

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمّار ثليجي 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 : Ecologie et Environnement
Option : Parasitologie et interactions négative

THEME

**Modélisation de la distribution spatiales des
culicidae responsable de la transmission des
maladies vectorielles dans la région de Laghouat**

Soutenu devant le jury composé de:

Président: Mr. Saidi Radhwan

Examineur :Ghermaui Mohammed

Melle. Alayat Moufida Saouce Promoteur

présenter par :

Nougba kheira

Boussalhem fatma zahra

Année Universitaire 2013/2014

كلية العلوم

قسم: البيولوجيا

مذكرة

للحصول على شهادة الماستر في: البيولوجيا

علوم الطبيعة و الحياة
بيئة حيوانية
الطفيليات و التفاعلات السلبية

ميدان
فرع
تخصص

الموضوع

نموذج التوزع المكاني للبعوض المسؤول عن نقل
الأمراض المتقلة بمنطقة الأغواط

من إعداد الطالبة:

نوقبة خيرة

بوسلهام فاطمة الزهراء

نوقشت أمام اللجنة المكونة من:

الرئيس: السيد سعدي رضوان

الممتحن: السيد قرماوي محمد

المقرر: الأنسة عليات سوسن مفيدة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

TABLE DES MATIERES

	page
Dédicace	I
Remerciements	III
Résumé	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Liste des abréviations	X
Introduction	1
CHAPITRE I: . Présentation de la région d'étude (Laghouat)	3
I.1. situation géographique et climatique de Laghouat.....	3
I.2. Données pédoclimatiques.....	4
I.2.1. Climat.....	4
I.2.1.1. Température	4
I.2.1.2. Pluviométrie.....	5
I.2.1.3. Vent.....	5
I.2.1.4. Humidité relative.....	6
I.2.2. Sol.....	6
I.2.3. Hydrographie	6
I.2.4. Synthèse climatique de la région d'étude.....	7
I.2.4.1 Diagramme ombrothermique.....	7
I.2.4.2. L'indice de l'aridité de Martonne.....	7
I.2.5. La faune.....	8
I.2.6. la flore.....	8
I.3. Sites d'études.....	9
I.3.1. Choix et description des stations d'étude	9
CHAPITRE II: II. Généralité sur les Culicidae	12
II.1 Position systématique.....	12
II.2 Données sur les culicidae d'Algérie.....	14
II.3 Morphologie des culicides	15
II.3.1. Œuf	15
II.3.2. Larve.....	16
II.3.3. Nymphe.....	19
II.3.4. Adulte.....	20
II.4 Bioécologie des culicidae.....	24

II.4.1 Cycle de vie du moustique	24
II.5. Ecologie des culicidae.....	26
II.6. Biologie des culicidae.....	27
II.6.1 Préférences trophiques	27
II.6.2 La densité.....	28
II.6.3 Cycle nyctéméral d'activité/agressivité.....	28
II.6.4 Cycle saisonnier de densité.....	29
II.7. Intérêts dans l'écosystème.....	30
II.8 Mécanisme de transmission vectorielle.....	31
II.9. Nuisances et problèmes de santé.....	32
II.10. Lutte anti-vectorielle.....	35
CHAPITRE III: Matériels et méthodes.....	36
III.1. Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes.....	36
III.1. 1. Matériel utilisé sur terrain.....	36
III.1. 1. 1. Estimation de la densité larvaire.....	36
III.1. 2. Méthodes de laboratoire adoptées.....	36
III.1. 2.1. Tri et montage des larves.....	37
III.1. 2.2. Récupération et montage des adultes.....	37
III.1. 2.3. Détermination au laboratoire des espèces recueillies.....	37
III.1. 2.4. Méthodes d'exploitation des résultats.....	37
III.1. 2.4.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de	38
composition	
III.1. 2.4.1.1– Richesses totales et moyennes.....	38
III.1.2.4.1.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives.....	38
III.1. 2.4.2. Exploitation des résultats par des indices écologiques de	38
structure.....	
III.1. 2.4.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	39
III.1. 2.4.2.2. Diversité maximale.....	39
III.1. 2.4.2.3. Indice d'équirépartition.....	39
CHAPITRE IV. Résultats et Discussion.....	40
Résultats.....	41
Discussion.....	62
Conclusion.....	68
Référence bibliographique.....	70
Annexe.....	78

Remerciements

Nous remercions et avant tous le Dieu de nous avoir accorder la force, la patience, et les moyens disponibles afin d'accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier infinément, Melle ALAYAT Moufida Saouce pour la confiance qu'il a témoignée à mon égard, pour son aide et les conseils permanente maitre assistance chargé de cours à la faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers de l'université mm pour son aide, ses conseils, sa patience tout au langue de l'élaboration de ce modeste travail.

Nos remerciements à Mr gouzi H et ben chatoth A. pour leurs aides et contributions précieuses.

Les membres du jury pour leur obligeance en examinant ce travail

Nos vifs remerciements aux personnels de laboratoire de LITAS de laghouat .

Ainsi que personnel de la bibliothèque de faculté pour leurs aides .

Enfin en nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

kheira & fatima



DÉDICACE

Je dédie le fruit de ce modeste travail à :

Tous mes proches, particulièrement :

À mes parents qui ont toujours été là pour moi et qui m'ont données beaucoup de soutien dans ma vie : mon père et ma mère.

À mes chères sœurs.

À mes frères.

À toute la famille Bousselham.

À toutes mes amies et en particulier : Fatima, Amina, Fatima Lohra, Mahjoubia, Soumia.

À mon binôme et la très chère amie Khaira et sa famille.

À toute la promotion de Parasitologie.

2013-2014.

Fatima

DÉDICACE

À tous ceux qui me sont chers, je dédie ce travail,
Aux prunelles de mes yeux : Mon père et Ma mère, pour leur
éducation, pour leur amour, confiance et respect du savoir ;

À très chères sœurs.

À toute la famille Nougba.

À mes collègues et mes très chères amies.

À ma binôme : Fatima.

À tous les étudiants de la biologie, en particulier le Parasitologie.

2013-2014.

khaira.

Liste des figures

12	Figure	Page
01	Situation géographique de Laghouat.....	3
02	Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat durant la période.....	7
03	Représentation cartographique de la région de Laghouat avec l'emplacement des sites d'échantillonna.....	11
04	Systématique des <i>culicidae</i>	12
05	Classification des <i>Culicidae</i> ou moustiques.....	13
06	Classification des <i>Culicidae</i> de l'Afrique méditerranéenne.....	14
07	Aspect général des œufs de <i>Culicidae</i>	15
08	Morphologie externe de la tête des <i>Culicidae</i>	17
09	Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves.....	18
10	Larve de <i>Cx. pipiens</i>	19
11	Rythme de respiration chez <i>Anophellinae</i> et <i>Culicinae</i>	19
12	Aspect général d'une nymphe de <i>culicinae</i> (<i>Culex pipiens</i>).....	20
13	Morphologie schématique de la tête de <i>Culicinae</i>	21
14	Morphologie schématique du thorax chez les <i>Culicidae</i>	22
15	Morphologie générale d'un adulte de <i>Culicinae</i> (<i>Culex</i>).....	23
16	Cycle de vie du moustique.....	25
17	Mécanisme de la transmission des maladies à vecteurs.....	31
18	résultat de la densité moyenne de chaque site.....	41
19	résultat des structures des espèces inventorié dans région de Laghouat..	43
20	résultat d'abondances des genres des culicides dans la région de laghouat.....	45
21	l'abdance relative des espèces de <i>culicidae</i> dans les sites.....	46
22	abondances relatives des espèces sur oued mzi.....	47
23	abondances relatives des espèces sur ain madhi	47
24	abondances relatives des espèces sur elmaia G2.....	48

25	abondances relatives des espèces sur sebgag.....	48
26	abondanc: abondances relatives des espèces sur tadjmout	49
27	abondances relatives des espèces sur kheneg.....	49
28	abondances relatives des espèces sur elghich.	49
29	quelques caractères morphologiques de <i>Aedes vexans</i>	51
30	quelques caractères morphologiques <i>Anopheles labranchiae</i>	52
31	quelques caractères morphologiques <i>Culex laticinctus</i>	53
32	quelque caractères morphologique <i>culex pipiens</i>	55
33	quelque caractères morphologique <i>Culex antennatus</i>	56
34	quelque caractères morphologique <i>Culiseta longiaregota</i>	58
35	quelque caractères morphologique <i>Culiseta annulata</i>	60
36	quelque caractères morphologique <i>culex theileri</i>	61

Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
01	Température moyenne mensuelle de la région de Laghouat.....	5
02	Précipitation moyenne mensuelle de la région de Laghouat.....	5
03	Vitesse de vent (m/s) moyenne mensuelle de région de Laghouat.....	6
04	Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat.....	6
05	Indice d'aridité de la région de Laghouat.....	8
06	Récapitulatif des sites d'étude.....	9
07	Les espèces de Culicidae connues en Algérie.....	15
08	Critères de reconnaissance morphologique des anophèles par rapport aux autres Culicinae.....	24
09	comparaison des principaux genres des moustiques.....	28
10	Principales affections vectorielles transmises à l'homme par les Culicidae.....	34
11	Estimation de la densité larvaire.....	36
12	La densité moyenne.....	41
13	Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude....	42
14	la structure des espèces des culicidea inventorié sur les sites d'études	43
15	Résultat sur l'indice de diversité de shanonnon-weavre et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études	44
16	nombre et pourcentage des genres dans la région de Laghouat.....	45
17	distribution de la richesse spécifique dans les stations d'études.....	46
18	abondances relatives appliquées aux espèces de culicidea.....	47

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	Culex
Cs	Culesita
An	Anopheles
Ae	Aedes
G	Gite

Introduction

Les arthropodes – du grec *arthron*: « articulation » et *podos*: « pied », sont des animaux invertébrés dont le corps segmenté est recouvert de chitine, et dont les pattes sont articulées (Guillaumot, 2009).

Ils constituent le phylum le plus diversifié du règne animal et regroupent un vaste ensemble d'invertébrés extrêmement divers (Crustacés, Arachnides, Myriapodes, Insectes) (SMV et SFP, 2010).

La plupart des Arthropodes sont microphages Certains sont détritivores d'autres parasites (Leduc, 2000).

Les diptères ou insectes à deux ailes sont répandu dans le monde entier cosmopolite par leurs répartitions, ils sont communément réunis dans une même hostilité celle des insectes inopportuns, malpropre, dangereux par leur contact et leur piqûre (Roth, 1980 ; Brahmi et *al*, 2013 ; Aymes, 2009 ; Mouza et Boudjrime ,2013)

Parmi les insectes hématophages, Les Culicidés qui sont des insectes Mécoptéroïdes Diptères Nématocères. Ils occupent la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres (Rioux, 1958 ; Kamgang, 2005 ; Akono *et al.*2010).

Les maladies vectorielles transmises par les insectes représentent une cause majeure de morbidité et de mortalité, Ainsi les moustiques (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*) transmettent des infections à plus de 700 millions de personnes chaque année, on compte parmi elles le paludisme et les arboviroses comme la dengue, ou la fièvre jaune (Bouchaud *et al*, 2009).

Dans certaines parties du monde, l'émergence massive et synchrone de quantités énormes de moustiques limite significativement les activités à l'extérieur des hommes et peut avoir de graves dommages non seulement sur la santé mais également sur le développement socio-économique des pays touchés (Tran *et al*, 2005), comme par exemple dans le cadre de l'élevage de bétail ou production animale (OIE, 2003).

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.

Vu l'intérêt de l'identification systématique des culicidae, et pour une meilleur connaissance de la biodiversité d'un site donné et de pouvoir lutter contre ces différentes espèces d'une façon convenable et efficace, une série de recherches sur les moustiques à été réalisée dans plusieurs région : Senevet (1935) sur les Anophèles de la France, Au Maghreb et en Algérie, Bouabida *et al* (2012) la région de Tébessa, Lounaci et Doumandji(2010) sur les marais de Réghaia et

Introduction

TiziOuzou, Bendali et al. 2001; Messai et *al.* 2010 sur la région de Mila; Merabeti et Ouakid, (2011) sur Culicidés des oasis de Biskra, Alayat (2012) en Algérie.

Malheureusement la connaissance de la taxonomie et de la biodiversité fonctionnelle des vecteurs endémiques et invasifs, n'est pas disponible à l'heure actuelle dans notre région(Laghouat), L'acquisition de ces connaissances est donc un pas essentiel pour la compréhension du risque actuel et pour la préparation aux menaces futures. De plus, aucune étude sur la bio-systématique et la biodiversité des Culicidae n'a été menée d'une manière soutenue dans la région de Laghouat. Ce sont les raisons qui nous ont poussés à choisir ce sujet portant sur la modélisation de la distribution des espèces culicidéennes dans la région de Laghouat qui concerne l'étude systématique des moustiques, où nous avons cherché à évaluer l'abondance relative et la diversité des espèces rencontrées et de développer des modèles de leurs distribution spatial dans cette région.

Le présent travail s'articule autour de quatre parties. Le premier est consacré à la présentation générale de la région d'étude. La deuxième partie porte sur la bibliographie des Culicidae. La troisième partie est consacrée au matériel utilisé et aux méthodes employées. Il renferme la description des stations d'étude ainsi que des techniques utilisées sur le terrain et au laboratoire pour l'exploitation des résultats par recours à divers indices écologique. Enfin, le quatrième partie, regroupe les résultats et discussions. Le travail se termine par une conclusion générale et des perspectives.

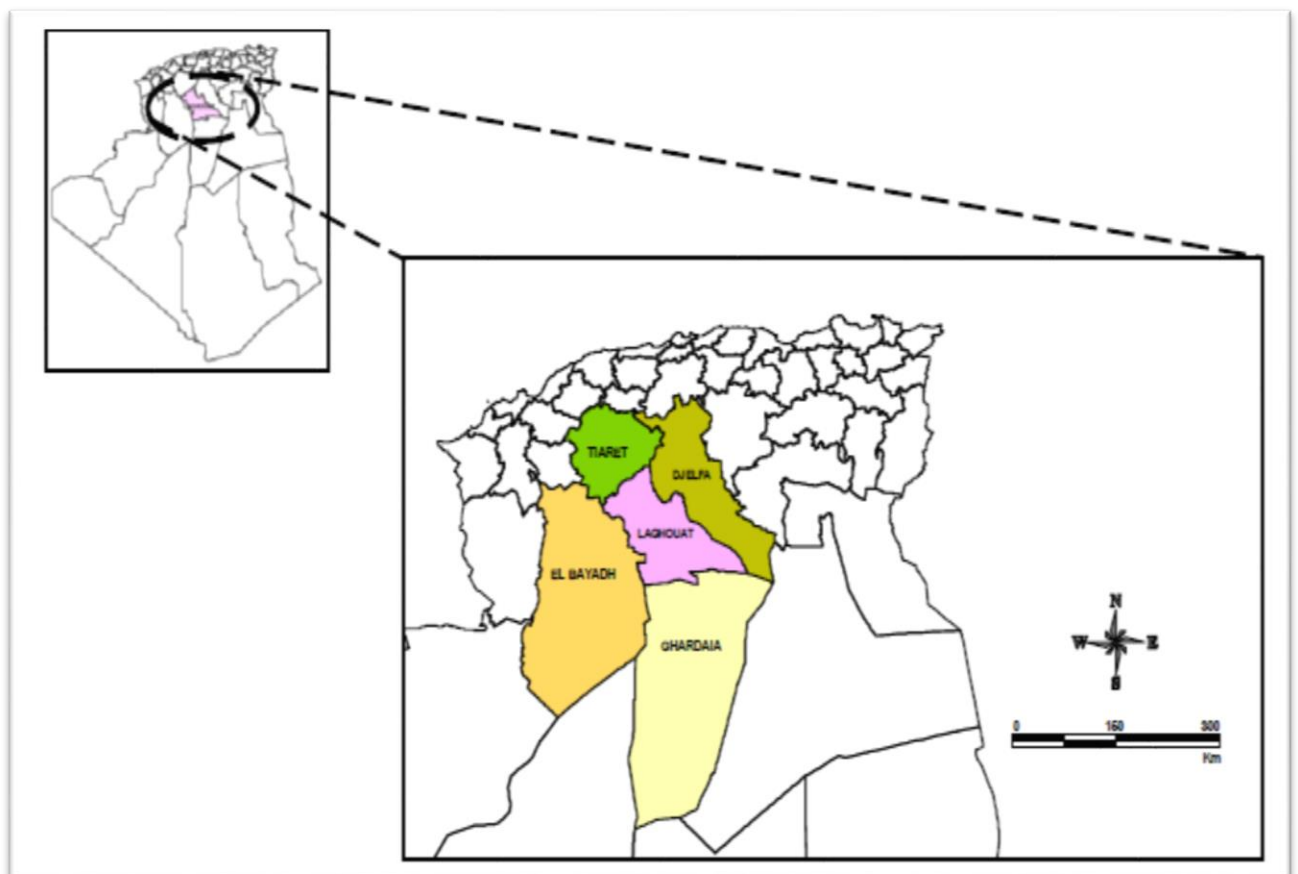
I. Présentation de la région d'étude (Laghouat)

Le présent travail se déroule de 8 sites selon un itinéraire transect (urbain, péri-urbain et rural) dans la région de Laghouat pendant la période d'activité des moustiques de fin mars à fin mai 2014.

I.1. situation géographique et climatique de Laghouat

La Wilaya de Laghouat 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 est 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 (CDF, 2012), elle couvre une superficie totale de : 25 052 km² (D.P.A.T 2010).

Conformément à la dernière organisation territoriale du pays, la wilaya de Laghouat regroupe actuellement 10 Dairas et 24 Communes (C.D.F, 1998). (Fig., 01).



(CRSTRA, 2013)

Figure 1: situation géographique de Laghouat

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).

I.2. Données pédoclimatiques

Les facteurs environnementaux tels que la température, la pluviométrie et l'humidité relative sont des éléments déterminants dans l'épidémiologie des maladies vectorielles, mais aussi de la topographie et de la porosité du sol (Coulibaly, 2008).

I.2.1. Climat

Le climat est représenté l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné, diverses manifestations (précipitation, température, vent....) 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 semi-aride au Nord-Ouest avec une pluviométrie variant de **300 à 400 mm**, 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).

I.2.1.1. Température

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 microhabitat de l'adulte du vecteur est importante dans la détermination de la durée du cycle d'oviposition (Coulibaly, 2008).

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	F	M	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)

I.2.1.2. Pluviométrie

La distribution de la pluviométrie sur une période de temps bien donnée peut être plus essentielle dans le développement du moustique que la quantité de pluie donnée, puisque les gîtes doivent être stables, du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte. En effet la quantité de la surface d'eau disponible qui est le facteur le plus important pour le développement des moustiques dépend de la quantité et de la fréquence des pluies, Ainsi, un excès de pluie peut au contraire perturber les petits gîtes larvaires avec destruction des œufs et des larves (Coulibaly, 2008).

À Laghouat les précipitations sont plutôt faible 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)

I.2.1.3. Vent

Selon, 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, 1980).

Pour la région de Laghouat, 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 par fois 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)

I.2.1.4. 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 épidémiologiquement dangereux sont grandes (Coulibaly, 2008).

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).

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

(O.N.M., 2013)

I.2.2. Sol

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).

Les sols de 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.2.3. Hydrographie

Les réseaux hydrologiques est forment influencé a 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 Sahari 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.2.4.Synthèse climatique de la région d'étude

I.2.4.1 Diagramme ombrothermique

Un mois est considéré biologiquement sec lorsque le cumul mensuel des précipitations exprimées en mm est inférieur ou égale au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degré Celsius (Dajoz, 1971).

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

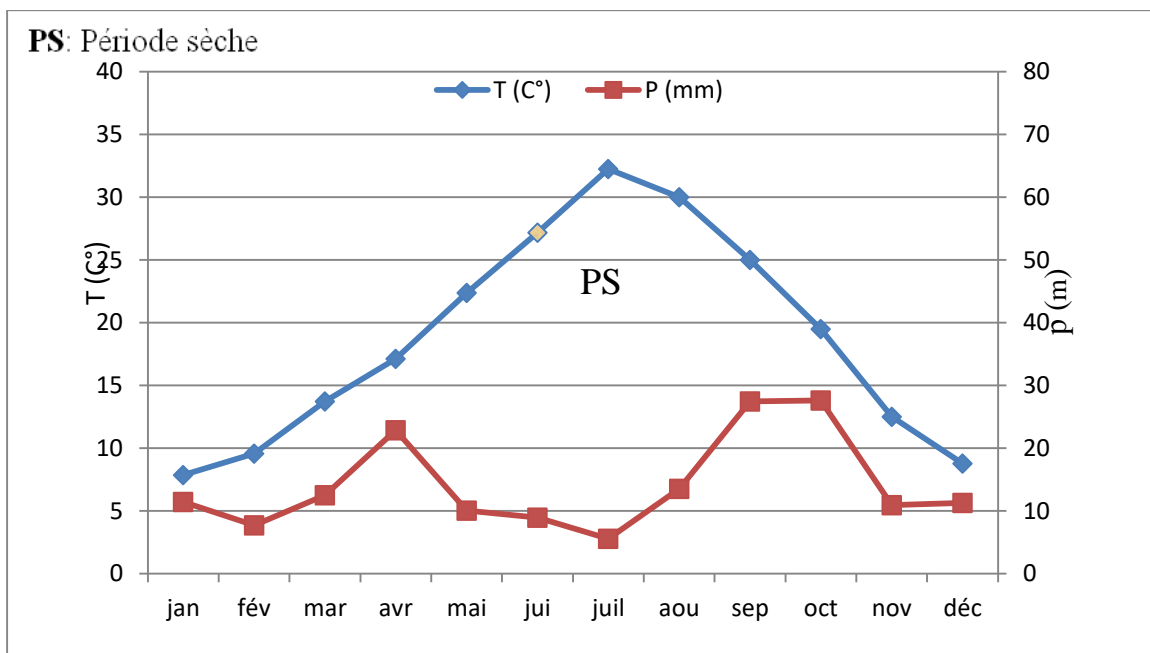


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat durant la période (2002 – 2012).

I.2.4.2. L'indice de l'aridité de Martonne

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

$$I = P / T + 10$$

I : L'indice aridité de Martonne.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (C°).

Quant 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

Région	Laghouat
Indice d'aridité	5.90

I.2.5.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.2.6. 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*, *Artemisiacampestris*, *Helianthemum hirtum ssp,ruficomum*, etc.) auxquels s'ajoute un cortège varié, souvent important, d'espèces annuelles (Pouget, 1980).

I.3. Sites d'études

I.3.1. Choix et description des stations d'étude (voire annexes)

Notre étude a été effectuée au sein de huit sites (Fig. 3), trois types de site sont retenus : un site urbain (au centre de la 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 neuf gîtes (Un gîte urbain, deux gîtes péri-urbain et six gîtes ruraux) potentiellement favorable au développement des larves des moustiques (tableau 6).

