).

C- Vent

D'après, Ramade (1984), le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a parfois une action très marquée sur la répartition des insectes et sur leur degré d'activité (Faurie et *al.*, 1984). Le vent est un agent de dispersion des animaux (Dajoz, 2000).

La région de Laghouat se trouvant dans l'étage bioclimatique semi-aride à aride, est caractérisé par les vents d'été (Sirocco). Le Sirocco est un vent du sud-est d'origines sahariennes chaudes et secrésultant des dépressions qui se forment sur la Méditerranée.

Les fréquences et les directions des vents varient en fonction des saisons. En hiver, sous l'effet des hautes pressions atmosphériques, on a la prédominance des vents pluvieux du Nord-Ouest. Ces derniers sont parfois accompagnés de ceux du Nord secs et froids. En période estivale, les vents d'origine Sud-ouest et Sud-est, se caractérisent par le siroco qui se manifeste par l'érosion éolienne provoquant une évaporation intense.

Le tableau suivant permet d'en évaluer la variation.

Tableau 3: Vitesse de vent (m/s) moyenne mensuelle de région de Laghouat (2002 -2012).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
V m/s	2,84	3,58	3,76	4,52	3,73	3,59	3,37	3,2	2,89	2,46	2,74	2,84	3,29

(O.N.M., 2013).

D-Humidité relative

Elle contribue principalement à la longévité du vecteur, plus l'humidité relative est élevée, plus les chances de survie du vecteur à l'âge épidémio-logiquement dangereux sont grandes. (Coulibaly S.F, 2007)

L'Humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins est plus ou moins poche 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. P, 1946)

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

Tableau 4 : 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.1.2.2. Sol :

Les facteurs édaphiques et en particulier le sol, constituent les éléments essentiels des biotopes propres aux écosystèmes (Ramade, 1984). le sol ou couverture pédologique forme la couche superficielle meuble qui recouvre la roche mère. Son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. Il est pour la plante un support et un milieu nutritif (Faurie et *al*, 2003).

Pour la wilaya de Laghouat est en majeure partie sur croûte calcaire évoluée, à texture légère à teneur faible en matière organique présentant ainsi des contraintes pour l'agriculture

-la zone ensablée recensée est de 2000Ha (Mekharg, Sidi makhoulf)

-la zone salée est de 7000Ha (Tadjmout, Ksar El hirane) (CDF, 2012).

I.1.2.3. Hydrographie :

Les réseaux hydrologiques est forment influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelles de la pluviométrie le relief formant un cloisonnement topographique. (Halitim, 1998).

Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharienne leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oued sont : Oued M'zi, Oued Touil et Oued Medsous.(D.P.A.T, 2010).

I.1.3. Synthèse climatique de la région d'étude :

I.1.3.1 Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN :

D'après Frontier et *al.* (2004), les diagrammes ombrothermiques sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies.

Un mois est réputé « sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé « humide » dans le cas contraire (Frontier, 2004. Dajoz, 1971).

Le relevé pluviométrique et thermique établis mensuellement pendant 10 ans est représenté dans la figure suivante :

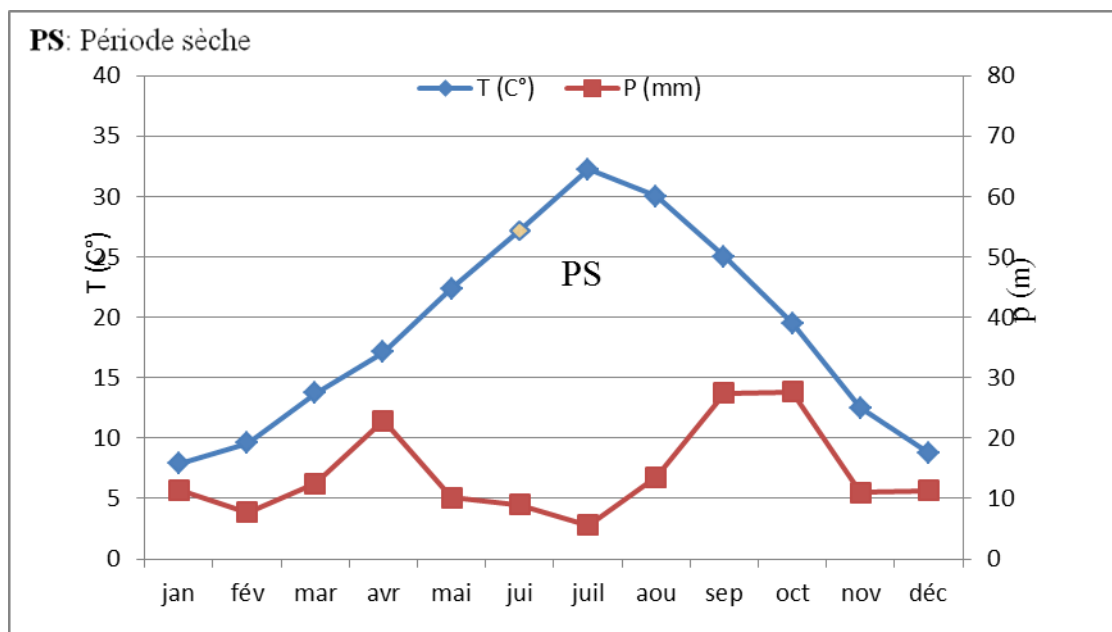


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat durant la période (2002 – 2012).

Nous observant une période sèche ; chaude et froide. La période sèche est étale sur toute l'année.

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 (Pérvost1999) :

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) voir (Tableau 5).

Tableau 5 : Indice d'aridité de la région de Laghouat

<u>Région</u>	<u>Laghouat</u>
<u>Indiced'aridité</u>	<u>5.90</u>

I.1.4.La faune

Les informations recueillis par les directions des services agricoles et des forêts de la wilaya de Laghouat (2008), nous ont permis de connaître les différentes populations qui existent dans la région avec une faune composée principalement par des mammifères, des oiseaux et des reptiles.

Les mammifères les plus abondants sont : les lièvres, les gerboises, les sangliers, les renards, les hérissons, les chacals et les fennecs.

I.1.5. La flore

En Afrique du Nord, les steppes sont des formations basses et très ouvertes tapissées de graminées (*Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Lygeum spartum*, etc.) et/ou de chamaephytes vivaces (*Artemisia herba-alba*, *Artemisiacamestris*, *Helianthemum hirtum*ssp, *ruficomum*, etc.) auxquels s'ajoute un cortège varié, souvent important, d'espèces annuelles (Pouget, 1980).

I.2. Sites d'études

I.2.1. Choix et description des stations d'étude

Notre étude a été effectuée au sein de neuf stations (Figure. 03), trois types de site sont retenus : un site urbain (au plein centre-ville), un site péri-urbain (à la périphérie de la ville), et un site rural. Après l'examen de l'environnement des stations d'étude onze gîtes potentiellement favorable au développement des larves des moustiques (un seul gîte urbain, deux gîtes périurbain et huit gîtes ruraux) (tableau 6).

Tableau 6 : Récapitulatif des sites d'étude

Site		Coordonnées géographiques	Altitude (m)
Tadjmout(R)		33° 54' 54.12" N 2° 28' 28.48" E	897m
El kheng(PU)		33° 44' 44.97" N 2° 48' 48.42" E	760m
Laghouat(U)		33° 47' 47.98" N 2° 52' 52.18" E	768m
AïnMadhi (R)		33° 44' 44.38" N 2° 21' 21.67" E	931m
Lalmaya (R) (tadjrouna)	G1	33° 25' 25.86" N 1° 59' 59.64" E	935m
	G2	33° 25' 25.79" N 1° 59' 59.77" E	915m
	G3	33° 25' 25.82" N 1° 59' 59.74" E	918m
El ghicha(R)			1400 m
Oued touglatune Sebgag (R)			
Oued mzi (PU) (laghouat)			
Kafalmelh (tadjrouna) (R)	G1	33° 39' 39.24" N 1° 51' 51.64" E	1085m
	G2		
	G3		

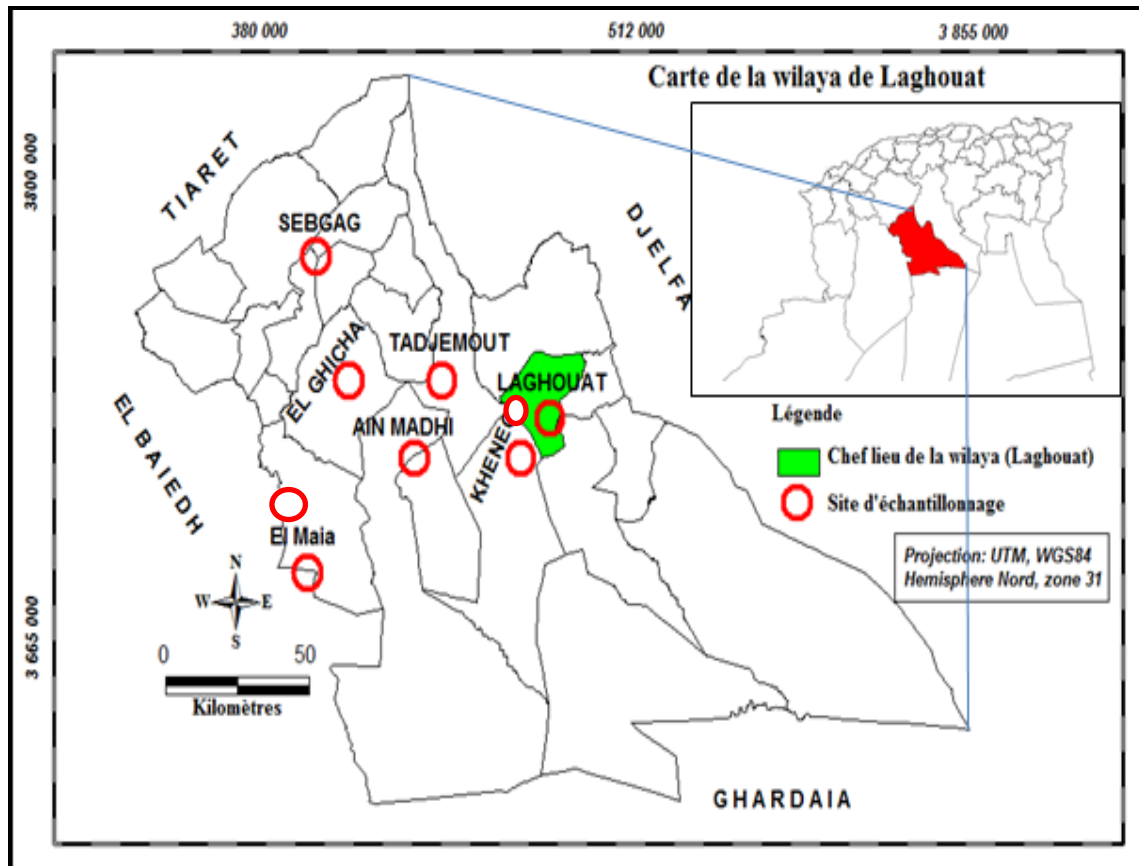


Figure 3 : Localisation des sites d'études

- **Aïn Madhi** ; superficie 1 790 km², Climat désertique sec et froid, le gîte prospecté Epigé rural (ER) représenté par des mares d'eau de pluie un peu salé.
- **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 Elghicha 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 fiants 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 prospecter 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

- **Tadjmout** : C'est un site rural près de la commune de Tadjmout, un gîte ouvert présentant des mares temporaire d'eau clair à coté de barrage Tadjmout.
- **Laghouat** : deux sites appartenant à la même station Oued m'zi et Maamourha (768m)
 - et **Maamourha** (768m) un site urbain (en plein centre-ville), C'est un gîte ouvert
 - **oued mzi** Epigé : C'est un site péri-urbain, de la wilaya de laghouat. C'est un gîte ouvert, présentant de l'eau claire. Caractérisée par des végétation basses dispersées par des sols sableuse
- **.Sebgag** : le gîte prospecté dans Oued touglatune situé à 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 salé, l'altitude 1200 m, climat continental (froid en hiver et chaud en été)
 - La première gîte présentant une mare d'eau douce riche en algues, à côté d'oued zargoun.
 - la deuxième gîte une mare riche en végétation d'eau à côté d'oued zargoun.
 - La troisième gîte une mare d'eau à côté d'oued zargoun à Kaf almalh

I. 3. Présentation du Matériel Biologique :

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

I.3.1. Position Systématique :

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

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

- Carte d'identité systématique :

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

(Schaffner,(a) 2004)



Figure 4 : la systématique des culicidae. (Boubidi, 2008)

• Données sur les culicidae d'Algérie

La faune de l'Afrique de nord est composée de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, en sept genres et en dix-sept sous –genres (Brunhes et al, 1999) (Figure. 5) dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (Brunhes et al, 2000)

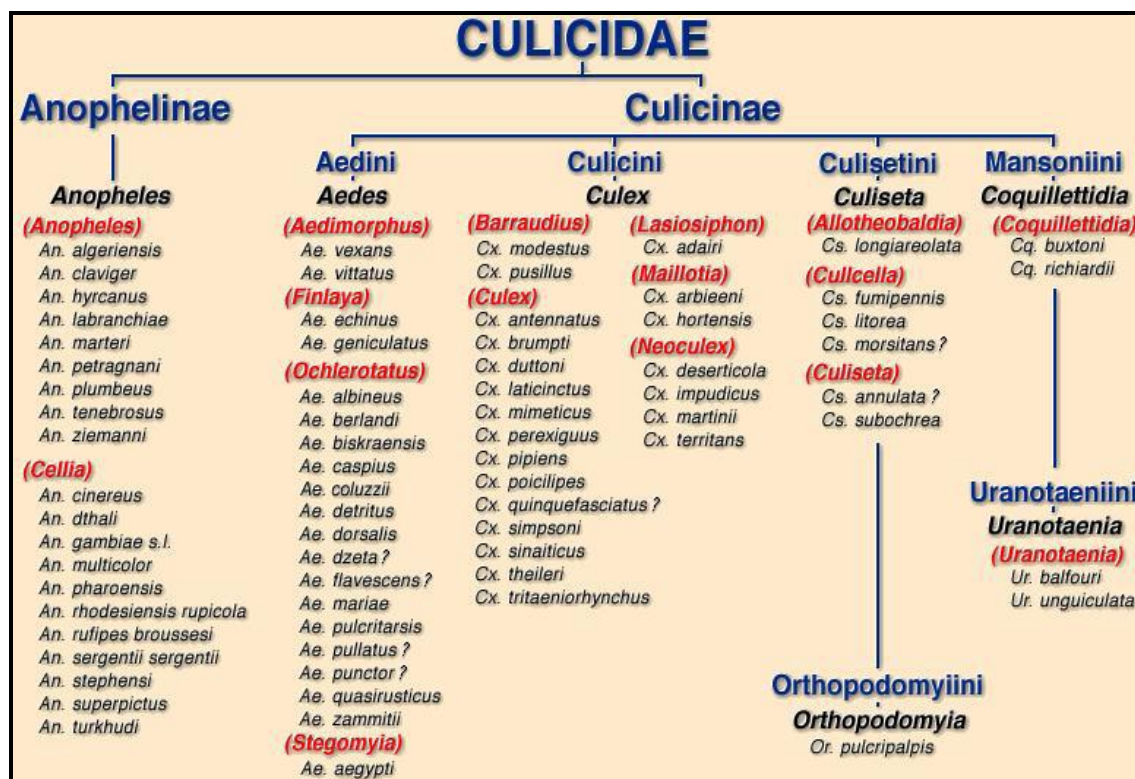


Figure 5 : Classification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne.(Brunhes et al, 1999)

En Algérie seules les deux sous-familles *Culicinae* et *Anophelinae* sont représentées (Berchi, 2000) avec six genres représentés comme suit :

- ❖ Dans la sous famille d'Anophelinae; qui comprend un seul genre, *Anophèles* (Meigen, 1818)
- ❖ Dans la sous famille du Culicinae ; qui comprend Cinq genres, *Culex* (Linné, 1758), *Aedes* (Meigen, 1818),
- ❖ *Culiseta* (Neveu Lemaire , 1902), *Orthopodomyia* (Theobald,1904), *Uranotaenia* (Lynch Arribalzaya,1904).

Les espèces culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 48 illustrées dans le tableau 07 (Brunhes et al, 1999).

Tableau7 : les espèces de Culicidae connues en Algérie. (Brunhes et al, 1999)

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

I.3.2. Morphologie :

Morphologiquement les Culicidés sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles (6 à 40 articles), des ailes pourvues d'écailles, les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceur. (Alayat, 2012), ils sont des insectes à métamorphose complète (Holométaboles) de sorte que les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie ; aquatique pour les stades pré-imaginaux, et aérien pour le stade imaginal (Carnevale et Robert, 2009).

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

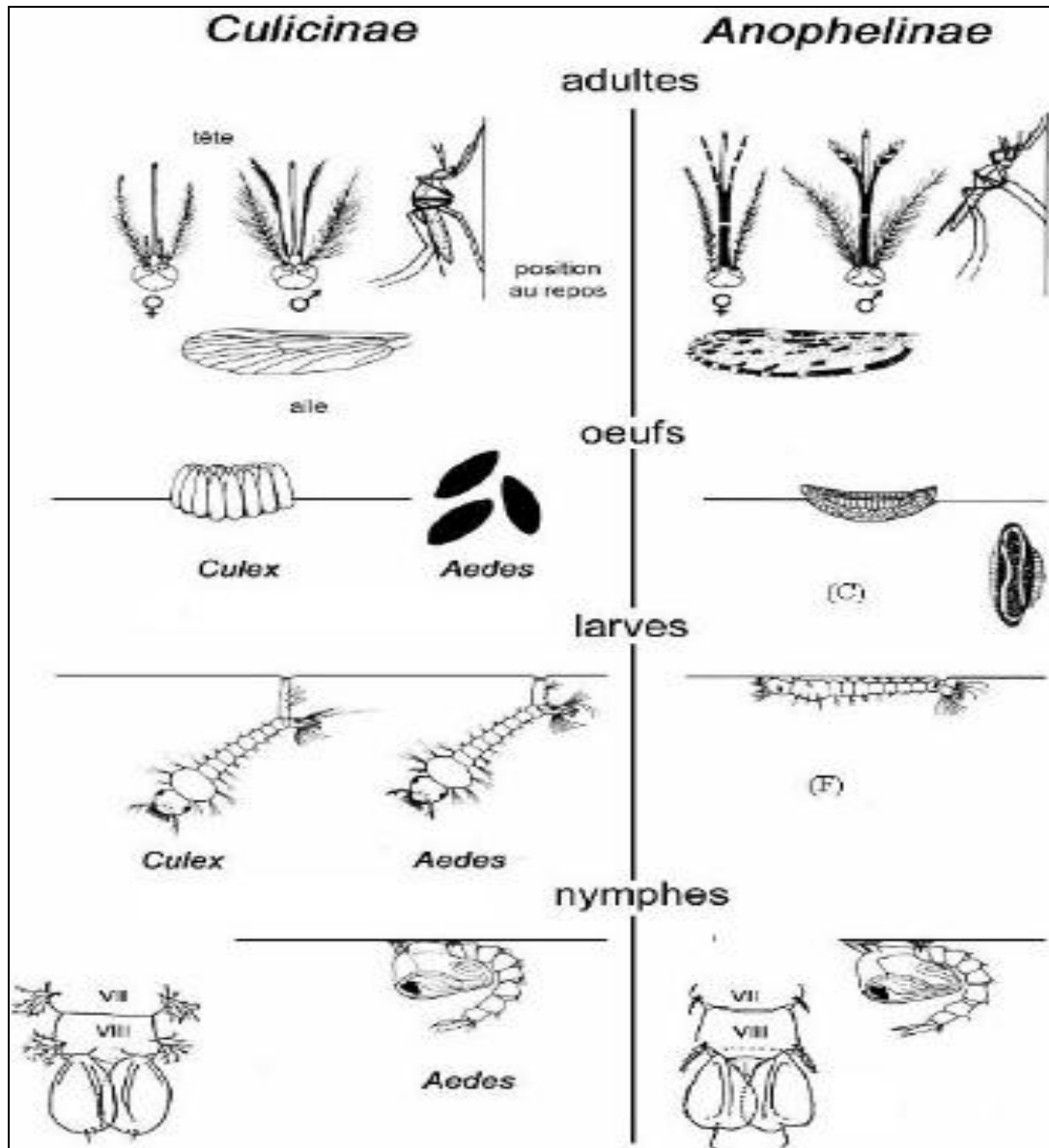


Fig 6 : les différences morphologiques entre les *Culicinae* et l'*Anophelinae* (Boubidi, 2008 (b))

I. 3.2.1 Adulte ou imago :

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

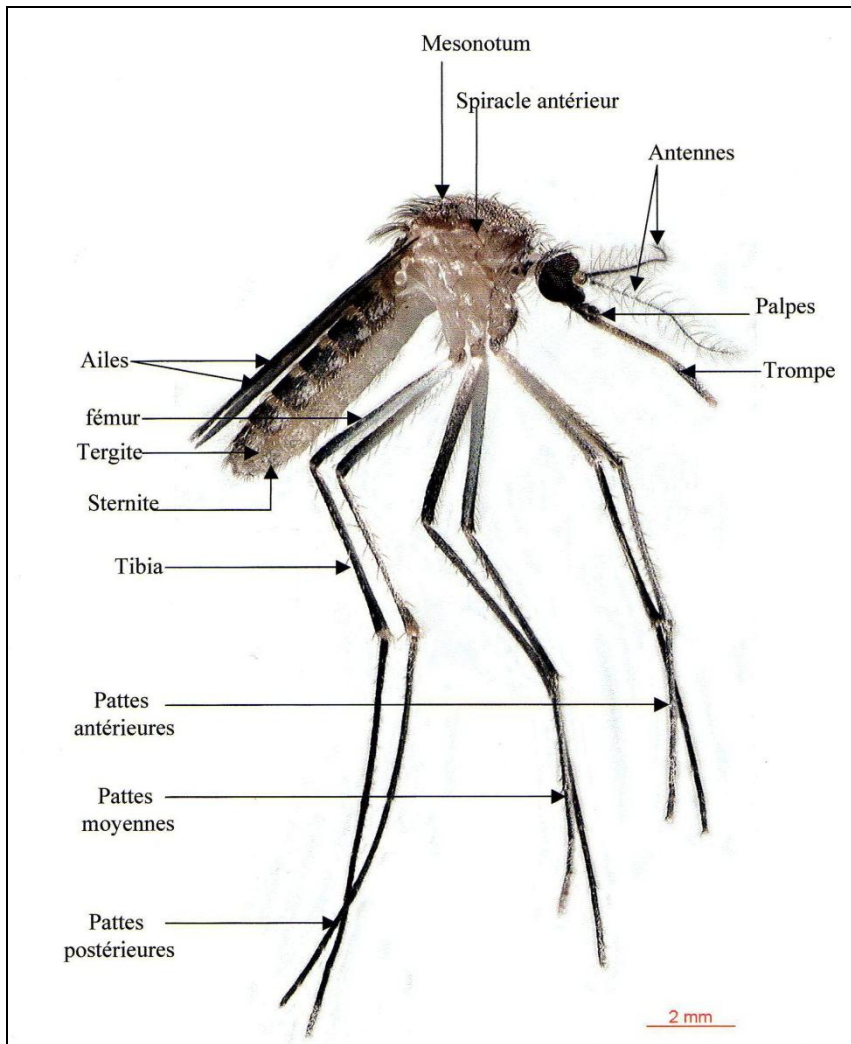


Fig7 : Morphologie du Moustique femelle *CxPipiens* (Boukraa, 2010)

- **Tête :**

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

petit diamètre (canal salivaire) et le labre (épipharynx). En se réunissant les deux derniers, forment l'appareil suceur. De tous les stylets terminés en pointe, seuls les maxilles sont dentées en scie à la partie apicale. Lors de la piqure, le labium ne pénètre pas dans les téguments mais se replie à leur surface. De part et d'autre de la trompe, sont insérés les palpes maxillaires, qui se composent de 5 articles chez tous les mâles ainsi que les femelles des Anophilinae et de 3 articles chez les femelles des Culicinae. Chez les mâles, les deux paires de stylets mandibulaires et maxillaires sont réduits ou manquants, ce qui les rend incapables de piquer (Callot et Helluy, 1958 ; Becker *et al.*, 2003).

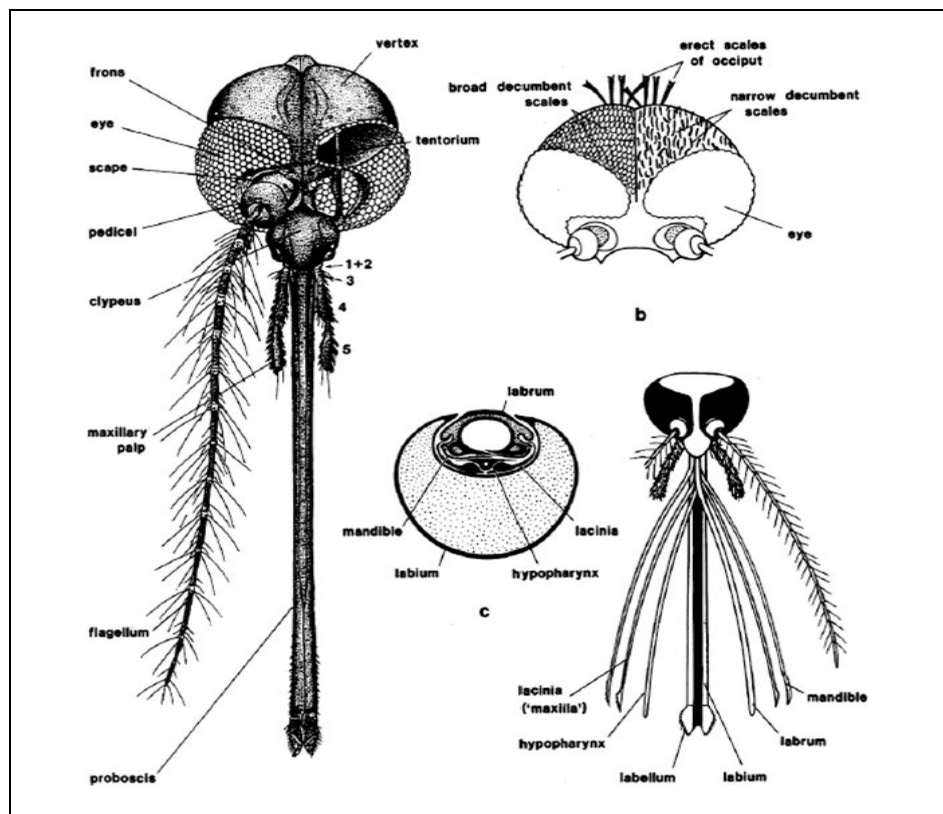


Fig.8 : partie céphalique (la tête) d'un moustique (Boubidi . (a), 2008)

• Thorax :

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

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

mésothoraciques et métathoraciques peuvent aussi être modifiées et participer à la distinction des espèces (Ramos et Brunhes, 2004).

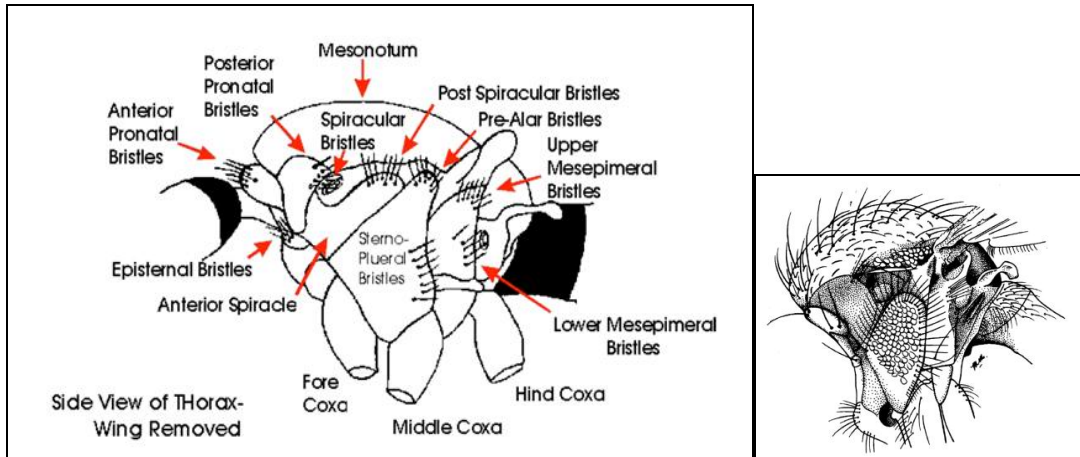
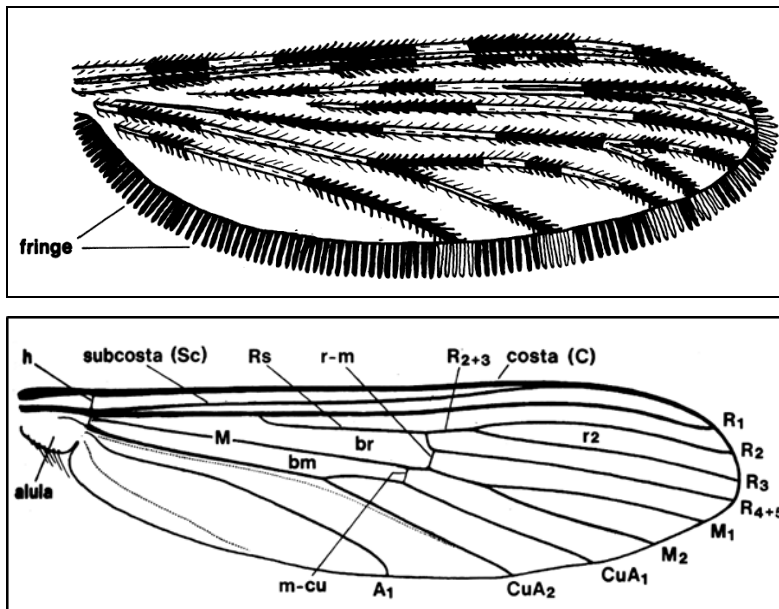


Fig9 : morphologie de thorax Culicidienne ((Boubidi, 2008(a))

- **Aile :**

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



Figs10 : Morphologie des ailes chez les Moustiques ((Boubidi, 2008 (a))

- **Pattes :**

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter ; un fémur, un tibia et les trases comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le ciquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la premier paire de patte du male. Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux baseaux, apicaux ou opicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique. (fig.11). (Bendali, 1989).