Tableau 6 : Récapitulatif des sites d'étude

site	Coordonnées géographiques	Altitude (m)
Tadjmout(R)	33° 80' 65''N 2° 82' 19''E	769
El kheng(PU)	33° 44' 41'' N 2° 47' 39'' E	760
Laghouat(U) Maamourha	33° 47' 98'' N 2°48'42''E	768
Aïn Madhi(R)	33° 47' 38'' N 2° 18' 4'' E	769
El maia(R)	33° 25' 86'' N 1°59'77'' E	915
El ghicha(R)		1400
Sebgag(R)		
Laghouat		
Oude mzi(PU)		

- **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 730 Km², 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 Laghouat, sa superficie 3 830 km² à 6.16 km chef lieu de la Wilaya, le site périurbain, représenté par une accumulation des eaux usées fiant le réseau d'assainissement de la ville.

➤ **Elmaia** : C'est un site rural, de la ville Laghouat situé près de la commune Tadjrouna. 89 km à chef de wilaya. on prospecter deux Gite 01et Gite 02

La première présentant une mare d'eau douce riche en algues, à coté de barrage Elmaia, la deuxième une mare d'eau à coté d'oued Elmaia.

➤ **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.

- Maamourha : un site urbain (en plein centre-ville), C'est un gîte ouvert artificielle.
- Oued mzi : C'est un site péri-urbain Epigé, de la wilaya de Laghouat. C'est un gîte ouvert, présentant de l'eau claire. Caractérisée par des végétations basses dispersées par des sols sableuse.

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

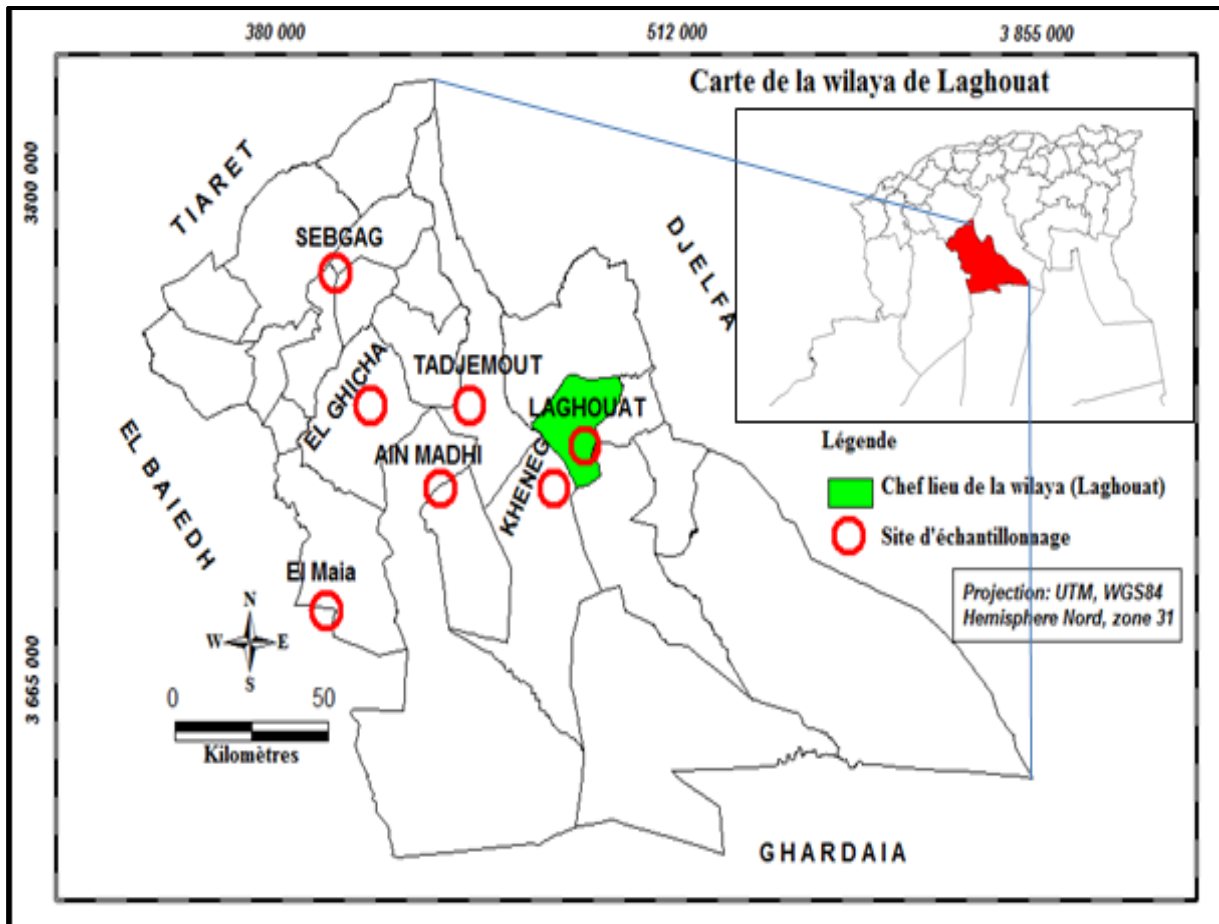


Figure 03 : Localisation des sites d'études

II. Généralité sur les Culicidae

II.1 Position systématique

Les moustiques, appartiennent à la la Famille des Culicidées :Culicidae (trompe piqueuse-suceuse) ,Sous-ordre des Nématocères :Nematocera (antennes longues), l'ordre des Diptères : Diptera (1 paire d'ailes + haltères), la Classe des Insectes : Insecta (pièces buccales exposées, pattes à plus de 5 segments, thorax développé + ailes, yeux composés + ocelles), la Super-classe des Hexapodes : Hexapoda (3paires de pattes, trachées) ,Embranchement des Arthropodes : Euarthropoda (corps et pattes segmentés) ,Série des Métazoaires : Invertebrata (organismes pluricellulaires mobiles = animaux) (Brunhes et al, 1999 ; Grassé et al, 1970, Flouhr et Mary, 2006 ; Schaffner, 2004a ; Himmi, 2007). (Fig., 4)

Règne : animal
Sous Règne : Métazoaires
Embranchement : Arthropodes
Sous embranchement : Antennés
Classe : Insectes
Sous Classe : Ptérigotes
Section : Oligonéoptères ou Néoptères
Super Ordre : Mecoptéroïdes
Ordre : Diptères
Sous Ordre : Nématocères
Infra Ordre : Culicimorpha
Famille : Culicidae

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

La famille des culicidés se divise en trois sous-familles, les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae (fig.5), la sous-famille des Toxorhynchitinae qui est formée d'un seul genre n'est pas représenté en Europe occidentale (Matile, 1993 ; Duchauffour, 1976) ni en Afrique méditerranéenne (Brunhes et al .1999).

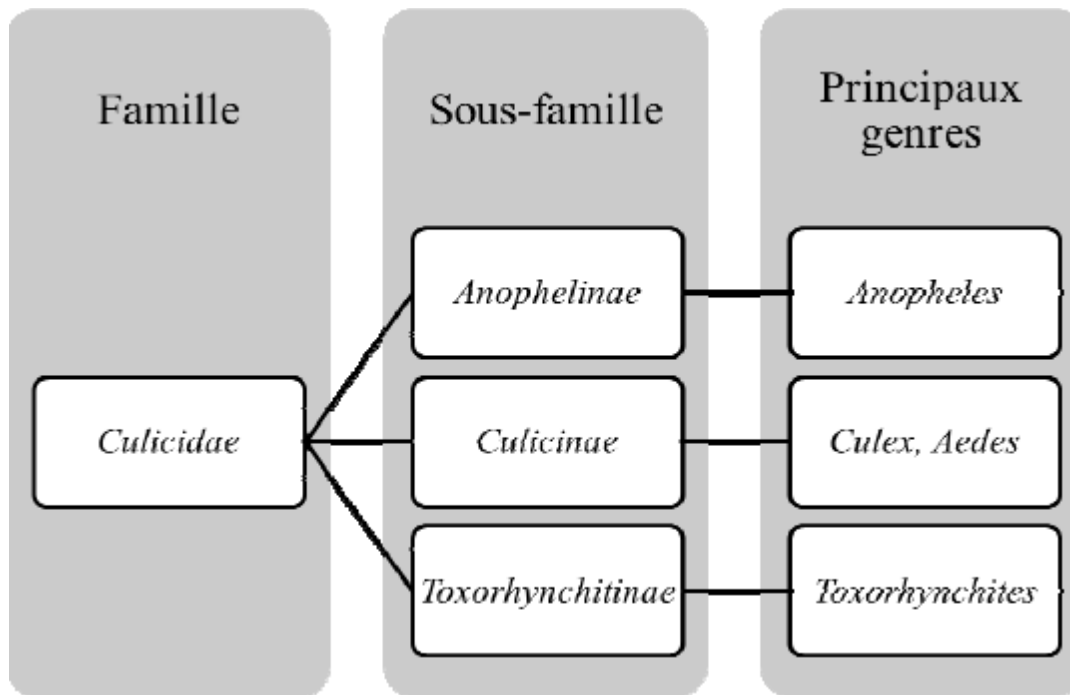


Figure 5 : Classification des *Culicidae* ou moustiques. (Institut Pasteur d'Algérie, 2008)

Les moustiques sont trouvés partout autour du globe, excepté dans les zones gelées en permanence et coloniser des écosystèmes très variés (Cailly, 2011). Nous référençons aujourd'hui plus de 3500 espèces (Schaffner, 2004b ; Marquardt et al. 2005).

La faune de l'Afrique de nord est composée de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, en sept genres et en dix sept sous –genres (Brunhes et al, 1999). (fig.6) dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (Brunhes et al, 2000)

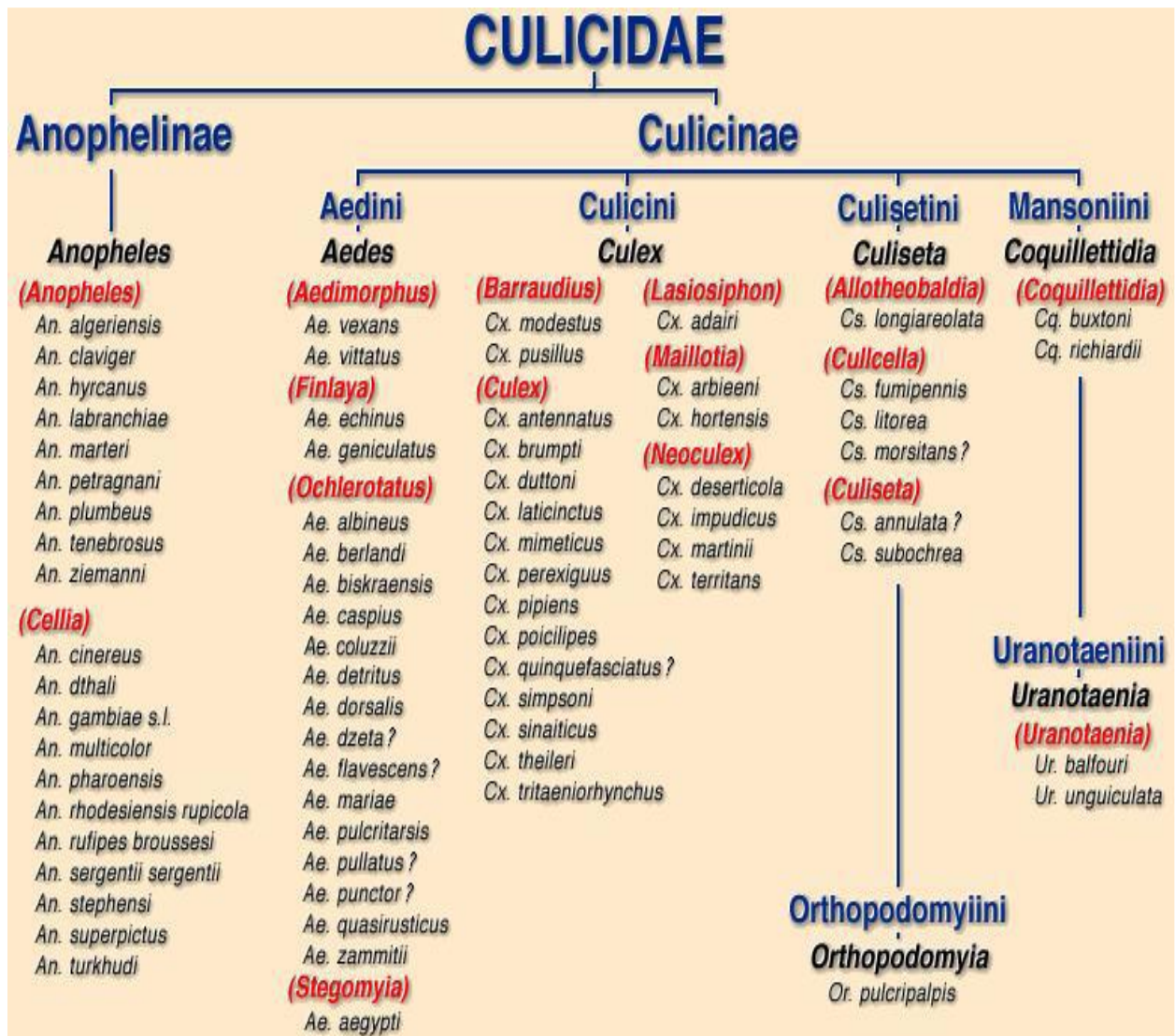


Figure 6 : Classification des Culicidae de l’Afrique méditerranéenne (Brunhes et al, 1999).

II.2 Données sur les culicidae d’Algérie

En Algérie seules les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées (Kettle, 1990, in Berchi (2000) avec six genres représentés comme suit :

- ❖ Dans la sous famille d’Anophelinae; qui comprend un seul genre, *Anopheles* (Meigen, 1918)
- ❖ Dans la sous famille du Culicinae ; qui comprend Cinq genres, *Culex* (Linné, 1758), *Aedes* (Meigen, 1818),

Culicita (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).

Tableau 7 : 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 (Maillonia) arbieeni</i> Salem, 1938.
<i>Anopheles (Cellia) cinereus hispaniola</i> Theobald, 1903	<i>Aedes (Ochlerotatus) albineus</i> Seguy, 1923.	<i>Culex (Neoculex) deserticola</i> Kirkpatrick, 1924.
<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> Meigen, 1804	<i>Aedes (Ochlerotatus) berlandi</i> Seguy, 1921.	<i>Culex (Neoculex) hortensis</i> Ficalbi, 1924.
<i>Anopheles (Cellia) dthali</i> Patton, 1905.	<i>Aedes (Ochlerotatus) biskraensis</i> Brunches, 1999.	<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1889.
<i>Anopheles (Anopheles) labranchiae</i> Falleroni, 1926.	<i>Aedes (Ochlerotatus) caspius</i> Pallas, 1771.	<i>Culex (Culex) laticinctus</i> Edwards, 1913.
<i>Anopheles (Anopheles) marteri</i> Senevet et Prunelle, 1927	<i>Aedes (Ochlerotatus) coluzzii</i> Rioux, Guilvard et Pasteur, 1998.	<i>Culex (Culex) mimeticus</i> Noe, 1899.
<i>Anopheles (Myzomyia) multicolor</i> Caamboliu, 1902.	<i>Aedes (Ochlerotatus) detritus</i> Halliday, 1833.	<i>Culex (Culex) perexiguus</i> Theobald, 1903.
<i>Anopheles (Anopheles) petragnanii</i> Del Vecchio, 1939.	<i>Aedes (Ochlerotatus) dorsalis</i> Meigen, 1830	<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linné, 1758.
<i>Anopheles (Anopheles) plumbeus</i> Stephens, 1828	<i>Aedes (Ochlerotatus) echinus</i> Edwards, 1920	<i>Culex (Culex) theileri</i> Theobald, 1903.
<i>Anopheles (Myzomyia) rufipes brousesi</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 (Barraudcus) modestus</i> Ficalbi, 1890.
<i>Anopheles (Myzomyia) sergentii sergentii</i> Theobald, 1907.	<i>Aedes (Ochlerotatus) pulcritarsis</i> Rondani, 1872.	<i>Culex (Barraudius) pussillus</i> Macquart, 1850.
<i>Anopheles (Myzomyia) superpictus</i> Grassi, 1899.	<i>Aedes (Ochlerotatus) punctor</i> , Kirby, 1937	<i>Culiseta (Culisella) fumipennis</i> Stephens, 1825.
	<i>Aedes (Ochlerotatus) 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.

II.3 Morphologie des culicides

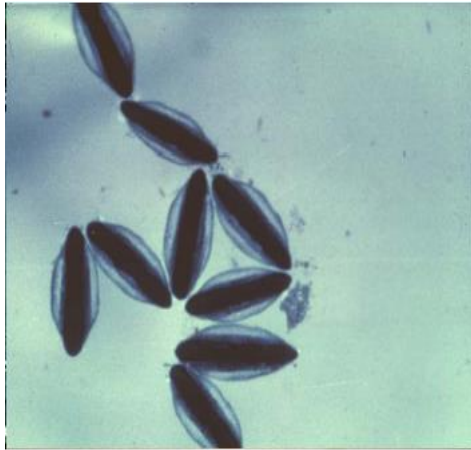
Morphologiquement, les Culicidae sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles (6 à 40 articles), des ailes pourvues d'écailles, les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceur. (Carnevale et Robert, 2009, Schaffner, 2004), Les culicidae passe à quatre stades de développement ont des morphologies très différentes, adaptées à leurs modes de vie aquatique pour les stades préimaginaux et aériens pour le stade imaginal.

II.3.1. Œuf

L'œuf des moustiques est généralement fusiforme et mesure environ 0.5 mm. Au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certain composant chimique de la thèque, une couleur marron de la ou noire. La couche de l'œuf ou exochorion, présente des ornements particuliers caractéristiques des genres et espèces. Ces formations assurent aux œufs leur flottation et leur position relative par rapport à la surface de l'eau (Seguy, 1949 ;Hassaini, 1976 ; Rodhain et Perez, 1985).

Selon Holstein (1949), la couche externe de l'œuf porte des expansions latérales ou apicales caractéristiques des genres et espèces.

D'après Schaffner (2004), Les œufs sont pondus isolement sur le sol ou sur un support a proximité de l'eau (*Aedes*) ou sur l'eau (munis de flotteurs :*Anopheles*) ou en un amas flottant ou nacelle(*Culex* ;*Culiseta*) (fig,7).



Forme des œufs d' *Anopheles*

(Izri, 2001).



Nacelle d'œufs de *Culiseta annulata* (originale, 2014)

Figure 07 : Aspect générale des œufs de culicidae.

II.3.2. Larve

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 (Belayad, 2010).

a) La Tête :

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

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

Elle porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables (fig.8).

Les soies les plus intéressantes pour la diagnose se situent pour la majorité au niveau du clypeus. Par ailleurs la tête est capable d'effectuer une rotation de 180° autour de son axe qui lui permet de se nourrir à la surface de l'eau (Anonyme, 2004).

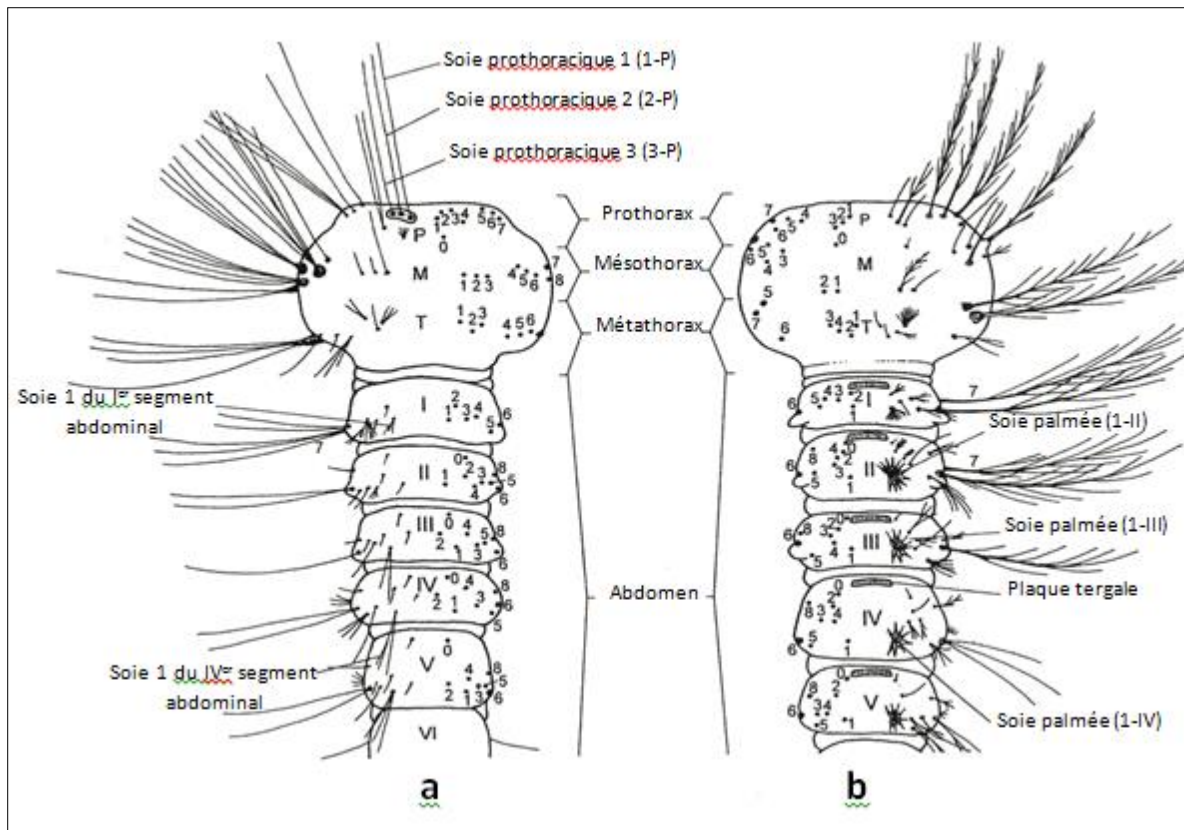


Figure 9 : Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves

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

d) L'abdomen :

Il est formé de 9 segments distincts, les 7 premiers sont morphologiquement similaires.

Chacun comporte :

- *une plaque tergale chitinisée impaire et médiane
- * des plaques accessoires situées en arrière de la plaque tergale
- * des soies palmées postéro-latérales qui jouent un rôle dans le système de flottaison de la larve en surface. Ces soies sont formées de folioles dont la forme a été utilisée comme caractère taxonomique pour certaines espèces (Anonyme, 2004).
- *des soies ante-palmées, situées en avant et légèrement en dehors de ces dernières ont également une bonne valeur taxonomique.