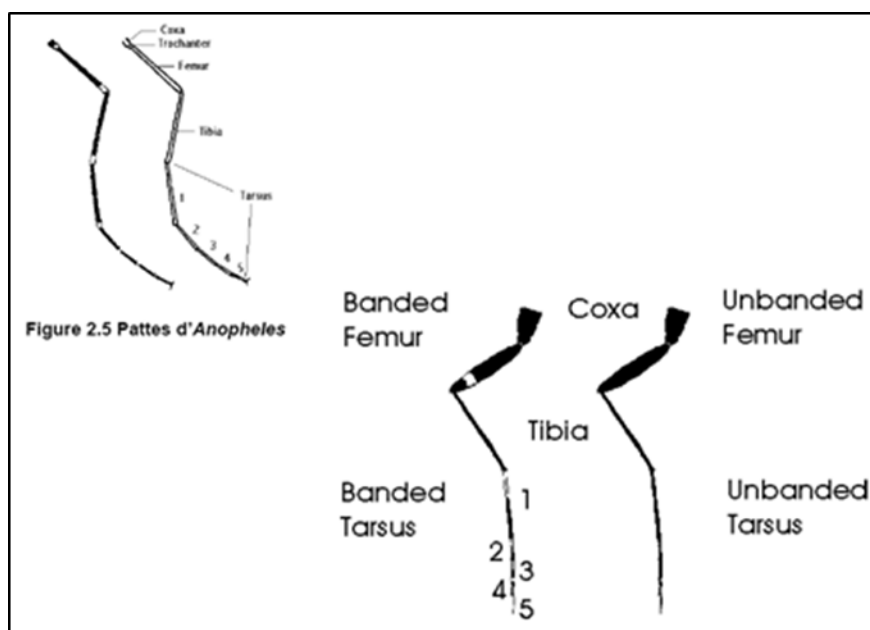


Fig 11 : structure du la patte d'un Culicidae (Boubidi , 2008(a))

- **Abdomen :**

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

I.3.2.2 Œufs :

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

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

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



Fig.12 : nacelle d'œufs de *Culiseta annulata* (originale, 2014)



Fig.13 : Forme type des œufs d'*Anopheles* (*A. gambiae*) (Berchi, 2000)

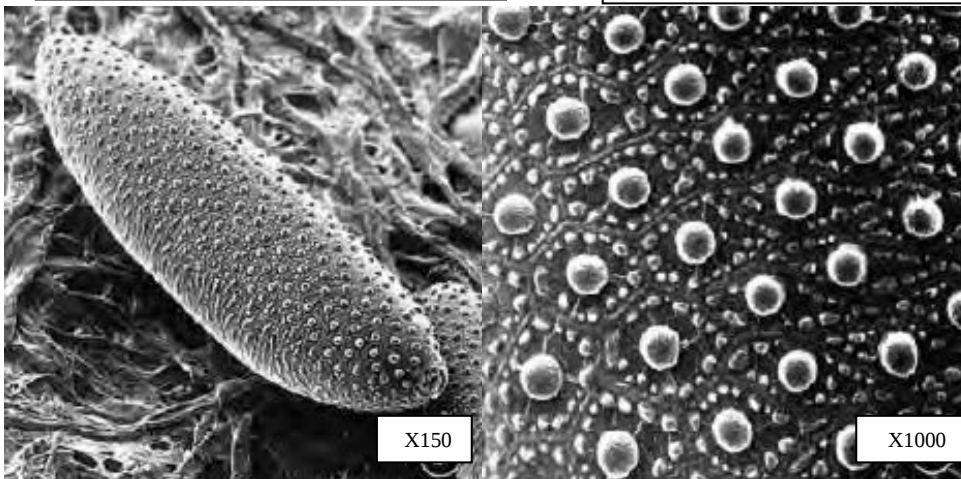


Fig.14 Ornementation de l'exo-chorion d'un œuf d'*Aedes* (*Ae. albopictus*) (Matsuo et al., 1972)

II.3.2.3 Larves :

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

- **La tête :**

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

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

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

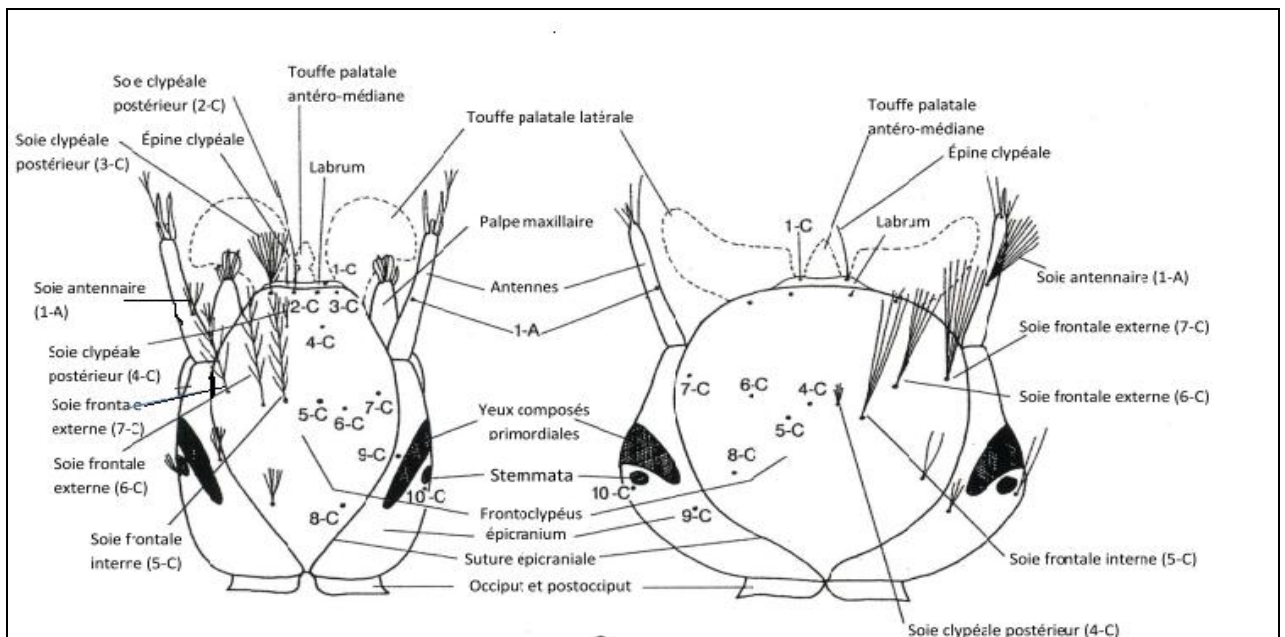


Fig. 15 : Morphologie externe de la tête des Culicidae, en mentionnant les caractères les plus utilisés en taxonomie Vue dorsale chez les Anophilinae (à gauche) et les Culicinae (à droite) (Becker et al., 2003, avec légende complétée)

- **Le thorax :**

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

- **L'abdomen :**

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

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

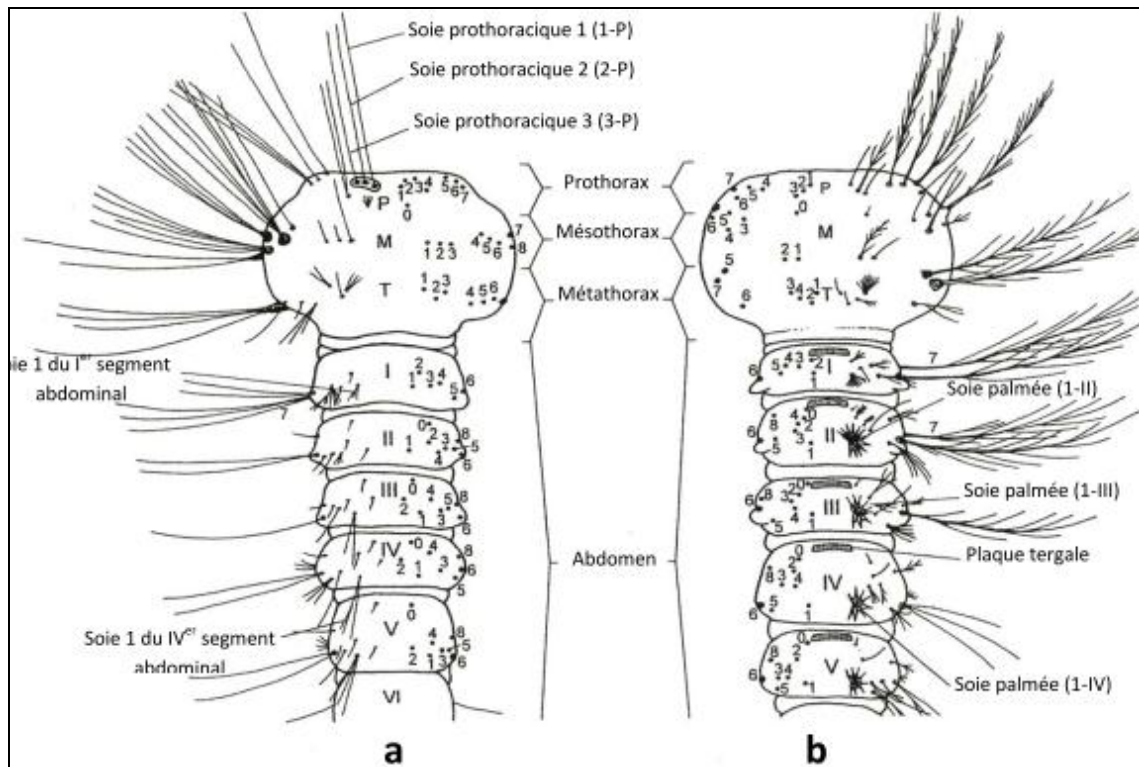


Fig. 16 : Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves
a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker et al., 2003)

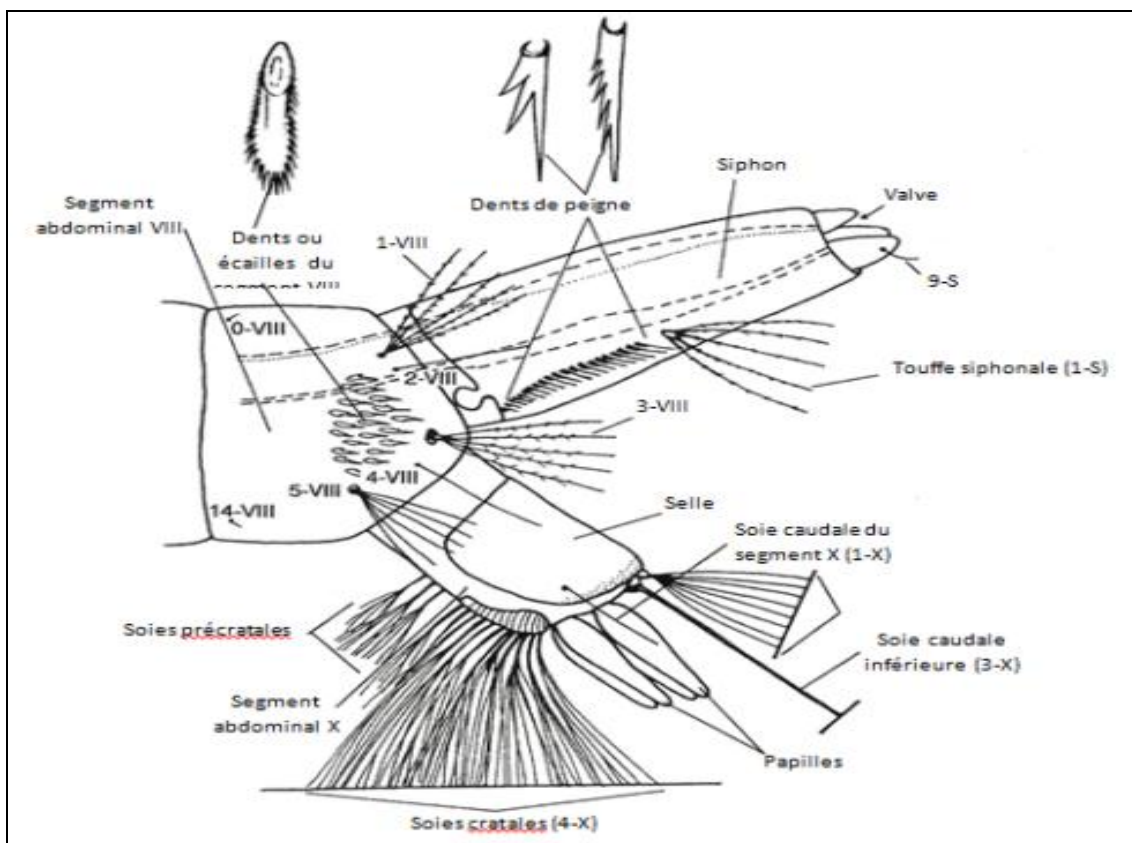


Fig 17: Soies du siphon et des segments VIII et X d'une larve de Culicinae (Becker et al., 2003, avec légende complétée)



Fig. 18: Larve *Anopheles.sp* (originale 2014)



Fig. 19: larve *Aedes. Sp* (bouabidi et al., 2008)

I.3.2.4 Nymphes:

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

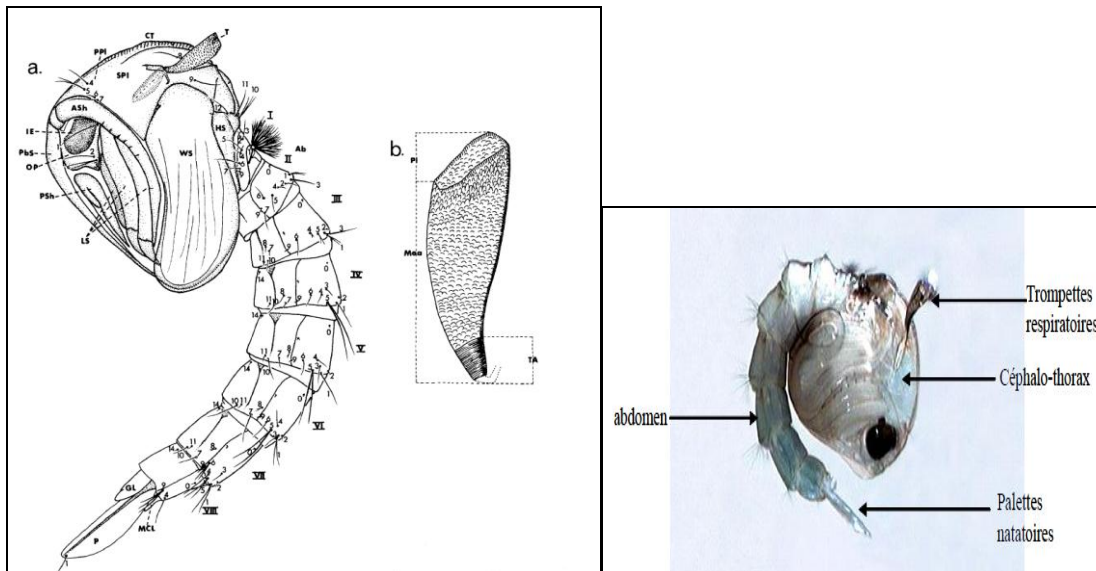


Fig 20 : Aspect général d'une nymphe de culicinae (*Culex pipiens*). (Berchi, 2000)

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 larvaire est habituellement de 8 à 12 jours lorsque les conditions de température sont favorable, à chaque mue est abandonnée dans l'eau l'exuvie (tégument externe) du stade précédent et la dernière mue transforme la larve du 4^{ème} stade en nymphe. (Alayat 2012)

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

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

I.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'autre semblent très peu exigeantes. C'est en effet à la femelle pondreuse que revient le choix du gîte. Ce dernier se différencie selon l'importance de sa couverture, en biotope ombragé (sciaphile) ou ensoleillé (héliophile), selon les caractéristiques chimiques de l'eau douce (dulçaquicole) ou salée (halophile) et selon la taille du gîte, grande dimension (rivage de

lac, de grand fleuve) ou très petite taille (creux d'arbre, empreinte de pas, petits récipients artificiels) (Rodhain et Perez, 1985).

De multiples facteurs peuvent aussi être pris en considération, tels que la température, le pH de l'eau, la lumière et les facteurs biotiques comme l'abondance de la végétation aquatique et la faune associée. La température de l'eau n'est pas un facteur limitatif, mais peut être considéré comme important, car elle agit sur la vitesse de développement des larves et des nymphes des Culicidae. Il est bien clair que chaque espèce a son propre optimum où elle se développe bien. Dans les conditions d'élevage, cet optimum se situe entre 29°C et 30°C pour les deux espèces *Aedes albopictus* et *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). Une compétition intraspécifique et interspécifique peut s'établir entre les larves de Culicidae, inhibant ainsi le développement des jeunes stades larvaires et empêchant dans certains cas de nouvelles pontes et donc l'installation d'une espèce culicidienne dans un gîte déjà occupé (Roubaud et Treillard, 1934). L'action de l'homme ne peut toutefois pas être ignorée, car les modifications de certains milieux ruraux ou agricoles créent de nouveaux biotopes artificiels susceptibles d'être favorables au développement des larves de Culicidae (Figure 21)

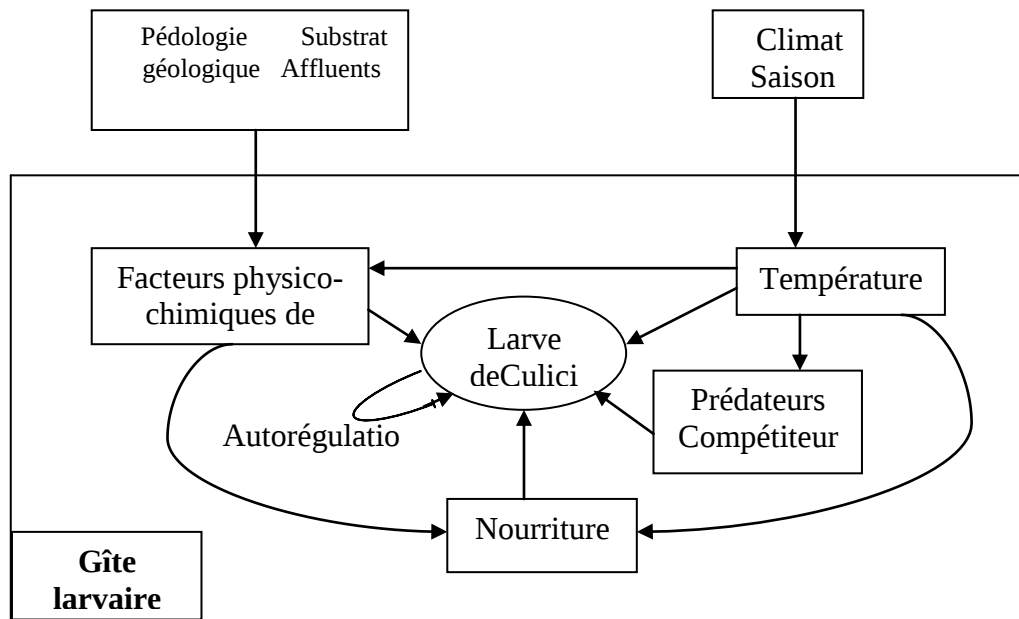


Fig.21 : Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et les populations larvaires des Culicidae (Boukraa 2010)

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. Cependant pour certaines espèces carnivores comme les *Toxorhynchites*, *Culex* sous-genre *Lutzia* et les *Aedes* du sous-genre *Mucoidus*, les proies sont parfois plus volumineuses, telles que des larves de Chironomidae ou même d'autres Culicidae (Callot et Helluy, 1958 ; Rodhain et Perez, 1985). Les larves appartenant aux genres *Mansonia*, *Aedeomyia*, *Ficallbia* et *Coquillettidia* vivent 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*, *Ficallbia* 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, 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) (Figure.22).

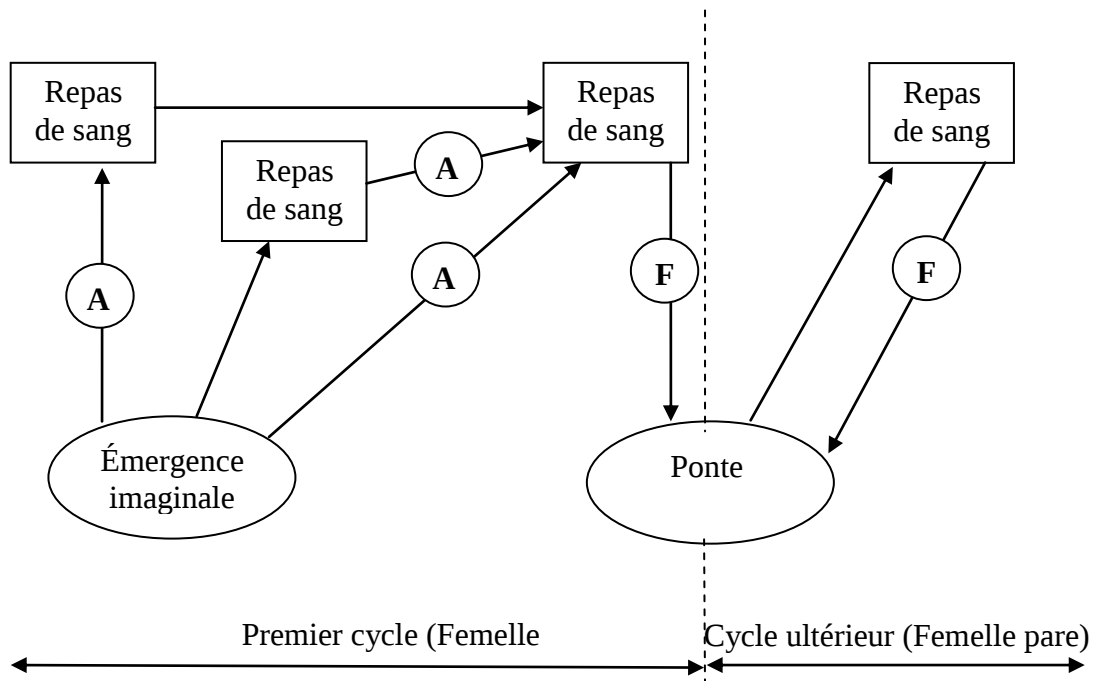


Fig.22 Schéma des cycles gonotrophiques des anophèles
A : accouplement ; F : fécondation (Boukraa .S, 2010)

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 sucres végétaux et le nectar des fleurs (Becker et *al.*, 2003). Cependant, la prise d'un repas de sang par les femelles, est un phénomène essentiel à leur comportement et nécessaire pour la maturation des œufs (Carnevale et Robert, 2009).

En ce qui concerne le mécanisme de la piqure, 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 μ l (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 anthropophiles, mais elles peuvent être également ornithophiles, herpétophiles ou encore simiophiles (Séguy, 1955 ; Rodhain et Perez, 1985). La localisation des hôtes est basée sur des stimuli olfactifs, visuels et thermiques. Les principaux stimuli olfactifs que les femelles utilisent sont le dioxyde de carbone, l'acide lactique, l'octénol, l'acétone, le butanone et les composés phénoliques (Becker *et al.*, 2003).

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

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

I.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 tempérée. 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 acquis après l'émergence.

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

I.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 un autre vertèbre réceptif.

Paludisme : causé par des protozoaires *Plasmodium* sp., le paludisme est l'une des maladies qui cause le plus de décès dans le monde. Il est l'une des principales causes de morbidité et de mortalité dans les pays en développement. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) dénombre, chaque année, entre 300 et 500 millions de cas dans plus de 100 pays, ce qui engendre la mort de 1,5 à 2,7 millions de personnes par an (OMS, 2009, 2010). OMS, signale que 90% de ces décès surviennent en Afrique sub-Saharienne et les victimes sont principalement de jeunes enfants.



Fig.23 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) (Figure. 24). Danis et al. (2005), rapportent que le paludisme a été déclaré éradiqué d'Europe en 1975. Mais, des cas de paludisme des aéroports sont régulièrement observés dans plusieurs pays d'Europe. Ainsi qu'en Belgique, l'Institut de Médecine Tropicale

d'Anvers enregistre environ 150 cas de paludisme d'importation par an (Eyckmans, 1981). En revanche, l'observation de cas de transmission autochtone de *Plasmodium vivax* en Europe est un phénomène nouveau à prendre en considération. Cette résurgence est liée à la conjonction de plusieurs facteurs parmi lesquels peuvent être incriminés les changements climatiques et les flux migratoires. La réémergence du paludisme en Europe est une réalité nouvelle qui invite à la plus grande vigilance. (Raccurt, 2007).

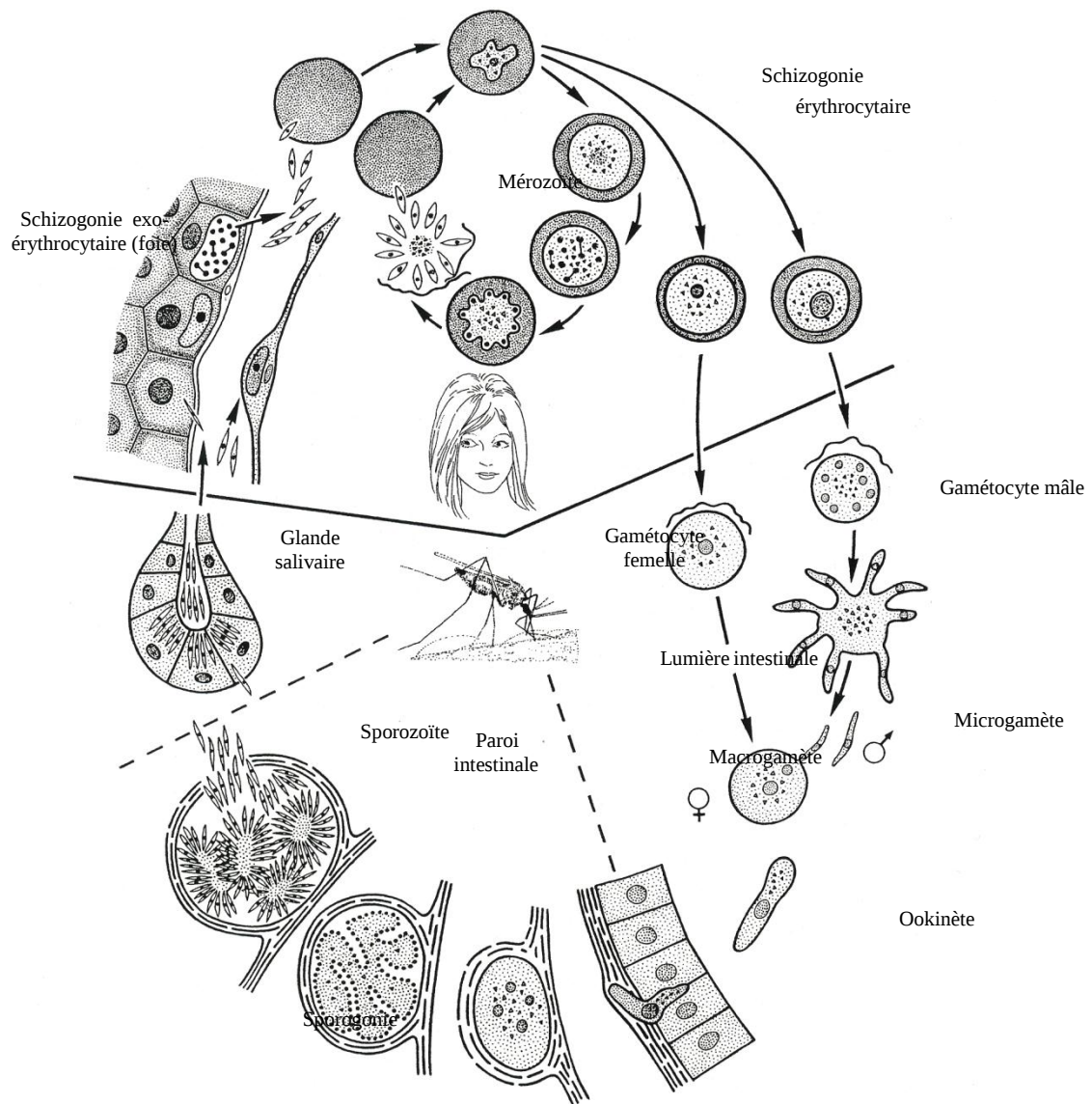


Fig. 24 cycle biologique de *Plasmodium* dans l'*Anopheles* et l'homme
(Becker et al., 2003)

2) **Filariose** : La filariose lymphatique, ou éléphantiasis, menace plus d'un milliard de personnes dans à peu près 80 pays. Sur les quelque 120 millions de personnes déjà affectées, plus de 40 millions sont gravement handicapées ou défigurées par la maladie (déformations sévères des membres et des organes génitaux). Ces aspects de la maladie ont de graves incidences psychologiques et sociales (Sciama, 2006). Chez l'homme, la maladie est causée par les nématodes – microfilaires – *Wuchereria bancrofti*, *Brugiamalayiet Brugiatimori*. Ces microfilaires sont transmises uniquement par des moustiques de différents genres (*Culex*, *Anopheles*, *Aedes* et *Mansonia*), mais le plus important est *Culex quinquefasciatus* (Callot et Helluy, 1958 ; Eldrige et Edman, 2000). Lok (1988) cité par Becker (2003), a énuméré 26 espèces de moustiques capables de transmettre la *Dirofilariaimmitis*, agent causale de la Diro-filariose canine ou la maladie des vers du cœur.



Fig.25 : Quelques symptômes d'éléphantiasis (Anonyme, 2006 ; Boukraa 2010)

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

3) Arboviroses : Plusieurs centaines des arbovirus sont connus actuellement où les Culicidés sont parmi les responsables de les transmettre. Après réplication et développement à l'intérieur de moustiques, ces virus sont transmis aux vertébrés via la salive de vecteur. Il s'agit donc d'une transmission horizontale entre Vecteur/hôtes. Il est possible que les arbovirus passent d'une génération à l'autre de moustique, par une transmission verticale ou transovarienne. Ce phénomène est observé surtout chez quelles que espèces de genres *Aedes* et *Ochlerotatus* (Becker et *al.*, 2003). Environ quarantaine de virus seulement représente de réels problèmes de santé publique et vétérinaire. Certains arboviroses ont constitué, et constituent encor de redoutables maladies - dans le monde entier - en raison de leur fréquence de l'ampleur des épidémies, de leur gravité clinique et de l'absence totale de traitement étiologique. Les plus cruels sont celles de la familles de Togaviridae en particulier le genre *Alphavirus* (Virus de Sindbis et Virus d'encéphalite équienne comme exemple), celles de la famille de Flaviridae, avec le genre *Flavivirus* (citant surtout le virus de la fièvre jaune, les quatre virus de la dengue, le virus de Nil Occidental et les virus des encéphalites japonaise et de Saint Louis) et en fin celles de la troisième famille des Bunyaviridae notamment les deux genres *Bunyavirus* et *Phlebovirus* (Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et *al.*, 2003). Il convient par ailleurs, de mentionner que plusieurs agents viraux pathogènes pour les animaux ont été parfois isolés de Culicidés, sans toutefois

qu'une transmission biologique par les moustiques ait lieu. Il s'agit notamment des virus de la myxomatose (*Leporipoxvirus*), de la variole aviaire, de l'encéphalomyocardite et de l'anémie infectieuse des chevaux. Dans la plupart des pays d'Asie de Sud-Est où l'*Aedes albopictus* est très répandu, les cas de la dengue hémorragique se compte par centaines de milliers chaque année, cette maladie compte parmi les premières causes d'hospitalisation et de mortalité pour les enfants de la région (Rodhain et Perez, 1985, Sciama, 2006). Le même vecteur a déjà gagné des nouveaux territoires dans le monde, notamment dans la majorité des pays d'Europe. ,ont signalé dans les trois régions en Italie Ravenna, Forlì/ Cesena et Rimini, un total de 249 cas de la maladie de Chikungunya dont la transmission de virus a été assuré par l'*Aedes albopictus*. Autre maladie qui fait l'objet de plusieurs recherche actuellement, c'est la fièvre du Nil occidental ou West Nile Fever, est une virose transmise par les Culicidés en particulier celles du genre *Culex* et dont le rôle de réservoir est assuré par les oiseaux. Les espèces (oiseaux) migratrices joueraient un rôle dans sa dissémination, tandis que les espèces autochtones participeraient davantage à l'amplification de son cycle viral. De nombreuses espèces de mammifères ainsi que des amphibiens et des reptiles peuvent également être infectés, dont les chevaux et l'homme sont les hôtes particulièrement sensibles (Dauphin et Zientara, 2005) (Figure.26). Dans les deux dernières décennies, outre l'introduction et la progression du virus de West Nil sur le continent américain, des épidémies importantes ont touché plusieurs centaines de personnes en Europe, notamment la Roumanie en 1996 et la Russie en 1999. (Zientara et al., 2001 ; Reiter, 2010). Le nombre de cas équins est dans le même ordre d'ampleur, où quatre épisodes distincts de circulation du virus ont été décrits en France et plus exactement en Camargue, en 2000 (76 cas cliniques, 21 morts) et 2004, dans le Var en 2003 (5 cas équins avec 2 morts et 7 cas humains) et dans les Pyrénées-Orientales en 2006.

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

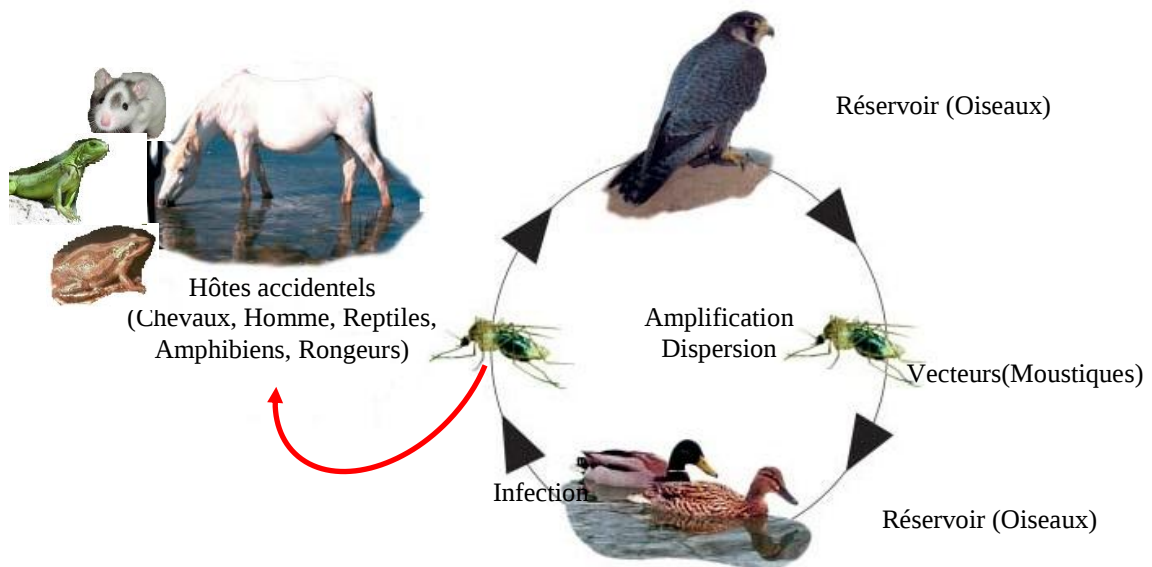


Fig. 26 : Cycle biologique de virus de Nile occidental (Boukraa .S, 2010)

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 anti-vectorielle. 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, permet 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 (pneus usés, vases, récipients divers abandonnés, fosses à eaux usées inutilisées et tous genres d'ustensiles qui peuvent être exploités par les femelles) 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

De nombreuses espèces de poissons se nourrissent de larves d'insectes aquatiques. Certaines sont utilisées depuis longtemps comme agents de lutte biologique, notamment dans le cadre de programme de lutte antipaludique où ils ont souvent donné de bons résultats (Rodhain et Perez, 1985). Les deux espèces *Lebistes reticulatus* et *Gambusia affinis* sont les plus souvent exploitées vue leur résistances et tolérances de différents climats mais surtout les eaux plus ou moins polluées. Leur maintien est conditionné par l'absence d'assèchement et de gel profond. Une moyenne de 6 poissons par 10 m² semble être suffisante. Ce sont d'ailleurs les seuls agents biologiques réellement utilisés en termes opérationnels, par contre les autres (virus, champignons, nématodes ou prédateurs) ont fait l'objet d'une abondante littérature et d'essais dont les résultats ne permettent pas de les envisager pour l'instant dans l'arsenal classique de programmes nationaux de lutte anti-vectorielle. La protection des prédateurs naturels

tels que les oiseaux insectivores, les chauves-souris, les libellules et d'autres, présente une efficacité de plus limitée en matière de contrôle des moustiques (Schaffner et *al.*, 2001)

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 est le produit de choix pour la lutte. (Boukraa, 2010)

La lutte contre les larves des culicidés fait appel à d'autres produits d'origine microbien 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.

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 (fénitrothion...) où sont épandues 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).

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 la 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 d'études bioécologiques

Les techniques utilisées au laboratoire consistent en six volets, soit le tri et le montage des larves, l'identification au laboratoire des espèces, recueillies sur le terrain, la récupération des adultes émergés, l'étude de la biologie de la reproduction,

I.7.1. Mise en élevage (voir l'annexe)

Les larves ainsi triées sont mises en élevage au laboratoire dans des gobelets en plastiques, d'un volume de 50 cl. Les larves sont nourries à l'aide du mélange biscuit. Dès leurs apparition les nymphes sont placées une à une dans des tubes à essais avec 10 ml d'eau distillée où elles effectueront leurs émergences. Cette opération est reconduite pour toutes les populations recueillies.

I.7.2. Mise en couple (voir l'annexe)

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

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

I.7.3. Gorgement des femelles (voir l'annexe)

Après la mise en couple, 10 femelles parmi les 20 correspondant à chaque gîte sont retirées à l'aide d'un aspirateur à bouche et placées dans une cage cubique (25 cm x 25 cm x 25 cm) recouverte d'un tulle moustiquaire. Ces femelles ne reçoivent pas de jus sucré pendant 24 heures afin d'exciter leurs envies de piquer. Par la suite on place un lapin dans une petite cage en bois (50 cm x 50 cm x 50 cm) laquelle est introduite à l'intérieur de la cage contenant les 10 femelles. Cette opération s'effectue durant toute la nuit. Très tôt le matin le lapin est retiré et les femelles, qui se sont gorgées, sont mises individuellement dans un gobelet après avoir retiré les mâles. Les autres femelles sont maintenues dans la cage afin de refaire un ou deux essais de gorgement les nuits suivantes.

Remettre la solution sucrée, une fois que la femelle s'est nourrie de sang. Pour les 10 couples sans repas de sang, proposer la solution sucrée en continu

I.7.4.Comptage des pontes

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

I.8.Méthode d'échantillonnage

I.8.1. Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes

I.8.1. 1. Matériel utilisé sur terrain

Les prélèvements ont été réalisés selon la technique du coup de louche ou dipping (Croset et *al.*, 1976 ; Subra,1975). La louche d'une capacité connue ($c=1$ L) est plongée dans l'eau, puis déplacée d'un mouvement uniforme en évitant les remous.

Une fois prélevés, les échantillons sont mis dans des récipients en plastique munis d'un couvercle. Pendant toute la phase de collecte, les récipients n'ont pas été fermés hermétiquement et ont été installés à l'ombre, afin de limiter la mortalité des larves jusqu'à ce qu'elles soient ramenés au laboratoire (Alayat, 2012)

I.8. 1.2. 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.

Tableau8 : 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. Méthodes de laboratoire adoptées

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

I.8. 2.1. Tri et montage des larves (voir l'annexe)

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

I.8. 2.2. Récupération et montage des adultes

Les larves de différents stades sont placées dans des récipients et déposées dans des cages cubiques (40x40x35 cm) avec une armature en bois, couverte de tulle comportant sur le côté, un manchon de tulle de 20cm de longueur sur 12cm de diamètre pour permettre l'introduction de la main.

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 contenant un produit conservateur (Silica gel) et un morceau de coton ou du papier absorbant et introduits dans le congélateur jusqu'à analyse l'identification.

I.8.2.3. Détermination au laboratoire des espèces recueillies

La détermination des larves de Culicidés capturées sur le terrain, ainsi que les adultes émergés au laboratoire sont présentées. Pouvoir identifier précisément les espèces des Culicidés – en particulier celles qui peuvent transmettre des agents pathogènes – est nécessaire et indispensable pour toute étude bioécologique et lutte anti-vectorielle.

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

I.8.2.4. Détermination des caractères biologique

I.8.2.4.1.Fécondité

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

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

I.8.2.4.2.Fertilité

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

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. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition :

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

I.9.1.1. Richesses totales et moyennes :

La richesse est l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Ramade, 1984). D'après Blondel (1979) la richesse totale S est le nombre des espèces du peuplement pris en considération. Quant à la richesse moyenne s , elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (Ramade, 2003).

I.9.1.2.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives :

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

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

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

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

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

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

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

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

I.9.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

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

I.9.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

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

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

H' : Indice de diversité exprimé en unité bits

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

$\log_2$: Logarithme à base de 2

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

I.9.2.2. Diversité maximale

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

$$H'_{max.} = \log_2 S$$

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

S est la richesse totale des espèces

I.9.2.3. Indice d'équi-répartition

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

$$E = H' / H'_{max.}$$

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

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

I.10. Analyse physico-chimique de l'eau

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

Le DBO_5 (Demande Biologique en Oxygène pendant 05 jours) qui permet d'évaluer le taux de matière organique dans l'eau et est exprimé en mg/l

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de "PH" permet de mesurer l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. La valeur du pH est une grandeur sans unité qui est directement liée à sa concentration en ions oxonium H_3O^+ qui proviennent de la fixation d'un proton H^+ sur une molécule d'eau, (www.gralon.net). La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présents dans une solution, est souvent appelée « conductivité électrique » qui traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique, ce paramètre donne une indication sur la minéralisation globale de cette eau. L'unité communément utilisée est le siemens (S/m), exprimé souvent en micro-siemens/cm ($\mu S/cm$) ou milli-siemens (mS/m), (aquatechnique.pagesperso-orange.fr). La MES est définie comme la quantité de matières en suspension dans l'eau en mg/l, et dépend principalement de la solubilité des sédiments qui entrent en contact avec l'eau. La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau, elle s'exprime sans unité, comme le PH, mais on trouve encore des salinités exprimées en ‰, en g/kg ou en *psu* (*practical salinity unit*) (www.une-eau-pure.com). La température a été prélevée au moment de l'échantillonnage à l'aide d'un thermomètre.

RESULTATS ET **DISCUSSION**

II. Résultats

Notre étude menée durant la période s'échelonnant d'Avril à Juillet 2014 et d'Avril à mai 2015, dans le but de mieux appréhender l'influence des facteurs biotique et abiotique sur la dynamique des populations *Culicidiennes* ainsi que préciser leur structure taxonomique dans la région de Laghouat, neuf gîtes appartiennent à trois sites bio-climatiquement différents de la wilaya ont été étudiées :

II-1. Ecologie, biologie de la reproduction

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

II.1.1 Analyse physico-chimique (PH, Salinité, DBO₅, T°C et Salinité) de l'eau du gîte

On fait des prélèvements de l'eau de chaque gîte étudiées et réalise une série des analyses physiques et chimiques à la station d'épuration ONA 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 présentée au niveau de tableau 9 et courbe suivantes :

Tableau. 9 : Effets de la composition physico-chimique de l'eau des gites sur la densité larvaire

paramètres / Gites	Densité Moyenne (N ^{bre} de larve)	DBO ₅ mg /l	T °C	PH	Salinité mg/l	MES mg/l
Laghouat (maamouraha)	17	20	20	7.75	3.60	15
Oued mzi	20	27	19	7.82	1.62	08
Khneg	260	346	30	8.02	1.92	658
Tadjmoutt	13	15	13	7.50	1.11	29
Ain Madhi	220	12	25	7.66	1.05	31
Lalmaya G1	23	166	12	6.97	0.65	58
Lalmaya G2	21	98	12	7.34	5.92	116
Lalmaya G3	47	190	11	7.40	5.86	111
Elgicha	30	140	13	8.80	2.38	11
Touglatine (sebgag)	11	13	15	8.27	4.13	22
Kafalmalh G1	10	/	11	7.50	/	/
Kafalmalh G2	10	/	10	7.50	/	/
Kafalmalh G 3	57	/	11	7.05	/	/

Dans chaque gîte visité on détermine la densité larvaire et on prélève les paramètres physico-chimique, et analysé la teneur d'eau de chaque gite en matière organique (DBO₅) , qui nous donne une valeur approximative de la teneur en matière organique

Les densités moyennes les plus élevées ont été remarqué dans les sites suivants :**Khneg ; 260 et Ain Madhi ; 220**. La densité est moyenne au niveau de **G3 de Kafalmalh et Lalmya** par des nombres égale **57, 47** respectivement, et de valeur de **30** à **Elgicha** et les valeurs minimale à **G1, G2 en Kafalmalh et Lalmaya** et à **Maamourha (Laghouat), Tadjmout , touglatine (Sebgag) et oued Mzi (10, 10 et 23, 21, 17, 13, 11 et 05)** en respective.

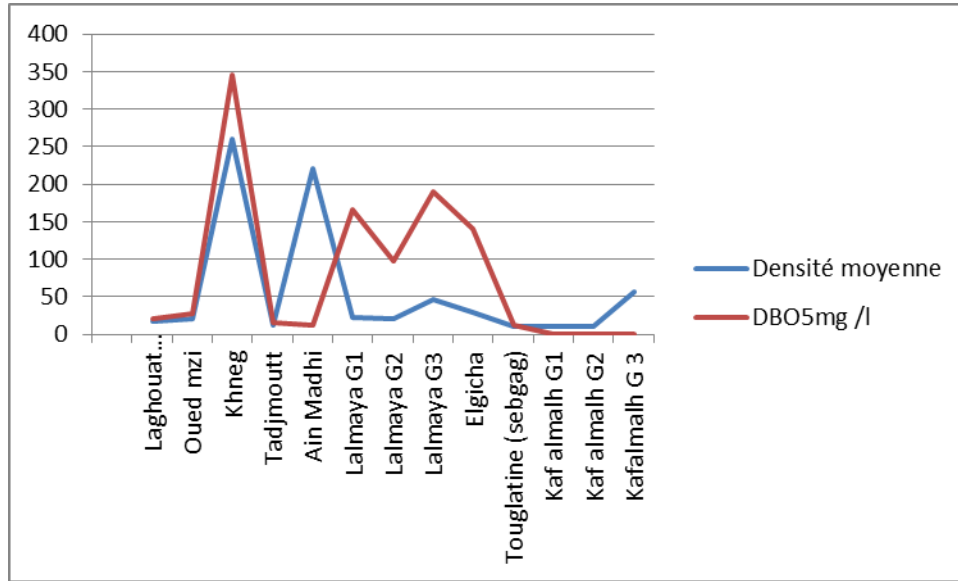


Fig.27 : Relation entre la densité larvaire et la DBO5.

Grace au (Figure. 27) nous remarquons qu'il y a une relation proportionnelle entre la densité larvaire et la DBO₅ (la concentration de l'eau du gîte en matière organique) dans le site préurbain ; Khneg (c.à.d. Plus le gîte est chargé en matière organique plus la densité des larves élevée).

Berchi selima à Constantine au 2000 montrent que la DBO₅ associé positivement avec la densité larvaire et elle révélée que le MES et le PH faiblement corrélés avec la densité larvaire

Et une relation proportionnel inverse pour les autres gites surtout les gites d'Ain Madhi et Lalmaya (c. à. d plus le gite est chargé en matière organique plus la densité larvaire abaisse) ce qui confirme, les théories selon lesquelles la densité des larves est plus importante dans les eaux claires pour certaines espèces.

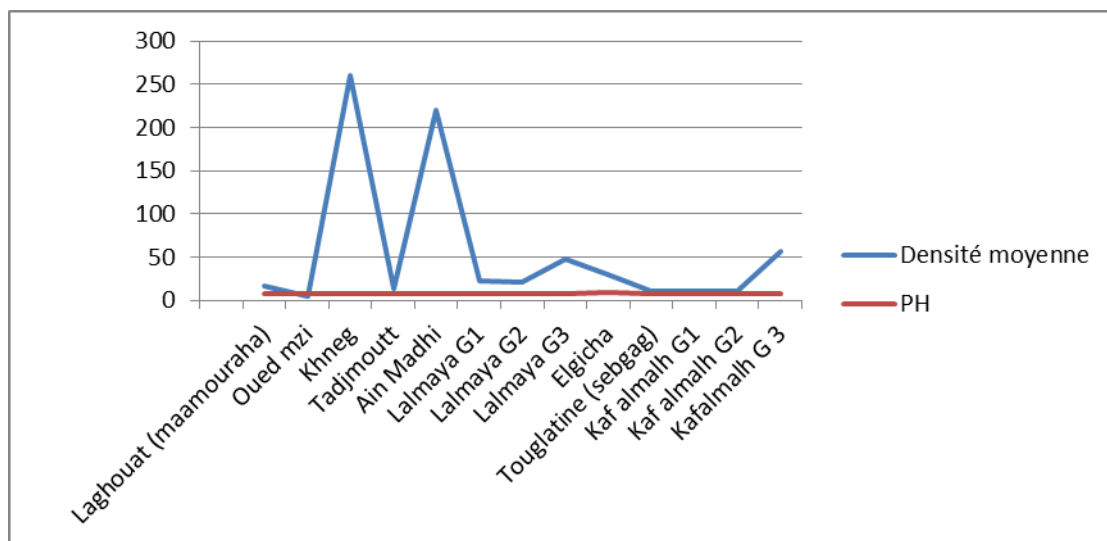


Fig.28 : relation entre la densité moyenne (nombre des larves) et la valeur de PH

Les pH calculés rentraient tous dans la fourchette **6.97 à 8,80** (tous les gîtes sont des milieux alcalins) à cause de la nature calcaire des terrains traversés. Le pH maximum a été enregistré au niveau de deux site ; site périurbain El Khneg (**8,80**), et site rural Elghicha (**8.02**). Les autres gîtes sont moins alcalins, ce qui est dû à la dégradation de la matière organique (végétaux, selles d'animaux...). Les différences remarquées ne sont pas significatives et les écarts ne sont pas représentatifs. La température, suivent le même schéma, voulant dire une fourchette restreinte et des écarts qui ne sont pas significatifs (Figure. 28).

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

II.1.2 Répartition spatiale de la faune *Culicidienne* selon les gîtes larvaire

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

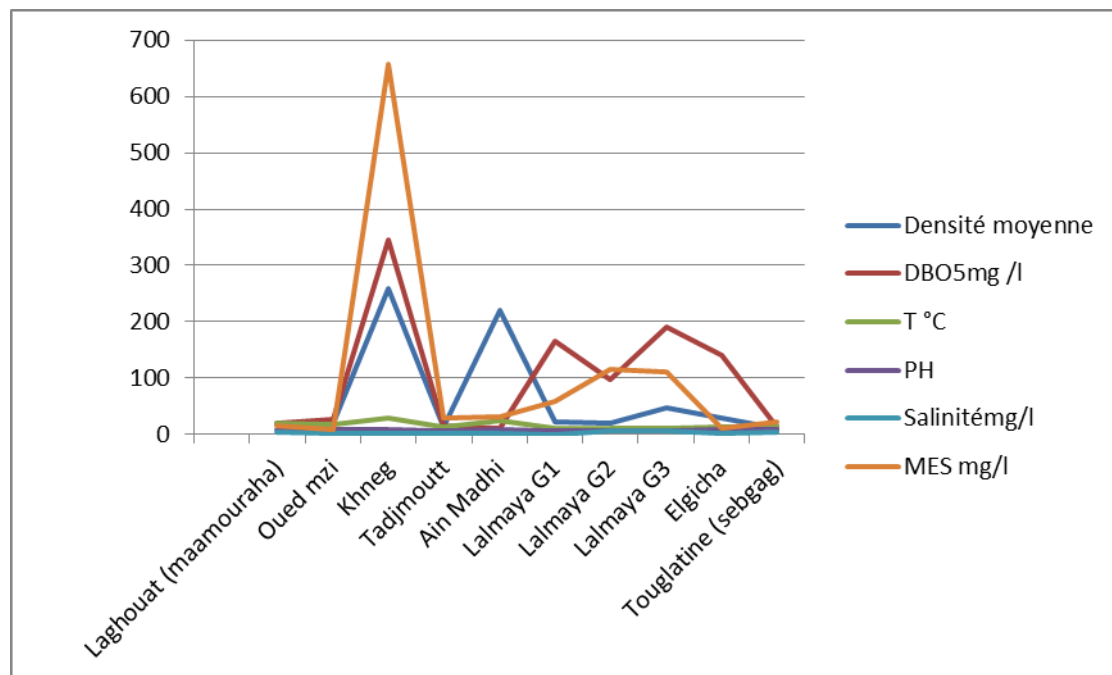


Fig.29 : Relation entre paramètres physico-chimique et la densité moyenne

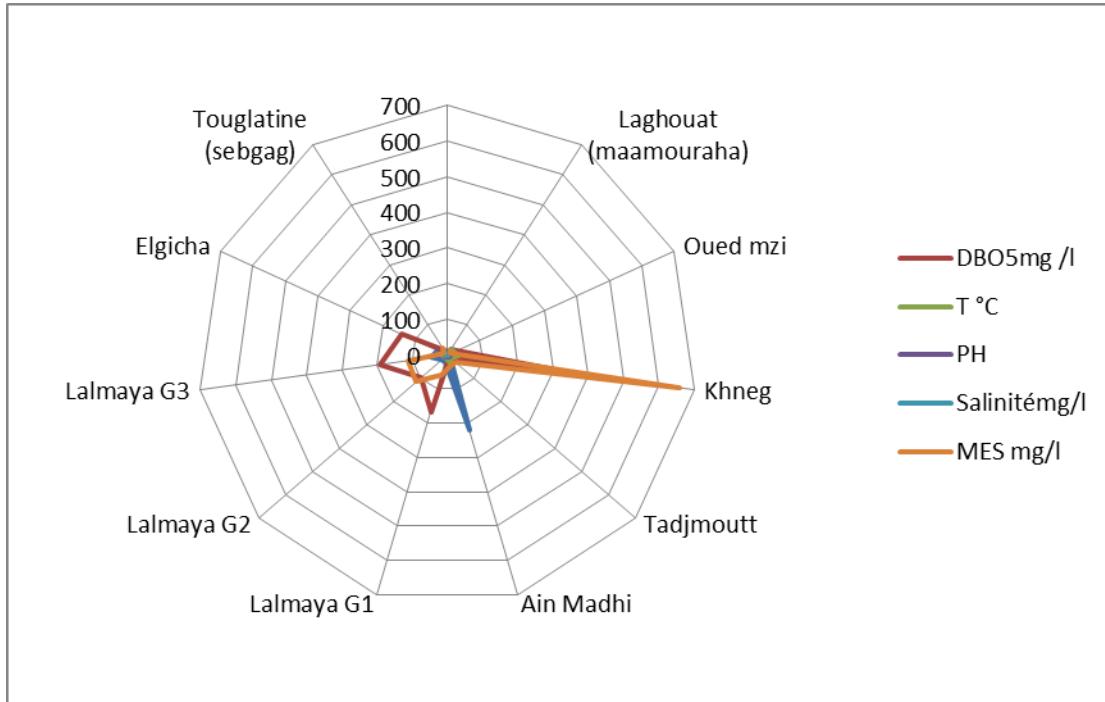


Fig. 30 : paramètres physico-chimique des eaux des gites

II.1.2.1 Le genre du *Culex* :

L'étude systématique révèle l'existence du genre *Culex* dans les gites de **Khneg**, **oued mzi** et **lalmayG1**, tout à fait normale car l'analyse physico-chimique de l'eau du gîte montre que ces gites sont caractérisés par une forte concentration en matière organique (DBO₅) ce qui montre que *Culex* favorisent les gites riches en matière organique (eaux usées), ainsi que les valeurs élevées de MES comme le cas des gites ; Khneg (**658mg/l**) et Lalmaya G1(**166mg/l**) (voir l'annexe) et on a remarqué une bonne diversité (richesse spécifique) de ce genre (représenté par 3 à 4 espèces) (voir la Figure 31.)

Berchi selima a l'année 2000 montrée une bonne corrélation entre les valeurs de DBO₅, MES et la densité larvaire avec un seuil de **1%**.