Sur le IXème segment s'insèrent les soies anales et les papilles anales, translucides (Anonyme, 2004).

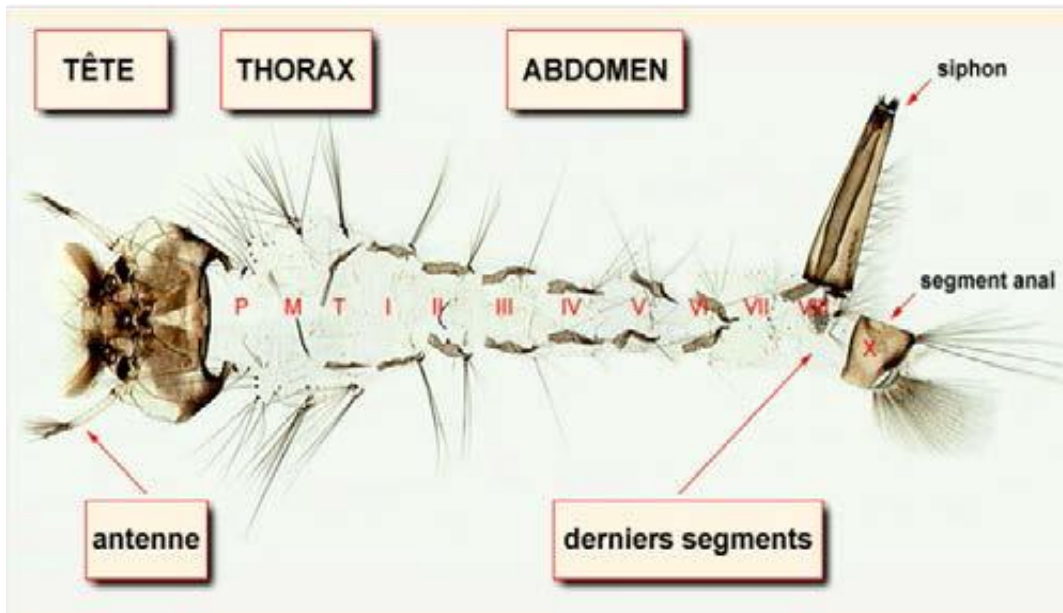
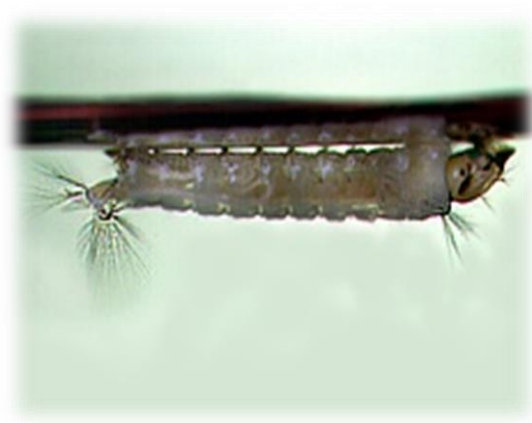


Figure 10: Larve de Cx. Pipiens (In Brunhes et al. 1999)

Notons que les larves d’Anophellinae se tiennent parallèlement à la surface de l’eau, alors que celle des Culicinae ont une position oblique, avec la tête en bas (Himmi, 2007). (fig.11)



Aedes. Sp



Anopheles.sp

Figure11 : le rythme de respiration chez Anophellinae et Culicinae (Boubidi et al, 2008).

II.3.3. Nympe

C'est une pupe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas. Elle est formée d’un céphalothorax globuleux sur lequel s’insèrent deux trompettes respiratoires, le stade nymphal est un stade de transition au métabolisme extrêmement actif (Fig.12), au cours duquel l’insecte subi de très profondes transformations morphologiques et physiologiques qui

l'amènent du stade larvaire aquatique et saprophyte à la forme adulte aérienne et habituellement hémaphage chez les femelles, à la fin de ce stade, le tégument de la nymphe se fend sur le dos suivant une ligne longitudinale, par cette ouverture, le moustique adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes, son abdomen, abandonnant dans l'eau l'exuvie nymphale, Ce phénomène dit l'émergence (Schaffner, 2004).

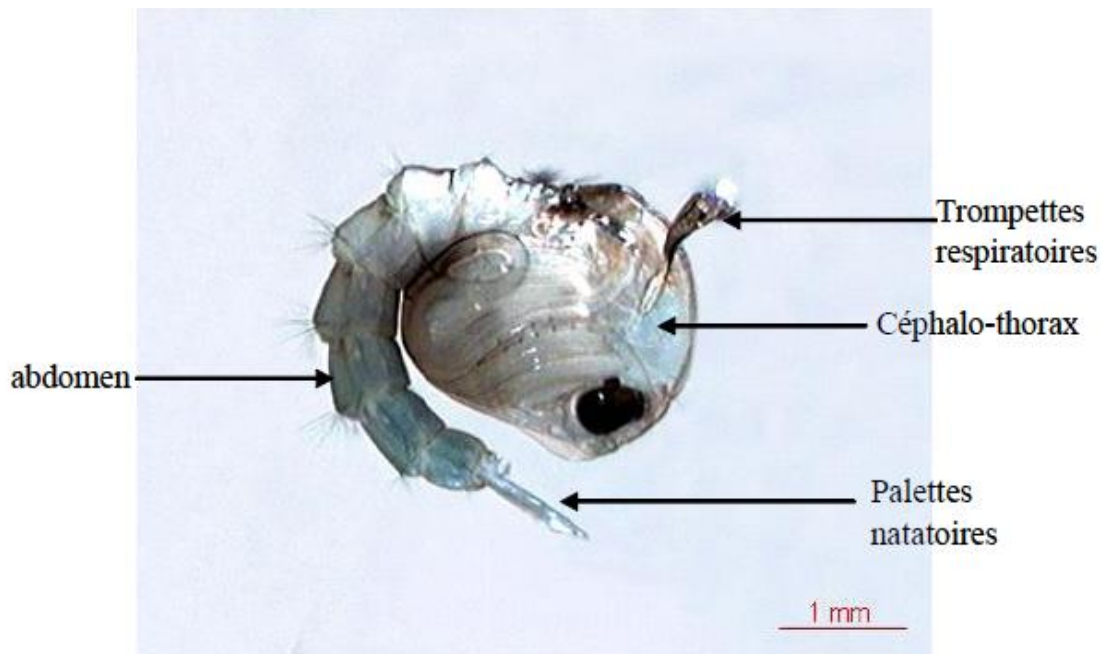


Figure12 : Aspect général d'une nymphe de culicinae (*Culex pipiens*). (Berchi, 2000)

II.3.4. Adulte

D'une taille comprise entre 5 et 20 mm, les Culicidae adultes se distinguent facilement des autres familles de Nématocères, notamment par les écailles dont leur corps est recouvert et par la trompe (ou proboscis) très allongée. Trois parties bien distinctes à considérer : la tête, le thorax et l'abdomen dont la connaissance est indispensable en systématique (Boukraa, 2009 ; Scaffner, 2005).

a) La tête :

La tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit.

-Les yeux ; très grands, réniforme sont composés d'yeux élémentaires (ommatidies) juxtaposés et occupent la majeure partie de la tête.

-Les antennes ; implantées dans la région faciale sont formées de plusieurs segments et d'un bourrelet d'insertion globuleux, le scape. Un deuxième segment allongé, le torus renferme l'organe auditif de Johnstone (plus développé chez le mâle). Une troisième partie, le flagellum ou flagelle est composé d'article en nombre variable selon les sexes, entre chaque article

s'insèrent des soies courtes chez les femelles (antennes glabres) et très longues chez les mâles (antennes plumeuses). (Rioux, 1958).

-la trompe ou proboscis ; Celui-ci comporte le labium, en forme de gouttière qui entoure et protège les pièces vulnérantes au nombre de six (= les stylets). On y distingue deux mandibules, deux maxilles, l'hypopharynx dans lequel passe le canal salivaire, et le labre qui forme un canal dans lequel remonte le sang. Chez le mâle, le proboscis n'est pas vulnérant car les mandibules et les maxilles sont très peu développées (Rodhain, 1985).

-Deux palpes maxillaires ; sont situés de part et d'autre de la trompe. qui se composent de 5 articles chez tous les mâles ainsi que les femelles des Anophielinae 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).

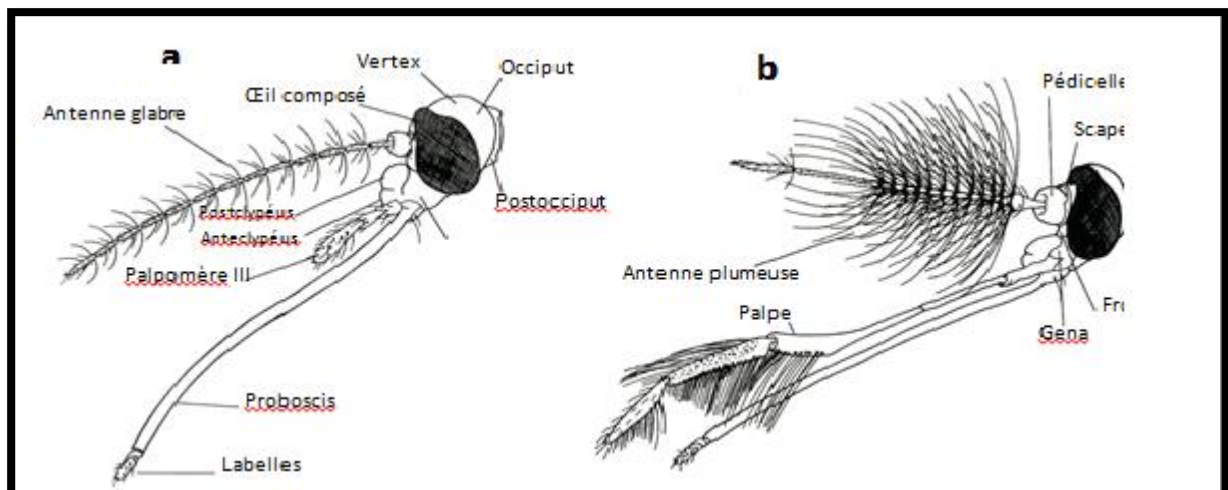


Figure 13 : Morphologie schématique de la tête de Culicinae. a) Femelle, b) Mâle (Wood et al. 1979)

b) Le thorax :

Assez globuleux et renflé à sa partie dorsale, le thorax comporte trois segments soudés, le pro, le méso et le métathorax, dont chacun présente une partie dorsale (tergum) et une partie ventrale (sternum). Les pièces latérales étant les pleures. Sur chacun de ces segments, s'insère une paire de pattes. En outre, le mésothorax, très développé, porte une paire de stigmates ou spiracles, une paire d'ailes et un prolongement postérieur et dorsal qui est le scutellum. La présence ou l'absence de soies post et pré-spiraculaires au niveau du mésothorax constitue l'un des principaux caractères pour distinguer les genres des Culicinae.

Le métathorax porte quant à lui une paire de stigmates et une paire de balanciers ou haltères (Rodhain et Perez, 1985). (Fig.14). 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). D'après Séguy (1923), les pattes sont très fragiles, longues et grêles. Leur longueur augmente de la première à la troisième paire. Chaque patte comprend, de sa base à l'extrémité distale, la hanche ou coxa, le trochanter indistinct, le fémur, le tibia et un tarse de cinq articles, dont le dernier porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilli. Elles peuvent porter des soies, des poils et présenter des anneaux, formés par des écailles, diversement colorés. L'absence ou la présence de griffes denticulées ou de pulvilli sur les derniers tarses permet de distinguer les genres constituant la famille des Culicidae.

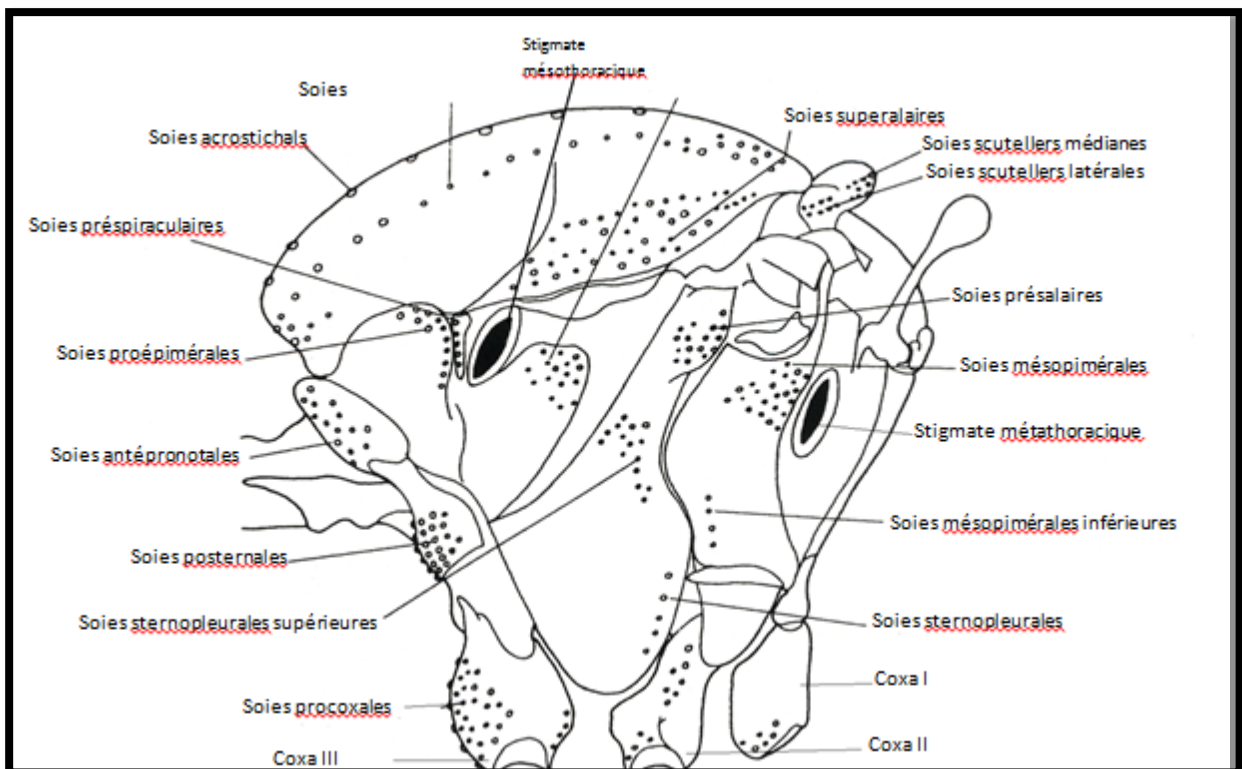


Figure 14: Morphologie schématique du thorax chez les Culicidae, (Becker *et al.*, 2003).

c) L'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 Anophelinae). 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 IXe segment comporte trois articles dont le gonocoxite de forme ovoïde, le gonostyle mince et allongé et un 3ème article généralement réduit à une petite dent ou épine. Cependant le Xe segment ou segment anal, représente la partie centrale au niveau duquel se remarquent le pénis ou phallosome qui est un organe impair médian, entouré de deux paramères et souvent des protubérances d'aspect très variés (en oursin chez les *Culex* par exemple), ainsi que deux bras latérobasaux, plus ou moins développés, insérés à sa base (Knight et Laffoon, 1971 ; Rodhain et Perez, 1985).

Le Xe segment porte deux prolongements, les cerques, principalement visibles pour les genres *Aedes* et *Ochlerotatus*

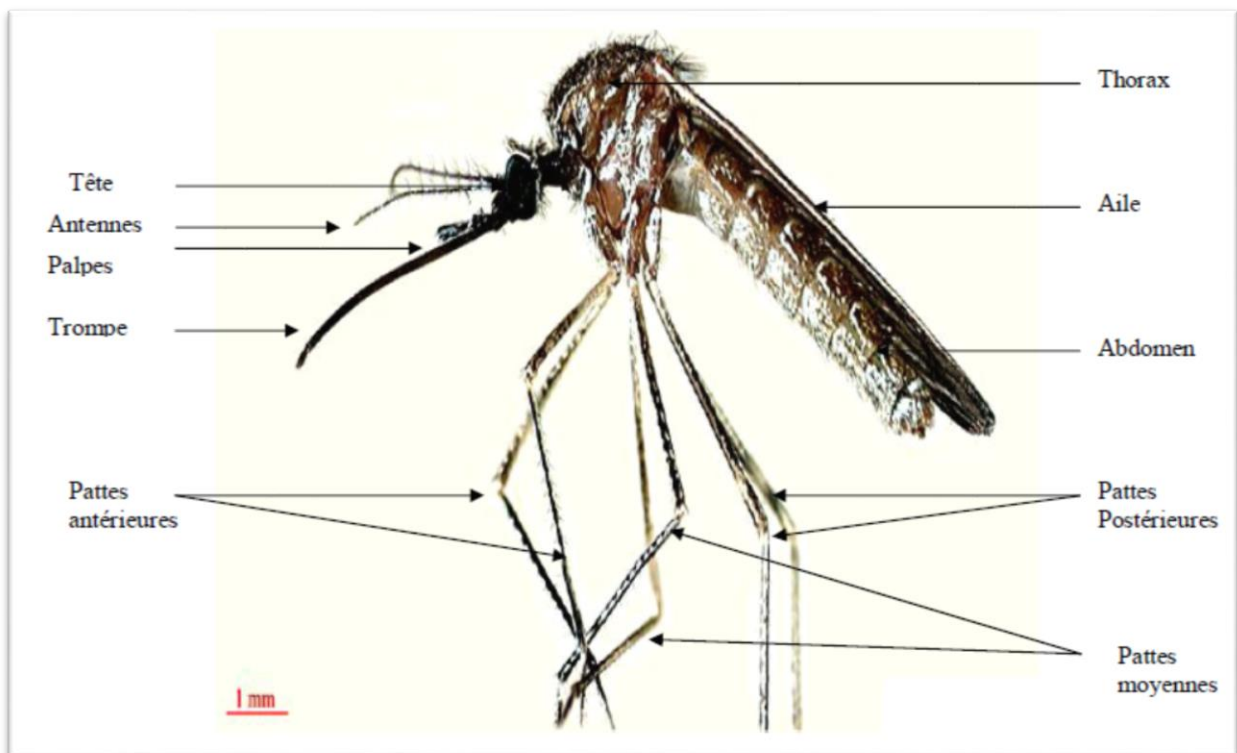


Figure 15 : Morphologie générale d'un adulte de Culicinae (*Culex*) (Brunhes et al, 1999).

Dans le tableau suivant ont résumé tous les caractères morphologiques précédent.

Tableau 8 : Critères de reconnaissance morphologique des anophèles par rapport aux autres Culicinae.

(Carnevale et Robert, 2009).

	Anophelinae	Culicinae	
	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Œufs	Pondus isolément sur l'eau. Avec des <i>flotteurs</i> latéraux généralement bien visibles.	Pondus isolément à côté de l'eau. Pas de flotteurs visibles. Résistent à la dessiccation.	Pondus regroupés en barquettes (ou nacelles).
Larves	<i>Au repos</i> : parallèle sous la surface de l'eau. Stigmates respiratoires <i>sans siphon</i> .	<i>Au repos</i> : oblique par rapport à la surface de l'eau. <i>Siphon respiratoire</i> ± long et trapu et présence d'un peigne.	
Nymphes	<i>Trompettes respiratoires</i> courtes et évasées.	<i>Trompettes respiratoires</i> longues et fermées.	
Adultes	<i>Position au repos</i> : généralement oblique par rapport au support. <i>Femelle</i> : Palpes maxillaires aussi longs que la trompe. <i>Mâle</i> : Palpes maxillaires : extrémités renflées.	<i>Position au repos</i> : parallèle au support. <i>Femelle</i> : Palpes maxillaires < la trompe. <i>Mâle</i> : Palpes maxillaires : extrémités effilées.	

II.4 Bioécologie des culicidae

II.4.1 Cycle de vie du moustique

L'existence d'un moustique est rythmée par quatre stades de développement (oeuf, larve, nymphe et adulte). On dit donc des moustiques qu'ils sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles), (Rabe, 2003), les larves présentent une morphologie très différente de celle des adultes (Flouhr et Mary. 2006), car le passage de l'état larvaire à l'état adulte se fait par un état intermédiaire nymphal (Guillaumot, 2009 ; Wood et al 1979) Son cycle de vie se déroule en deux phases principales. La première en milieu aquatique ou semi-aquatique correspond aux stades de l'oeuf, de la larve et de la nymphe. La seconde en milieu terrestre est celle de l'adulte (Labbé et al, 2006)

Tous ces stades (œuf, larve, nymphe, adulte) s'accomplissent une fois au cours de l'année

chez les espèces dites univoltines et plusieurs fois chez les espèces dites multivoltines (Labbé et al, 2006). Les différents stades du cycle de vie des moustiques sont détaillés ci-après (Fig.16). Après accouplement, la femelle fécondée fait un premier repas de sang pour prélever les nutriments nécessaires à la maturation de ses œufs. Elle n'a besoin d'être fécondée qu'une fois puisqu'elle dispose d'un système de stockage des spermatozoïdes qui lui permet de pondre de façon répétée jusqu'à la fin de sa vie (Goislard, 2012)

Environ trois jours plus tard, la femelle moustique est prête à pondre. Elle est à la recherche d'un gîte d'eau stagnante propice au développement de ses larves (Céline, 2012).

Le stade larvaire est composé de 4 étapes différentes (nommées simplement stade 1, 2, 3 et 4), séparées par 4 mues (OMS, 2002). La durée du stade larvaire est température/ressources alimentaires/environnement dépendante. Le stade nymphal, après une mue de la larve de stade 4. Enfin, l'éclosion de la nymphe conduit à l'imago (= adulte) (Boyer, 2006)

Ce cycle de vie est commun à toutes les espèces de moustique. Le comportement et la façon de transiter d'un état physiologique à l'autre dépendent du genre, voire de l'espèce, ainsi que de la localisation géographique (Aurélie, 2011).

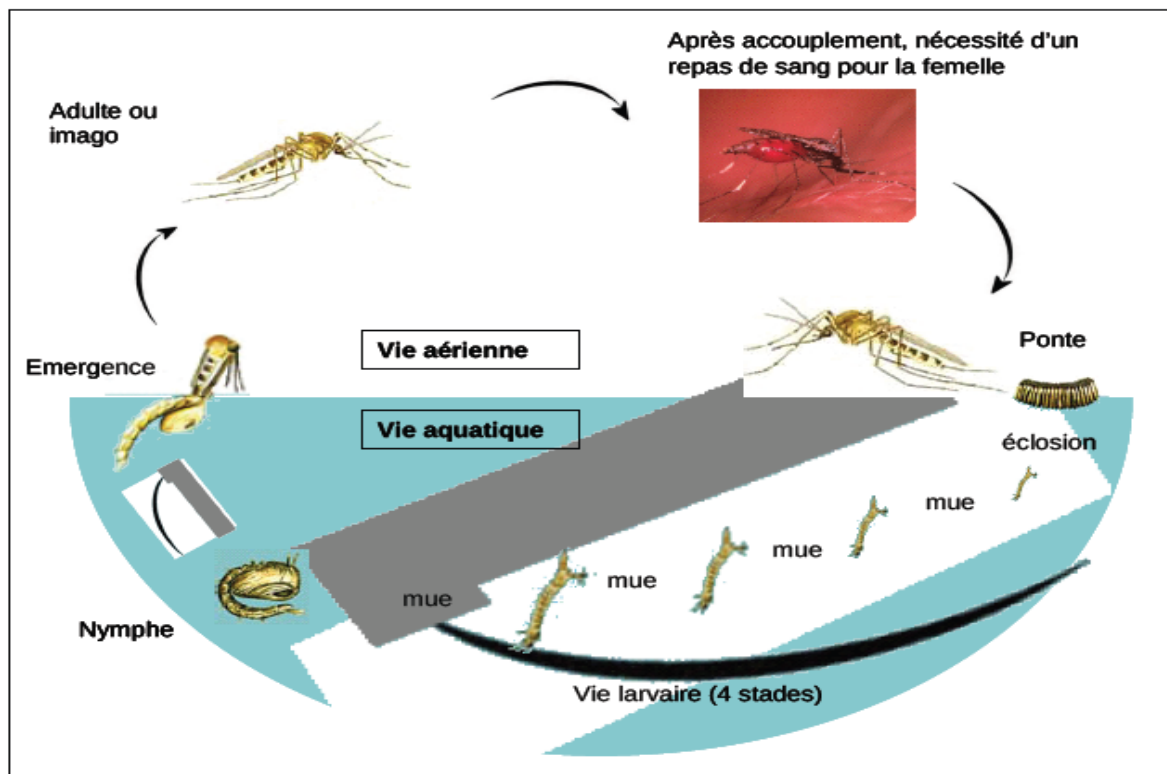


Figure 16: Cycle de vie du moustique (Boyer, 2006)

II.5. Ecologie des culicidae

❖ Adultes

Les moustiques adultes, dès leur éclosion, passent 1-5 jour au repos. Durant cette période, les génitalia des mâles effectuent une rotation de 180°. Les abris utilisés sont divers: trous d'arbres, terriers d'animaux, feuillage, végétation, toiles d'araignées etc. Suivant les espèces, l'accouplement peut avoir lieu pendant cette période ou plus tard (lors du premier repas sanguin des femelles), (Boulkenafet, 2006)

❖ Œufs :

Quarante-huit heures après la prise du repas de sang, les femelles fécondées déposent leurs œufs, selon les espèces : à la surface d'eaux stagnantes (mare, étang) ou courantes (torrent, bord de rivière), dans des réceptacles naturels (flaque, trou de rocher, aisselles de feuilles, trou d'arbres...) ou artificiels (pneu, gouttière, pot de fleurs, carcasse de voiture...) ou sur des terres inondables (marécage, rizière...). Ces œufs sont pondus soit isolément (*Toxorhynchites*, *Aedes*, *Anopheles*), soit en amas (*Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Uranotaenia*) ou bien fixés à un support végétal immergé (*Mansonia*). (Belayadi , 2010).

❖ Larves et nymphes :

Les gîtes larvaires sont très diversifiés selon les genres et les espèces et comprennent les eaux courantes (torrent de montagne, rivière) ou stagnantes (étang, mare, rizière, marécage, bord de rivière, fossé, flaque), ensoleillées ou ombragées (en forêt), de grande dimension (lac, fleuve) ou de petite taille (feuille morte), à forte teneur en sels minéraux (eau de mer ou eau saumâtre) ou chargées de matières organiques, les gîtes naturels de type phytothelmes (aisselle de feuille (Belayadi , 2010).

Les gîtes créés par l'homme : ils peuvent être domestiques (vases d'appartement, soucoupes de pots de fleurs, etc.) ou péri-domestiques (ornements de jardins, coupelles de plantes vertes, vieux pneus, poubelles, puits, bassins, abreuvoirs pour animaux, récipients abandonnés, etc.). bambou fendu, trou d'arbre, urne de plante carnivore) (Goislard, 2012).

La rapidité du développement des larves dépend de la quantité de nourriture contenue dans le gîte, Les larves de la majorité des moustiques se nourrissent de microorganismes et de phytoplancton présents dans l'eau du gîte (Fouet, 2010).

II.6. Biologie des culicidae

Les principaux facteurs écologiques dont dépend la transmission des arbovirus sont relatifs aux contacts entre les vecteurs et les hôtes vertébrés susceptibles. La plupart de ces facteurs sont **intrinsèques** au moustique, comme les préférences trophiques et la densité et ses variations journalières et saisonnières, le taux de survie journalier moyen la diapause.

Les facteurs **extrinsèques** qui agissent sur le comportement des moustiques sont: la lumière, la température, l'humidité, des substances chimiques provenant des gîtes larvaires potentiels ou des animaux (CO₂, allomones, odeurs), des sons ou des signaux visuels. Ils réagissent de manières différentes selon l'espèce, le sexe et l'état physiologique (Degallier, 1996).

II.6.1 Préférences trophiques

Seule la femelle est hématophage. Ce besoin de sang correspond à une nécessité vitale de l'espèce: il permet aux œufs d'arriver à maturité (Fouet, 2010). Le besoin de sang est lié à un choix préférentiel selon les espèces. Ainsi, telle espèce ne pique que les mammifères, telle autre les oiseaux, telle autre les batraciens (Pautou et al 1973). Certaines espèces sont autogènes ou autogènes facultatives, cependant le nombre d'œufs produit sans l'apport protéinique du sang est beaucoup moindre, le male et également la femelle se nourrissent de suc végétal.

II.6.2 La densité

Aucune méthode exacte n'est disponible pour déterminer la densité des vecteurs potentiels (femelles agressives). Cependant, des méthodes de marquage-lâcher-recapture permettent d'estimer des densités absolues (Service, 1976).

Focks *et al.* (1981) in (Degallier, 1996) ont proposé une méthode d'évaluation de la densité d'*Ae. aegypti* à partir de la densité des nymphes, ceci en connaissant la valeur du taux de survie journalier. Plus communément et de manière pratique, ce sont les variations de densité relative des femelles sur appât ou au piège qui sont utilisées. Ces variations suivent un cycle, circadien (= nyctéméral) et un cycle saisonnier.

II.6.3 Cycle nyctéméral d'activité/agressivité

Le cycle nyctéméral d'agressivité est la distribution des moustiques qui viennent à l'appât en fonction du temps pendant 24 h.

Le tableau suivant comparé les caractéristiques biologiques des trois principaux genres de moustiques. Selon les genres de moustiques, l'activité hématophage est également variable en termes de mode de piqûre et d'aspect de la piqûre.

Tableau 9 : comparaison des principaux genres des moustiques (SMV et SFP, 2010).

Différences	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Habitat préférentiel	Préférentiellement rural mais également péri-urbain ou urbain surtout en Afrique	Variable selon les espèces, mais parfois strictement urbain	
Horaire des piqûres	Nocturne (mais espèces crépusculaires en Amérique du Sud)	Diurne	Nocturne
Mode de piqûre	En une fois	Harcèle son hôte jusqu'à avoir pris un repas complet	Ordinairement, en une fois
Type de vol	Silencieux	Bruyant	
Aspect de la piqûre	Non douloureuse, peu de signes inflammatoires	Sensible avec signes inflammatoires plus ou moins importants	

II.6.4 Cycle saisonnier de densité

Les variations saisonnières de densité dépendent des facteurs intrinsèques et extrinsèques. Parmi les premiers, on a la dispersion, la fécondité, la diapause ou la compétition larvaire. Les facteurs extrinsèques dépendent du climat (régime des pluies, amplitudes thermiques etc.), de la nature des gîtes larvaires ou des activités humaines (aménagement, lutte anti vectorielle...)

❖ La dispersion :

Des études faites avec des moustiques marqués ont mis en évidence des déplacements allant de 100 à 500 m pour certaines espèces (*Ae. aegypti*), à plusieurs km ou dizaines de km pour d'autres espèces (*Haemagogus*, *Ae. africanus*, *Ae. taeniorhynchus*) (Degallier, 1996).

La fécondité totale d'une femelle varie selon les espèces de 800 à 2500 œufs (Belayadi, 2010).

❖ La fécondité :

Généralement, les femelles sont inséminées peu de temps après leur éclosion. Le nombre moyen d'œufs par femelle et par cycle gonotrophique (= entre deux repas sanguins consécutifs) varie de 50 à 150. En dehors du contrôle endocrinien de la maturation des œufs la fécondité semble dépendre du volume des repas plus que de la taille des femelles (Degallier, 1996).

❖ La diapause :

Selon (Camille, 2012) L'éclosion marquée la fin du développement embryonnaire. La durée de ce développement dépend de l'existence d'une diapause et de sa durée et de la vitesse du développement en lui-même (la saison hivernale correspond à une période d'arrêt).

La diapause se traduit comme un "état dynamique de la diminution de l'activité métabolique par l'action d'un intermédiaire neurohormonal. Associé à cela, il y a une réduction de la morphogenèse, une augmentation de la résistance aux événements environnementaux extrêmes et une altération ou une réduction de l'activité. Cette expression est généralement la réponse à plusieurs stimuli environnementaux. Une fois que la diapause a débuté, l'activité métabolique est arrêtée même si les conditions favorables pour le développement prévalent" (Vinogradova, 2007). La diapause semble se mettre en place selon deux échelles de temps biologiques :

1. Génétique, suivant le temps d'exposition de la génération supérieure, la sensibilité aux stimuli peut être différente
2. Saisonnier, par le calendrier photopériodique saisonnier et l'horloge circadienne. L'horloge circadienne se définit comme un processus endogène qui permet de détecter les changements environnementaux journaliers dont la lumière, la température... (Kostál 2011).

Après la levée de diapause, le développement embryonnaire est plus ou moins rapide en fonction des conditions climatiques. Les éclosions auront donc lieu plus ou moins rapidement en fonction de la température (somme des degrés/jours) et des rythmes de submersions (Camille, 2012).

❖ La compétition :

La compétition intra- spécifique retarde le développement larvaire, par l'intermédiaire de substances sécrétées par les larves elles-mêmes. La compétition inter- spécifique (avec d'autres espèces) résulte généralement en l'installation durable d'une seule espèce. Ainsi, *Ae. aegypti*, dans les nombreux pays où il a été introduit, a le plus souvent supplanté les espèces autochtones qui se trouvaient dans les mêmes gîtes. Dans le cas où *Aedes albopictus* cohabite avec lui, c'est *Ae. aegypti* qui occupe les gîtes intra- domiciliaires bien qu'*Ae. albopictus* soit aussi endophile (Degallier, 1996).

❖ La prédation :

Les prédateurs de larves de moustiques peuvent être des invertébrés (autres moustiques, autres insectes Diptères, Hémiptères, Odonates etc., Crustacés Copépodes etc.), ou des Vertébrés aquatiques (poissons, amphibiens).

Les prédateurs qui sont étudiés en tant qu'auxiliaires potentiels dans la lutte antimoustiques

sont des poissons, insectes aquatiques (Libellulidae, Belostomatidae, Nepidae, Dytiscidae, etc.) et crustacés (Cyclopidae).

Dans les gîtes péri- domestiques, les principaux prédateurs sont des moustiques Toxorhynchites et *Culex (Lutzia)* (Degallier, 1996).

II.7. Intérêts dans l'écosystème

Le moustique est un important pollinisateur, particulièrement pour les petites fleurs sauvages n'intéressant pas les abeilles (Neilsen, 1979). Elle représente un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En effet, par sa présence en grand nombre, il représente une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons...). Ils sont ainsi un maillon important de la chaîne trophique des zones humides. De plus, de part leur régime alimentaire, les larves participent au processus de destruction de la matière organique.

Leur régime omnivore, avec l'ingestion de feuilles en décomposition par exemple, accélère la décomposition des matières organiques dans les écosystèmes aquatiques.

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

II.8. Mécanisme de transmission vectorielle

D'après Bencherif, 2010 Le mécanisme de transmission vectorielle comporte 3 phases :

A. L'infection du vecteur a toujours lieu au cours d'un repas sanguin (hormis lors d'une transmission verticale, d'une génération à la suivante), le vecteur est donc obligatoirement un insecte hématophage.

B. Le développement du parasite dans l'organisme du vecteur aura lieu uniquement si l'arthropode appartient à une espèce capable de l'assurer.

C. La transmission au vertébré se produit lorsque le vecteur est devenu infectant, c'est-à-dire que le pathogène se trouve à un stade infectieux pour l'hôte vertébré. La transmission des parasites se fait par la salive, par régurgitation au moment de la piqûre au cours d'un repas sanguin, par dépôt direct des parasites sur la peau ou par les déjections parasitée.

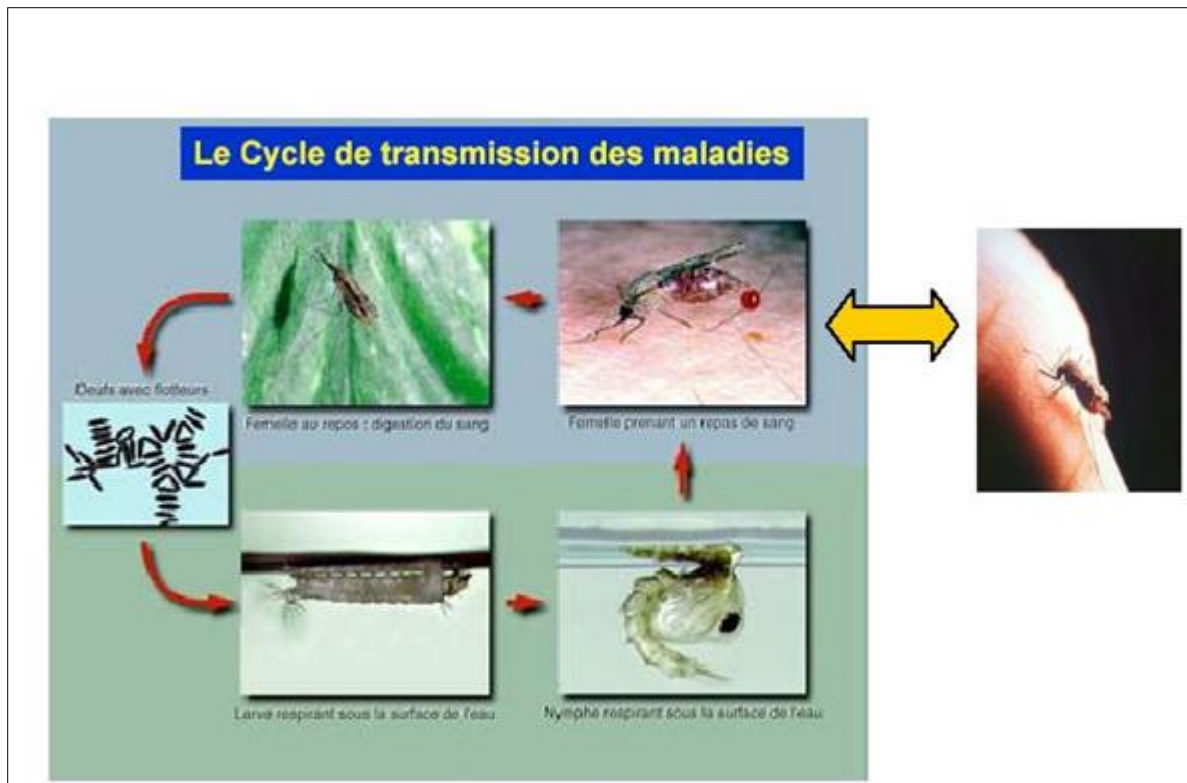


Figure 17 : Mécanisme de la transmission des maladies à vecteurs. (OMS, 2003)

II.9. Nuisances et problèmes de santé

D'un point de vue sanitaire, la pique de l'homme par les adultes femelles de nombreux culicidés anthropophiles, nécessaire à la maturation des pontes, ne se résume pas seulement au désagrément passager lié à la prise de sang (Failloux et Rodhain 1999). Cette prise directe du fluide dans les capillaires sanguins va permettre à différentes formes de vies (virus, protozoaires, vers nématodes) d'exploiter les moustiques comme voie de transferts vers les hôtes vertèbres.

Le moustique est responsable de 2 à 2,5 millions de décès humains par an (Boyer, 2006). Il existe plus de 550 **arbovirus** répertoriés, parmi lesquels 150 sont pathogènes pour l'homme et regroupent 90% de **fièvres hémorragiques**. (Khalilou, 2002)

Parmi les maladies les plus tristement célèbres,

✓ **Paludisme**

(du latin palus, paludis, marais), appelé aussi **malaria** (de l'italien mal'aria, mauvais air), est une parasitose due à un protozoaire transmis par la piqûre d'un moustique femelle, l'**anophèle**, provoquant des fièvres intermittentes. Avec 300 à 500 millions de malades et 1,5 à 2,7 millions de décès par an, le paludisme demeure la parasitose tropicale la plus importante. 80 % des cas sont enregistrés en Afrique subsaharienne, où ils concernent majoritairement les

enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes (OMS, 2005 ; Guillaume et Boutrolle 2004 ; OMS, 2002 ; Robert, 2006 ; Coulibaly, 2007 ; Ponçon, 2008 ; Manguin et al, 1999 ; El Ouali et al, 2010).

✓ Fièvre jaune

La fièvre jaune, parfois appelée **vomi noir** (vomito negro) ou **peste américaine**, est une maladie virale aiguë. C'est une arbovirose zoonotique des grands singes de la forêt équatoriale et elle est transmise de singe à singe par divers moustiques du genre *Aedes*, hôtes intermédiaires et vecteurs, Les populations de singes jouent probablement un rôle très important dans la dynamique des épizooties de Fièvre jaune.(Dégallier,2006)

✓ Filarioses lymphatiques

Plus de 40 espèces de Culicidae, relevant de 4 genres, sont impliquées dans la transmission des filarioses lymphatiques. Ce sont des infections parasitaires engendrées par trois espèces de filaires : *Wuchereria bancrofti*, la plus fréquente est sa variété *pacifica*, *Brugia malayi* et *Brugia timori*. Les filarioses lymphatiques touchent 120 millions de personnes dans 80 pays d'Afrique, d'Amérique latine et d'Asie et 40 millions d'entre elles souffrent de difformités et d'invalidités graves. Près d'un tiers des porteurs de la maladie vivent en Inde, un autre tiers en Afrique, tandis que le dernier tiers se répartit entre l'Asie du Sud-Est, le Pacifique occidental et l'Amérique latine.

✓ Fièvre de la vallée du Rift

La fièvre de la vallée du rift (RVF) est une zoonose virale (affectant principalement les animaux domestiques (bétail), mais pouvant se transmettre aux humains) en se manifestant par une fièvre. Elle est disséminée par la pique d'un moustique infecté. La maladie est propagée par le virus RVF, rattaché au genre *Phlebovirus* (famille des *Bunyaviridae*).

L'homme traversant ces foyers sauvages d'endémie est sporadiquement piqué par les moustiques infectés et fait alors une fièvre jaune humaine dite "forme sylvatique".

✓ chikungunya

Le chikungunya (en abrégé chik), est une maladie infectieuse tropicale, due à un arbovirus (*Alphavirus* de la famille des *Togaviridae*), transmise par des moustiques du genre *Aedes*. Le nom est d'origine bantoue¹ et signifie : « qui se recourbe, qui se recroqueville », à l'image des feuilles tombées des arbres qui se recourbent en séchant ; on a aussi traduit *chikungunya* en

français « maladie qui brise les os » ou « maladie de l'homme courbé » car elle occasionne de très fortes douleurs articulaires associées à une raideur, ce qui donne aux patients infectés une attitude courbée très caractéristique.

✓ **virus du Nil occidental**

Le virus du Nil occidental (en anglais : *West Nile Virus*) est un *flaviviridae* du genre *Flavivirus* (qui comprend également le virus de la fièvre jaune, le virus de la dengue, le virus de l'encéphalite de Saint Louis et le virus de l'encéphalite japonaise). Les moustiques, et en particulier les *Culex*, sont les principaux vecteurs du virus du Nil occidental, et tous les facteurs favorisant la pullulation des moustiques (pluies abondantes, irrigation, températures plus élevées que la normale...) sont susceptibles d'augmenter l'incidence de la fièvre liée à ce virus dans les secteurs géographiques où il circule.

✓ **Dengue**

La dengue, anciennement appelée *grippe tropicale* ou le *petit palu*, est une infection virale, endémique dans les pays tropicaux. Une forme déclenchant une fièvre hémorragique, la **dengue hémorragique** (ou DHF, pour *dengue hemorrhagic fever*), est potentiellement mortelle.

Elle est transmise à l'homme par l'intermédiaire de moustiques (*Aedes aegypti* et en de rares cas *Aedes albopictus*) et se répand souvent en milieu urbain ou semi-urbain.

la dengue (Vacus, 2012; Ouledkada, 2008), (plus de 30 000 décès/an).

✓ **virus amaril**

Ce virus est entretenu dans la nature par transmission biologique entre des mammifères réceptifs chez lesquels il provoque une virémie transitoire suivie d'une immunité durable (singes), par l'intermédiaire de certains *Culicidae* : *Aedes*, *Haemagogus*. et est transmis, par pique, à des mammifères. (Lamoureux, 2000).

Tableau 10: Principales affections vectorielles transmises à l'homme par les *Culicidae*
(SMV et SFP, 2010)

Moustiques vecteurs	Agents pathogènes	Maladies
<i>Anopheles</i>	<i>Plasmodium sp.</i>	Paludisme
<i>Aedes</i>	<i>Flavivirus</i>	Fièvre jaune Dengue
	<i>Alphavirus</i>	Chikungunya
<i>Culex</i>	<i>Flavivirus</i>	Infection à West Nile virus Encéphalite japonaise
Tous les genres de moustiques	<i>Wuchereria bancrofti</i> et <i>Brugia malayi</i>	Filariose lymphatique

Il n'existe, aujourd'hui, **aucun traitement** spécifique mais uniquement des vaccins préventifs pour combattre certaines de ces maladies. Une lutte, chimique et/ou biologique, peut permettre le contrôle des populations de moustiques vecteurs dans les zones concernées. (Boyer, 2006).