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

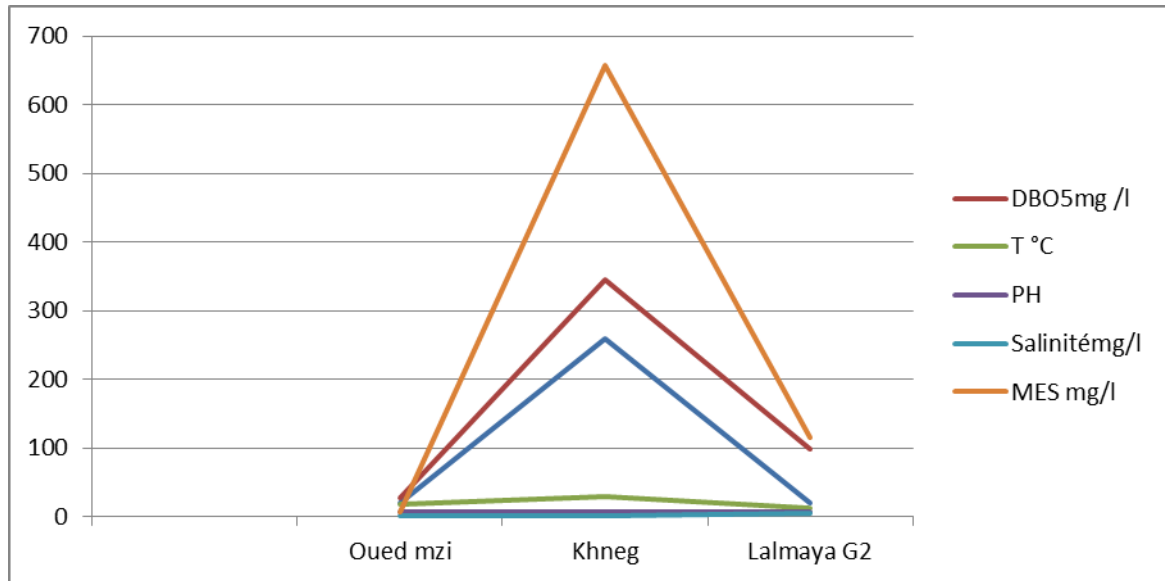


Fig31 : paramètres physico- chimique des gîtes ; Oued Mzi, Khneg et Lalmaya

II.1.2.2 Le genre *Culiseta* :

Dans notre étude ce genre présent par deux espèces ; *Csannulata* *Cslongiareolata* et remarque une différenciation entre ces espèces ; *Cs longiareolata* caractérisée par un succès par rapport tous les espèces non seulement dans ce genre, et avec une dominante en tous les zones ; urbaine (Maamourha), pré urbaine (Khneg) et particulièrement les zones ruraux (touglatine, Elghicha, Tadjmout, lalmaya et kafalmalh) (Figure 32), le groupe de Hayett Boubida qu' a fait des études systématique et écologique au région de Tébessa (EST d'Algérie, zone steppique) en 2006 montrent chaque milieu présente une particularité faunistique et *Cs longiareolata* se développent dans tous types de gîtes qu'ils soient artificiels ou naturels et Leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable.

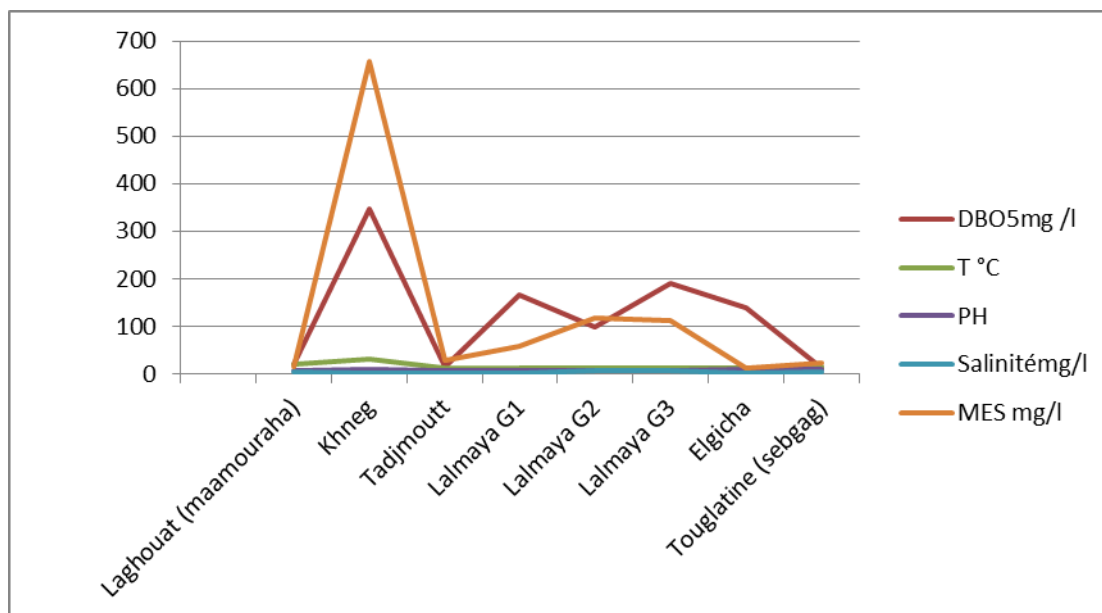


Fig.32 : les paramètres physico- chimique des gites ; Oued Mzi, Khneg, Lalmaya ;G1 ;G2 ;G3 Elgicha, touglatine et Laghouat (maamouraha)

II.1.2.3 Le genre *Aedes* :

Ce genre représenté par une seule espèce ; *Aedes vexans* et dans un seul milieu (gite de Ain Madhi) c'est une mare temporelle, pauvre en végétation, d'eau de pluie un peu salé (salinité le plus faible au notre étude, 1.05mg/l) (voir l'annexe)

D'après le courbe si dessous (Figure 33) ; *l'Aedes* trouvée par une grande abondance et nombre des individus (densité larvaire) au milieu à faible valeurs de DBO₅ (12 mg/l) et le taux de MES est très faible (31mg/l), ce que veut dire que ce genre préfère les gites propre (claire), saumâtre et isolées.

Bruhnes *et al.*, 2001 ont montré que *l'Aedes* fréquente les zones isolées de marais et de rizières, reste d'eau du pluie .

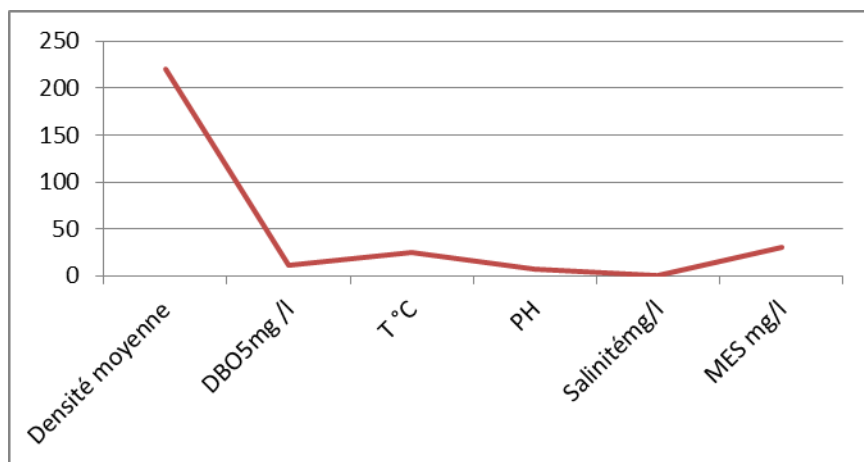


Fig.33 : paramètres physico- chimique de gite Ain Madhi

II.1.2.4 Le genre *Anophèles*

Les gites de genre *Anophèles* très spécifique et bien identifiable par rapport aux autres genres *Culicidiannae* ; par une grande richesse en végétation et des algues qui est expliquer les valeurs élevée des paramètres DBO_5 (de 98→190mg/l) et MES (58→111mg/l) et un PH alcalin on a remarquent aussi la présence du mousse au niveau des gites *Anophilienne* (voir les Figures d'annexe)

Les espèces de ce genre définitivement rural ; dans des zones naturel vierge situe a plus de 100Km au chef-lieu (Kaf almalh et Lalmaya)

Himmi confirmé notre remontassions lorsqu'elle révéla les même résultats dans leur travail au Maroc en 2007 ; les espèces d'*Anophèles* répertoriées (*An claviger*, *An algeriensis* ; *An labronchiae* ; *An cinerius*) appartiennent au même groupement biocénétique, à savoir des gites d'eau stagnante permanents , peu profonds, ou l'eau présente une température et un PH élevés, une conductivité moyenne et une végétation riche en algues et en mousses,

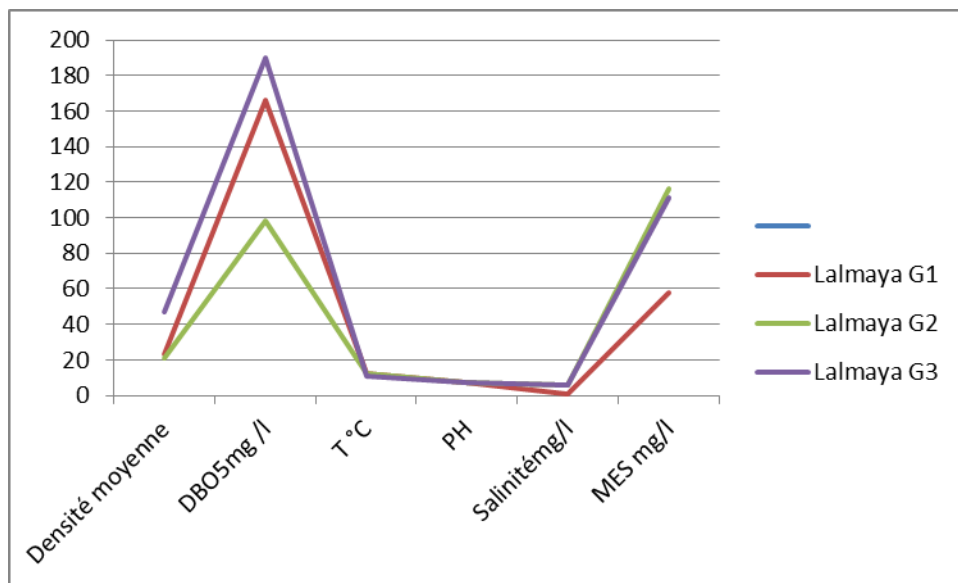


Fig. 34 : relation entre la densité moyenne et les paramètres physico-chimique des Gites Lalmaya ; G1, G2, G3

II.1.2. Cycles de Vie :

II.1.2.1. Cycle de vie du Culiséta :

La récolte de la nacelle d'espèce *Culiseta annulata* s'effectuée en deux fois ; la premier en 28 juin 2014 et la deuxième récolte en 12 avril 2015 au niveau du Gite 02 du site rurale Lalmaya.

La période de 1^{er} cycle (28/06/2014 → 09/07/2014) est courte par rapport au 2^{eme} (12/04/2015 → 30/04/2015) et selon Dajoz, 2000 et Ramade, 1984 c'est l'effet de TC° qu'est le facteur climatique le plus influé sur la biologie des Culicidés (les opérations métabolique) ; accéléré la croissance des larves

Les deux cycles représentés au tableau 10 :

Tableau 10 : période de cycle biologique pour l'espèce du *Culiseta annulata*

cycles stades	1 ^{er} cycle	2 ^{eme} cycle
Récolte	28/06/ 2014	12/04/2015
Eclosion	29/06/2014	14/04/2015
Larve stade 01 (L1)	29/06/2014	14/04/2015
Larve stade 02 (L2)	02/07/2014	19/04/2015
Larve stade 03 (L3)	05/07/2014	22/04/2015
Larve stade 04 (L4)	07/07/2014	26/04/2015
Nymphe	08/07/2014	28/04/2015
Adulte	09/07/2014	30/04/2015
Durée du cycle	Presque 12 jours	Presque 17 jours

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

II.1.2.2. Cycle de vie du *Culex* :

La récolte réalise au même jour avec la nacelle du *Culiseta* mais la durée de cycle augmente par deux jours elles sont semblable dans les premiers stades larvaire mais chez *Culex* reste au stade L4 pendant 03 jours et aussi pour le stade nymphale

Tableau .11 : étapes de cycle biologique de genre de *Culex* :

Stades	Cycle de <i>Culex</i>
Récolte	12/04/2015
Eclosion	14/04/2015
Larve stade 01 (L1)	14/04/2015
Larve stade 02 (L2)	19/04/2015
Larve stade 03 (L3)	22/04/2015
Larve stade 04 (L4)	26/04/2015
Nymphe	29/04/2015
Adulte	02/04/2015
Durée du cycle	Presque 19 jours

En remarque que la durée de cycle de vie est très longue par rapport le moyen de la période de développement pour ce genre par un retard de deux jours

Habituellement les culex à des stades larvaire du 08→12 jours et un stade nymphale de 02 → 05 jours donc il y a une émergence des adultes chaque 17 jours au maximum (Alayat, 2012).

On propose que ce retard de la durée soit à cause du manque de température optimale de croissances idéale ou le besoin des nutriments pendant l'élevage et selon (Rodhain et Perez, 1985 et Ramade, 1984) le changement des facteurs physico-chimique de milieu inhibe le développement des jeunes stades larvaires.

II.1.2.3 Cycle de vie de l'Anophèle :

Tous les travaux sur la population Anophélienne montre la difficulté de leur élevage au niveau de laboratoire on a isolé les larves du chaque stade est estimé leur durée de transformation individuellement. Les résultats présents au tableau 12

Tableau. 12 : Estimation de durée de cycle de vie de l'*Anophèles*

stades	Durée
L1→L2	01/06/2014→03/06/2014 (03 jours)
L2→L3	03/06/2014→05/06/2014 (02 jours)
L3→L4	03/06/2014→05/06/2014 (02 jours)
L4→ Nymphe	01/06/2014→03/06/2014 (03 jours)
Nymphe → Imago	03/06/2014→05/06/2014 (02jours)
Durée de Cycle estimée	11→ 12 jours

Puisque les *Anophelinae* appartiennent aux gites plains de végétation et riche aux algues (voir l'annexe) ces dernières quand il y a un changement des conditions de Biotope l'algue va mourir et provoque la toxicité de l'eau (car les algues secrètent des substances toxiques dans l'eau) qui se traduise par la mortalité des larves *Anophilienne*. Donc pour mieux d'élevage des *Anophèles* au niveau de laboratoire il faut élimine la flore des algues et conservé les conditions physico- chimique naturelle du gite.

II.1.2.4.Cycle de vie de l'Aèdes :

Pour le genre *d'Aedes* le cycle ne réalise pas au laboratoire car on a trouvons le gite *d'Aedes* presque tous en stade nymphale et stade larvaire L4 mais on a remarquées l'accélération du passage de stade larvaire L4 au stade nymphale et l'émergence de l'adulte ce qui prouve que leur cycle de vie peut se dérouler en 04 et dans les neuf sites étudiées l'*Aedes* n'appariée que au gité de Ain Madhi.

D'après (Bruhnes *et al*, 2001).Le cycle de développement d'*Ae. Vexans*, (l'espèce trouvé) espèce multivoltine, est rapide et en peut se termine pendant 04 jours si les conditions sont favorable mais cette période peut attendre jusqu' a 25 jours.

II.1.3. Fécondité et Fertilité pour les quatre Genres :

II.1.3.1 Fécondité :

On cherche à savoir ce caractère biologique chez les espèces inventoriées les résultats dans la Figure 35

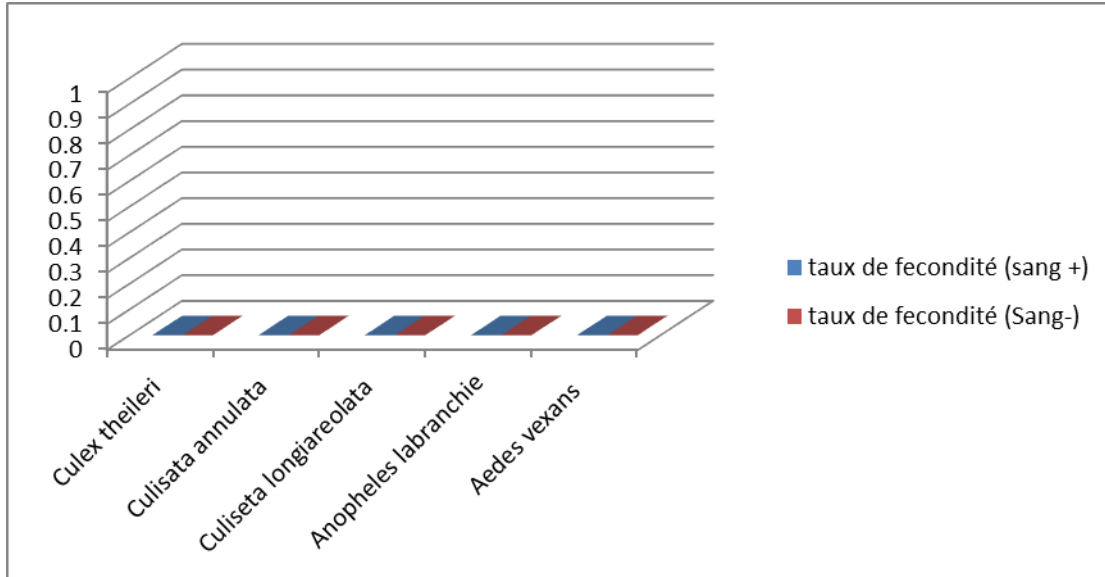


Fig.35: taux de fécondité (nombre d'œufs pondus par toutes les femelles) sang – et sang +.

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

II.1.3.2 Fertilité :

Les résultats de cette étude représentée au Figure 36

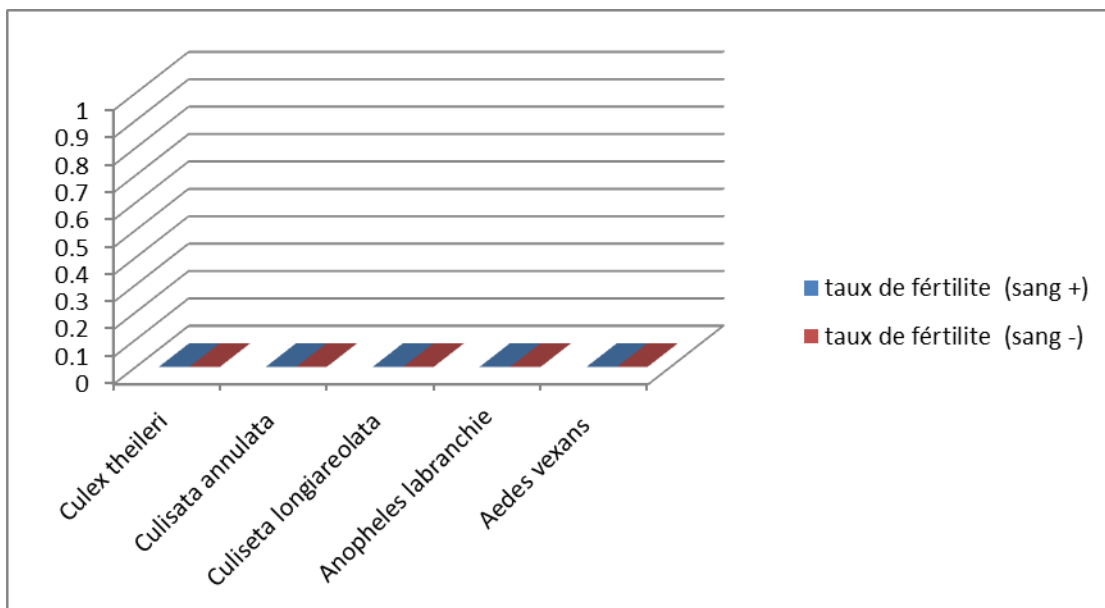


Fig.36 : taux de fertilité (dans les dans cas ; sang – et sang +).

D'après la (Figure 36) on remarque que la présence du sang n'influence pas sur la fertilité des femelles ou leurs fécondité ; donc les espèces de ces genres sont des **anauto-gènes** on peut expliquer ça par la cause de la préférence trophique de chaque espèce.

II.2. Etude Systématique et la Biodiversité des Culicidae dans la région de Laghouat

II.2.1 Inventaire global des Culicidae

La récolte des moustiques est basée sur l'échantillonnage des larves au niveau des gîtes tels que, Le présent travail est une étude rétrospective de la répartition géographique des Culicidae, dans les régions de Laghouat (urbaine, préurbaine et rurale) Les résultats obtenus dans le tableau13

Tableau.13 : Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude.

Famille	Sous-famille	Genre	Espèce
Culicidae	Culicinae	<i>Culiseta</i> Neveu-Lemaire, 1902	<i>Culiseta annulata</i> Schrank, 1776
			<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1828
		<i>Culex</i> Linné, 1758	<i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758
			<i>Culex antennatus</i> Becker, 1903
			<i>Culex theileri</i> Theobald, 1903
			<i>Culex laticinctus</i> Edwards, 1913
		<i>Aedes</i> Meigen, 1818	<i>Aedes vexans</i> Meigen 1830
		<i>Anopheles</i> Meigen, 1818	<i>Anopheles labranchiae</i> Meigen, 1818
			<i>Anopheles sergentii</i> . <i>Sergentii</i> Theobald 1907
			<i>Anopheles dthali</i> Patton 1905
			<i>Anopheles cinereus</i> Theobald 1903

L'examen des Culicidae inventoriés dans les 09 sites durant les périodes d'échantillonnage, a permis de mettre en relief l'existence de onze espèces appartenant à deux sous-familles : *Anophilinae* et *Culicinae*.

La sous-famille des *Culicinae* prend une part importante dans le présent inventaire. Elle est représentée par sept espèces réparties entre trois genres, celui de *Culiseta* avec *Culiseta annulata* et *Culiseta longiareolata* et le genre de *Culex* avec *Culex pipiens*, *Culex laticinctus*, *Culex theileri* et *Culex antennatus*. Celui *Aedes* avec une seule espèce *Aedes vexans*. Quant à la sous-famille des *Anophilinae*, elle est représentée par quatre espèces *Anophele labranchiae*, *Anophele cinereus*, *Anophele dthali* et *Anophele surgentii surgentii*.

Nous notons que le genre *d'Anophele*, est une espèce exotique inconnue pour la région de Laghouat, et donc c'est la première fois que nous signalons sa présence au niveau du territoire de Laghouat. Cette espèce est jouée le rôle ; vecteur de Paludisme.

Dans la région de Tébessa (zone steppique), Djabbar (2009), a noté 10 espèces de *Culicidae* appartenant à une seule sous-famille; celle des *Culicinae*, et noté 3 tribus, la tribu des *Aedini* est représentée par une seule espèce : *Aedes caspius*, la tribu des *Culicini* est formée par un seul genre, celui des *Culex* qui contient 5 espèces, se sont : *Cx pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *Cx. perexiguus* et *Cx. laticinctus*, et la tribu des *Culisetini* est formée par 3 espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata*, *C. annulata* et *C. subochrea*.

Alors que dans la même région (Tébessa), Bouabida *et al.*, (2012) a révélé la présence de 9 espèces de *Culicidae* appartenant à 3 genres (*Culex*, *Culiseta* et *Ochlerotatus*), *Culex* avec 5 espèces (*Cx pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *Cx. perexiguus* et *Cx. laticinctus*),

(Boukraa *et al.*, 2013), dans la région du M'Zab-Ghardaïa, a permis d'identifier 10 espèces : *Oc. caspius*, *An. sergentii*, *Cx. deserticola*, *Cx. theileri*, *Cx. pipiens*, *Cx. hortensis*, *Cx. laticinctus*, *Cs. longiareolata*, *Cs. subochrea*, *Uranitaenia unguiculata*.

Donc rapportent que la faune Culicidiennes d'Algérie est riche de 48 espèces. Cette diversité réside dans la climatologie et la diversité des biotopes offerts au développement des *Culicidae*. (Brunhes *et al.*, 2000),

II.2.2. Description des espèces inventoriées :

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

La liste des espèces Culicidiennes inventoriées dans les 13 gîtes sont représentées dans le Tableau 14. La composition du peuplement Culicidien échantillonné dans les sites d'étude révèle l'existence de quatre genres (*Culex*; *Culiseta*; *Aedes*; *Anopheles*) présents avec différents effectifs.

II.2.2.1. Genre *Culex* :

II.2.2.1.1 *Culex laticinctus* (Edwards, 1913)

Son aire de répartition, essentiellement méditerranéenne, s'étend des îles Canaries au Moyen Orient. Sa présence a été signalée dans tous les pays de l'Afrique méditerranéenne. (Bruhnes *et al.*, 2001).

. Les gîtes larvaires sont très variés. Les larves se développent dans de l'eau stockée (les citernes, les fûts, les bassins et les puits) mais aussi dans des trous de rocher, des puits des sources, des canaux d'irrigation, des flaques temporaires d'importances variables. L'eau de ces gîtes est très généralement douce mais elle peut être aussi très légèrement saumâtre (Schaffner *et al.*, 2001).

La biologie des adultes est très peu connue. Les imagos ont une activité estivale et les femelles ne semblent pas avoir été observées dans les maisons ni piquant l'homme.

Cx. laticinctus est sans importance médicale. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001).

Le mentum (mandibule) de la larve de cette espèce est constitué de 8 dents (Figure 37).

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

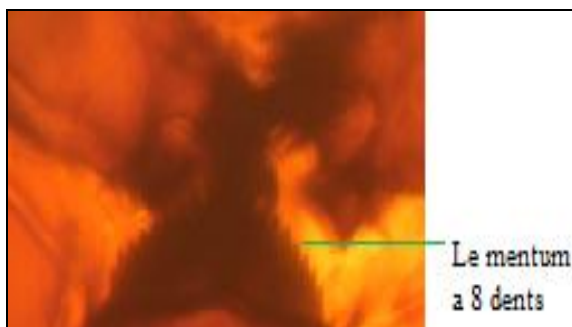


Fig.37 : Mentum de *Culex laticinctus* (X1000) (originale 2014)

3.2.2.1.2 *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758)

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

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

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

Les larves se caractérisent par: la longueur des antennes est plus longue par rapport à la tête (Figure 38.(a)), et présente des soies siphonales au niveau du siphon (Figure 38(b)), le mentum est constitué de 8 dents ou plus (Figure 38 (c)), l'épine préclypéale mince et effilée à l'apex (Figure 38 (d))

Chez les adultes caractérisés par l'absence des soies pre-spiraculaires au niveau du thorax. La longueur du quatrième tarse de la patte I est égale ou plus longue par rapport au cinquième tarse

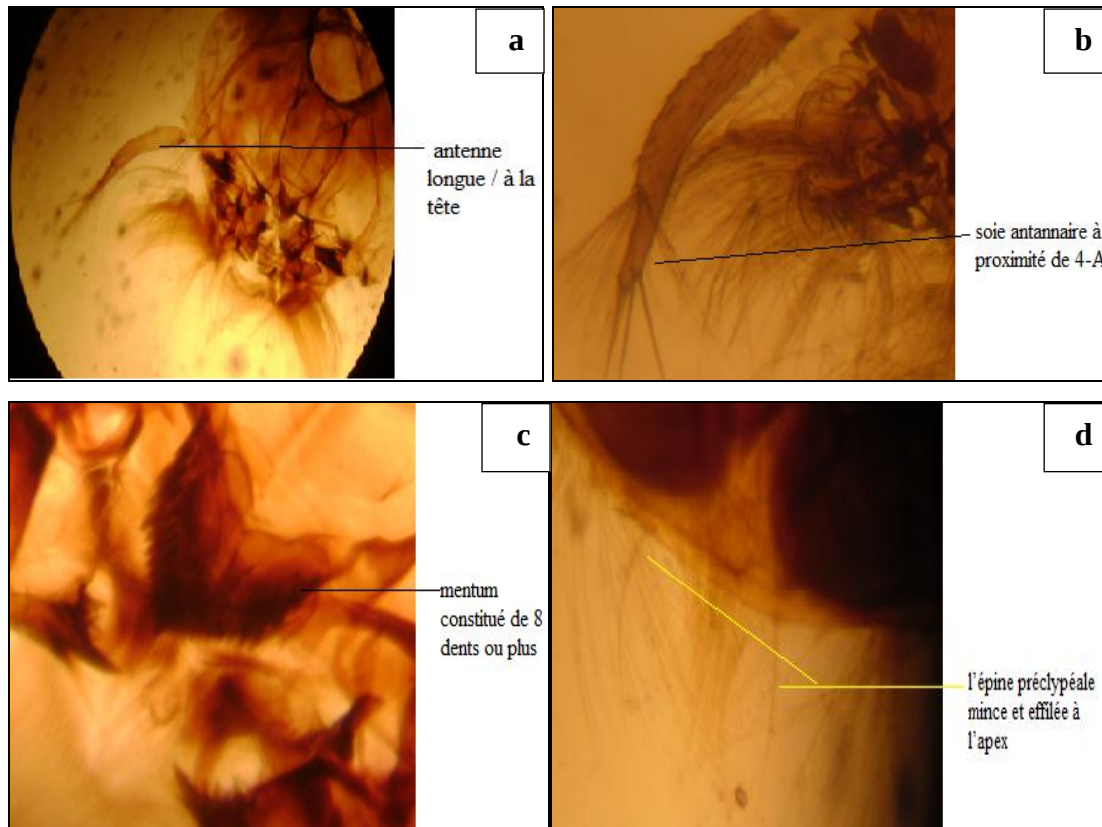


Fig.38 : Critères d'identification de *Culex pipiens* (photo originale 2014)

C : de mentum de *Culex pipiens*

A : la tête de *Culex pipiens*

B : l'antenne de *Culex pipiens*

D : soies céphalique de *Culex pipiens*

II.2.2.1.3. *Culex antennatus* (Becker, 1903)

Est présent dans toute l'Afrique continentale et même à Madagascar. En Afrique méditerranéenne, il a été signalé dans les 3 pays du Maghreb et en Egypte sous le nom de *Cx laurentine wstead*.

Ses larves se développent dans un grand nombre de gites (trou d'emprunt de terre, marais, mara, drain, rizières,... ect). L'eau de ces gites est généralement ensoleillée et douce, elle peut cependant être légèrement salée. La végétation dressée y est le plus souvent présente.

Les femelles piquent très volontiers l'homme et tous les mammifères domestiques, en particulier pendant la nuit. Elles peuvent être endophages mais après s'être gorgées,

Restent dans les habitations que si elles y trouvent obscurité et calme. *Cx antennatus* est surtout abondant en automne. Les mâles sont attirés par la lumière.

Cette espèce permet le développement complet des microfilaires de *wuchereria bancrofti* mais elle n'a été que rarement trouvée naturellement infectée par des stades

III de *w.brancofti*. en Egypte, elle transmet le virus de West-Nile et celui de la vallée du Rift, elle est aussi suspectée d'y transmettre le virus *Arumowat*

II.2.2.1.4 *Culex theileri* (Theobald, 1903)

présente 2 ou 3 générations annuelles .la densité de ses populations est très variables d'une zone à l'autre ; elle est très présent pendant les mois d'été et d'automne .les larves de cette peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gites dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée ; cette eau peut être propre ou polluée les gites présentent ou non abondante végétation dressée, mares, marais, rivières, citernes, flaques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières. Les femelles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères. Elles piquent essentiellement en extérieur, mais peuvent entre dans les maisons pour piquer l'homme .ce qui caractérise cette espèce c'est la dent distal du peigne siphonal de la larve qui est formée de 3à5 denticules basaux

L'adulte a une bande longitudinale claire au niveau de tibia de patte III (Figure.39)



Fig.39 : photographie de tibia de Patte III de *Culex theileri* (originale, 2015)

II.2.2.2. Genre *Culiseta*

II.2.2.2.1 *Culiseta longiareolata* (Aitken, 1954)

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

Les larves de *Cs.longiareolata* peuvent généralement être trouvées dans les piscines de roche ou dans n'importe quel type de gîte artificiel (Becker *et al.* , 2011). Mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée (voir l'annexe). Les larves descendent rarement au fond du gîte. Cette espèce est multivoltine peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelle (région froides) et chez les larves (région tempérées). Les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne.

La larve se caractérise par antenne courte par rapport la longueur de la tête (Fig.40(a) (c)). et par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées, le siphon est plus ou moins de forme conique avec un indice entre 1,5 et 2,0(Fig.40 (d)). Et des dents sont courtes et disposés en une rangée irrégulière et occupante jusqu'à 80% de la longueur du siphon (Fig.40 (b)).

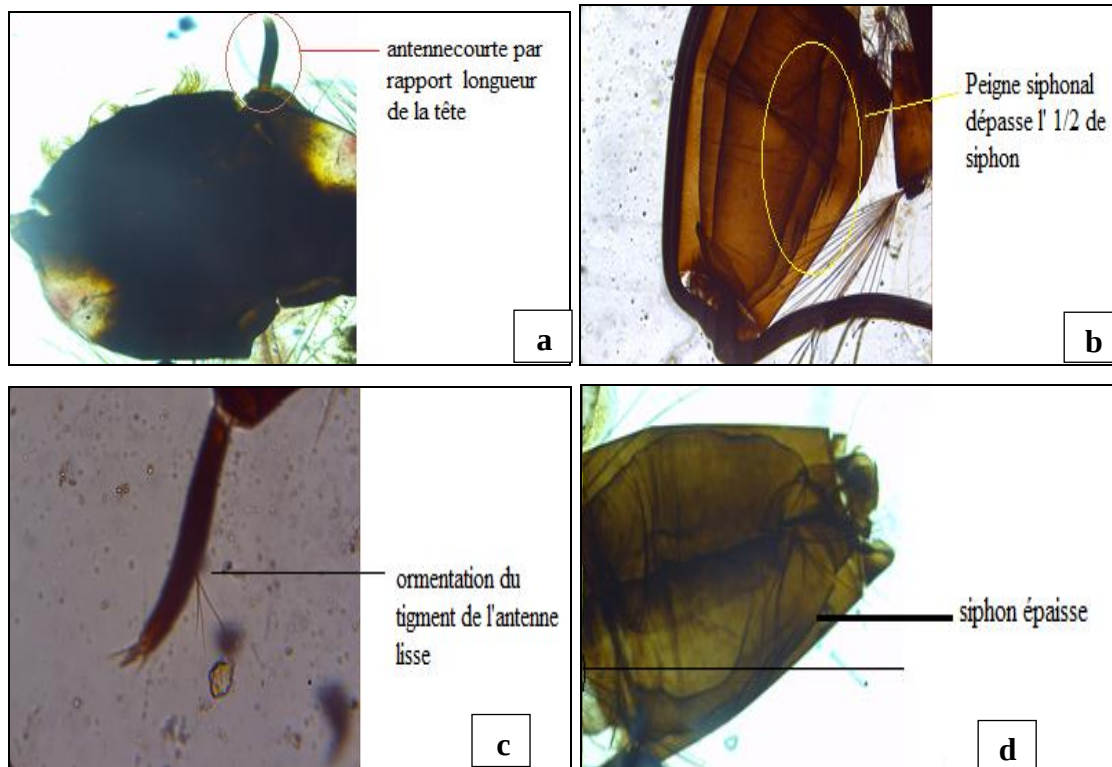


Fig.40 : critères d'identification de *Culiseta longiareolata* (photo personnel 2015)

a : la partie céphalique

b : siphon respiratoire

d : taille siphon respiratoire

c : forme l'antenne

II.2.2.2 *Culiseta annulata* (Schrank, 1776)

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

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

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

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

La larve caractérisée par une extension des soies de peigne siphonal dépassé la moitié de siphon (Figure.41(c))

Les adultes sont avec des taches des écailles sombres au niveau de l'ornementation de l'aile (Figure.41(a)), et à un anneau médian clair au tarsomère I dans la patte I → III (Figure.41(b))

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

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

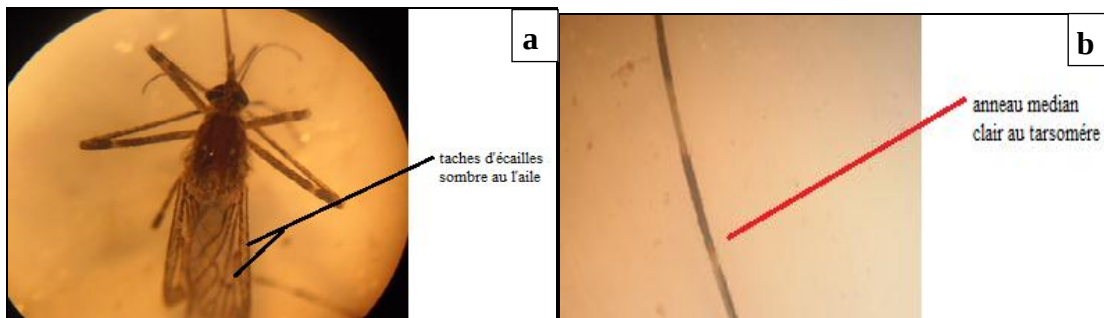




Fig.41: Critères d'identification de *Culiseta annulata* (photo personnel 2014)

A : photographie de l'aile

B : photographie de tarsomère I de patte

C : photographie de siphon respiratoire de

II.2.2.3. Genre *Aedes* :

II.2.2.3.1. *Aedes vexans* (Meigen 1830)

Aedes vexans est une espèce qui été signalée au Maroc et en Libye ; son aire de répartition s'étend aux régions paléarctique, néarctique, orientale et australienne.

Les œufs sont pondus sur la vase humide des mares partiellement asséchées. Ils sont aplatis aux deux extrémités et, au microscope, de fines réticulations sont visibles en surface. Après une incubation qui dure de 4 à 10 jours, ces œufs peuvent rester à sec pendant plusieurs années. Si les conditions de température et d'éclairement sont favorable, ils éclosent de façon synchrone lors de la remise en eau du gîte. Les œufs résistent également au gel.

Le cycle de développement d'*Ae. Vexans*, espèce multivoltine, est rapide, les adultes se déplacent sur de grandes distances et un gîte très productif peut générer une nuisance 40 à 50 Km plus loin. Il s'agit essentiellement d'une espèce printanière, Les femelles peuvent vivre deux mois et prennent leurs repas sur de nombreux hôtes ; elles piquent, pendant tout le nyctémère mais surtout au crépuscule, aussi bien l'homme que le bétail et les oiseaux.

Ae. vexans est l'un des *Aedes* nuisants le plus largement répandus dans le monde. Il est vecteur du virus Tahyna. Très agressif et parfois très abondant, ce moustique est responsable, au printemps, d'une forte nuisance dans les zones de marais et de rizières. (le logiciel de Bruhneset *al.*, 2001).

Les larves elles sont caractérisées par son siphon généralement court et large portant une seule paire de touffes de soies (Figure 42 (a) (b)) (Himmi. 2007) et une disposition des dents du peigne du siphon de 1 à 3 dents nettement isolées (Figure.42 (c)) avec une

ornementation dorsale du siphon caractérisée par l'absence de soie (Figure. 42(c)) (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001)

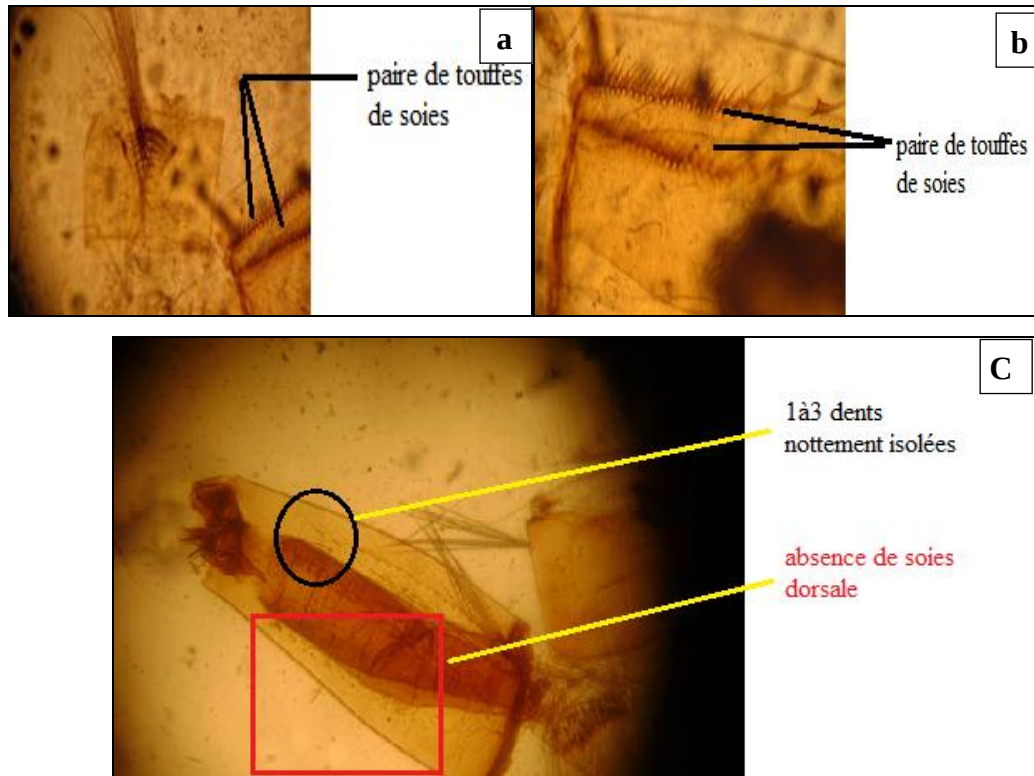


Fig. 42: Critères d'identification de *Aedes vexans* (photo personnel 2014)

A : forme de siphon respiratoire b : les touffes de soiesiphonal respiratoire

c : forme des dents et les soies de siphon respiratoire

II.2.2.4. Genre *Anopheles* :

II.2.2.4.1. *Anopheles labranchiae* Meigen, 1818

Les espèces du genre *Anopheles* semblent préférer les oueds et les mares herbeuses.

Cependant, elles sont absentes dans les eaux polluées (canaux d'eaux usées) favorable à la ponte et à la conservation des œufs de certaines espèces (Louah, 1995).

An. Labranchiae est le seul représentant en Afrique méditerranéenne du complexe « *maculipennis* » ; on peut le rencontrer depuis les zones côtières jusqu'à 1 900 mètres d'altitude. Il atteint aussi les zones sahariennes.

Les gîtes larvaires sont des plus variés (mares, rivières, canaux, bassins, rizières, creux d'arbres... etc.).(le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001)

Les larves d *An. Labbranchiae* caractérisé par soie antennaire 1-A au niveau de tiers basale (Figure.43 (a)) et une distance entre les soies cypheale 2-C inférieur à la distance entre 2-C et 3-C et l'aspect de la soie 2-C aciculée seulement à l'extrémité , et le critère significatif de cet espèce est la ramification en buisson de la soie 3-C (voir la Figure 43 (c))

L'adulte reporté des taches noires sur l'aile qu'est sombre (Figure. 43(b))

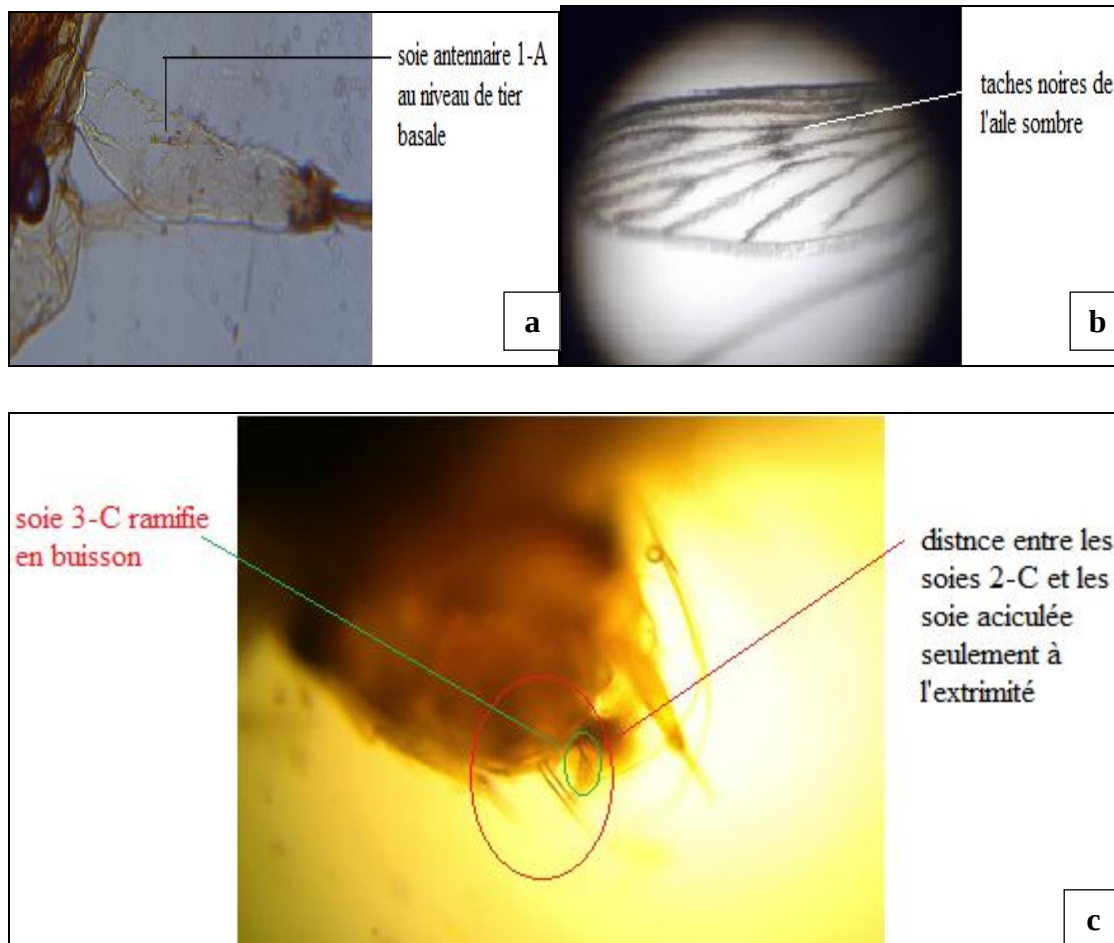


Fig.43 : Critères d'identification de l'*An labbranchiae* (photo personnel 2015)

A: forme de l'antenne

b : forme de l'aile

c : capsule céphalique

II.2.2.4.2. *Anopheles cinereus* Theobald 1903

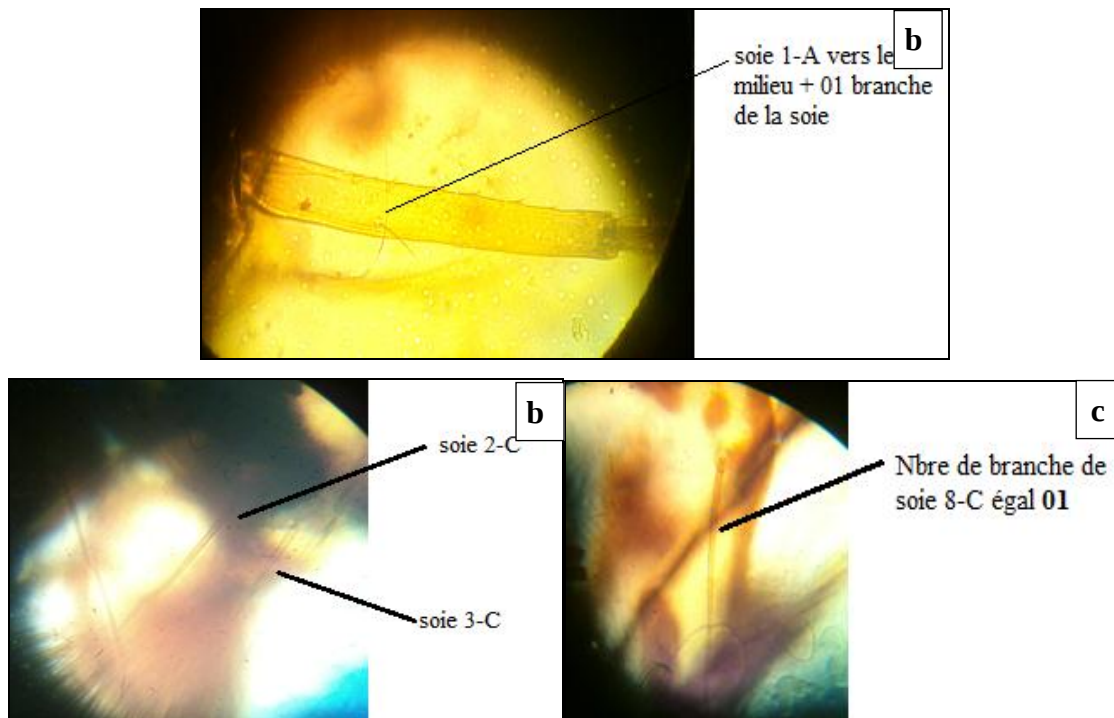
An cinereus a été tous d'abord signalé dans le sud de l'Europe et en Afrique mediterrannée sous le nom d'*An cinereus hispaniola* et parfois même sous le nom *An hispaniola*.

Ses larves se développent essentiellement dans des flaques encombrées d'algues vertes (voir l'annexe) dont elles se nourrissent et qui se trouvent sur le bord des torrents et dans des canaux d'irrigation mal entretenus. L'eau de ces gîtes peut être douce ou légèrement salée.

Les adultes sont très opportunistes ; ils piquent l'homme et les animaux et se réfugient aussi bien dans les maisons que dans les étables. Bien qu'il soit répandu et agressif. Cette anophèle a été rarement trouvée porteuse de sorozoites. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 2001)

Morphologiquement les larves caractérisent par d'insertion de la soie antennaire 1-A vers le milieu et avec un nombre de branche égal à 01 (Figure. 44 (a)), la distance entre la soie 2-C supérieure à la distance entre 2-C et 3-c et la soie 2-C est simple lisse (Figure. 44 (b)) et le nombre de branches de la soie 8-C est 01 (voir les Figures 44(c))

La morphologie des adultes répertoriée par la présence de 03 anneaux blancs de palpe maxillaire et lisse sur toute la longueur et la couleur du segment 5 du palpe maxillaire est blanc seulement à la base et de patte III avec anneau apical clair au tarsomère 4-III (Figure. 44 (d)) et l'aile a 5 taches et nerveux A1 typique (sans écailles) (Figure. 44(e))



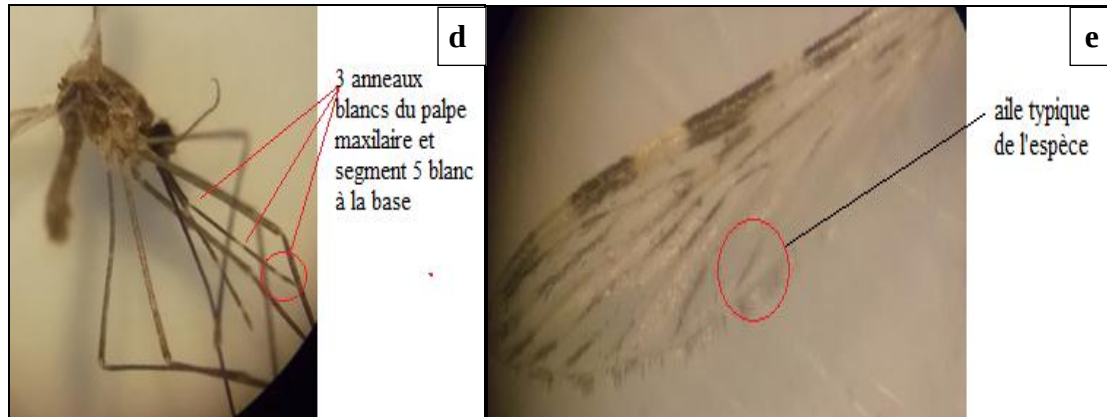


Fig.44 : critères d'identification de l'*Anopheles cinereus* (photo personnel 2015)

a : forme de l'antenne

b : la partie céphalique

c : capsule céphalique

d : palpe maxillaire de l'*Anopheles*

e : l'aile de l'*Anopheles cinereus*

II.2.2.4.3. *Anopheles dthali* Patton 1905

Cette espèce à large répartition orientale a été long temps inconnue au Maghreb. Sa présence est aujourd'hui signalée au Maroc, en Algérie. En Tunisie et en Egypte.

Les larves se développent dans une grande variété de petites collections d'eau claire stagnante ou à faible courant. La présence d'algues vertes est fréquente dans ces gîtes. Les larves supportent une légère salinité (voir les Figures de l'annexe)

Les femelles opportunistes, piquent l'homme et les autres mammifères son rôle de vecteur du paludisme est possible mais non prouvé (Bruhnes *et al.*, 2001)

La larve de cette espèce possède une seule soie 1-A au niveau de la base de l'antenne et une soie 2-C simple lisse (Figure 45), avec un nombre de branches des soies 9-T et 10-T ; 1 et 2 → 3 respectivement

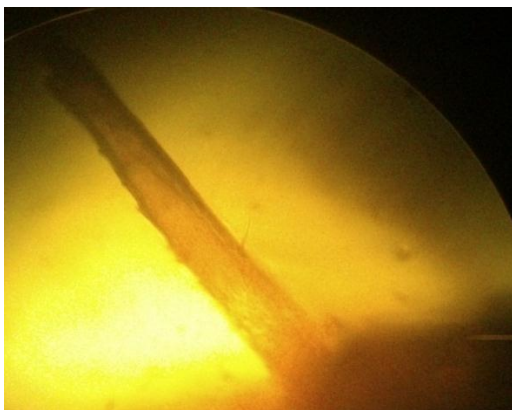


Fig.45:photographie de l'antenne de l'*Anopheles dthali* (originale 2015)

II.2.2.4.4. *Anopheles sergentii sergentii* Theobald 1907

Cette espèce est présente dans toute la méditerranéenne, son aire de répartition s'étend des canaries jusqu'à l'Inde.

Les larves se développent essentiellement dans les petits marécages permanents, dans les cultures, irriguées, dans les flaques et mares résiduelles en bordure d'oueds, dans les canaux d'irrigation encombrés de végétation. Les larves préfèrent l'eau douce mais elles peuvent aussi développer dans de l'eau légèrement salée et les femelles apparaissent essentiellement en automne et hiver. Elles sont opportunistes et piquent indifféremment l'homme et les autres mammifères ; elles se nourrissent aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations.

Cette espèce joue un rôle important dans la transmission du paludisme dans toutes les régions arides et sahariennes de l'Afrique méditerranéenne (Bruhnes *et al.*, 2001)

Leur larve est répertoriée par la présence d'une soie antennaire 1-A au niveau de tiers basale et un nombre de branche de cette soie antennaire égale à **01** et une soie 2-C d'aspect simple lisse (Figure.46(a)) et s'abdomen à une soie 6-IV de nombre de branches égale à **06** (Figure.46 (b)) et un soie 1-V palmée et un foliole (Figure. 46(c))

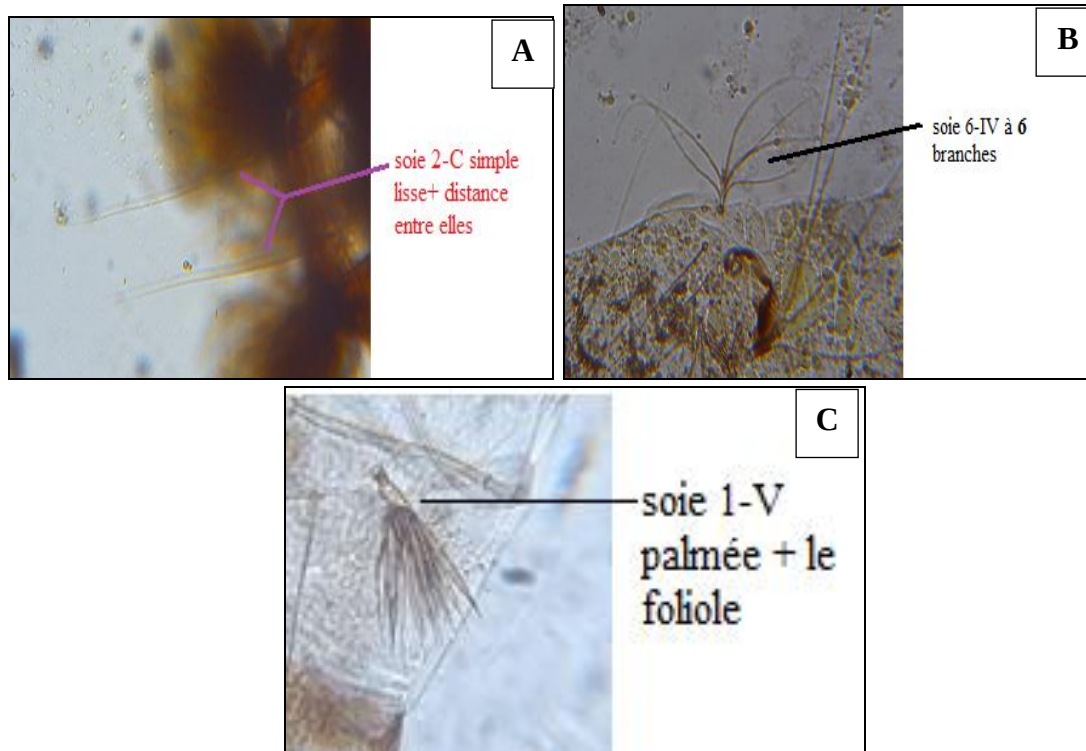


Fig.46 : critères d'identification de l'*Anopheles sergentii sergentii* (photo personnel 2015)

A : partie siphonal

b : forme de l'abdomen

.C : forme l'abdomen

II.2.3. Etude de la biodiversité des Culicidae au region du Lagouat

II.2.3.1. Les Culicidae par gites d'étude dans la région de Laghouat

II.2.3.1.1 Richesse spécifique

Tableau.14 : la structure des espèces des culicidea inventorié sur les sites d'études

Les espèces	Les sites											
	Ain madhi	Kheneg	Elghicha	lalmaya			laghouat		Tadjemout	Sebgag	kafalmalh	
				G1	G2	G3	Oued mzi	Maamourha			G1	G2 G3
<i>Cx pipiens</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	- -
<i>Cx theleiri</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	- -
<i>Cx laticinctis</i>	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	- -
<i>Cx antennatis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	- -
<i>Cs annulata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	- -
<i>Cs logiareolata</i>	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	- +
<i>An labranchaie</i>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	- +
<i>An dthali</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>An cinereus</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>An sergentii</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Aevescans</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

La lecture de cette tableau 14 et de Figure 47 montre que l'espèce de *Cx pipiens* contactée dans deux sites Kheneg et Lalmaya G1, et celle de *Cx theleiri* existe dans trois stations Kheneg et Lalmaya G1et G2. *Cx laticinctis* à Kheneg et Lalmaya G1 et Oued mzi et pour l'espèce *Cx antennatis* seulement dans le site préurbaine kheng

Selon le genre de *Culiseta* nous remarquons que *Cs logiareolata* inventoriés dans plusieurs sites ; Kheneg et Lalmaya G1, Maamourha, Tadjemout, Touglatine (sebgag) et Kaf almalh G3 mais l'espèces *Cs annulata*, observé une seule fois au G2 Lalmaya

Le genre d'Anophèles ont observent dans le site de Lalmaya et Kaf almalh : *An labranchaie* dans quatre gites ; G1 et G2 de Lalmaya et G1, G3 de Kaf almalh *An cinereus* dans quatre gites aussi ; G2 et G3 de Lalmaya et Kaf almalh

An sergentii sergentii dans les gites G2 et G3 de Lalmaya, l'espèce de *An dthali* uniquement dans le site de Kaf almalh aux G1, G2 et G3.

Le genre *Ae vescans* uniquement dans le site d'Ain madhi.