II.10. Lutte anti-vectorielle

Toute lutte antivectorielle efficace passe par une connaissance précise des espèces impliquées dans la transmission. (CNEV, 2014), le moyen le plus efficace de protection reste la prophylaxie d'exposition aux piqûres de leurs vecteurs (Goislard, 2012). Cette protection ou lutte antivectorielle (LAV) repose sur deux grands axes. D'une part, la réduction du nombre d'arthropodes dans l'environnement par la lutte collective permet d'abaisser les niveaux de transmission (OMS, 1974 ; 2003), Elle repose sur des méthodes physiques (destruction des gîtes larvaires ou gîtes de repos des adultes (Akogbéto, 2006), Les outils biologiques (utilisation de prédateurs de vecteurs), génétiques (réduction du potentiel reproducteur des vecteurs) et biocides (emploi d'insecticides et de répulsifs) (OMS, 1956 ; ANSES, 2011 ; Corbel, 2005).

D'autre part, il est nécessaire que chacun se protège individuellement des piqûres d'insectes vecteurs par l'utilisation de diverses méthodes, parmi lesquelles l'utilisation des moustiquaires imprégnée d'un insecticide (OMS, 2002), Captures avec des pièges appâtes. Les moustiques obtenus par ce type de capture sont des moustiques agressifs (Carnevale et

Robert, 2009), les répulsifs cutanés, on parle de protection personnelle anti-vectorielle (Fouet, 2010).

Eviter, si possible, de sortir entre le coucher et le lever du soleil, car les moustiques piquent d'ordinaire pendant cette période, si l'on sort la nuit, porter les vêtements à manches longues et des pantalons longs, et éviter les couleurs sombres qui attirent les moustiques.

Enduire les parties exposées du corps d'un insectifuge. Fermer les portes et les fenêtres la nuit si l'on ne peut pas protéger au moyen d'un treillis (SMV et SFP ,2010).

III. Echantillonnage

III.1. Technique d'échantillonnage des populations Culicidiennes

III.1. 1. Matériel utilisé sur terrain

Les prélèvements ont été réalisés selon la technique du coup de louche ou dipping (Rioux et *al.*, 1965 Subra,1971 ; Papieroc et *al.*, 1975, Croset et *al.*, 1976). 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)

III.1. 1. 1. Estimation de la densité larvaire

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

Tableau 11: 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

III.1. 2. Méthodes de laboratoire adoptées

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

III.1. 2.1. Tri et montage des larves (voire annexe)

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

III.1. 2.2. Récupération et montage des adultes (voir annexes)

Les larves de différentes 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.

Les moustiques mis en cage sont nourris de raisins secs, attaché sur le côté supérieur de la cage sous forme de grappe. (Trari et al, 2003)

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

III.1. 2.3. Détermination au laboratoire des espèces recueillies

Pour la détermination des larves de Culicidés capturées sur le terrain, ainsi que les adultes émergés au laboratoire, nous avons utilisé le logiciel d'identification des moustiques de l'Afrique méditerranéenne (Brhunes et al, 1999).

III.1. 2.4. 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.

III.1.2.4.1. 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.

III.1. 2.4.1.1– 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).

III.1. 2.4.1.2. Fréquences centésimales ou abondances relatives

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

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

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

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

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

III.1. 2.4.2. 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'équirépartition et de Jaccard.

III.1. 2.4.2.1. 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 :

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

H' : Indice de diversité exprimé en unité bits

Q_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.

III.1. 2.4.2.2. Diversité maximale

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

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

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

S est la richesse totale des espèces

III.1. 2.4.2.3. Indice d'équirépartition

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

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

La valeur de l'équirépartition 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 dominant 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.

Résultats de la biodiversité des Culicidae

Les résultats se présentent en quatre volets. Le premier concerne une liste exhaustive des moustiques inventoriés dans les différentes stations en Laghouat. La présentation des espèces de moustiques en fonction de chaque station d'étude. Elle est suivie par les caractères morphologiques distinctifs des espèces de Culicidae recensées. Le quatrième volet porte sur l'exploitation des résultats par différents indices écologiques.

La densité moyenne

Tableau(12) : La densité moyenne

Les sites	La densité moyenne nb des larves
Tadjemout	13
sebgag	11
Kheneg	90
Oued mzi	05
Elghicha	30
Elmai G1	23
Elmaia G2	21
Centre ville	17
Ain madhi	85

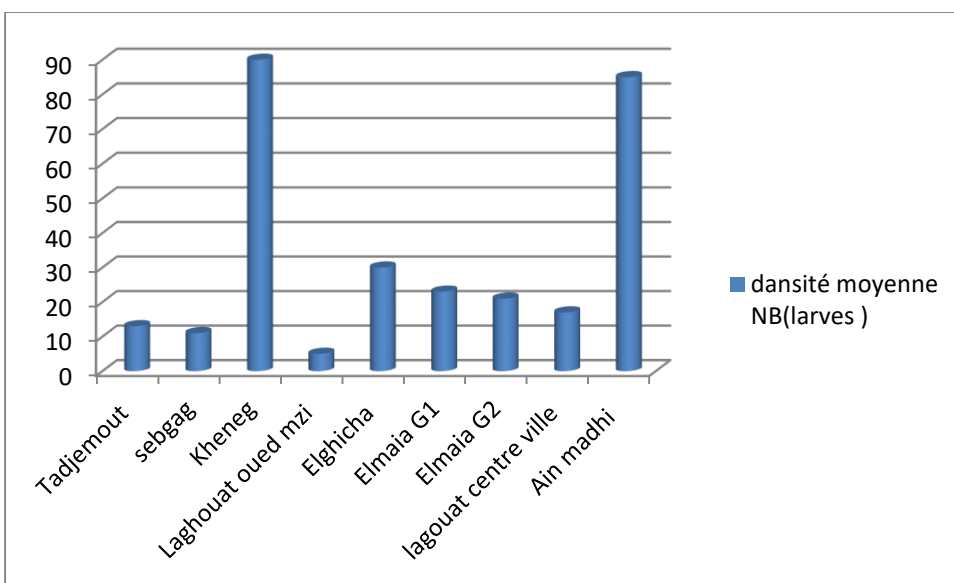


Figure (18) : résultat de la densité moyenne de chaque sites

Les résultats des figures montrent que la densité élevée ou le niveau de site Kheneg et Ain Madhi et faible densité Sebga, Elghicha, Tadjemout ; Oued Mzi, Elmaia G2, Elmaia G1

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 la région de Laghouat, Les résultats obtenus dans le tableau.

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>Culisata 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 rufipes</i> boussesi.

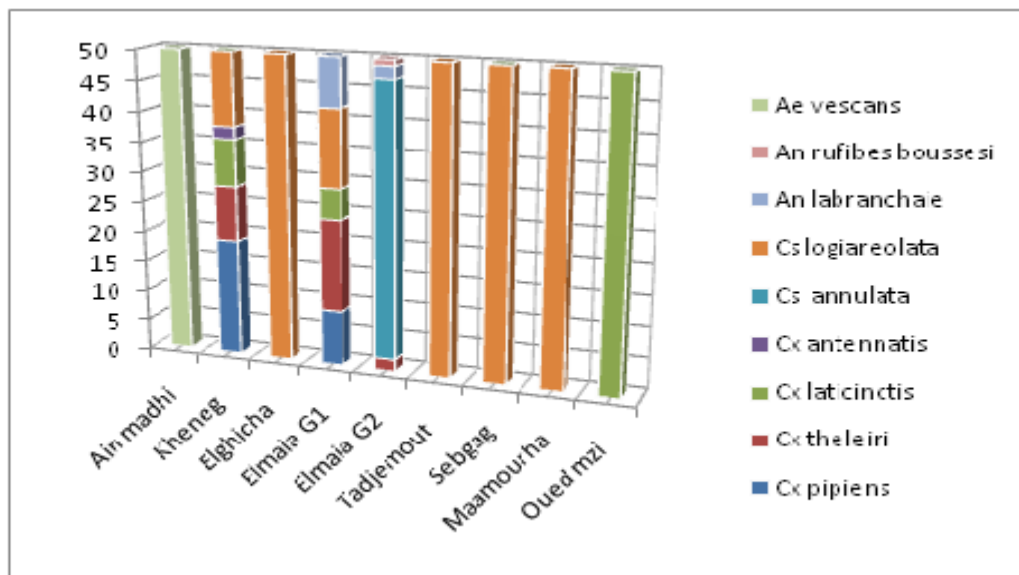
L'examen des Culicidae inventoriés dans les 08 sites durant les périodes d'échantillonnage, a permis de mettre en relief l'existence de neuf espèces appartenant à deux sous-familles : Anophilinae et Culicinae. La sous-famille des Culicinae prend une part importante dans le présent inventaire. Elle est représentée par sept espèces réparties entre trois genres, celui de *Culiseta* avec *Culisata annulata* et *Culiseta longiareolata* celui 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 deux espèces *Anopheles labranchiae* et *Anopheles rufipes boussesi*.

Les culicidae par station d'étude dans la région de Laghouat

Tableau(14) : la structures des espèces des culicidea inventorié sur les sites d'études

Les sites Les espèces	Ain madhi	Kheneg	Elghicha	Elmaia		laghouat		Tadjemout	Sebgag
				G1	G2	Oued mzi	Maamourha		
Cx pipiens	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Cx theleiri	-	+	-	+	+	-	-	-	-
Cx laticinctis	-	+	-	+	-	+	-	-	-
Cx antennatis	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Cs annulata	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Cs logiareolata	-	+	+	+	-	-	+	+	+
An labranchaie	-	-	-	+	+	-	-	-	-
An rufibes boussesi	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Ae vescans	+	-	-	-	-	-	-	-	-



Figure(19) : résultat des structure des espèces inventorié dans région de Laghouat

La lecture de cette tableau montre que l'espèce de *Cx pipiens* contactée dans deux sites Kheneg et Elmaia G1, et celle de *Cx theleiri* existe dans trois stations Kheneg et Elmaia G1 et G2.

Cx laticinctis Kheneg et Elmaia G1 et Oued mzi

Nous remarquons que *Cs logiareolata* inventoriés dans plusieurs sites ; Kheneg et Elmaia G1, Maamourha, Tadjemout et sebgag.

Les espèces *Cs annulata*, *An rufibes boussesi*, ont observent dans le site de Elmaia G2.

An labranchaie dans les deux sites de Elmaia.

Cx antennatis seulement dans le site elkheng

Ae vescans uniquement dans le site d' Ain madhi.

Analyse de la faune culicidienne par des indices écologiques :

Indice de diversité shannon –weaver et d'équitabilité

Tableau(15) : Résultat sur l'indice de diversité de shannonnon-weavre et sur l'indice de l'équirépartition des culicidae dans les sites d'études

Les sites	Ain madhi	Kheneg	Elghicha	Elmaia		Oued mzi	Maamourha	Tadjemout	sebgag
				G1	G2				
<i>Cx pipiens</i>	0	19	0	9	0	0	0	0	0
<i>Cx theleiri</i>	0	9	0	15	2	0	0	0	0
<i>Cx laticinctis</i>	0	8	0	5	0	50	0	0	0
<i>Cx antennatis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cs annulata</i>	0	0	0	0	45	0	0	0	0
<i>Cs logiareolata</i>	0	12	50	13	0	0	50	50	50
<i>An labranchaie</i>	0	0	0	8	2	0	0	0	0
<i>An rufibes boussesi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ae vescans</i>	50	0	0	0	0	0	0	0	0
Effectif	50	50	50	50	50	50	50	50	50
H'	0	2,07	0	2,22	0,62	0	0	0	0
S	1	5	1	5	4	1	1	1	1
H'max	0	2,32	0	2,32	2	0	0	0	0
E	0	0,89	0	0,95	0,31	0	0	0	0

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

L'indice de diversité révèle des valeurs qui entre 0 dans les stations Ain madhi ,Elghicha Sebgag ,Maamourha ,Oued mzi et 0.62 de Almaia G2 et 2.07 Elkheneg

En ce qui explique concerne l'équitabilité présente une valeur de 0 au niveau des stations (Ain madhi ; Elghicha ; laghouat ; Tadjemout ; sebgag).et 0.31 almaiaG1 , 0.89 alkheneg , et 0.95almaia G2

Abondances des genres dans la région de Laghouat

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

Genre	N	%
Culex	119	26,44
Culiseta	270	60
Anopheles	11	2,44
Aedes	50	11,11

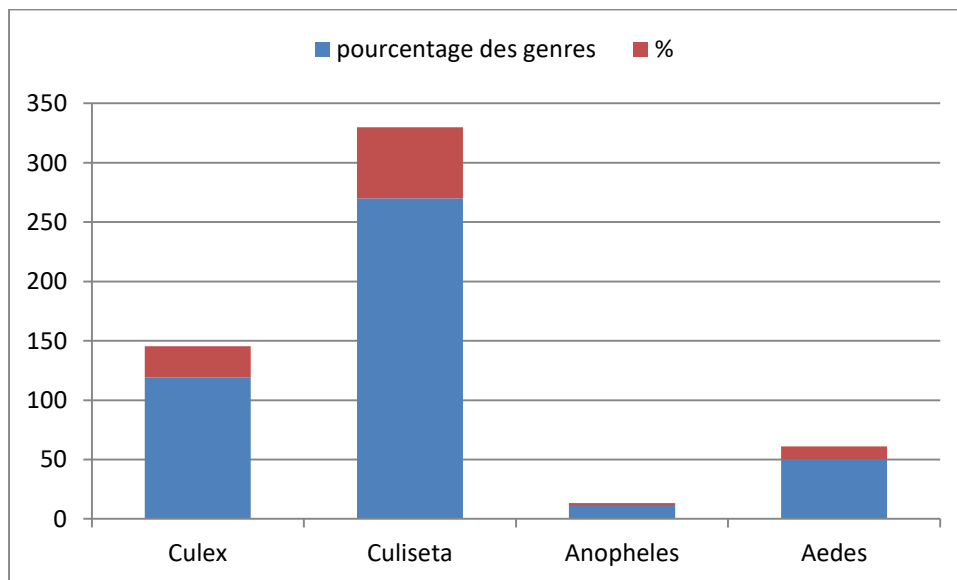


Figure (20) :résultat d'abondances des genres des culicides dans la région de laghouat

le genre *Culiseta* 60 % de la faune totale suivi par le genre *Culex* ensuite le genre *Aedes* enfin le genre *Anopheles* avec un taux

On remarque que les autres espèces sont faiblement représentées, comme *An labranchiae* et *An rufipes bousyesi*.

Tableau (17) : distribution de la richesse spécifique dans les stations d'études

Les sites Les especes	Ain madhi	Kheneg	Elghicha	Elmaia		laghouat		Tadjemout	sebgag
				G1	G2	Oued mzi	Centre ville		
richesse spécifique(S)	01	05	01	5	4	01	01	01	01
richesse spécifique globale (Stot)	9								

Les résultats portés dans le tableau 26, montre que la richesse maximale des espèces de Culicidae est obtenue au niveau de la station Kheneg G1 d'Elmaia avec 5 espèces suivie par la station de ElmaiaG2 avec 04 espèces et enfin la station d'Elghicha et Ain madhi, Laghouat, Tadjmout, Sebgag avec un seul espèce.

b) L'abondance Relative :

Les résultats de l'abondance relative des différentes espèces de culicidae sont présentés dans le tableau 18

Tableau (18): abondances relatives appliquées aux espèces de culicidea .

Les espèces	Ni : le nombre d'individus de l'espèce prise en considération	C : l'abondance relative %
<i>Cx pipiens</i>	28	6.22
<i>Cx theleiri</i>	26	5.77
<i>Cx laticinctis</i>	63	14
<i>Cx antennatis</i>	2	0.44
<i>Cs annulata</i>	45	10
<i>Cs logiareolata</i>	225	50
<i>An labranchaie</i>	10	2.22
<i>An rufibes boussesi</i>	1	0.22
<i>Ae vescans</i>	50	11.11

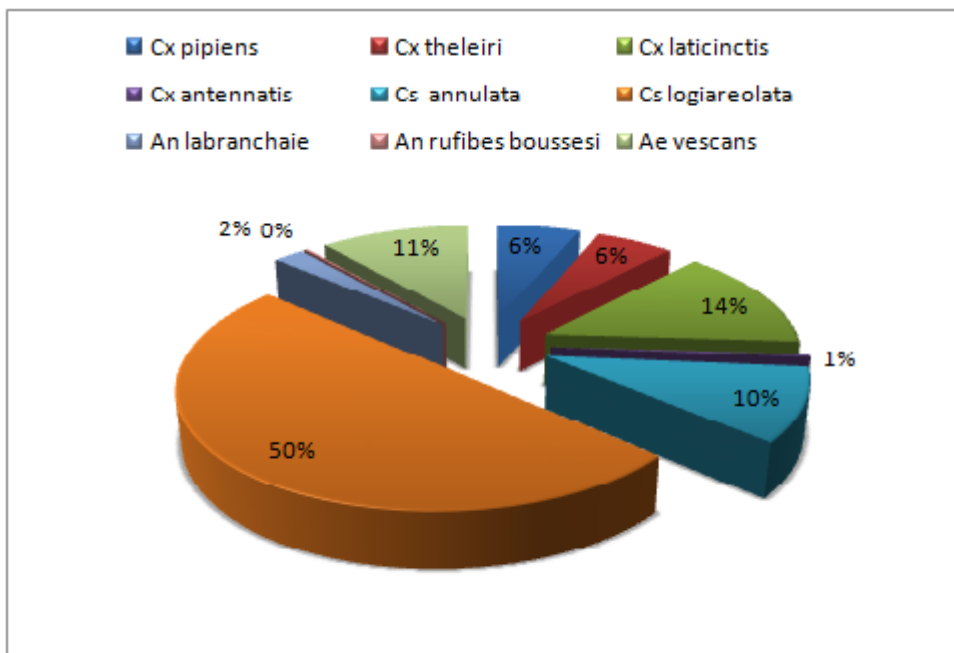


Figure (21) : l'abondance relative des espèces de culicidae dans les sites

Les résultats cumulés dans le figure montrent des valeurs des abondances relatives qui varient d'une espèce à l'autre selon les effectifs, nous remarquons Sur les 09 especes récolté la plus dominante est *Cs. logiareolata* 50%, suivie de *Cx laticinctis* avec 14%, *Ae vescans*, 11.11% et *Cs. Annulata* avec 10% et les moins dominantes *Cx pipiens* avec 6.22% puis *Cx theleiri* 5.77% ensuite *An labbranchaie* avec 2.22 enfin *Cx antennatis* et *An rufibes boussesi* avec des taux de 0.44% et 0.22 % respectivement.

L'abondance Relative des espèces sur chaque sites

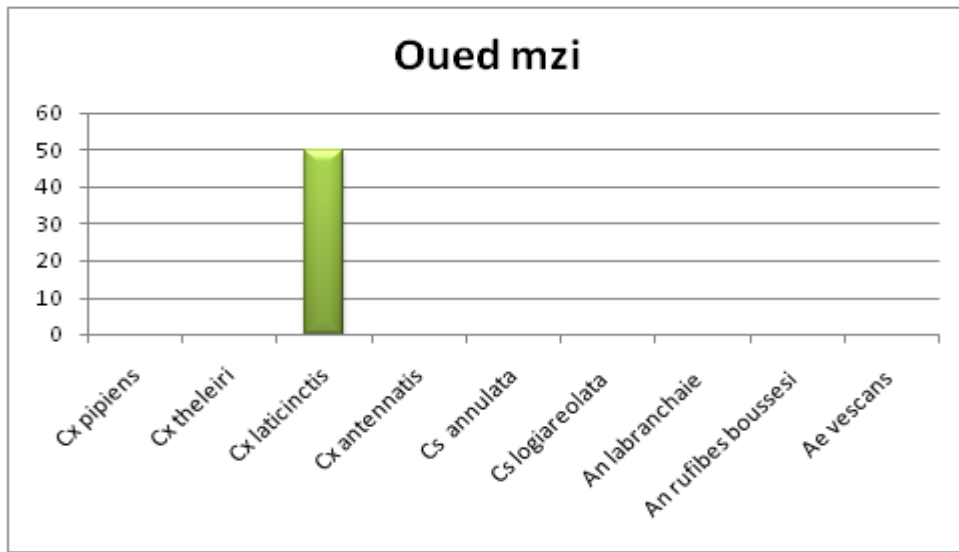


Figure (22) : abondances relatives des espèces sur oued mzi

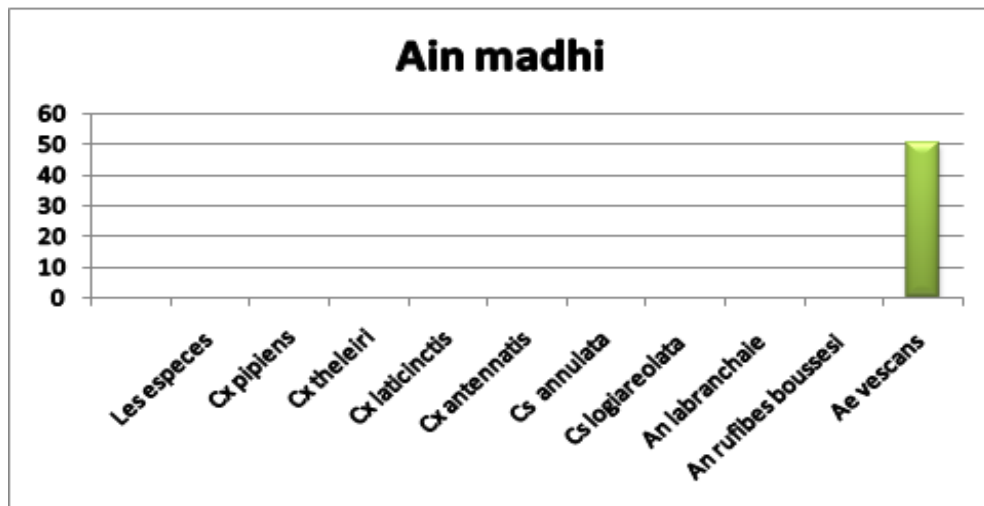


Figure (23) : abondances relatives des espèces sur ain madhi

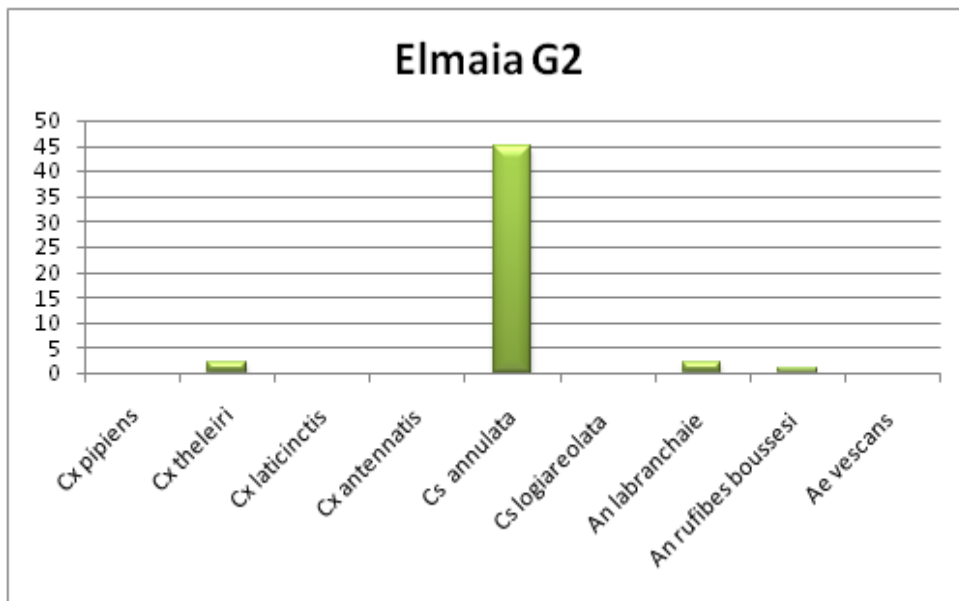


Figure (24) : abondances relatives des espèces sur elmaia G2

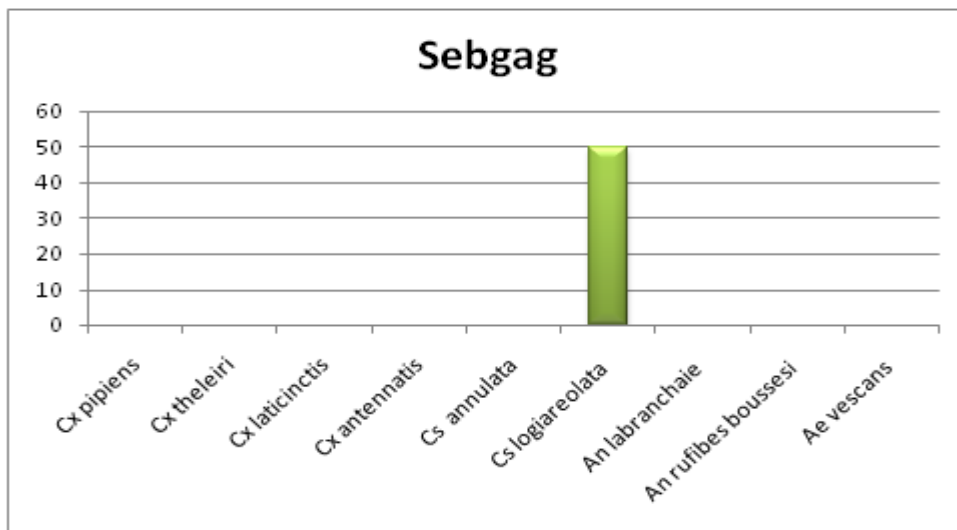


Figure (25) : abondances relatives des espèces sur sebgag

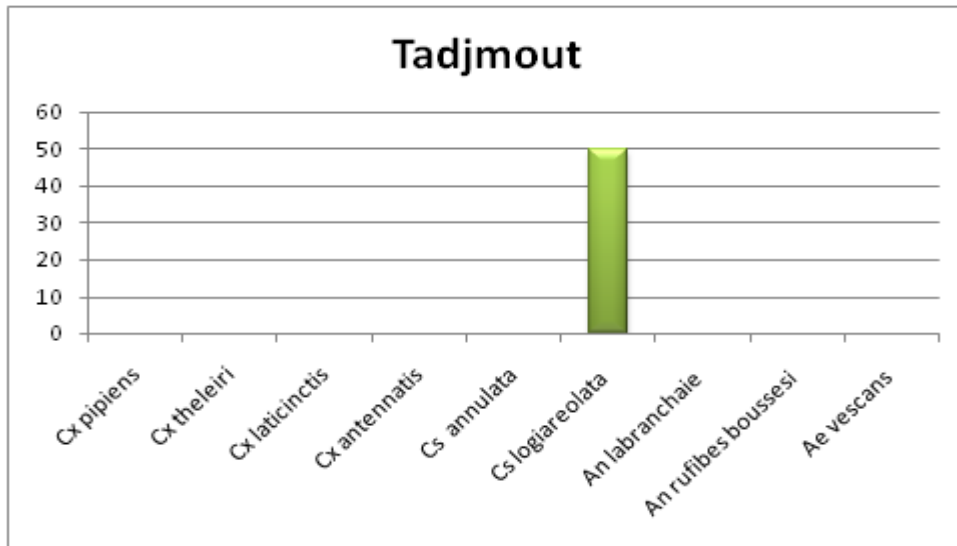


Figure (26) : abondances relatives des espèces sur tadjmout

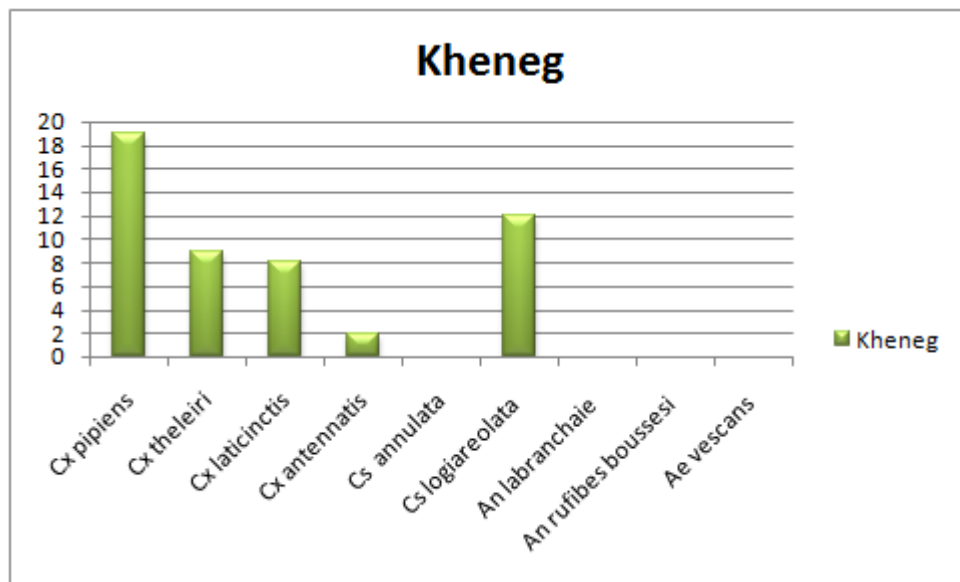


Figure (27) : abondances relatives des espèces sur kheneg

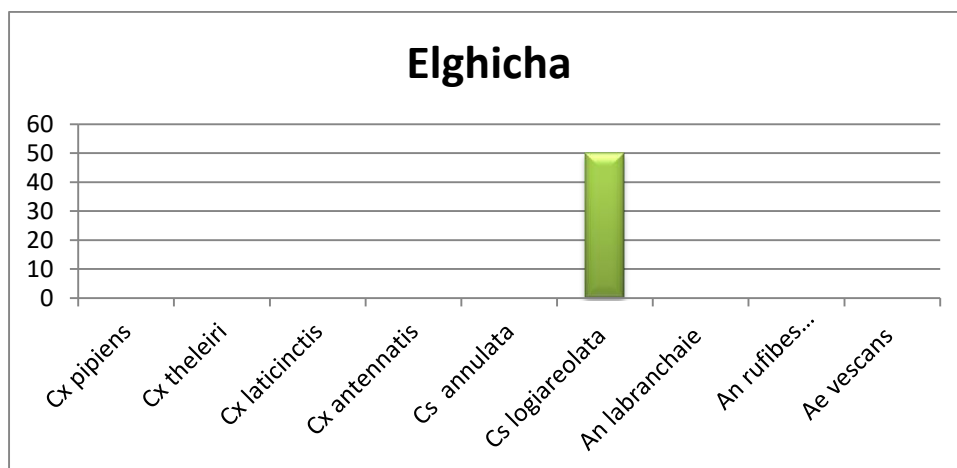


Figure (28) : abondances relatives des espèces sur elghich.

Principaux caractères morphologiques distinctifs des espèces de Culicidae recensés

En basant sur des caractères microscopiques, quelques caractères morphologiques qui nous ont permis d'identifier les espèces de moustiques sont présentés.

➤ *Aedes vexans*

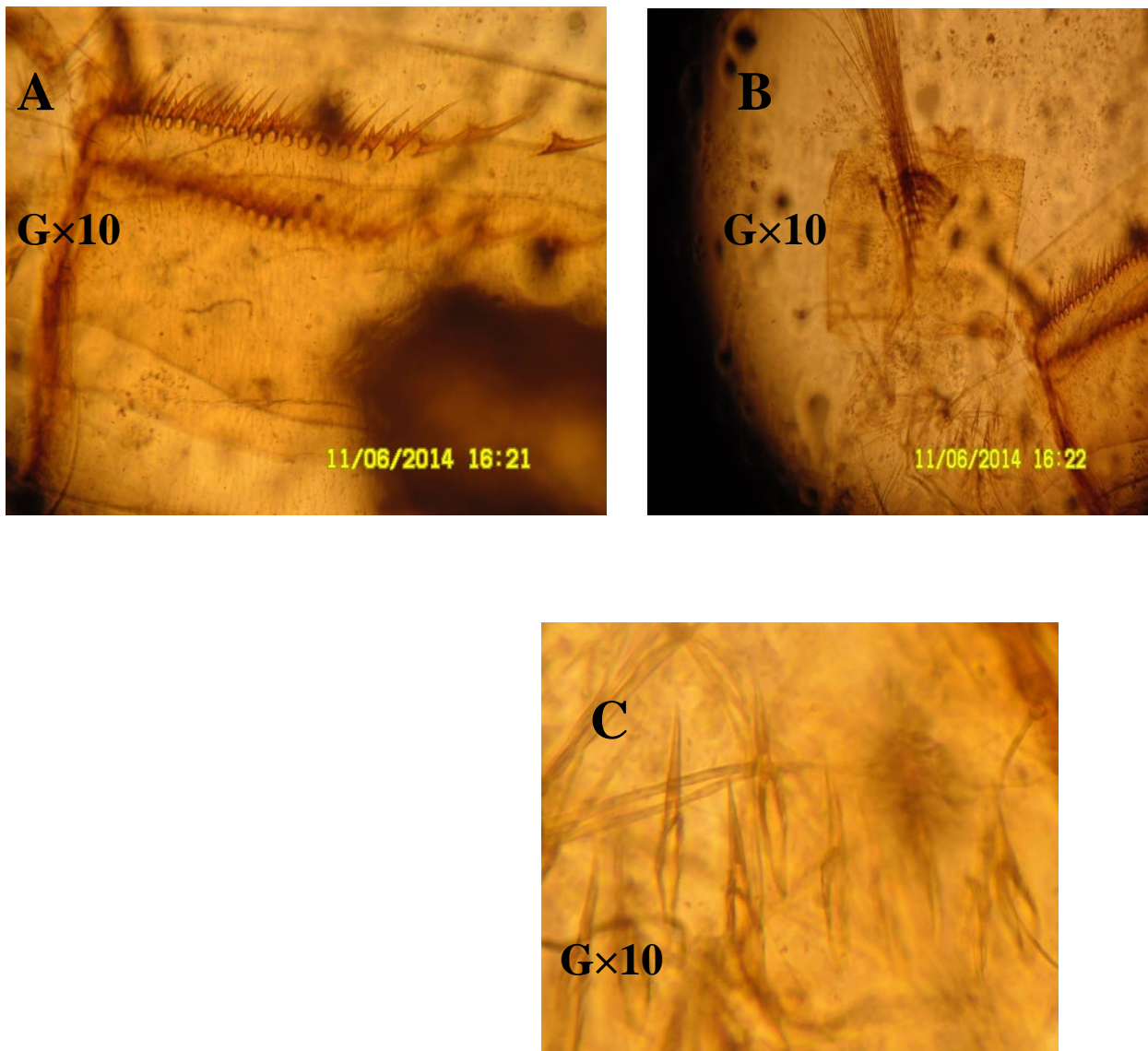
Aedes vexans est une espèce qui a été signalée au Maroc et en Libye ; son aire de répartition s'étend aux régions paléarctique, néarctique, orientale et australienne.

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 favorables, ils éclosent de façon synchrone lors de la remise en eau du gîte. Les œufs résistent également au gel.

Les larves se développent généralement en grande quantité dans les nombreux gîtes temporaires, petites ou grands, avec ou sans végétation. On les rencontre surtout dans les prairies inondées, les rizières, les fossés, les mares, les bords d'oueds. Le développement larvaire dure de 4 à 25 jours.

Le cycle de développement d'*Ae. Vexans*, espèce multivoltine, est rapide. Bons voiliers, 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 Bruhnes *et al.*, 1999).



Figure(29) : – Quelques caractères morphologiques de *Aedes vexans* .

A :aspect des dents du peigne du siphon ,**B** :forme de segment anale ,**C** :forme des dents du peignent du segment VIII.

➤ *Anopheles labranchiae*

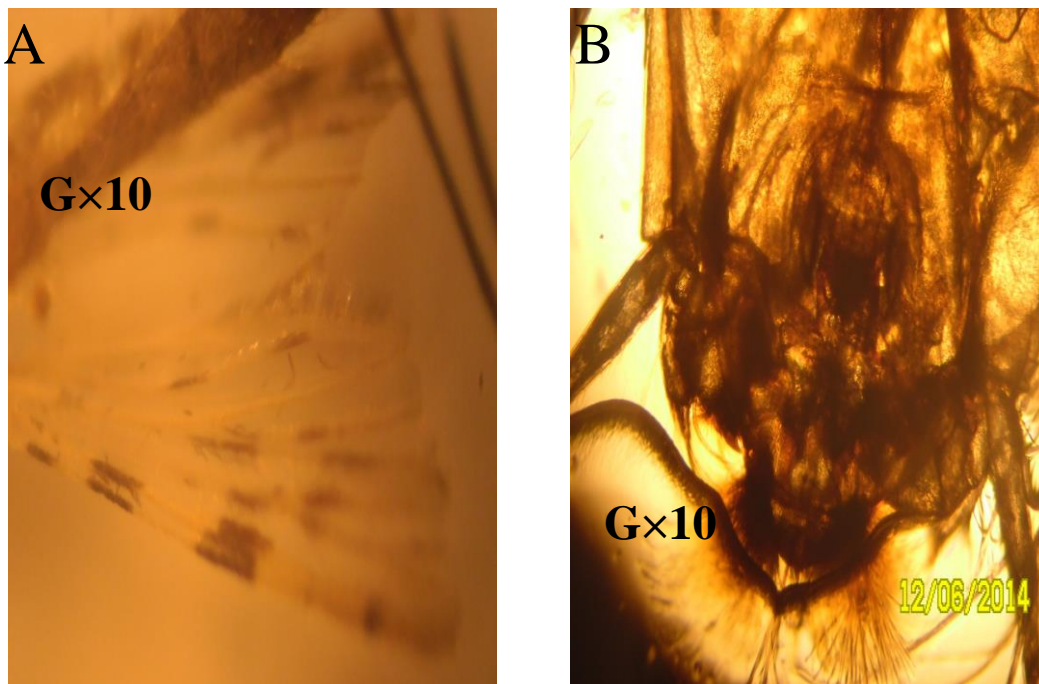
An. Labranchiae est le seul représentant en Afrique méditerranéenne du complexe « *maculipennis* » ; on peut le rencontrer depuis les zones côtières jusqu'à 1 900 mètres d'altitude. Il atteint aussi les zones sahariennes.

Les gîtes larvaires sont des plus variés (mares, rivières, canaux, bassins, rizières, creux d'arbres... etc.). Ils sont généralement ensoleillés au Maroc, les dayas (petites dépressions couvertes de végétation) sont, au printemps, les gîtes les plus productifs de cette espèce.

Les femelles, essentiellement endophiles, sont aussi très anthropophiles .

On peut trouver des adultes au repos dans les anfractuosités de rocher ou dans les haïes de roseaux .L'hiver est passé à l'état adulte et les femelles pondent dès les premiers beaux jours.

Dans les zones de plaine et de piémont, An.labranchiae est le vecteur majeur du paludisme Maghreb. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 1999)



Figure(30) : Quelques caractères morphologiques *Anopheles labranchiae*

A : les ailles avec des tache noir ;B :la forme de la tête .

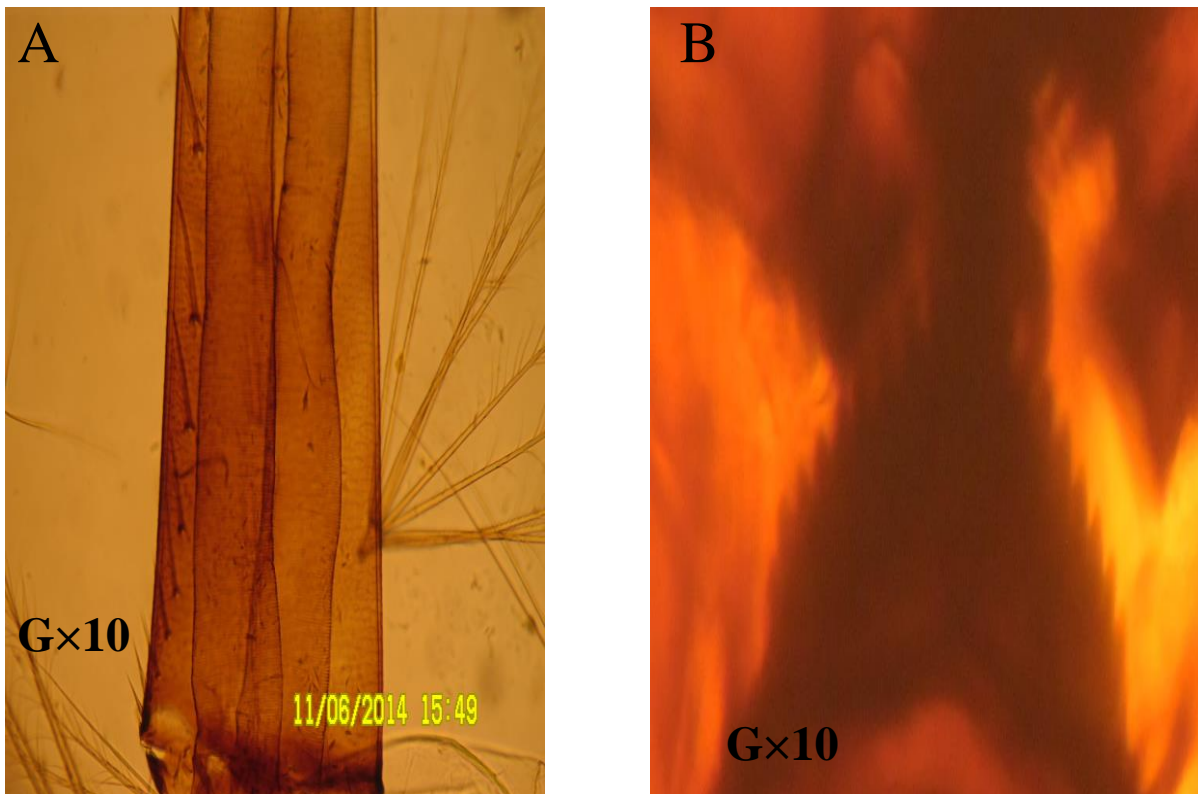
➤ *Culex laticinctus*

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.

Les gîtes larvaires de *Cx. laticinctus* sont très variés. On peut en effet les trouver dans de l'eau stockée (citernes, futs, bassins, puits) mais aussi dans des trous de rocher, des puits, des sources, des canaux d'irrigation, des lits d'oued, des flaques temporaires d'importances variables. L'eau de ces gîtes est très généralement douce mais elle peut être aussi très légèrement salée.

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.*, 1999)



Figure(31) : Quelques caractères morphologiques *Culex laticinctus* .

A :forme de siphon ,B :8dent ou plus de part et autre de la dent médian .

➤ *Culex pipiens*

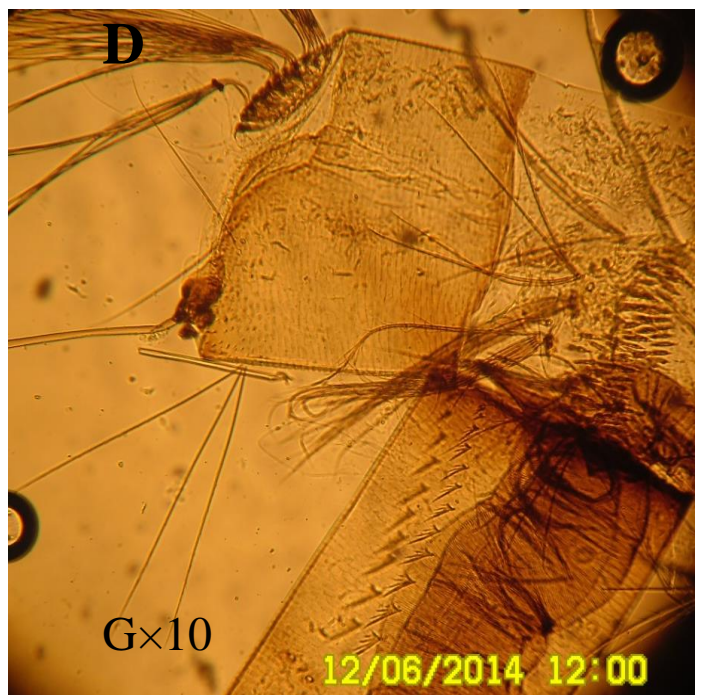
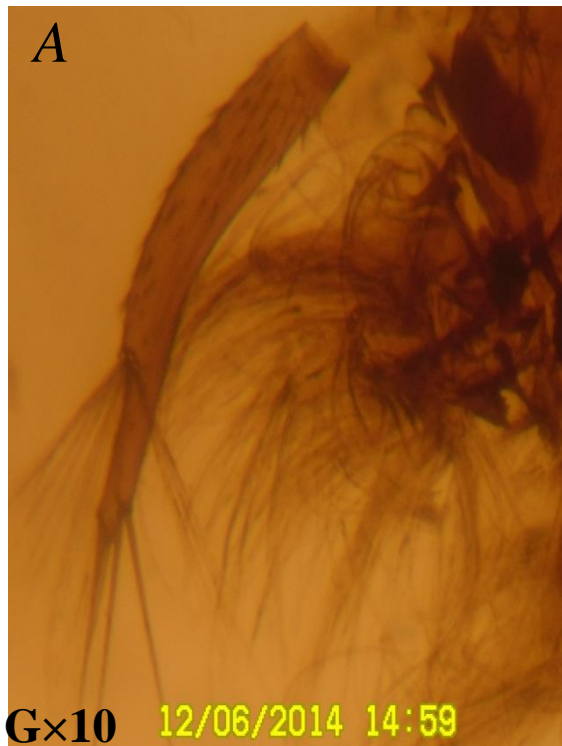
Culex pipiens est une espèce largement représentée dans toute la région holarctique ; dans la région afro-tropicale elle occupe les zones les plus fraîches (Ethiopie, hauts plateaux malgaches...)