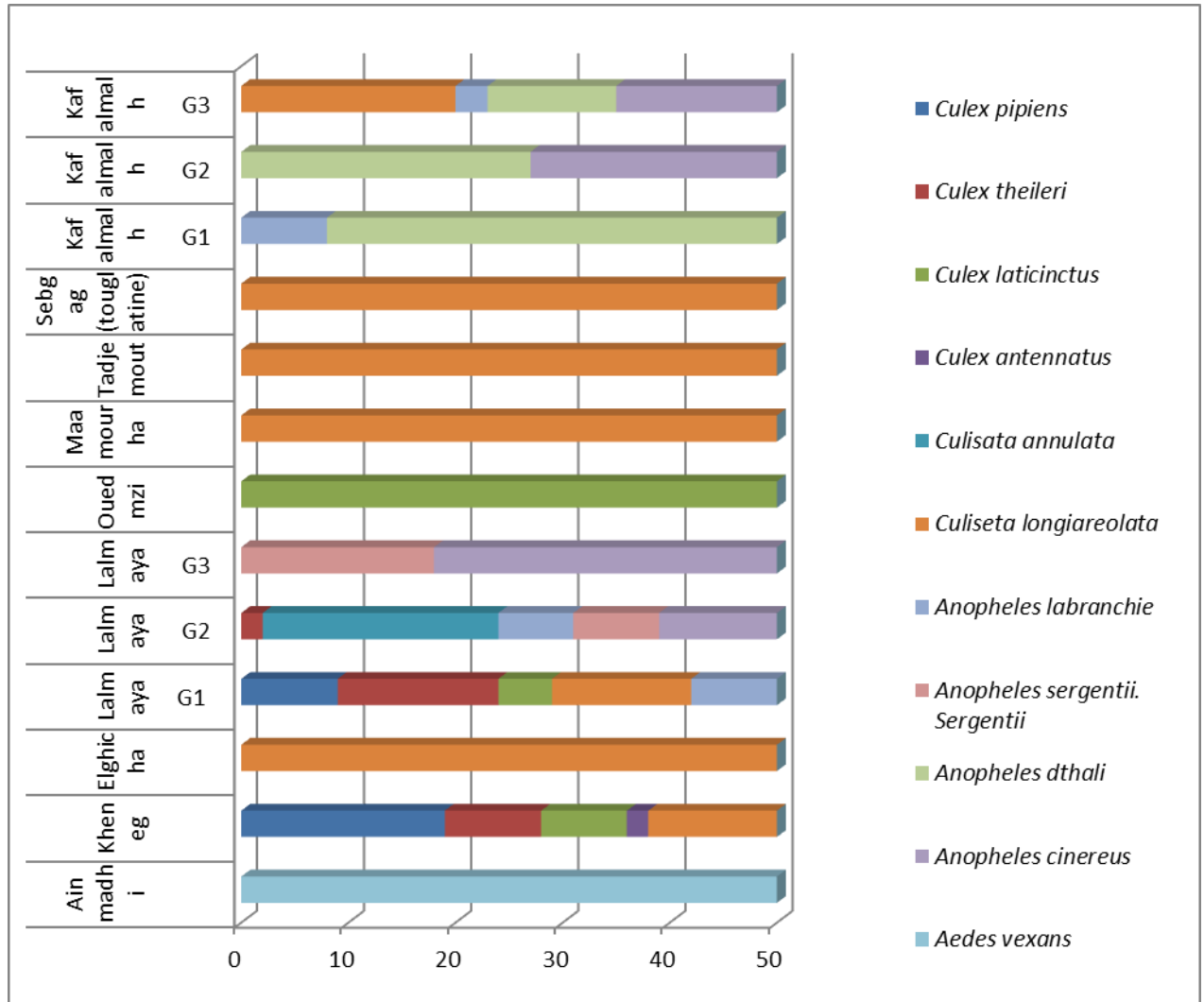


Fig. 47 : résultat de la structure des espèces inventorié dans région de Laghouat

II.2.3.1.2 Indice de diversité shannon –weaver et d'équitabilité :

Tableau.15 : Résultat sur l'indice de diversité de shannon-weaver et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études

Les gîtes espèces	Ain madhi	Kheneg	Elghicha	Lamaya			Oued mzi	Maamourha	Tadjemout	Touglatine (Sebgag)	Kafalmah		
				G1	G2	G3					G1	G2	G3
Culex pipiens (Linnaeus, 1758)	0	19	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Culex theileri Theobald, 1903	0	9	0	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Culex laticinctus (Edwards, 1913)	0	8	0	5	0	0	50	0	0	0	0	0	0
Culex antennatus Becker, 1903	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Culiseta annulata (Schrank, 1776)	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0
Culiseta longiareolata (Macquart, 1838)	0	12	50	13	0	0	0	50	50	50	0	0	20
Anopheles labranchie (Meigen, 1818)	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0	8	0	3
Anopheles sergentii. Sergentii Theobald 1907	0	0	0	0	8	18	0	0	0	0	0	0	0
Anopheles dthali Patton 1905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	27	12
Anopheles cinereus Theobald 1903	0	0	0	0	11	32	0	0	0	0	0	23	15
Aedes vexans (Meigen 1830)	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effectif	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
H'	0	2.07	0	2,22	2.00	0.94	0	0	0	0	0.63	1	1.78
S	1	5	1	5	5	2	1	1	1	1	2	2	4
H'max	0	2.32	0	2,32	232	1	0	0	0	0	1	1	2.32
E	0	0,89	0	0,95	0,86	0,94	0	0	0	0	0,63	1	0,89

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 **Ain madhi, Elghicha, Touglatine** (Sebgag), **Maamourha** , **Oued mzi** et **0.63** bite de **Kaf almalh G1** et plus de 2 ; 2.00 bite a **G2 Lalmya**, 2.07 bite a **Khneg** et 2.22 bite **Lalmaya G1** qui sont riche en espèces (**5 espèces**)

concerne l'équitabilité présente une valeur de **0** au niveau des stations (Ain madhi ; Elghicha ; Maamourha ; Touglatine (sebgag) ; Tadjemout).et **0.63** Kaf almalh G1. Et des valeurs proche élevées : **0.89** au Kaf almalh et kheneg, et **0.86** a Lalmya G2 et les Lalmaya G1 et G3 avec valeur de **0.95** (Les effectifs des espèces ont tendances à être en équilibre entre eux) et une valeur égal **1** à Kaf almalh G2 (le plus bon équilibre entre les populations de cette gite).

II.2.3.1.3. Abondances des genres dans la région de Laghouat

Tableau 16 : nombre et pourcentage des genres dans la région de Laghouat

Genre	N	F %
<i>Culex</i>	119	18.3
<i>Culiseta</i>	267	41.07
<i>Anopheles</i>	214	32.92
<i>Aedes</i>	50	7.92

La majorité de la faune Culicidienne inventoriées (650 individus) représenté par le genre *Culiseta* surtout au niveau des gites urbaine et pré urbaine(**41.07%, n=267**) donc considéré comme plus présent suivi par le genre d'*Anophele* au niveau des gites ruraux (**32.92%, n= 214**), de la faune totale, suivi par les genres de *Culex* (**18.30%, n=119**) et à la fin le genre *Aedes* avec un taux (**07.92%, n= 50**) (voir la Figure 46,47)

notre résultat est entièrement inverse à celle de l'étude du (Bakwo et *al.*, 2009) pour le genre de par ce qu'ils obtiennent les resultat suivante :

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**). *Culex fatigans* a été l'espèce dominante, suivie de *Cx tigripes* et ensuite *Aedes albopictus*.

Deux espèces d'anophèles ont été récoltes: *A. gambiae* et *A. funestus* qui n'a été que très faiblement représentée.

En peut lire cette différenciation cause des conditions climatique qui sont tout fait différent lorsque **Yaoundé** (Cameron) zone tropical humide et **Laghouat** 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).

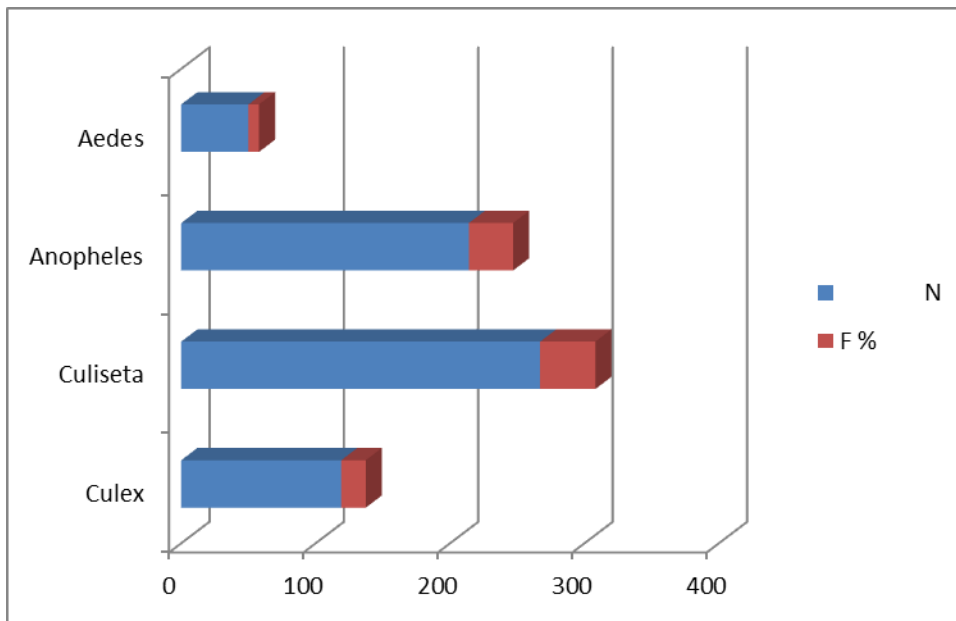


Fig.48 : résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la région de Laghouat

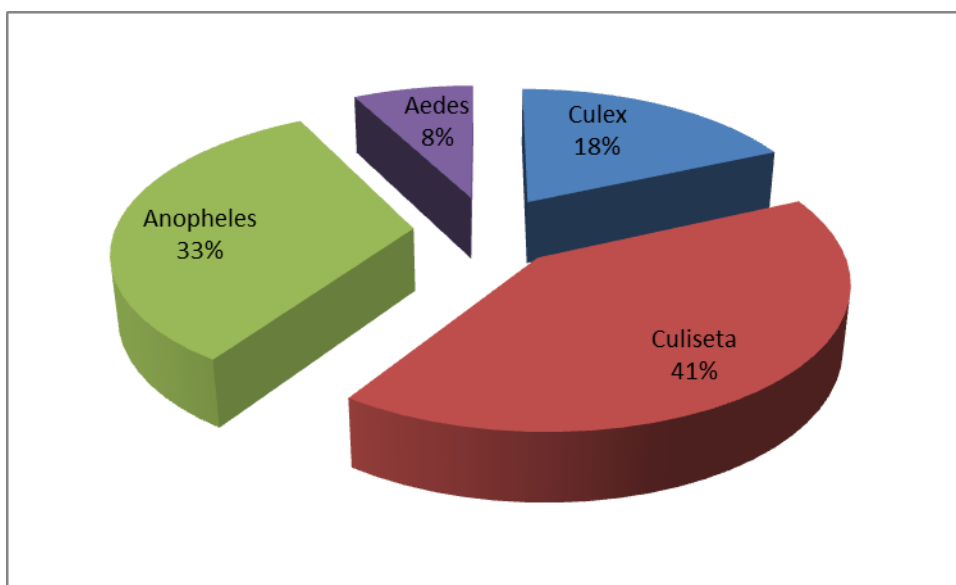


Fig. 49 : résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la région de Laghouat

II.2.3.1.4. Abondances des espèces dans la région de Laghouat

Les résultats de l'abondance relative des différentes espèces de culicidae sont présentés dans le tableau 17 et les barres graphiques de l'annexe

Tableau 17: abondances relatives appliquées aux espèces de culicidae.

Les espèces	Ni : le nombre d'individus de l'espèce prise en considération	C : l'abondance relative %
<i>Cx pipiens</i>	28	04.30
<i>Cx theleiri</i>	26	04.00
<i>Cx laticinctis</i>	63	09.70
<i>Cx antennatis</i>	02	00.30
<i>Cs annulata</i>	22	03.38
<i>Cs logiareolata</i>	245	37.70
<i>An labranchaie</i>	26	04.00
<i>An cinereus</i>	81	12.46
<i>An sergentii sergentii</i>	26	04.00
<i>An dthali</i>	81	12.46
<i>Ae vescans</i>	50	07.70

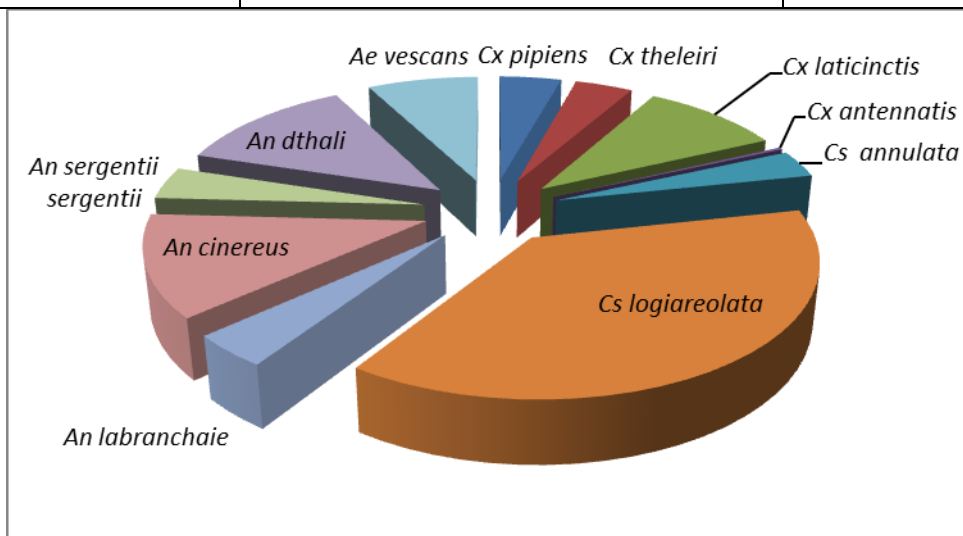


Figure. 50 : l'abondance relative des espèces de culicidae dans les sites

Les résultats cumulés dans le Figure 50 montrent des valeurs des abondances relatives qui varient d'une espèce à l'autre selon les effectifs, nous remarquons Sur les 11 espèces récoltées la plus dominante est *Cs. logiareolata* 37.70%, suivie de *An cinereus An dthali* et avec 12.46% pour les deux et *Cx laticinctis* avec 09.70%, *Ae vescans*, 07.70% et les moins dominantes *Cx pipiens* avec 04.30% puis *Cx theleiri*, *An labranchiaie* et *An sergentii sergentii* ensuite enfin *Cx antennatis* et avec taux de 04.00% respectivement. *Cs. Annulata* avec un taux de 03.38%

Nassima Messai et leur groupe à Mila (zone semi-aride) en 2004-2005 révélé, après identification, la présence de 12 espèces appartenant à deux sous-familles: *Anophelinae* et *Culicinae*. Les espèces les plus abondantes sont respectivement *Culex pipiens* (61,14 %), *Culiseta longiareolata* (15,06 %) et *Anopheles labranchiae* (9,25 %).

II.2.3.1.5. Richesse totale et moyenne

Tableau. 18 : distribution de la richesse spécifique dans les stations d'études

Les sites Les especes	Ain madhi	Kheneg	Elghich a	Lalmaya			laghouat		Tadjem out	Sebgag (touglatine)	Kaf almalh		
				G1	G2	G3	Oued mzi	Maamourha			G1	G2	G3
richesse spécifique(S)	01	05	01	5	5	2	01	01	01	01	02	02	04
richesse spécifique globale (Stot)	11												

Les résultats portés dans le tableau 18, montre que la richesse maximale des espèces de Culicidae est obtenue au niveau de la station Kheneg et G1 et G2 de Lalmaya avec 05 espèces suivie par la station de Kaf almalh G3 avec 04 espèces et puis par deux espèces pour les sites de Lalmaya G2 et Kaf almalh G1 et G2 enfin les stations d'Elghicha et Ain madhi, Laghouat (Oued Mzi et Maamourha), Tadjmout, Sebgag (touglatine) avec une seule espèce.

II.2.3.2. Les culicidae par zone (Urbaine, Préurbaine et Rurale) d'étude dans la région de Laghouat

II.2.3.2.1 Richesse spécifique D'après la Figure 49 au suivant

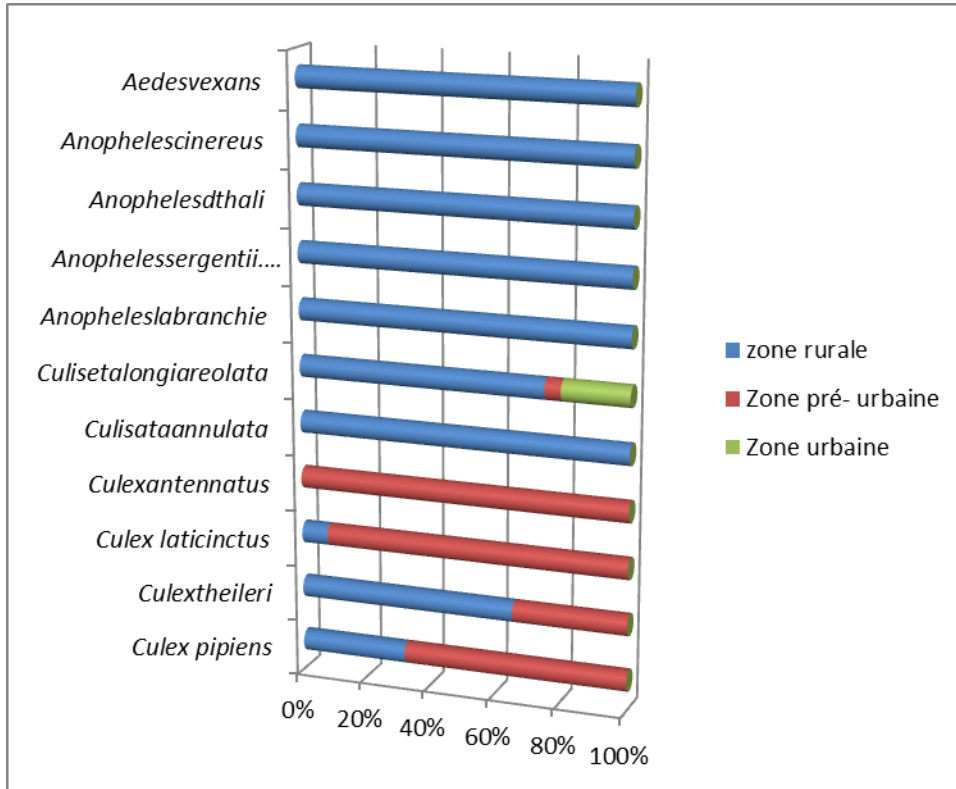
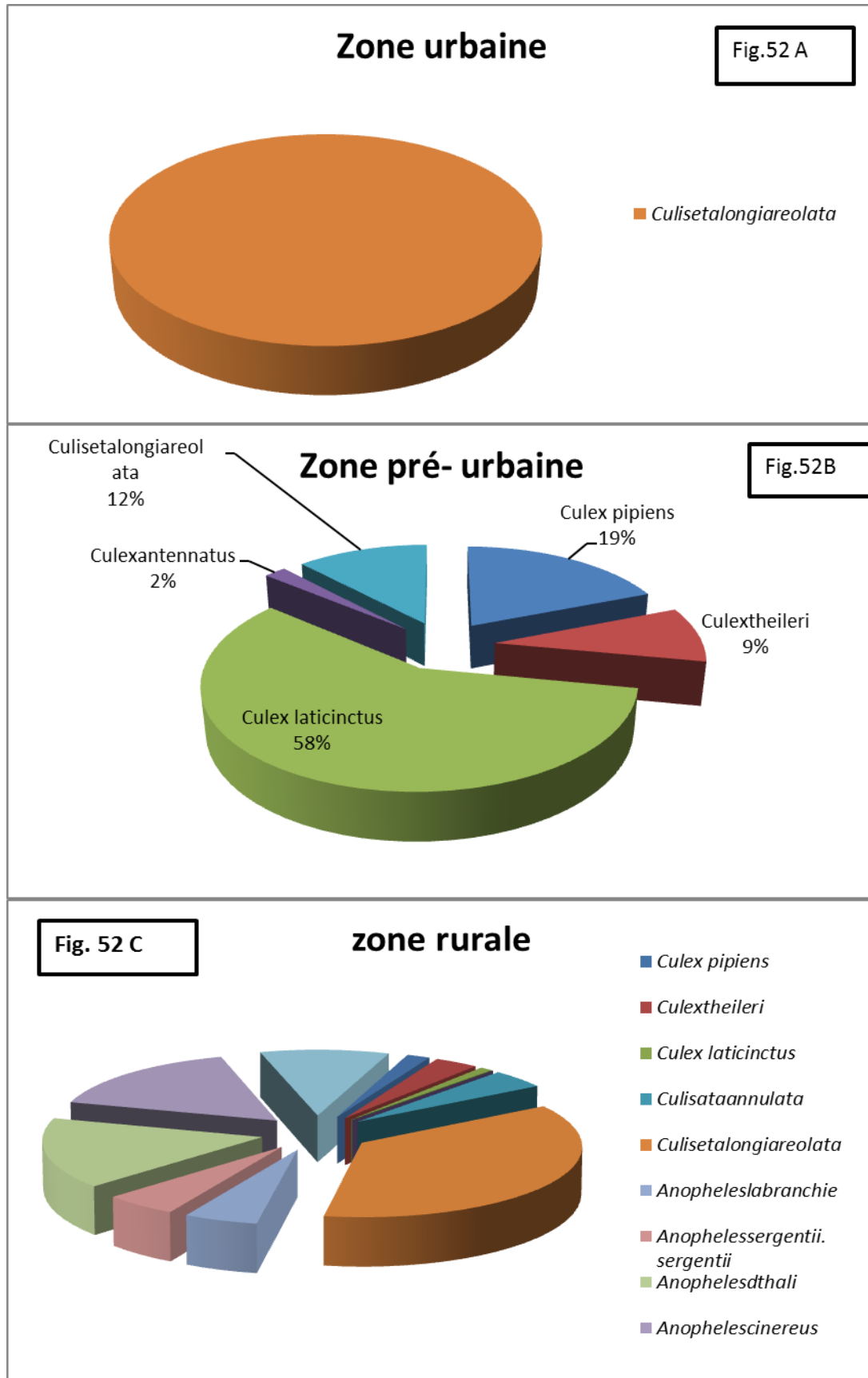


Fig. 51 : la structure des espèces des culicidés inventorié sur les 3 zones d'études

La faune Culicidienne de région de Laghouat elle est concentrée au niveau de zone **rurale** par un grand abondance et diversité (**10 espèces**) après à la suite la zone **préurbaine** et seulement en 02 stations révéla la présence de **05 espèces** ; dont 4 de genre *Culex* et siter que l'espèce de *Cx antennatus* trouve spécifiquement dans cette zone ; et un espèce *Culiseta longiareota*.

Pour la zone **urbaine** (la vile de Laghouat) on a remarquant que une seule espèce de *Culiseta longiareota*.

Dans l'étude de Ben malek Louiza (2010) a zone humide (l'extrême Nord-Est algérien) révéla la présence de 07 espèces pour les sites urbains et 08 espèces pour les sites ruraux. Et se confirme que les zones ruraux sont plus diversifiées que les zones urbains, à cause de traitement anti moustique des autorités locale (service d'hygiène) (on a prospectent plusieurs endroits au niveau de la vile de Laghouat ; sité Mhafiir, site universitaire et site Wiam mais remarquant l'absence de faune Culicidienne



Figs. 52(A, B, C) résultat d'abondances des genres des Culicidés dans la zones (urbaine ; A , préurbaine ; B et rurale ; C) de Laghouat

II.2.3.2.2 Indice de diversité shannon –weaver et d'équitabilité :

Tableau 19 : Richesse totale et moyenne, indice de diversité de Schanon - Weaver (H'), indice de diversité maximale (H' max) et l'indice d'équirépartition (E) des Culicidae dans la région

Zones espèces	zone rurale (lalmaya, kafalmaalh,tadjmout, ainmadhitouglatine [sebgag], Elgicha)	Zone pré- urbaine (oued mzi, khneg)	Zone urbaine (Maamourha)
<i>Culex pipiens</i>	09	19	/
<i>Culex theileri</i>	17	09	/
<i>Culex laticinctus</i>	05	58	/
<i>Culex antennatus</i>	/	02	/
<i>Culisata annulata</i>	22	/	/
<i>Culiseta longiareolata</i>	183	12	50
<i>Anopheles labranchiea</i>	26	/	/
<i>Anopheles sergentii. sergentii</i>	26	/	/
<i>Anopheles dthali</i>	81	/	/
<i>Anopheles cinereus</i>	81	/	/
<i>Aedes vexans</i>	50	/	/
Effectif	500	100	50
H'	2.69	1.70	00
S	10	05	01
H'max	3.32	2.32	00
E	0.81	0.73	00

A- Zone Urbain

Les résultats mentionnés dans le tableau 18, présentent les valeurs de l'indice de diversité de Shanon et Weaver (H'), de la diversité maximale (H' max) et d'équirépartition (E) au niveau du site urbain (Maamouraha).

H' et E égal à 00 car cette zone inventoriée par seul espèce

B- Zone Préurbain

D'après les résultats de tableau on a déterminé la valeur de H' par **1.70** bite et H' max par **5** bite (valeurs moyenne)

En ce qui concerne l'équitabilité (E), qui permet de comparer la structure du peuplement affiche la valeur de **0.73** qu'est indiqué que effectifs des espèces de cette zone peut être en équilibre.

Ben malek (2010) à Annaba révèle des valeurs variées de **0.97** à **1.91** de H' dans les sites Urbains et des valeurs de E ; de **0.68** jusqu'à **0.97** (plus équilibre)

Selon Nawal et saoudi 2015 à la région d'Oum El Bouaghi l'indice de diversité révèle des valeurs variant entre **0,98** à **1,16** pour les sites urbaines et pour E affiche les valeurs entre **0,33** et **0,38**

C- Zone Rural

Cette zone a un indice de diversité (H') égal **2.69** (riche en espèces ; 10 espèces) pour l'équitabilité (E) présente une valeur de **0,81** au niveau de ce zone rurale ce qui explique que les populations sont équilibrés.

L'étude de Ben malek à El-Kala (zone rurale) révèle une valeur de H' entre **0.49** et **1.82** et valeurs de E entre **0.00** et **0.78**.

On a remarquons que notre résultat c'est l'inverse de Louiza Ben malek car on a les espèces de zone rurale plus équilibrées entre eux (**0.81**) que les espèces de zone urbaine (**0→0.73**) par contre au l'extrême Nord-Est algérien ; zone rurale (**0.00→ 0.78**) et zone urbain (**0.68→0.97**)

Nawal et Saoudi dans la région semi-aride d'Oum El Bouaghi au période de 2010 – 2011 montrent que L'indice de diversité révèle des valeurs qui varient entre **0,88** à **2.00** et de E varient de **0.44 → 0.80**

II.2.3.2.3. Abondances des espèces dans les zones de région de Laghouat

Tableau. 20: abondances relatives des espèces de culicidae dans les trois zones

Zones espèces	zone rurale (lalmaya, kafalmalh, tadjmout, ainmadhitouglatine [sebgag], Elgicha)		Zone pré- urbaine (oued mzi, khneg)		Zone urbaine (Maamourha)	
	Ni	Fi %	Ni	Fi%	Ni	Fi%
<i>Culex pipiens</i>	09	1.8	19	19	/	00
<i>Culex theileri</i>	17	3.4	09	09	/	00
<i>Culex laticinctus</i>	05	01	58	58	/	00
<i>Culex antennatus</i>	/	00	02	02	/	00
<i>Culiseta annulata</i>	22	04.40	/	00	/	00
<i>Culiseta longiareolata</i>	183	36.60	12	12	50	100
<i>Anopheles labranchiea</i>	26	05.20	/	00	/	00
<i>Anopheles sergentii.</i> <i>sergentii</i>	26	05.20	/	00	/	00
<i>Anopheles dthali</i>	81	16.20	/	00	/	00
<i>Anopheles cinereus</i>	81	16.20	/	00	/	00
<i>Aedes vexans</i>	50	10	/	00	/	00

Les résultats de tableau 20 montrent les différentes fréquences trouvées pour chaque espèce et pour chaque zone

A- Zone urbaine :

L'espèce dominant est *Cs longiareolata* (100%)

B- Zone préurbaine :

On a la présence d'une espèce dominante est *Culex laticinctus* (58%) et les reste espèces sont moins présents; *Culex pipiens* (19%), *Culex theileri* (09%), *Culex antennatus* (02%) et *Culiseta longiareolata* (12%). En comparaison avec les résultats de Ben malek ; l'espèce qui considérée dominante est *Culex pipiens* (51.29%) pour la zone urbaine du Annaba.

C- Zone Rurale :

L'espèce la plus abondante est *Culiseta longiareolata* (**36.60%**) et les autres espèces sont considérées comme des espèces accessoires (très rares)

Ben malek révèle aux zones rurales de leur études que l'espèce de *An labranchiae* la plus abondante (**70.11%**) au site El-Kala et l'espèce ; *An sacharovi* la plus abondante (**90.00%**) au site Lac Fetzara

Nawal et Saoudi dans la région semi-aride d'Oum El Bouaghi au période de 2010 – 2011 montrent que *Cx. pipiens* est l'espèce la plus commune (**78,27%**) dans le site urbain, alors que les autres espèces sont très rares du fait qu'elles sont présentes moins de **25%** de relevés. Et elles révèlent que l'espèce *Culiseta longérolata* est abondante dans le site rural avec **43,20 %**.

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

La première partie de notre étude a été consacrée à l'identification des espèces de moustiques échantillonnés dans la région de Laghouat entre avril 2014 et mai 2015. Des inventaires ont été effectués dans 13 sites (urbain, périurbain et rural) et chaque site est divisé en station. Les prospections menées sur terrain, ont permis d'inventorier 11 espèces de Culicidae appartenant à quatre genres (*Culex*; *Aedes*; *Culiseta*; et pour la première fois au Laghouat on a trouvées quatre espèces de genre *Anopheles*).

Afin de caractériser le peuplement *Culicidienne* de cette région des paramètres écologiques ont été calculés à connaître l'abondance, la richesse, la fréquence centésimale et la distribution d'abondance des différentes espèces, composant ce peuplement. Nos résultats montrent un Déséquilibre entre les trois régions concernant la richesse totale avec 11 espèces, pour ce qui est de la richesse moyenne et le nombre total d'individus, les zones rurales marquées les valeurs les plus supérieures.

Lors de notre échantillonnage cinq paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés, au niveau de 10 gîtes d'étude : DBO₅ ; pH; MES ; température et salinité, montrent des variations spatiotemporelles. L'analyse montre un effectif larvaire élevé; lorsque la DBO₅ et MES sont élevés pour le gîte de Khneg et le contraire pour les autres gîtes (comme le cas de gîte Ain madhi et Lalmaya); un pH alcalin dans tous les sites.

Et on a montré que, les gîtes polluées constituent le biotope le plus favorable pour le genre *Culex* et les gîtes claires pour le développement des larves d'*Anopheles*, Se trouvent le genre *Aedes* dans les gîtes isolées et *Culiseta* dans tous les gîtes.

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

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

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

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

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographique :

- Anonyme, 2006 – *Elephantiasis*. <http://www.pbase.com/orif/image/64263516> (06/2010)
- Anonyme 2007. Confédération suisse et Département fédérale de l'économie (DFE) ; offices vétérinaire fédérale(OVF); monitoring (MON).
- Anonyme, 2010 - Le paludisme tue 180 000 personnes par an en RD Congo, selon l'OMS. <http://radiookapi.net/actualite/2010/04/25/le-paludisme-tue-180-000-personnes-par-an-en-rd-congo-selon-l%E2%80%99oms/> . (06/2010)
- Anonyme 2011. Redlav (Reseau Trensfrontalier de Demstication et de lutte anti vectorielle
- Abassi Nawal, Saoudi. S, 2015 études Systématiques et bioécologiques des Culicides de la région d'Oum El Bouaghi, Département de Biologie, Faculté des Sciences thèse Magistère Université Badji Mokhtar -Annaba- Algérie.
- 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.
- Andreo S. 2003. L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampoing a 0,07% de deltamethrine sur un moustique du complexe *Culex pipiens*.Th. : Med.Vet. : Toulouse,; 128. 63 pp.
- Bakwo Eric Moise, Patrick Ntonga Akono, Philippe Belong et Jean Messi. Impact des aménagements piscicoles sur le pullulement culicidien à Yaoundé, Cameroun ; Entomologie faunistique– Faunistic Entomology 2010 **62**(3), 109-114.
- 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

- Becker N., Huber K., Pluskota B. & Kaiser A. (2011). *Aedes japonicus japonicus* - a newly established neozoan in Germany and a revised list of the German mosquito fauna. *European Mosquito Bulletin* 29, 88-102.
- Belayedi, K., 2010. Caractérisation des peuplements de culicidés ornithophiles, mammophiles et anthropophiles responsables de la transmission de maladies au niveau des régions lacustres du Parc National d'El-Kala. Mémoire de Magister. Univ. Badji Mokhtar. Annaba. P 128
- Bendali S.F., 1989. Etude de *Culex pipiens* anautagène. Systématique et lute Bacteriologique *Thuringiensis israelensis* sérotype H14.B. *sphaericus* 1953 et espèces d'hydra-cariens. Thèse de Magister en Arthrologie Université d'Annaba.
- Ben malek L., 2010 ; Etude bioécologique des culicidae des zones urbaine et rurales de l'extrême Nord-Est Algérien. Lutte bactériologique par le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*. thèse magister, Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie.
- Berchi S., 2000. Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doctorat Univ. Mentouri, Constantine, 133 p.
- Blondel J., 1979 – *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- Blondel J., FERRY C. et FROCHOT B., 1973 – Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 10 (1-2) : 63-84.
- Bouabida Hayett, Djebbar Fouzia et Soltani Nouredine, 2007. Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie), *Entomologie faunistique –Faunistic Entomology* 2012 65, 99-103pp.
- Boubidi S-Ch, 2008. (a) Notions de base en Entomologie, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008.

- Boubidi S-Ch, 2008. (b) Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008, P49.
- Boukraa Slimane, 2010 ; Bio-systématique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans et aux alentours des fermes d'élevage en Belgique, Université de Liege Gembloux Agro Bio-Tech programme AVERROES. Thèse Bio-ingénieur.
- Boyer S., 2006. Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales.
- Brunhes J., 1999 ; Culicidae du Maghreb. Description d'Aedes (Ochlerotatus), Biskraensis n. sp. D'Algérie (Diptera, Nematocera). Bulletin de la société entomologique de France, 104 (1), 25-30.
- Brunhes J., Hassain K., Rhaim A., Hervy J-P., 2000 :Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Ent. France, extrait: 105(2) : 195-204
- Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. et Hervy J.P, 1999. Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'Institut de Recherche pour le Développement (I.R.D.), Montpellier, ISBN 2-7099-1446-8.
- Cachareul A. I. 1997. Les moustiques : cycle de développement, aspects anatomo-physiologiques et regulation du cycle ovarien. 131 pp.
- 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.
- Chabasse D. 2001. Ectoparasites et vecteurs d'intérêt médical.
- 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.
- Croset H, Papeirok B., Rioux J-A, Gabiinaud A., Cooserans J. et Arnaud D., 1976 – Absolute estimate of larval population of capture – recapture, removal and dipping methods. *Ecolog. Ent.*, (1): 251–256 p.

- De Belaire, 1990. Structure et fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco- complexes lacustres et marécageux (El-Kala), est Algérie. Thèse doctorat. Univ. U.S.T.L. Monpolier. France.
- Dajoz R., 1982. Précis d'écologie. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 p.
- Dajoz R., 2000. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris : 615p.
- Dajoz R., 1971. Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 343 p.
- Danis M., Mouchet M., Giacomini T., Guillet P., Legros F. and Belkaïd M., 2005 - Indigenous, introduced and airport malaria in Europe. *Méd. Mal. Infect.*, 26 (3) : 393-396 p.
- Dauphin G. et Zientara S., 2005 - Infections par le virus du Nil occidental : synthèse et actualités épidémiologiques. *Virologie*, 9 (5) : 395–408 p.
- Dieng H. (1995) - Les moustiques et la transmission du paludisme en 1995 dans la zone de Niakhar (Sénégal). Mémoire de D. E. A. de Biologie Animale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 129p.
- El Ouali Lalami Abdelhakim, Hindi Taoufik, Azzouzi Amal, Lahsen Elghadraoui, Saad Maniar, Faraj Chafika, Adlaoui El Bachir, Ameer Ibtissam, Koraichi Saâd Ibnsouda, 2008. Inventaire et répartition saisonnière des Culicidae dans le centre du Maroc. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 2010 62 (4), 131-138pp.
- Eldrige B.-F. et Edman J.-D., 2000 – Medical entomology. Kluwer Academic Publishers, London, 659 p.
- Euzeby J. 2008. Grand dictionnaire illustre de parasitologie medicale et veterinaire. Paris : Editions Tec&Doc, 818 pp.
- 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.

- Faraj C. 2006. Cycle gonotrophique de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 99, 119-121.
- Faurie C., Devaux J., Hemplinne L., 2003. Ecologie Approche scientifique et pratique. Ed. TEC et DOC, Paris, 407p.
- Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1984 - Ecologie. Ed. Baillière J. B., Paris, 168 p.
- Frontier S., Pichod-viale D., Lepretre A., Davoult D. et Luczak C.H. (2004) – Ecosystème, structure, fonctionnement, évolution. 3Ed. Dunod, Paris, 549 p.
- Gillon Y. et Gillon D., 1973 - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : Données quantitatives sur les Arthropodes. Rev. Ecol. (Terre et la Vie), 27 : 297-323pp.
- Grassé P., Raymond A. et Odette T. (1970) - Zoologie I, invertébrés, 2^e Edition revues et complétée. Ed Masson, Paris : 718-722 pp.
- Halitim A, 1998. Les soles des régions arides d'Algérie. Ed : OPU, Algérie .384p.
- Harwood R. F. & James M. T., 1979. Entomology in human and animal health- Mac Millan Publishing Co., Inc., New York, Collier MacMillan Canada., 548p.
- Hegh E., 1921. Les moustiques, mœurs et moyens de destruction. Ed. Imprim. Indust. & Financ., Bruxelles, 239 p.
- Henrique R. (2004) - Les Toxorhynchites Theobald de Madagascar (Diptera : Culicidae) .Ann. Soc. entomol. Fr. 40 (3-4): 243-257 pp.
- Hervy J.-P. et Coosemans M., 1979 – *L'élevage des Aedes et des Anopheles, Réalisation et intérêt pratique*. XIX^e Conférence Technique, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso : 668–681
- HIMMI Oumnia, 2007. LES CULICIDES (INSECTES, DIPTERES) du Maroc : SYSTEMATIQUE, ECOLOGIE ET ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE PILOTES. Thèse de Doctorat d'état en BIOLOGIE, option ECOLOGIE, Faculté Des sciences, Université Mohammed V – AGDAL, Rabat.
- Howard L. O., Dayer H. G et Knab F., 1912. The mosquitoes of North and Central America and the West Indies. Vol. I. A general consideration of

mosquitoes, their Habitat and their relations to the human species. Carnegie Inst. Of Wash. P. 172-75.

- Lecointre G., Hervé G., 2001. Classification phylogénétique du vivant, Belin. Arthropodes Wikipédia.
- Legendre L. et Legendre P., 1984 – Ecologie Numérique, la structure des données écologiques. Ed. Masson, Paris, Presse Univ. Québec, T. 2, 335 p.
- 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.
- Louah A. 1995. Ecologie des *Culicidae* (Diptères) et état dupaludisme dans la péninsule de Tanger. Thèse d'Etat ès- Sciences, Univ. Abdelmalek Essaadi, Fac. Sci. Tétouan, 266 p
- Knight, K.L. et Laffoon J.L., 1970b - A mosquito taxonomic glossary. IV. Adult thoracic appendages. Mosq. Syst. Newslett. 2 (4) : 165- 177.
- Knight, K.L. et Laffoon J.L., 1971. A mosquito taxonomic glossary. V. Abdomen (except female genitalia). Mosq. Syst. Newslett. 3 (1) : 8–24.
- Kwok H. K. et Corlett R. T., 2001 – Seasonality of forest invertebrates in Hong Kong, South China. Journal of Tropical Ecology, 18 : 637 – 644pp.
- Mackenzie JS, Smith DW.1996. Mosquito-borne viruses and polyarthritis. Med J Aust 164:90–93
- MarmKil patrick A., MEOLA M. A., MOUDY R. M., KRAMER L. D. 2008. Temperature, viral genetics and the transmission of West Nile virus by *Culex pipiens* mosquitoes.
- Matile L., 1993 – *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris ,T. I,439 p.
- Matsuo K., Yoshida Y., et Kunou I., 1972 - The Scanning Electron Microscopy of Mosquitoes (Diptera : Culicidae), The Egg Surfaces of Five Species of *Aedes* and *Armigeres subalbatus*. J. Kyoto Pref. Univ. Med., 81 (7) : 358–363.
- Mavoungou, J. F. 2007. Variation de l'abondance relative de stomoxes le long d'un transect : Forêt primaire-forêt secondaire-ville de Makokou. Écologie et

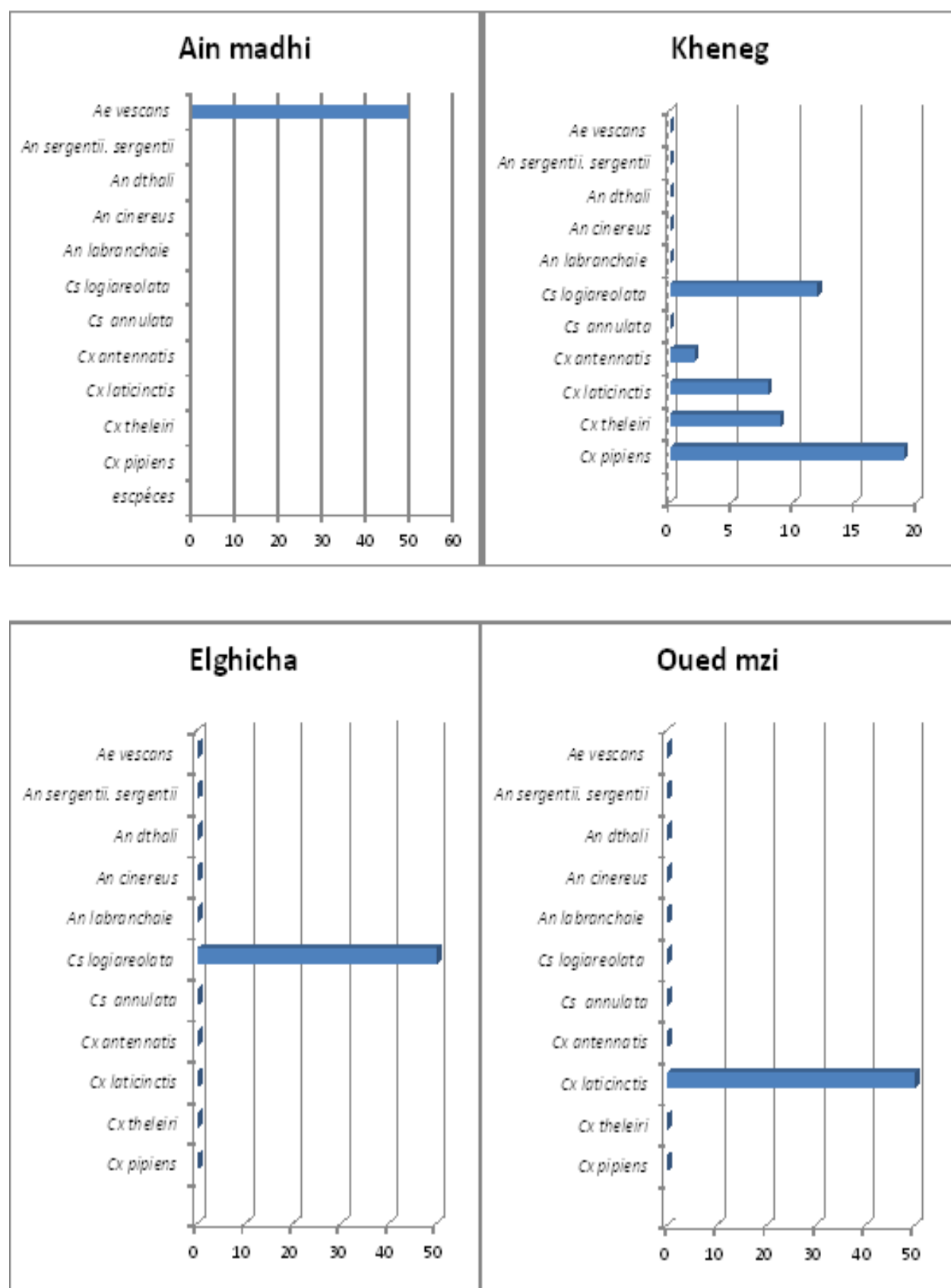
- rôle vecteur des Stomoxes (Diptera: Muscidae) au Gabon. Thèse de doctorat. Montpellier III. 137, 48-71.
- Morin A., 2002. Note de cour: les Arthropodes. Biologie U. d'Ottawa.
 - Mouchet J., Rageau J. et Chippaux A., 1969 - Hibernation de *Culex modestus* Ficalbi (Diptera, Culicidae) en Camargue. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. Méd. et Parasitol.*, 7 (1) : 35–37.
 - Nassima Messai , Berchi S , Boulknaf F et Louadi K.2005, Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie) Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2011 (2010) 63 (3), 203-206
 - 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.
 - Parmesan, C. et Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*. 421, 37-42.
 - Parola P., 2005. Utilisation des arthropodes comme outils épidémiologiques et diagnostiques des maladies infectieuses émergentes.
 - 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.
 - Ramade F., 1984 – Eléments d’écologie – Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
 - Ramade F., 2003 – *Elément d’écologie*. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
 - Ramos H.-C. et Brunhes J., 2004 – *Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia. Faune de Madagascar 91*. Ed. IRD Édition, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier, 463 p.

- Raccurt C., 2007 - Le point sur la résurgence en Europe du paludisme autochtone dû à *Plasmodium vivax*. *Rev. Franco.labo.*, 396 : 49–50.
- Resseguier P. 2011 .Contribution de l'étude de repas sanguin de *Culex pipiens pipiens* .Thèse d'exercice,Médecine vétérinaire,Ecole nationale vétérinaire deToulouse,80p .
- Ripert C., 2007. Epidemiologie des maladies parasitaires, tome 4, affections provoquées ou transmises par les arthropodes. Cachan : EM inter., 581 pp.
- Rodhain F., 1996 - Worldwide spread of *Aedes albopictu*. *Bul. Soci. Path. Exot.*, 89 (2) : 137-141.
- Rodhain F. et Perez C., 1985 – *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Ed. Maloine S. A., Paris, 458 p.
- Roubaud, E et Treillard M.-O., 1934 - Influence de la nourriture larvaire sur le développement et le comportement agressif des anophèles. Note préliminaire, *Bull. Soc. Path. exot.*, 27 : 461-467.
- Rueda L M . 2004. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue virus transmission. *Zootaxa* 589:1–60
- Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaïem A. & Brunhes J. 2001. Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification.2001
- Schaffner Francis.a 02/02/2004.Les Culicides. Module Biologie et Contrôle des Vecteurs. Master Médecine Tropicale et Santé Internationale. Université Bordeaux et Montpellier II. 06 pages
- schaffner francis.b 2004 : les moustiques d'europe (diptera culicidea) biodiversité et dynamique Ed Montpellier p1-13
- Sciamia Y., 2006 – Moustique, la grande menace. *Science et vie*, 1065 : 76-80
- SEGUY.E, 1924. Les moustiques de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de Syrie. Encyclopédie entomologique. Ed Paul Lechevalier, Paris, 257p.
- Senvert G., 1935. Les *Anopheles* de la France et de ses colonies Enc. Ent, éd .P lachevalier Ed, 361 pp.
- Seltzer P, 1946. Le climat de l'Algérie. L'istitut de météorologie et de physique du Globe de l'Algérie. La typo. Lith. 220p.

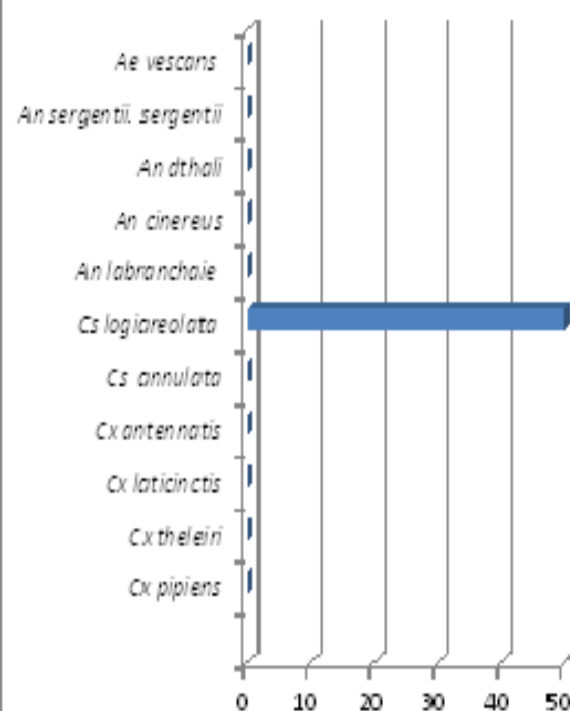
- Service M W. 1993. Mosquito ecology: field sampling methods. 2nd edition, Elsevier Science Publishers Ltd, Essex, UK, pp 988
- Subra R , Hébrard G Ecologie de Culex pipiens fatigans larves dans une zone de forte endémicité de la filariose de Bancroft. Tropenmed Parasitol 1975 Mar; 26 (1):48-59.
- Veyret Y .2004. Geo-environnement. France : Armande colin .185p
- Watson, F. 1998. Response properties of CO₂-sensitive receptors in tse-tse flies (Diptera: Glossina palpalis). Physiological Entomology. 17, 19-24.
- Wilkerson R., 2010 – Mosquito classification – 2010. In Walter Read Biosystematics Unit (W. R. B. U.), Systematic Catalog of Culicidae. http://www.wrbu.org/keys/EP_GN_A/Mosquito_Genera_W_Palearctic_EUCO_M_A.HTML : 1 - 70 (04/2010).
- 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.
- Zientara S., Lecollinet S., Breard E., Sailleau C. et Boireau P., 2009 - La Fièvre du Nil Occidental et la Fièvre Catarrhale Ovine, deux viroses en progression inattendue. *Bull. Acad. Vét. France*, 162 (1) : 73–87.

ANNEXES

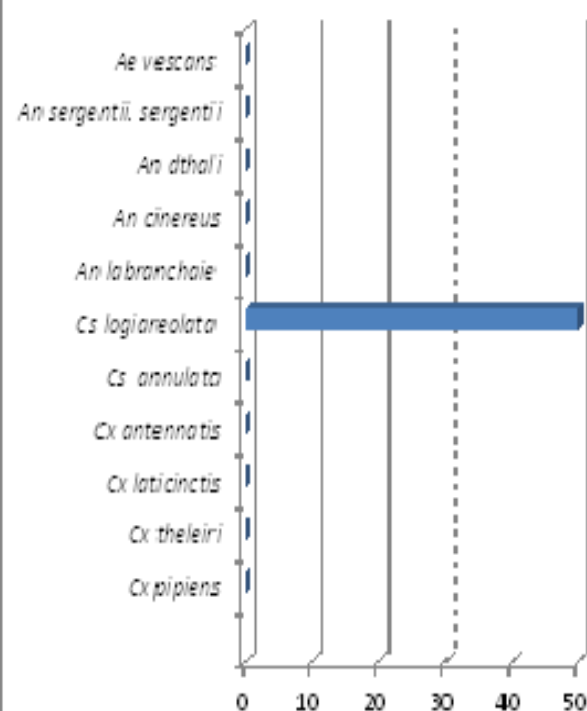
Annexe 1: Abondances relatives des espèces sur chaque site d'études