Sa grande plasticité écologique et morphologique est à l'origine des nombreuses descriptions dont il a fait l'objet sous des noms très divers. Des femelles sombres, aux bandes claires tergales peu marquées, ainsi que des larves dont les proportions du siphon sont anormales, ont été signalées. Dans ces cas qui rendent l'identification difficile, il est nécessaire d'examiner les génitalia mâles.

Les larves se développent dans des eaux très polluées par les matières organiques (fossé de drainage d'eaux usées, mare temporaire de la périphérie des villes, vide sanitaire inondé). On peut aussi les rencontrer dans des gîtes dont l'eau est fraîche et pure (bidon contenant des populations, non isolées génétiquement, mais dont certaines se développent préférentiellement en eau polluée et sont anthropophiles et autogènes alors que d'autres, qui se développent en eau non polluée, sont essentiellement ornithophiles). Dans le bassin méditerranéen, les deux populations sont probablement toujours mélangées ; il semble cependant que la forme ornithophile soit dominante en altitude et dans les gîtes extérieurs non pollués. La forme anthropophile est par contre dominante dans les gîtes hypogés.

Les femelles piquent de nuit tous les vertébrés à sang chaud ; elles prennent leur repas surtout à l'intérieur des habitations.

Dans certaines agglomérations gérant mal les eaux usées, *Cx. pipiens* peut être une nuisance de première importance. Par ailleurs, cette espèce est un vecteur majeur de filariose de Bancroft en Egypte ; elle a été trouvée aussi naturellement infectée par les virus Sindbis et West Nile en Israël et par les virus West Nile et Rift Valley en Egypte. (Le logiciel de Bruhnes et al., 1999).



Figure(32) quelque caractères morphologique culex pipiens A :insertion de la soie antennaire .B :épine préclypeale 1-c mince et effilée àl'epex C :FORME générale de siphon D :localisation du peigne du 8^{ème} ségment

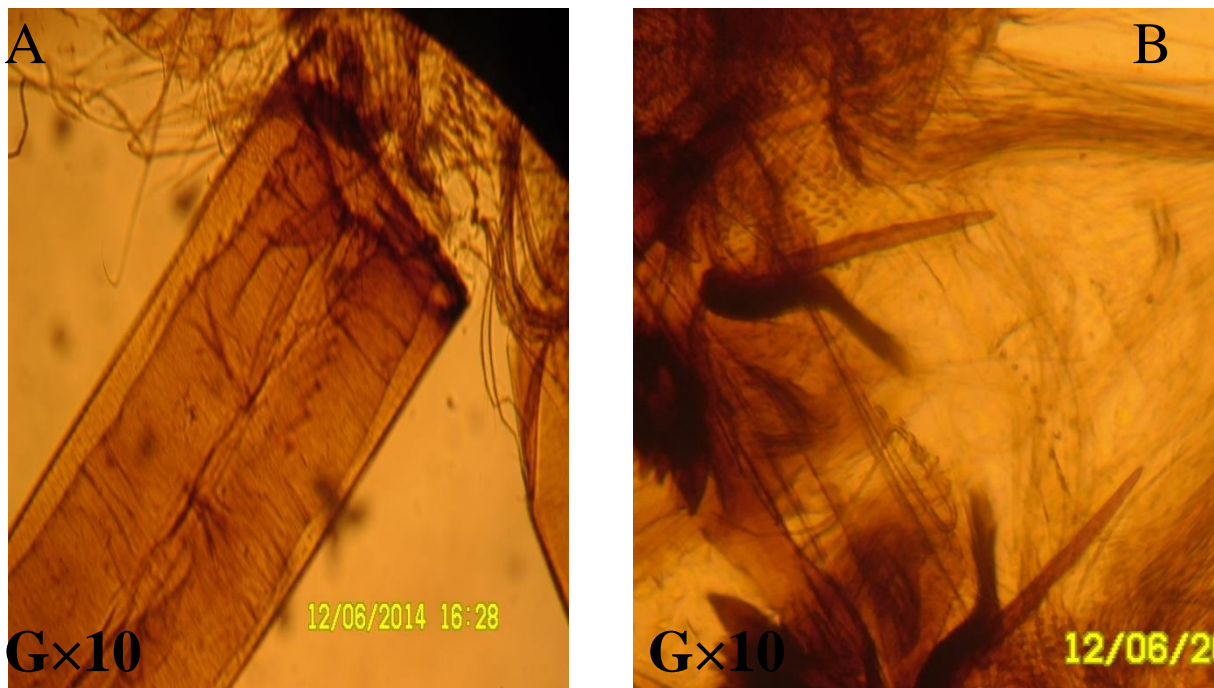
➤ **Culex antennatus**

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 Égypte sous le nom de *Cx. laurenti newstead*.

Ses larves se développent dans un grand nombre de gîtes (trou d'emprunt de terre, marais, mara, drain, rizière, etc.). L'eau de ces gîtes 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, elles ne 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 microfilaries de *Wuchereria bancrofti* mais elle n'a été que rarement trouvée naturellement infectée par des stades III de *W. bancrofti*. En Égypte, elle transmet le virus de West Nile et celui de la Vallée du Rift, elle est aussi suspectée d'y transmettre le virus Arumowat (Le Logiciel de Bruhnes et al., 1999).



Figure(33) quelques caractères morphologiques *Culex antennatus*

A : forme générale de siphon, B épine préclypeale 1-c épaisse jusqu'à l'apex.

➤ **Anopheles rufipes broussesi**

La répartition de cette espèce en Afrique méditerranéenne paraît limitée aux zones les plus sahariennes de l'Algérie et de la Libye.

Ses gîtes larvaires sont de petites mares, des réservoirs ou des trous creusés le long des oueds dont l'eau reste assez pure. En général, une abondante végétation est associée à ces gîtes.

On ne connaît que peu de choses sur le comportement alimentaire des adultes et, de ce fait, son rôle de vecteur reste difficile à préciser (Le logiciel de Bruhnes et al., 1999).

➤ **Culiseta longiareolata**

Cs. longiareolata est une espèce à large répartition qui est présente dans le sud de la région paléarctique, dans les régions orientale et Afro-tropicale. Elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne.

Les œufs sont solidarisés au moment de la ponte, ils forment ainsi une nacelle.

Les gîtes larvaires sont de types très variés (bassins, abreuvoirs, puits abandonnés, trous de rochers, rizières, canaux ...) mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée. Un aussi large spectre de possibilités rend bien compte de la vaste répartition et de l'abondance de l'espèce.

Les larves sont carnivores et peuvent hiverner mais sans subir de vraie diapause. Au Maroc, elles sont présentes de l'automne au printemps et le développement larvaire dure entre 2 et 8 semaines selon la température.

Les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne. Les femelles piquent les oiseaux ; elles pénètrent très rarement dans les maisons. L'espèce est multivoltine, sténogame et autogène.

Cs. longiareolata ne pique pas l'homme et son rôle de vecteur de parasitoses humaines ne peut être que des plus réduits. (le logiciel de Bruhnes *et al.*, 1999).

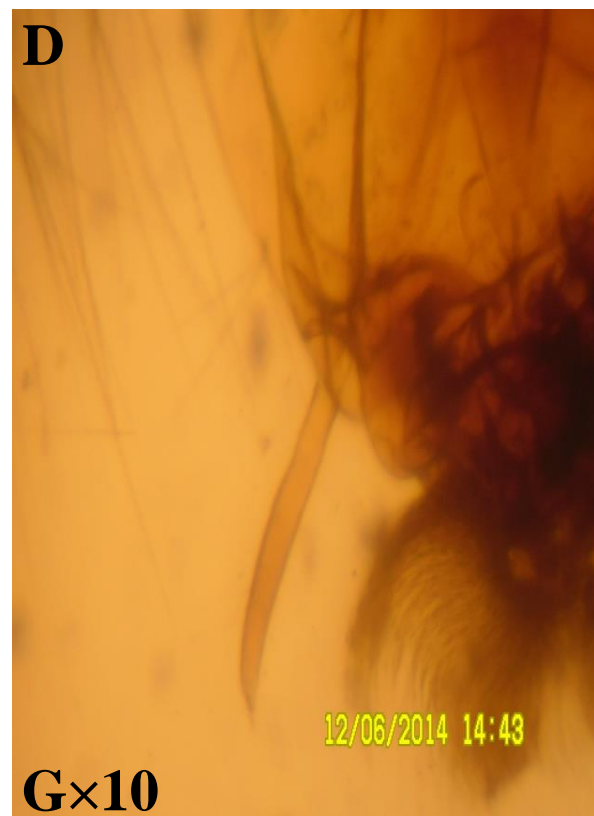
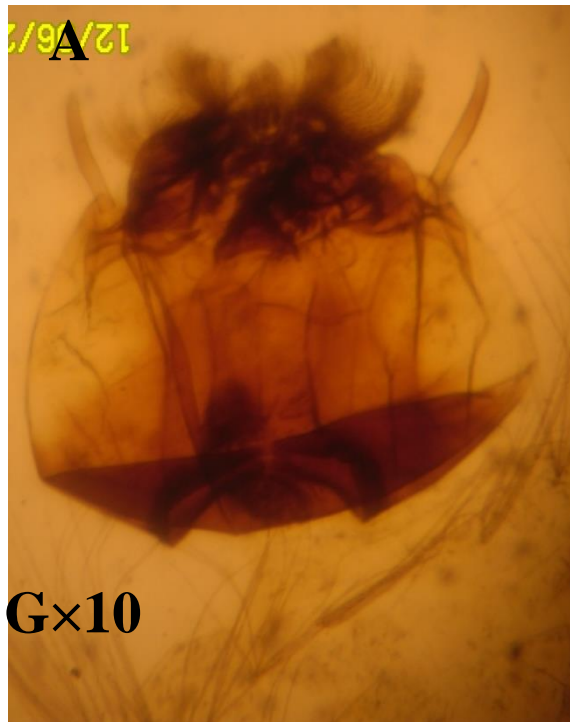


figure (34): quelque caractères morphologique *Culiseta longiareolata*

A :forme générale de la tete ,B :forme générale de siphon .

C : trois bond blanc sur la thorax . D : antenne court et mince .

➤ *Culiseta annulata*

L'espèce est présentée 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.

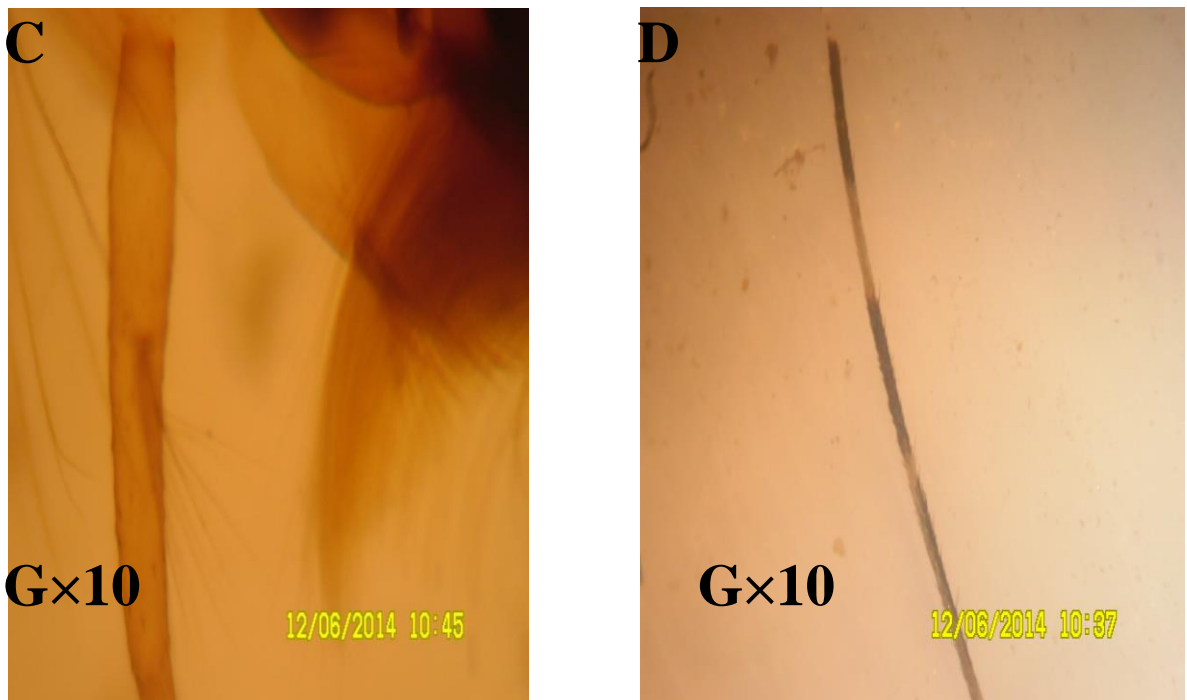
Les larves se développent dans de très nombreux gîtes qui peuvent être naturels (mare riche en matière organique, prairie inondée, fossé, bords de rivières) ou artificiels (bassin dont l'eau est polluée, citerne). Les eaux riches en azote sont tout particulièrement fréquentées et les larves peuvent y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

Les adultes qui émergent à la fin de l'été passent l'hiver en se réfugiant dans les maisons, grottes et trous d'arbres. 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.

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 Bruhnes *et al.*, 1999)





Figure(35) : quelques caractères morphologiques *Culiseta annulata*.

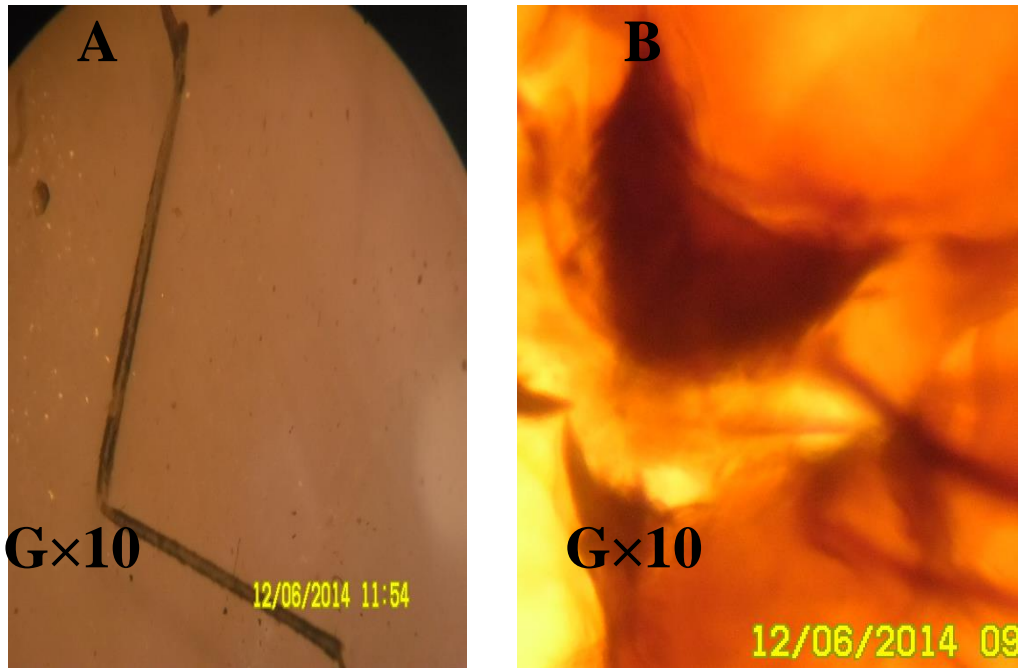
A : deux taches blanches latérales, *B* : extension du peigne du siphon dépassé la moitié du siphon. *C* : ornementation du tégument de l'antenne lisse *D* : patte largement sombre avec des taches blanches

➤ ***Culex theileri***

présente 2 ou 3 générations annuelles. La densité de ses populations est très variable d'une zone à l'autre ; elle est très présente pendant les mois d'été et d'automne.

Les larves de cette espèce peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gîtes dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée ; cette eau peut être propre ou polluée. Les gîtes présentent ou non une abondante végétation dressée, mares, marais, rivières, citernes, flaques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières. Les femelles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères. Elles piquent essentiellement en extérieur, mais peuvent entrer dans les maisons pour piquer l'homme.

ce qui caractérise cette espèce c'est la dent distale du peigne siphonal de la larve qui est formée de 3 à 5 denticules basaux. (Le logiciel de Bruhnes et al., 1999).



Figure(36) : quelques caractères morphologiques de *Culex theileri*.

A : patte I couleur sombre avec une bande longitudinale claire, B : 8^e segment abdominal avec une denture médiane.

DISCUSSION

L'identification précise des individus collectés est une condition fondamentale pour toute étude de l'autécologie des espèces ainsi que leur relation biocénotique dans l'écosystème.

Afin d'améliorer le contrôle des maladies vectorielles en particulier, et afin de mieux anticiper et prévenir leur risque d'émergence, la modélisation est un outil qui peut être utilisé pour mieux comprendre le cycle épidémiologique de transmission, qui dépend des caractéristiques de tous les acteurs (Tran et al, 2005)

Pour les maladies vectorielles décrire la distribution spatiale des vecteurs ou de la maladie afin d'identifier et cartographier les zones à risque de manière à ce que les efforts de contrôle et les stratégies d'intervention soient les plus efficaces et ciblés possible.

Composition de la faune culicidienne

A la lumière de notre phase d'échantillonnage des culicidés et l'identification d'après la clé d'identification des culicidés d'Afrique méditerranéenne (Logiciel de J. Brunhes et al. 1999 IRD) nous avons dénombrés un total de 450, ont été les seules prises en ligne de compte, car seules piqueuses et hématophages et donc seules transmetteuses potentielles de maladies, ces dernières ont pu être classées en 9 espèces différentes dont 2 faisant partie de la sous-famille des anophélineae et 7 espèces faisant partie de la sous-famille des culicinae

Les espèces ont été rencontrées à la région de Laghouat regroupé comme suivantes :
Culiseta annulata ,*Culiseta longiareolata* ,*Culex pipiens*, *Culex laticinctus*, *Culex theileri*
Culex antennatus . *Aedes vexans*, *Anopheles labranchiae* et *Anopheles rufipes boussesi*.

Les résultats de notre inventaire sont présentés dans les travaux précédents.

Senevet & Andarelli (1960) ont recensé sur une période de trente années de travail sur le terrain, un total de 27 espèces de Culicidae dans la région d'Alger, appartenant à deux sous-familles, celles des Anophelinae et celle des Culicinae. De son côté, Brunhes et al. (2000), rapportent que la faune Culicidienne d'Algérie est riche de 48 espèces. Cette diversité réside dans la climatologie et la diversité des biotopes offerts au développement des Culicidae.

(1) un développement automno-hiverno-printanier continu, avec des espèces polyvoltines à 4-11 phases d'éclosion par an (*Anopheles labranchiae*, *Culex pipiens*, *Culiseta annulata* et *Culiseta longiareolata*).

(2) un développement automno-hivernal, avec un maximum de 4 phases d'éclosion par an (*Aedes caspius* et *A. detritus*).

(3) un développement automno-printanier, interrompu en hiver, avec 3-6 phases d'éclosion par an (*Culiseta subochrea* et *Uranotaenia unguiculata*) (Himmi *et al*, 1997).

Sera expliqué l'existence des espèces et absence d'autres, par la période d'étude et le nombre des gîtes prospectées.

- ✓ Dans la région de Constantine, Berchi (2000), a noté la présence de 7 espèces de Culicidae appartenant à 2 sous familles, celle des Anophelinae et celle des Culicinae. Il s'agit de *Cx. pipiens*, *Cx. mimeticus*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *C. longiareolata*, *An. labranchiae* et *Uranotaenia unguiculata*.
- ✓ dans la région du Tébessa, présence de 9 espèces appartenant à une seule sous-famille; celle des Culicinae, est représentée par une *Ochlerotatus caspius*, *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex perexiguus* et *Culex laticinctus*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta annulata* et *Culiseta subochrea*.
- ✓ Dans la région de Mila, Messai *et al.* (2010), ont noté la présence de 12 espèces de Culicidae appartenant à 2 sous familles, celle des Anophelinae et celle des Culicinae. Il s'agit de *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*, *Cx. antennatus*, *Cx. laticinctus*, *Cx. deserticola*, *Cx. sp*, *C. longiareolata*, *An. labranchiae*, *An.pharoensis* et *U. unguiculata*.
- ✓ Merabeti et Ouakid, 2011. Ont travaillé sur Culicidés des oasis de Biskra et rencontrent tous les espèces de notre travail sauf *Culex antennatus*, *Anopheles labranchiae* et *Anopheles rufipes boussesi*.

Richesse spécifique « S »

Ce résultat fait jallir une richesse spécifique de 9 espèces, ce qui est supérieur à celle dévoilée en Constantine, Berchi (2000), a noté la présence de 7 espèces et Boukraa(2010) en Belgique montrent la présence 5 espèces et qui cependant, la bibliographie fait référence à une richesse spécifique de 13(Lounaci, 2003), 12 espèces (Messai *et al* ,2010)

Analyse de la diversité :

La faune culicidienne de Laghouat est très diversifiée ; on note neuf espèces dont (quatre *Culex*) deux espèces *Anopheles*, et un seul *Aedes*.

D'après Dajoz (1971), le facteur climatique présenté par la température et les précipitations, est l'élément important dont dépend la répartition de la faune culicidienne.

Hassain (2002), a montré que la richesse spécifique des Culicidae en Afrique méditerranéenne est en fonction de l'altitude ; l'auteur rapporte 48 espèces pour des altitudes comprises entre 0 et 100 m et 20 espèces entre 100 et 1500 m.

(Lounaci (2003) a inventorié 13 espèces de Culicidae, réparties dans le marais de Reghaia, le gîte du parc agronomique d'El Harrach, l'étable d'El Ali et dans l'Oued Sebaou à Tizi

Ouzou. Bebba (2004), a inventorié a sont tour 13 espèces au niveau de Oued Righ

(Touggout).

H'cette valeur est faible, le milieu est pauvre en espèces, ou bien qu'il n'est pas favorable aux espèces des culicidae. Par contre, H si cet indice est élevé, il implique que le milieu est très peuplé en espèces des culicidae et qu'il leur est favorable

Schaffner et al. (2001) signale la présence de 26 espèces de moustiques récoltées en Belgique. Elles se répartissent en six genres : *Anopheles* (5), *Aedes* (3), *Culex* (3), *Culiseta* (3), *Coquillettidia* (1) et *Ochlerotatus* (11). Lounaci (2003), signale lors d'un inventaire au niveau d'une ferme d'élevage à Alger durant 24 mois de suivi, la présence de 4 espèces de Culicidae. Il s'agit d'*Aedes caspius*, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata* et *Culiseta subochrea*. Le même nombre d'espèces de moustiques a été recensé par Boukraa (2009), où il a signalé l'existence d'*Aedes caspius*, *Culex pipiens*, *Culex theileri* et *Culiseta longiareolata* durant une période d'août à décembre 2008 au niveau d'une ferme d'élevage bovin dans la région du M'Zab-Ghardaïa (Algérie).