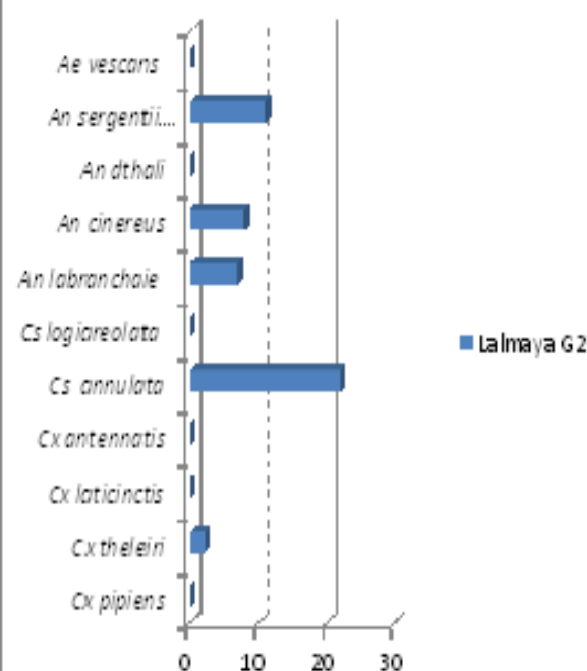
Tadjemout



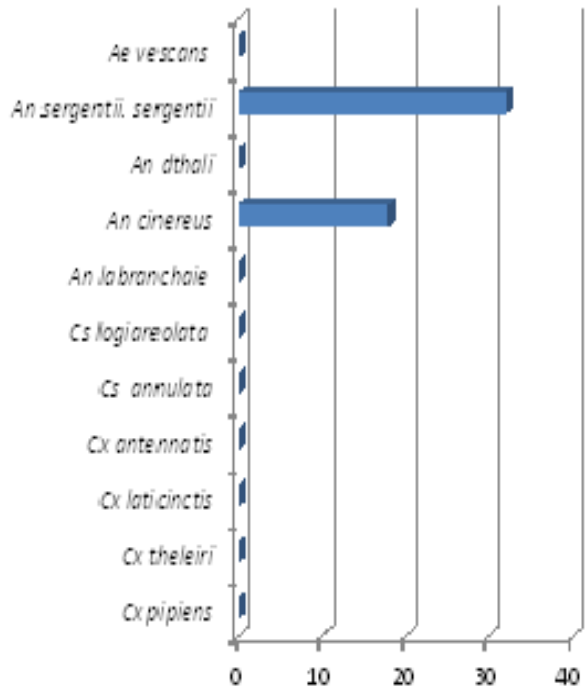
Maamourha



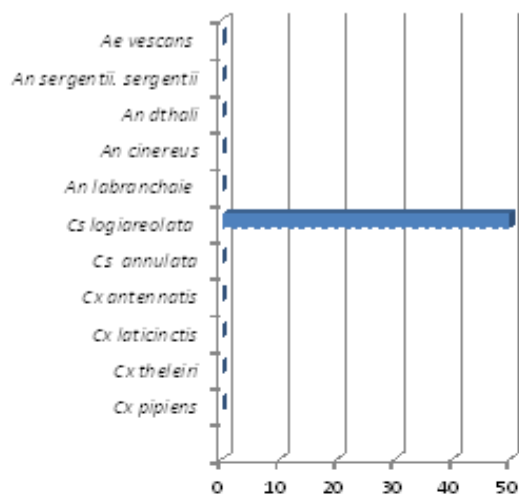
Lalmaya G2



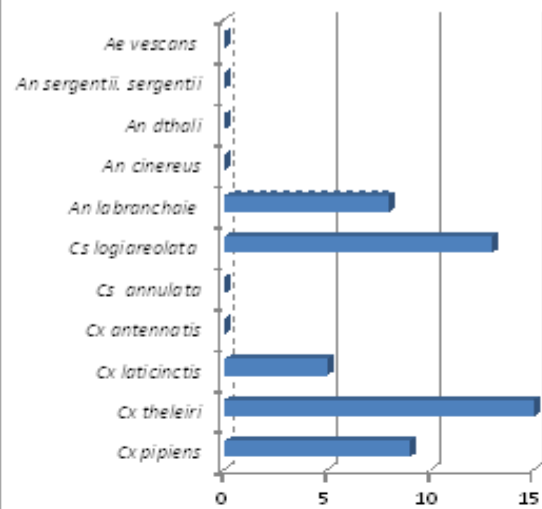
Lalmaya G3



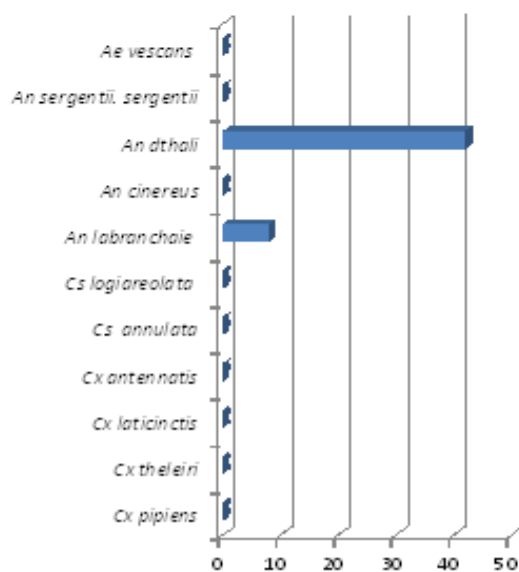
Sebgag



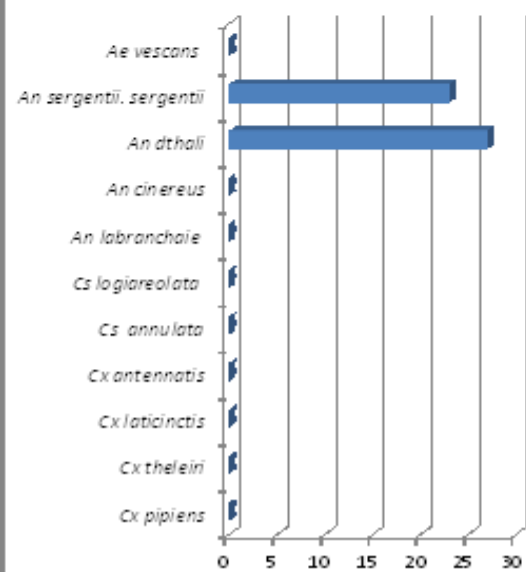
Lalmaya G1



Kaf almalh G1



Kaf almalh G2





Larves Culicidiennes



Les mettre dans Na OH pendant 48h



Rinçage à 3 fois par l'eau distillée pendant 20 min



Sectionner les larves sous loupe binoculaire

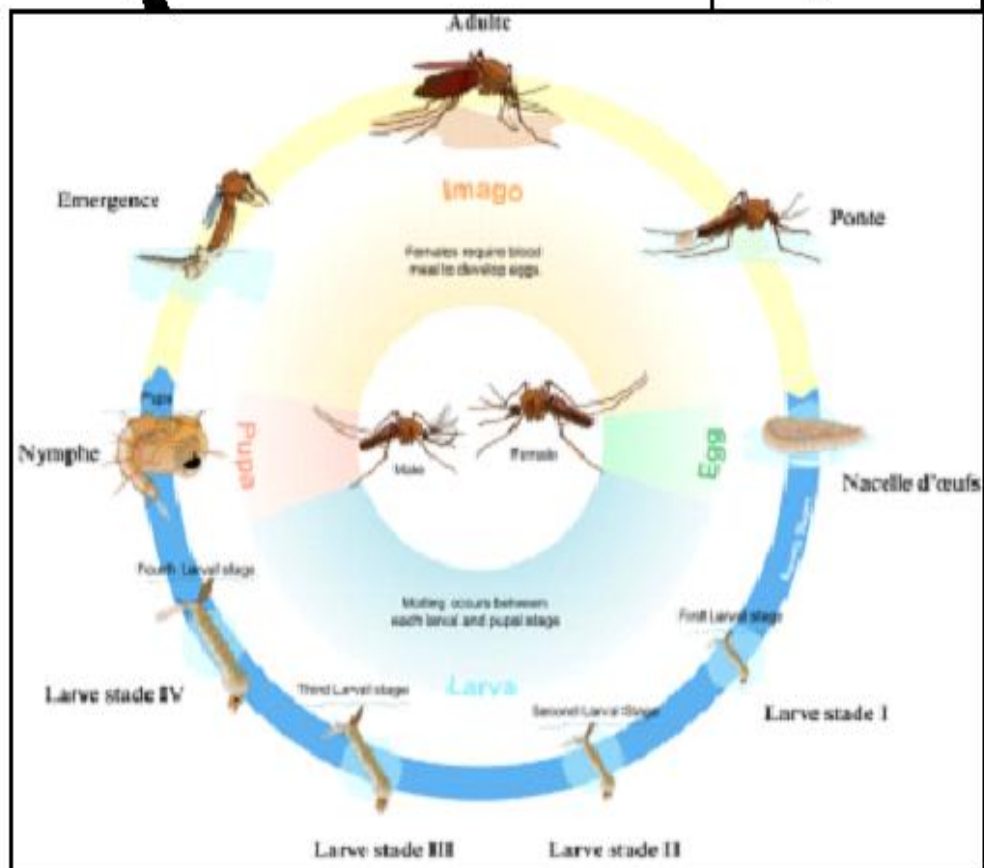
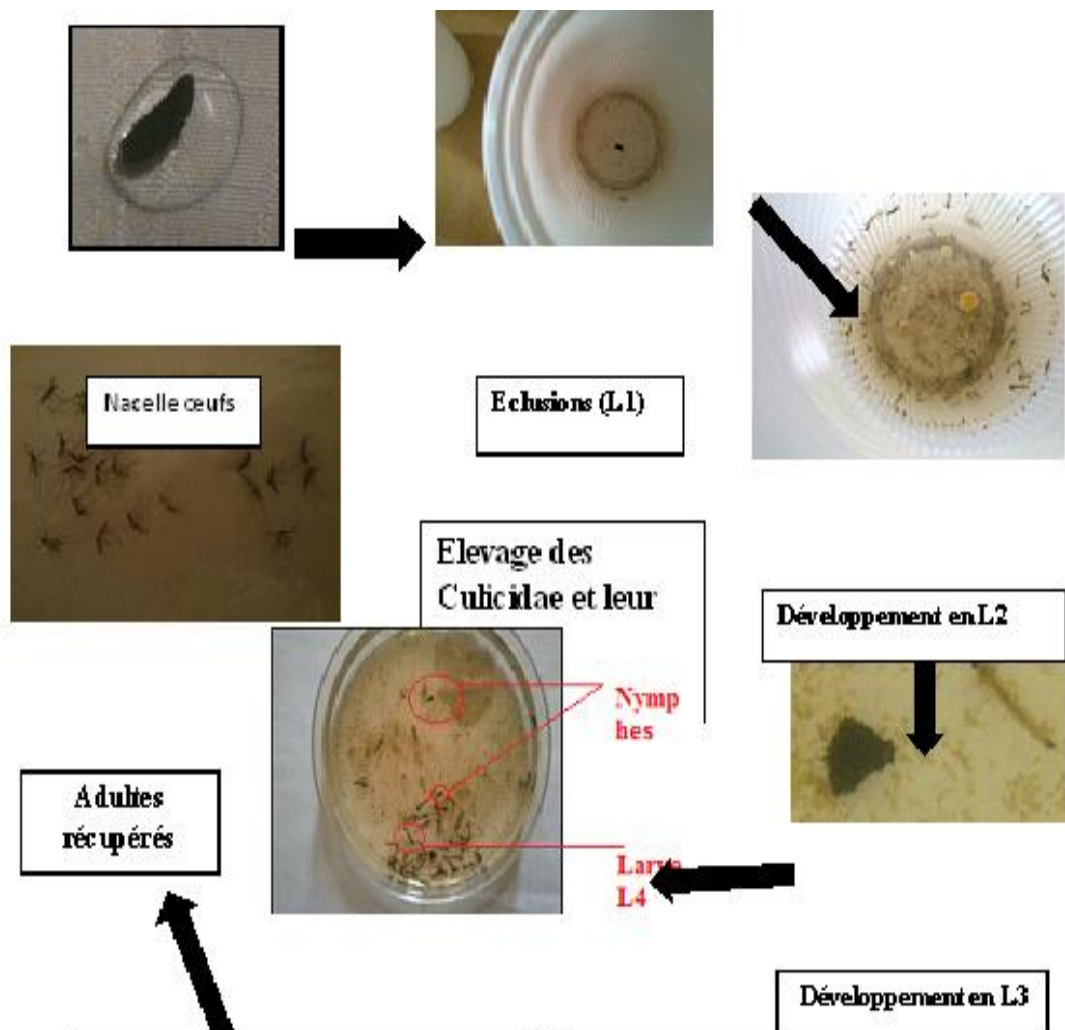


Montage de la larve sur une lame dans une goutte de glycérine

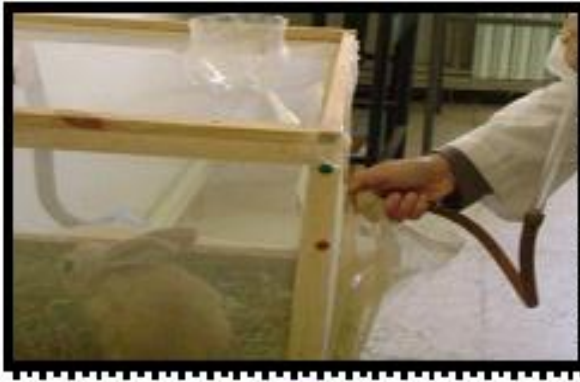


Observation sous microscope optique

Technique de préparation et de montage des larves de Culicides
(cliché personnel, 2015)



Méthodes de laboratoire adoptées



Mise des femelles pour le gorgement de sang sur lapin
(Cliché personnel, 2014)



Retrait des femelles pour le gorgement de sang à l'aide
d'un aspirateur à bouche (Cliché personnel, 2014)



Isolation des nymphes (Cliché personnel, 2014)



Préparation de la mise en couple (Cliché personnel, 2014)



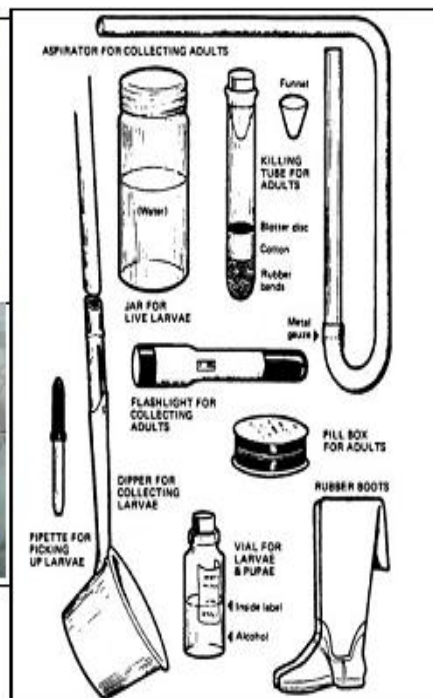
Identification systématique des larves L4 (Cliché
personnel, 2015)



Vérification de la fécondité (Cliché personnel, 2014)



Matériels d'analyse physico-chimique de l'eau au Station d'épuration (ONA- Laghouat) (Cliché personnel, 2014)



Instruments de travail au terrain (Boubidi (b). 2008)



Identification de PH au terrain à l'aide de papier de PH

Travail au terrain (Cliché personnel, 2014-2015)

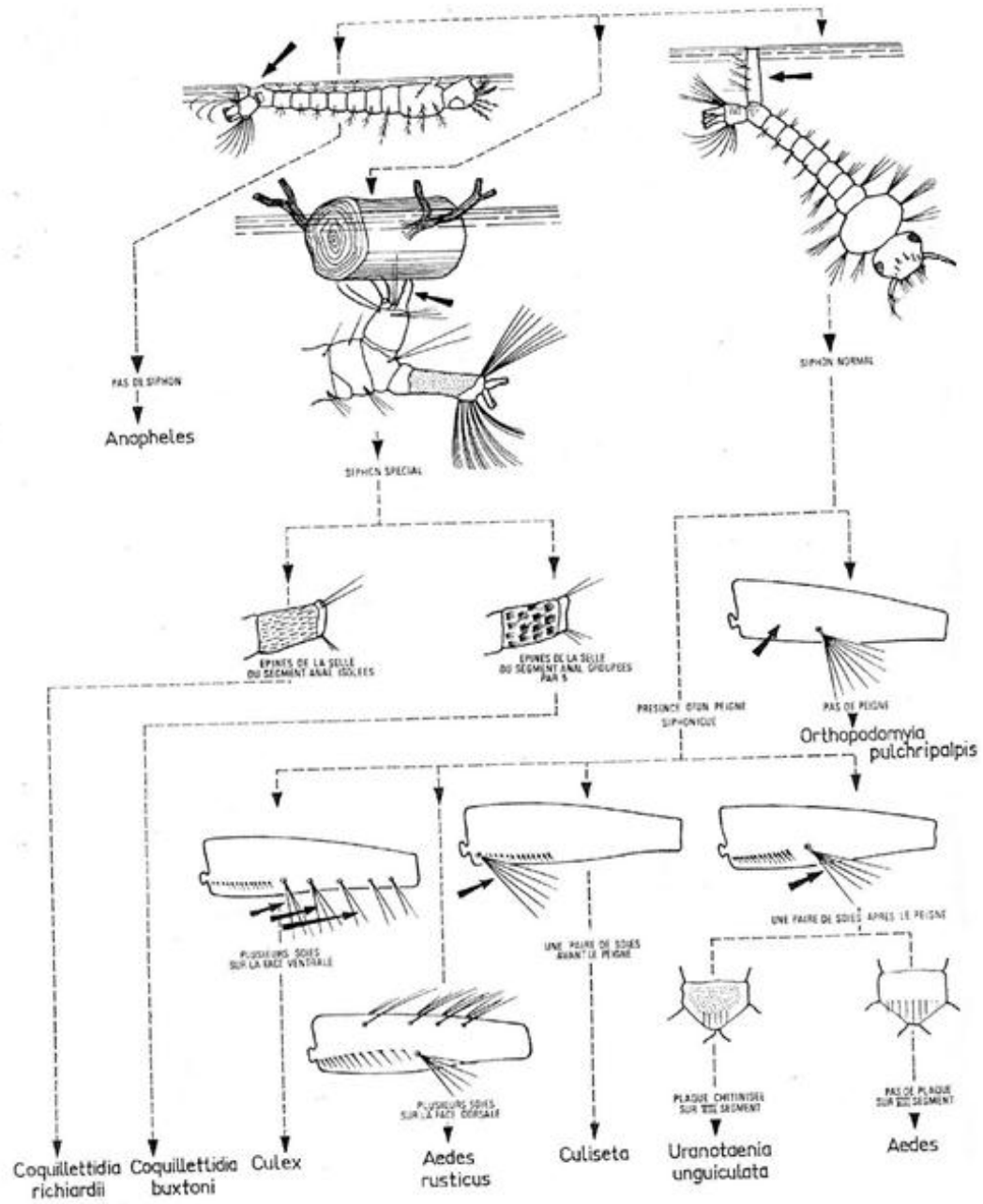


Annexe 2 : Dernière mise à jour de la systématique de Culicidae (Latreille, 1907)

Famille	S/Famille	Genre	Nbs Sp
Culicidae (3603 espèce)	Anophilinae	<i>Anopheles</i>	443
		<i>Bironella</i>	8
		<i>Chagasia</i>	5
	Culicinae	<i>Aedeomyia</i>	6
		<i>Aedes</i>	960
		<i>Armigeres</i>	60
		<i>Ayurakitia</i>	2
		<i>Borichinda</i>	1
		<i>Coquillettidia</i>	57
		<i>Culex</i>	797
		<i>Culiseta</i>	39
		<i>Deinocerites</i>	18
		<i>Eretmapodites</i>	51
		<i>Ficalbia</i>	8
		<i>Galindomyia</i>	1
		<i>Haemagogus</i>	28
		<i>Heizmannia</i>	40
		<i>Hodgesia</i>	11
		<i>Isostomyia</i>	4
		<i>Johnbelkinia</i>	3
		<i>Kimia</i>	5
		<i>Limatus</i>	8
		<i>Lutzia</i>	8
		<i>Malaya</i>	12
		<i>Mansonia</i>	26
		<i>Maorigoeldia</i>	1
		<i>Mimomyia</i>	46
		<i>Onirion</i>	7
		<i>Opifex</i>	1
		<i>Orthopodomyia</i>	37
		<i>Psorophora</i>	48
		<i>Runchomyia</i>	7
		<i>Sabethes</i>	39
		<i>Shannoniana</i>	3
		<i>Topomyia</i>	58
		<i>Toxorhynchites</i>	99
		<i>Trichoprosopon</i>	15
		<i>Tripteroides</i>	127
		<i>Udaya</i>	3
		<i>Uranotaenia</i>	271
		<i>Verrallina</i>	95
		<i>Wyeomyia</i>	141
		<i>Zeugomyia</i>	4

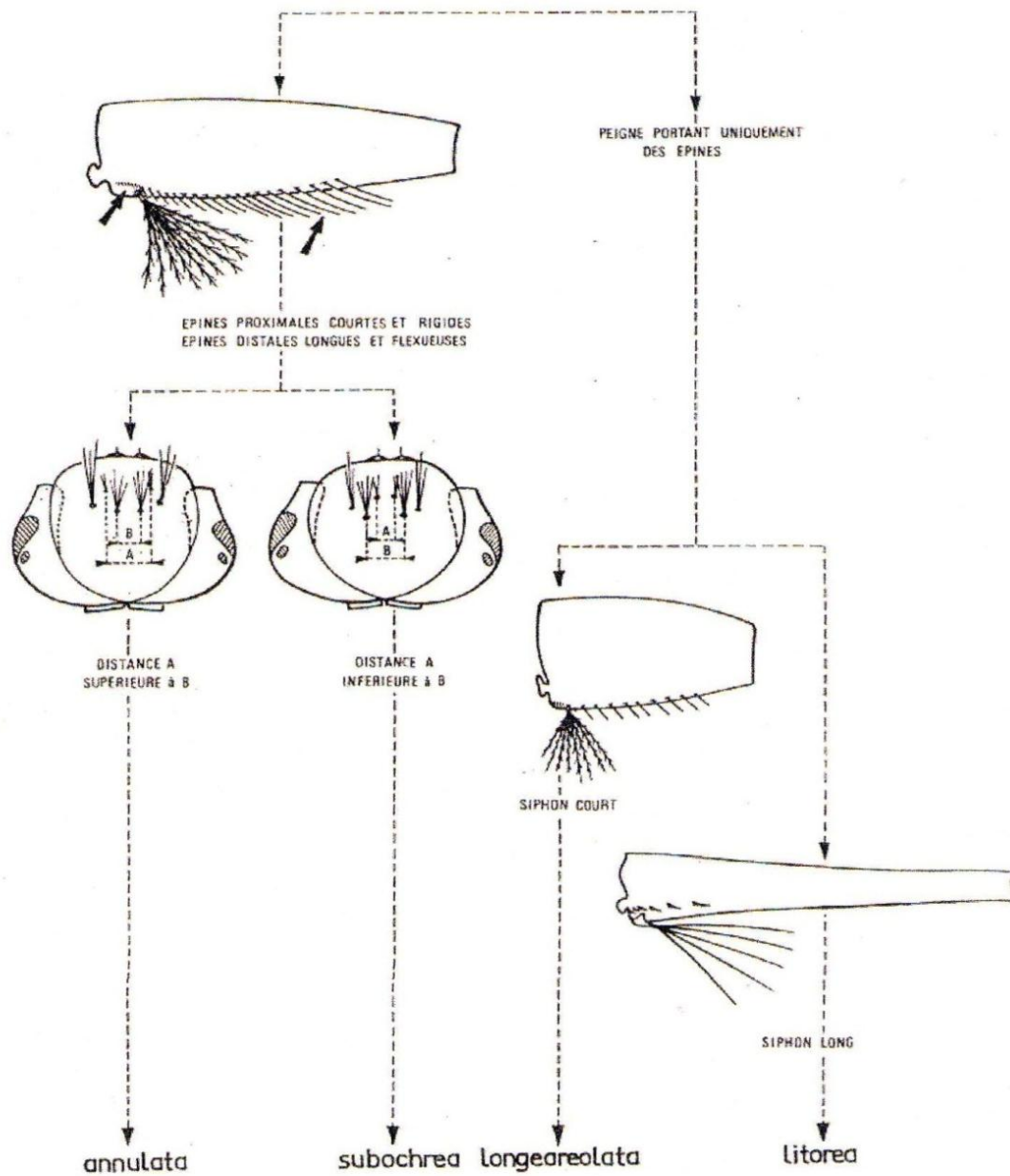
Wilkerson (2010)

DETERMINATION DES GENRES



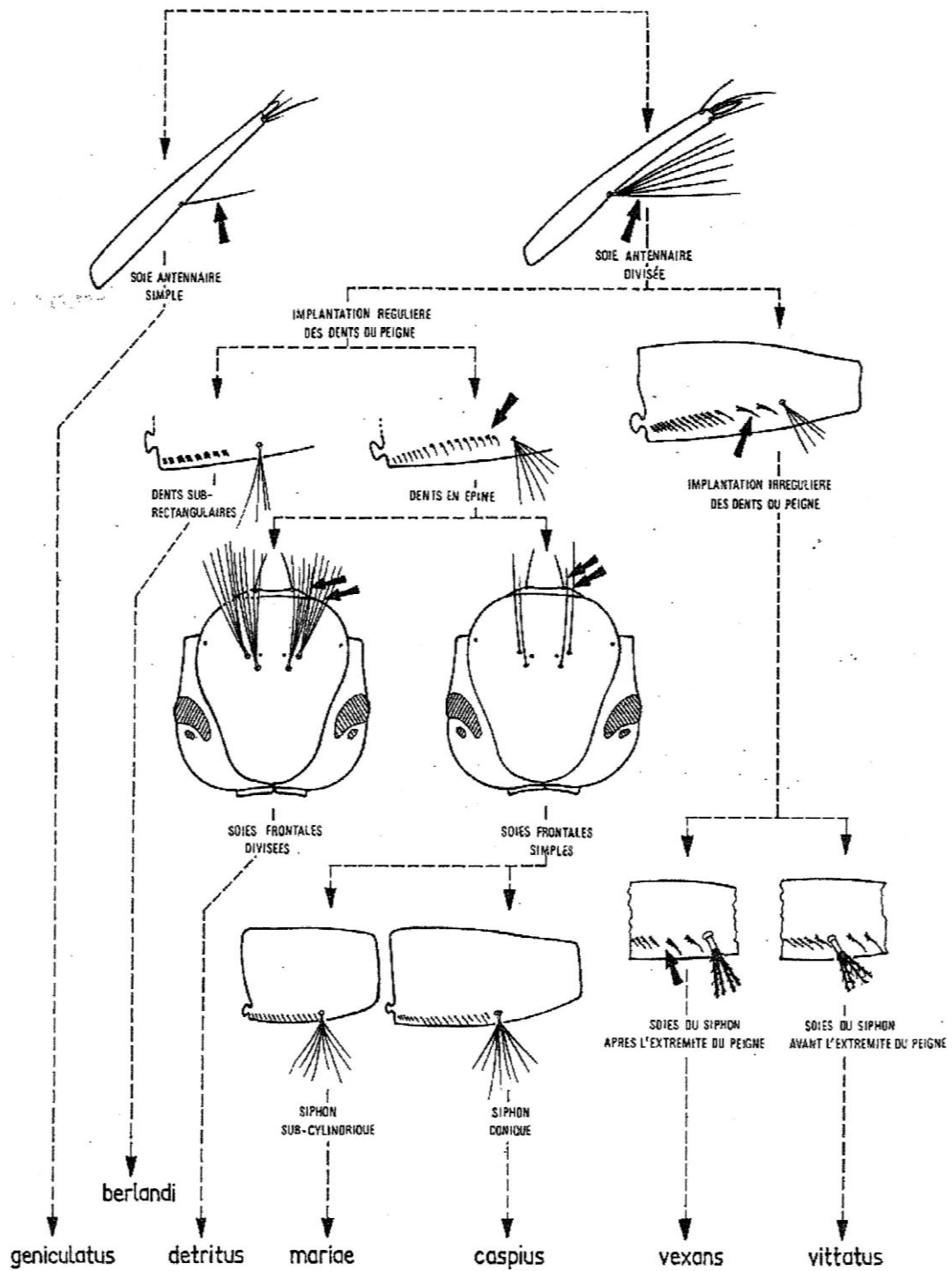
(Berchi, 2010)

GENRE *Culiseta* : DETERMINATION DES ESPECES



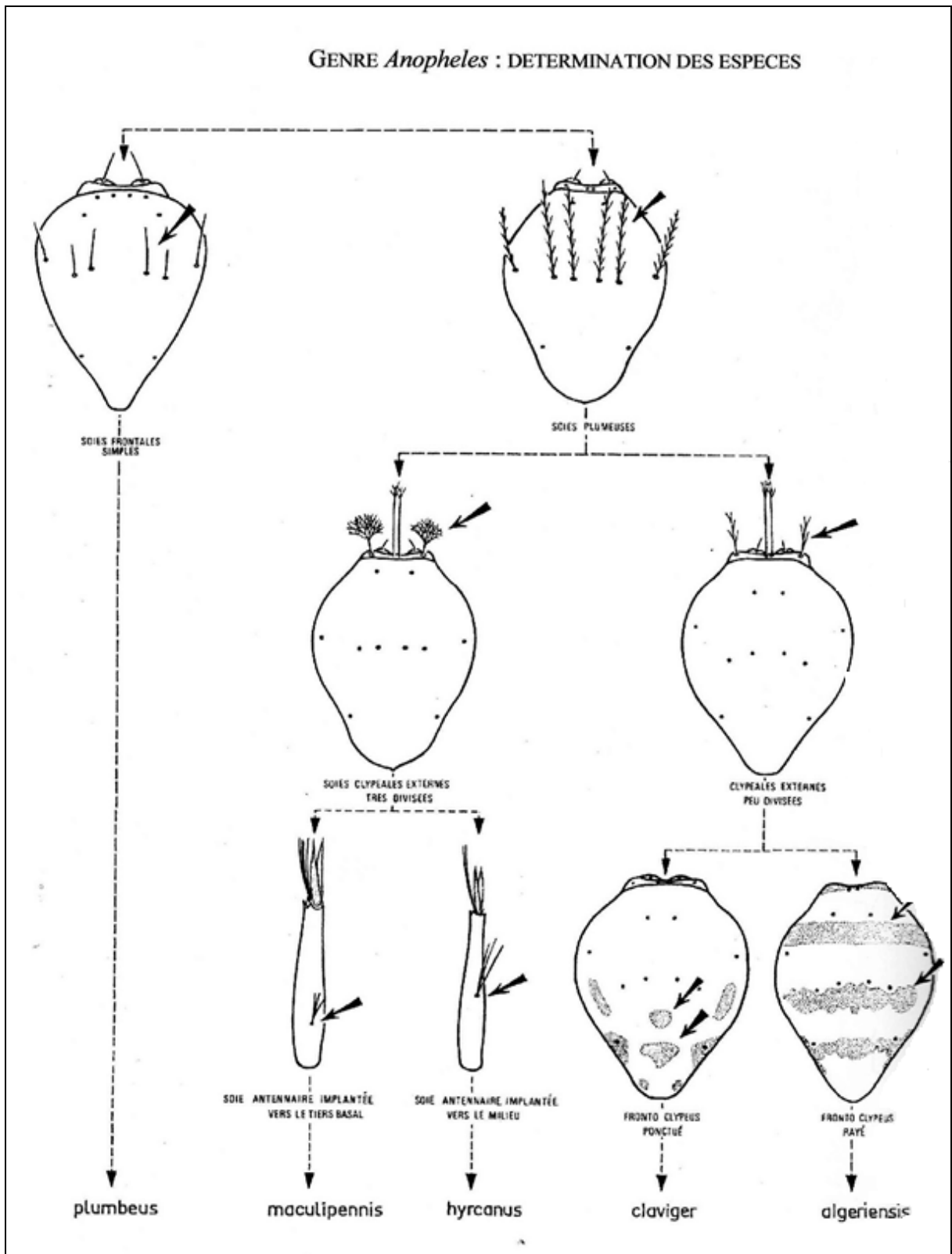
(Berchi, 2010)

GENRE *Aedes* : DETERMINATION DES ESPECES



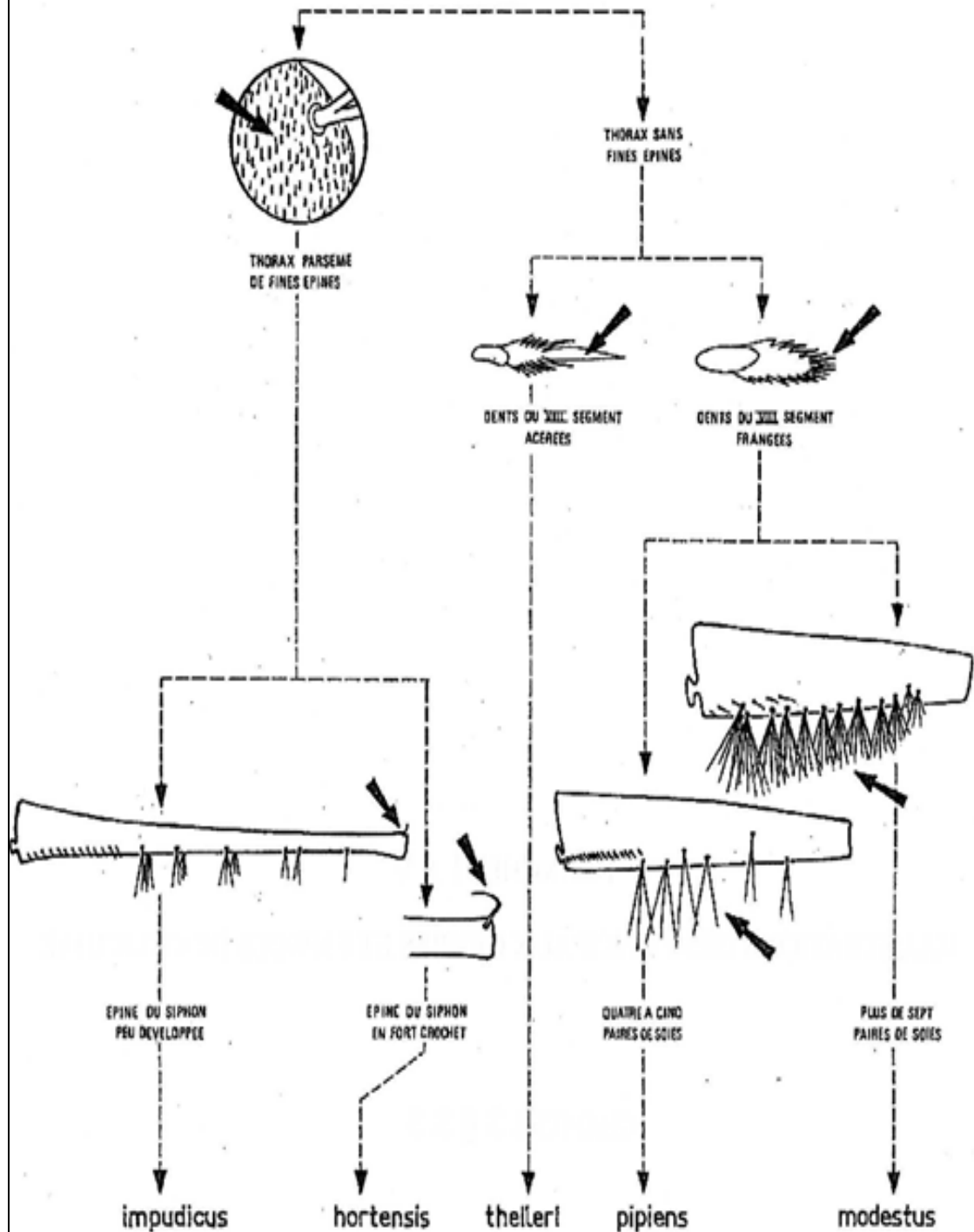
(Berchi, 2010)

GENRE *Anopheles* : DETERMINATION DES ESPECES



(Berchi, 2010)

GENRE *Culex* : DETERMINATION DES ESPECES



(Berchi, 2010)