Blondel (1979), souligne qu'un peuplement est d'autant plus diversifié, que l'indice de diversité est plus grand. Selon Favet (1981) cité par Ponel (1983), l'indice de diversité est grand si les espèces sont représentées par un nombre comparable des individus.

Dans notre cas nous avons observé que la valeur de l'indice de diversité ($H' = 2,22$ bits, $H' = 2,07$), est proche de la diversité maximale ($M'_{max} = 4,9$ bits) ; cela signifie que la population culicidienne dans les deux stations (Elkheneg, Elmaia) est diversifiée.

Equitabilité « E »

L'équitabilité du peuplement de culicidés capturés à la région de Laghouat est de proche 1 dans Elmaia G1 et Elkheneg ce qui exprime une distribution d'abondance

équilibrée, et traduit une grande richesse des ressources de l'environnement dans lequel ils vivent, et donc une très faible compétition interspécifique.

Nous expliquons cela par le fait que les différentes populations de culicidés capturés ne sont pas toutes actives à la même période ce qui diminue le risque d'une compétition interspécifique forte et donc la dominance d'une espèce au dépens.

Lorsque E tend vers 0 dans Sebgag, Oued mzi, Maamourha, Tadjmout, Ain madhi et ELmaia G10. cela signifie que les effectifs des espèces récoltés ne sont pas en équilibre entre eux. Dans ce cas on a deux espèces dominent tout le peuplement par leurs effectifs.

L'abondance relative

A partir de nos résultats, 450 individus ont été récoltés au niveau des différents sites de la région de laghouat. *C. longiareolata* occupe la première position est le moustique le plus abondant, le mieux représenté et le plus fréquemment récolté au niveau des différents gîtes prospectés avec 50 %.

Hassaine (2002) a classé *Cx. pipiens* et *C. longiareolata* parmi les espèces à très large répartition au niveau de l'Afrique méditerranéenne.

Les espèces des genres *Culex* et *Aedes* sont présentes toute l'année (El Ouali Lalami, 2010) l'espèce *Anopheles labranchiae* Fallerouni 1926 – vecteur du paludisme autochtone – se rencontre dans les gîtes d'eau claire de type oued, barrage, marre herbeuse à végétation horizontale à base de *Typha angostifolia*, *Lemna gibba*, roseau et algues filamenteuses.

Lounaci (2003) a trouvé le même résultat qui présente une fréquence importante de *Cst longiareolata*, au niveau du parc de l'Institut agronomique d'El Harrach.

Nous avons identifié *Culex pipiens*, *Culex antennatus*, *Culex theileri*, qui est connue dans le Sud Algérien (Brunhes et al, 1999),

Culex pipiens est une espèce largement répandu en Afrique méditerranéenne et ce qu'ont montrés les travaux de (Brunhes et al, 2000 ; Berchi, 2000 ; Haissaine, 2002 ; Lounaci, 2003). En effet c'est une espèce doté d'un grand pouvoir de plasticité écologique dont les larves se développent dans les gîtes aussi bien épigés et hypogés ou l'eau y est très polluée par la matière organique.

- ✓ Andarelli (1954) a inventorié dans la région nord de l'Aurès, quatre espèces du genre *Culex* : *Cx mimeticus*, *Cx hortensis*, *Cx laticinctus*, *Cx hortensis* et une seule espèce de *Culiseta* : *Cst longiareolata*.
de *Culiseta* et 8 espèces de *Culex* sont identifiées au Sahara algérienne.
- ✓ Hassain (2002), a noté un nombre de 20 espèces de Culicidae dans la région Ouest d'Algérie. Hamaidiai (2004) signale la présence de 15 espèces de Culicidae dans la région de Souk-ahras, dont, 3 au genre *Culiseta* et 9 au genre *Culex*, Le même auteur signale la présence de 12 espèces dans la région de Tébessa appartenant aux genres *Culex*, *Culiseta* et *Aedes*.
- ✓ Bebba (2004) a noté la présence de 13 espèces dans la région d'Oued-Righ, il s'agit de 4 espèces de *Culex*, une seule espèce de *Culiseta*, Lors de nos prospections, le moustique le plus fréquemment récolté dans les stations est *Culiseta* avec un taux de 72,20% et 39,76% respectivement de la faune récoltées dans ces deux stations.
- ✓ Lounaci (2003) a signalé son existence dans le gîte de marais de Reghaia, dans les gîtes de l'Institut agronomique d'El Harrach et au niveau de l'étable d'El-Alia. (Agoun, 1996 ; Berchi, 2000) ont signalé la présence de cette espèce dans différents types de gîtes à Constantine. Hamaidia (2004) signale son existence dans des gîtes pollués, des gîtes permanents à eau stagnante riche ou pauvre en végétation et dans des gîtes temporaires à eau stagnante ou courante avec ou sans végétation, dans les régions de Tébessa et Souk- Ahras.
Nous avons récolté cette espèce dans trois stations avec un pourcentage 6.22%.
la présence des arthropodes vecteurs (et par voie de conséquence l'occurrence spatiale de la maladie transmise par ces vecteurs) dépend fortement de l'environnement : type de végétation, conditions climatiques (température, précipitations), etc. qui déterminent leur habitat [Curran *et al.*, 2000].
La période d'activité maximale des culicidés n'est pas la même pour toutes les espèces, certaines ont une activité printanières, certaines estivales et d'autres sont plus actives en automne.
Sera explique la présence et l'absence des espèces ensuit la qualité des gites prospectés.
- ✓ *Cx theileri* a été récoltée dans les. Cette espèce s'étend de l'Afrique du nord à la Russie, de l'Europe et du Maroc à l'Inde et au Népal (Brunhes et al, 1999). Elle est fréquente dans des gîtes variés, comme les gîtes pollués, les gîtes permanents riche en végétation et les gîtes temporaires à eau stagnante avec ou sans végétation. *Cx theileri* a été trouvé dans plusieurs région d'Algérie ; Senevet et Andarelli (1960) signale l'existence de cette espèce à Alger et à Oran (Senevet et Andarelli, 1969 ; Berchi, 2000) à Constantine. Clastrier et

Senevet (1961), signale l'existence de l'espèce dans deux régions de Sahara algérien, El Golea et Ain Emgeul. Lounaci (2003) affirme que cette espèce préfère les gîtes naturels. Hamaidia (2004) l'a rencontré dans les régions de Souk-Ahras et Tébessa et Bebbia (2004) dans la région de Oued Righ.

Nos résultats révèlent l'existence de cette espèce dans trois stations avec un pourcentage 5.77. *Cx laticinctus* présente une aire de répartition essentiellement méditerranéenne. Ses larves sont capables de se développer dans les gîtes les plus souvent artificiels mais aussi naturels (Brunhes et al, 2001).

Andarelli (1954) a déclaré sa présence dans l'Oued Labiod dans la région nord de l'Aurès et Senevet et Andarelli (1960) montrent que c'est une espèce Saharienne.

Hamaidia (2004) l'a trouvé au niveau des gîtes temporaires et permanents dans la région de Souk-Ahras et Tébessa.

Nous avons récolté cette espèce dans trois stations avec un pourcentage élevé 14%.

Les résultats de cette étude montrent la présence de deux *An labranchaie*, *An rufibes boussezi* dans la station d'Elmaia.

Le rôle vectoriel

Afin de mettre en évidence le danger potentiel de d'apparition et de transmission d'épidémies dans la région de Laghouat, nous avons recensé les espèces culicidiennes inventoriées.

Culex pipiens un bon vecteur des virus West Nile et Sindbis.

Cx. antennatus ; microfilaires de *wuchereria bancrofti* et virus West Nile, Virus de la vallée de Rift et virus arumowat

Ae vexans(virus Tahyna).

Culiseta annulata. ; impliquée dans la transmission du virus de la myxomatose et d'un plasmodium aviaire. C'est également un vecteur possible du virus de Tahyna.

Le genre *Anopheles* a été recensé : Ce moustique a joué un rôle important comme vecteur du paludisme.

Conclusion :

Les insectes vecteurs de virus ou de parasites ont suscité de nombreuses recherches. Certains groupes de Diptères sont responsables des plus grandes endémies. C'est le cas des Culicidae (Diptera, Nematocera), responsables des maladies infectieuses, tels que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la peste équine. , constituent de ce fait un grand problème de nuisance. Afin de mieux connaître la structure culicidienne au niveau de la région de Laghouat et de déterminer les biotopes favorables au développement des espèces, un inventaire taxonomique est réalisé en 2014 (mars, avril et mai, juin) dans huit sites différents. Ces derniers appartiennent à cinq zones naturelles : Ain adhi, Elghicha, Elkheneg, Elmaia, Tadjmout, et Sabgag, Laghouat.

Les résultats obtenus ont mis en évidence l'existence de 09 espèces de culicidés dont 4 genres (*Culiseta annulata* , *Culiseta longiareolata* , *Culex pipiens* , *Culex laticinctus* , *Culex theileri* *Culex antennatus* . *Aedes vexans* , *Anopheles labranchiae* et *Anopheles rufipes boussezi*).

Sur les 450 individus examinés, *Culiseta logiareolata* constitue 50 % des effectifs récoltés,

les espèces capturées, sont reconnues comme vecteurs de maladies graves telles que la, le paludisme, le virus West Nile, la myxomatose, la fièvre jaune, la fièvre de la vallée du Rift, la dengue.

De manière globale, Au niveau de nos stations d'étude, les gites pollués constituent le biotope le plus favorable pour le genre culex et les gites claires pour le développement des larves d'*Anopheles*, Se trouvent le genre *Aedes* dans les gites isolées et *culiseta* dans tous les genres.

Les espèces récoltés en respecté à l'environnement à l'état de risque.

Culex pipiens un bons vecteurs des virus West Nile et Sindbis.

Culiseta annulata. ; impliquée dans la transmission du virus de la myxomatose et d'un *plasmodium* aviaire. C'est également un vecteur possible du virus de Tahyna. Dans la sous-

famille des Anophelinae, deux espèces du genre *Anopheles* a été recensée : *Anopheles claviger*. Ce moustique a joué un rôle important comme vecteur du paludisme.

Nous proposons que cette étude sur les moustiques se poursuive dans un cadre plus vaste.

Elle devrait s'épanouir dans un programme plus large qui englobe l'ensemble des zones naturelles et urbaines surtout domestiques. Ainsi, elle pourrait s'élargir non seulement sur

Les gîtes larvaires, mais aussi les biotopes qui stimulent les adultes.

L'enjeu est important car il concerne non seulement la santé publique, mais surtout animale (vétérinaire), ce qui peut impliquer de graves perturbations au niveau de l'économie. Il faut attirer l'attention sur le danger de l'arrivée d'agents vecteurs de maladies exotiques depuis les pays endémiques suite aux échanges commerciaux, à l'immigration et surtout aux changements climatiques. En parallèle des approches épidémiologiques, pourront ensuite être développées en complément des études écologiques et systématiques afin de bien comprendre les mécanismes d'émergence.

Référence bibliographiques

- ❖ **Akono P, Moïse E, Belong Ph , Kekeunou S, Foko G , Messi J,2010.** Abondance et diversité de la faune culicidienne à Yaoundé, Cameroun: Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2010 (2009) **62** (3), 115-124.
- ❖ **Alayat M- S, 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, Université Badji Mokhtar –Annaba. P116.
- ❖ **Anonyme 2004a :** Les vecteurs. Adresse.URL: [http:// www. ind.ucl.ac.be/ stages/ hygtrop/ wery/ vecturs/ wery 2008. Html.](http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery2008.html)
- ❖ **Anonyme 2005 :** Les indices de diversité. Adresse URL : [http:// www. Btsa. gpn. Free. Fr/ ressources / ESV. Php.](http://www.btsa.gpn.free.fr/ressources/ESV.Php)
- ❖ **Anonyme., 2004b :** Info insectes- Moustique (Toile des insectes du Québec – Insectarium). Adresse URL : [http://www.toile des isectes.qc.ca/info insectes / fiches/ fic fiche 18 moustique. Htm.](http://www.toile-des-insectes.qc.ca/info-insectes/fiches/fiche18-moustique.htm)
- ❖ **ANSES, Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail, 2011.** Rapport d'expertise collective : Recherche d'insecticides potentiellement utilisables en lutte anti-vectorielle. Novembre 2011.
- ❖ **Balenghien Th, 2006.** De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection dans le sud de la France, Thèse présentée à l'Université des Sciences des Technologies et de la Santé de Grenoble pour obtenir le diplôme de Doctorat, P235.
- ❖ **Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C, Dahl C., Lane J. and Kaiser A, 2003** Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.
- ❖ **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. 128 p.
- ❖ **Bencherif F, 2010.** Contribution à l'étude des insectes d'intérêt médical dans les régions de Batna et de Biskra : Cas particulier des phlébotomes (Diptera : Psychodidae), Mémoire de Magister en Sciences Biologique ; Université Hadj Lakhdar – Batna, 140 p.

Référence bibliographiques

- ❖ **Berchi S., Bounamous A., Louadi K et Pesson B. 2007** :Différenciation morphologique de deux espèces sympatriques : *Phlebotomus perniciosus* Newstead (1911) et *Phlebotomus longicuspis* Nitzulescu (1930) (Diptera : Psychodidae). Ann. Soc. Entomol. 43(2) pp: 201-203 .
- ❖ **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.** Bioéographie et écologie. Ed Masson, Paris, 173p
- ❖ **Bouabida H, Djebbar F,Soltani N,2012.** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie), Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2012 65, 99-103.
- ❖ **Boubidi S-Ch, 2008.** 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.
- ❖ **Bouchaud O., Consigny P.-H., Cot M., 2009.** Médecine des voyages, Médecine tropicale. Collection Abrégés. Issy-les-Moulineaux : Éditions Elsevier Masson SAS.
- ❖ **Boukraa S., 2009** : Biodiversité des Nématocères (Diptera) d'intérêt agricole et médico-vétérinaire dans la région du M'Zab-Ghardaïa. Mémoire Ingénieur, Ecol. Nati. Sup. Agro., El-Harrach, Algérie, 129 p.
- ❖ **Boukraa S., 2010.** Bio-systématique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans et aux alentours des fermes d'élevage en Belgique. Mémoire Ingénieur, Gembloux Agro Bio-Tech, Université de LIEGE, Belgique.109 p.
- ❖ **Boulkenafet F, 2006.** Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda, Mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme de magister en entomologie. Université Mentouri Constantine. Alger, 190P.
- ❖ **Boyer S, 2006.** Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales, Thèse Pour l'obtention du titre de Docteur DE L'Universite JOSEPH FOURIER – GRENOBLE I ,78P.
- ❖ **Brahmi K., Ouelhadj A., Guermah D. et Doumandji S. 2013.** Inventaire des diptères en particulier ceux d'intérêt médico-vétérinaire dans le Barrage Taksebt et la ferme d'élevage à Fréha (région de Tizi-Ouzou, Algérie), 11ème Journée

Référence bibliographiques

- entomologique de Gembloux « L'entomologie, une science réservée aux professionnel(le)s ? » le samedi 19 octobre 2013, 13p.
- ❖ **Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., Hervy J-P., 2001.** Les moustiques de l'Europe. Logiciel d'identification et d'enseignement. IRD édition.
 - ❖ **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.
 - ❖ **Callot J., et Helluy J., 1958 :** Parasitologie médicale. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
 - ❖ **Camille R ,2012.** Modélisation de la dynamique saisonnière des éclosions d'aedes (ochlerotatus) caspius (pallas, 1771) (culicidae) en contexte de changement climatique, Thèse Pour obtenir le grade de DOCTEUR d'Aix-Marseille Université, 186p.
 - ❖ **Carnevale P et Robert V., 2009 ;** Les anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte anti-vectorielle. Ed. I. R. D., Marseille, 389 p.
 - ❖ **Conservation Des Forêts, 2013.**Les données climatiques de la région de Laghouat, 3p.
 - ❖ **Corbel V, 2005.** Le contrôle des diptères vecteur de parasitose en milieu tropicale centre IRD Montpplier, 09/03/2005, p144.
 - ❖ **Coulibaly S F ,2008 ;** 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 d e bamak, 103P.
 - ❖ **D.S.A., (2008).** Relevés d'inventaire de la faune et de la flore de Laghouat.
 - ❖ **Dajoz R., (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 433 p.
 - ❖ **Degallier N., 1996 –** Les vecteurs d'arbovirus américains (Diptera, Culicidae). IRD C.P7091 Lago, 71619- 970- Brasilia DF, Brésil.

Référence bibliographiques

- ❖ **Direction de Planification et de l'Aménagement de Territoire, 2009.** Laghouat, 3 p.
- ❖ **Duchauffour P., 1976 ;** Atlas écologique des sols do monde. Ed. MASSON, Paris, 178p.
- ❖ **El Ouali Lalami A, Hindi T, Azzouzi A, Elghadraoui L ,Maniar S, Faraj Ch , Adlaoui E, Ameer I , Koraichi SI, 2010.** Inventaire et répartition saisonnière des Culicidae dans le centre du Maroc , *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 2010 (2009) 62 (4), 131-138.
- ❖ **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., 1980.** Ecologie. Ed. Baillièrre J. B., Paris,
- ❖ **Flouhr C et Mary N, 2006.** Biodiversité et usages des écosystèmes d'eau douce de Nouvelle-Calédonie, Rapport final ; WWF – CI, P356.
- ❖ **Fouet C, 2010 ;** polymorphisme chromosomique et adaptation a l'aridite chez anopheles gambiae sensu stricto thèse pour le doctorat vétérinaire, la faculté de médecine de Créteil, école nationale vétérinaire d'alfort : p66.
- ❖ **Goislard C, 2012.** Les répulsifs anti-moustiques à l'officine, Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie, Université ANGERS, P121.
- ❖ **Guillaume M et Boutrolle C. 2004.** Découverte d'un nouveau vecteur du paludisme en Afrique ; Fiche scientifique IRD n°207 – juillet 2004, Insectes -33- n ° 1 3 (3).
- ❖ **Guillaumot L. (Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie), 2009.** Les moustiques et la dengue. [En ligne], <http://www.institutpasteur.nc/spip.php?article160#generalites>, consulté le 5/03/2012.
- ❖ **Halitim A, 1998.** Les soles des régions arides d'Algérie. Ed : OPU, Algérie .384p.
- ❖ **Hamaidia H., 2004 –** Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tebessa (Algérie). Mém Mag. Université de Constantine.152p.
- ❖ **Hassain K., 2002 –** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera – Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale d'Algérie

Référence bibliographiques

- ❖ **Hegh E., 1921** :Les moustiques, mœurs et moyens de destruction. Ed. Imprim. Indust. & Financ., Bruxelles, 239 p.
- ❖ **Himmi, O.; Trari, B., El Agbani, M.A et Dakki, M.1997.** Contribution à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des Moustiques (Diptera, Culicidae) dans la région de Rabat-Kénitra (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, 1997-1998, n°21, pp. 71-79.
- ❖ **Institut Pasteur d'Algérie, 2008** ; Cours d'entomologie du paludisme Bio écologie des vecteurs du paludisme 41p.
- ❖ **Khalilou B, 2002.** Systématique, écologie et dynamique de populations de petits rongeurs potentiellement réservoirs ou hôtes de virus au Sénégal. mémoire pour l'obtention du diplôme de l'école pratique des hautes études, Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, Ed : EPHE, PP : 1-10.
- ❖ **Knight, K.L. et Laffoon J.L., 1971:** A mosquito taxonomic glossary. V. Abdomen (except female genitalia). Mosq. Syst. Newslett. 3 (1) : 8–24.
- ❖ la région de Souk-Ahras et de Tebessa (Algérie). Mém Mag. Université de Constantine.152p.
- ❖ **Labbé Y, Bolduc D, Chaussé K, 2006.** Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental : Rapport principal, Institut national de santé publique du Québec, P148.
- ❖ l'Afrique méditerranéen. Logiciel d'identification et d'enseignement. IRD édition.Algérie : 133p.
- ❖ **Lamoureux Ph, 2008.** Direction générale de la santé, Comité technique des vaccinations, Guide des vaccinations, Éd : Saint-Denis cedex France, 446p.
- ❖ **Leduc J 2000.** Paléontologie : Département des Sciences de la terre, UQAM, SCT-2210, P142.
- ❖ **Lounaci Z et Doumandji S, 2010.** Biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) d'intérêt médical et vétérinaire du marais de Réghaia et Tizi Ouzou (Algérie). COMMUNICATION ORALE ,10 P.
- ❖ **Matille L., 1993** ; Les diptères d'Europe occidentale. Introduction, technique d'étude et morphologie. Nématocères, Brachycères, Orthoraphes et Aschizes. Ed. BOUBEE, T1, Paris, 439 p.

Référence bibliographiques

- ❖ **Merabeti et Ouakid, 2011.** Contribution a l'étude des moustiques (diptera : Culicidae) dans les oasis de la Region de Biskra (Nord Est d'Algérie). Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides, pp185-189.
- ❖ **Messai N, Berchi S, Bouknafd F et Louadi K, 2010.** 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.
- ❖ **Mouche 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. Parasitol., VII (1) : 35–37.
- ❖ **Mouza K et Boudjrime A, 2013.** Les effets du spinosad sur *Drosophila melanogaster* (Diptera) « Mouche de vinaigre » Mémoire de Master en biologie animale, Université Constantine 1, p54.
- ❖ **Pouget, M. 1980.** Les relation sol-végétation dans la steppe sud algéroise. Paris ORSTOM. 569p
- ❖ **Pradel J, Rey D, Foussadier R, Bicout D, 2007.** Epidémiol. et santé anim., 2007, 51, 81-94 Etude écologique des moustiques (Diptera, Culicidae) - vecteurs potentiels d'arboviroses dans la région Rhône-Alpes
- ❖ **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.
- ❖ **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris , 397 p.
- ❖ **Ramade F, 2003.** Elément d'écologie (écologie fondamentale), paris: DUNOD. 690p.
- ❖ **Rioux J-A., 1958 :** les Culicidae du "Midi" méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paul lechevalier, Paris: 301p.
- ❖ **Rodhain F et Perez C. 1985,** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris : Maloine, 458p.
- ❖ **Roth M, 1980.** La Morphologie, La Systématique et La Biologie Des Insectes, O. R. S. T. O. M. P a r i s, 259 P.

Référence bibliographiques

- ❖ **Schaffner, 2004 a** : les moustique d'europe (diptera culicidea :biodiversité et dynamique Ed Montpellier p1-13
- ❖ **Schaffner, 2004b** : les culicidés Ed Montpellier p1-6
- ❖ **Seguy E., 1923** : les moustiques de France. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 225 p.
- ❖ **SMV et SFP, 2010**. Société de Médecine des Voyages et Société Française de Parasitologie « protection personnelle antivectorielle ou protection contre les insectes piqueurs et les tiques » : 36p.
- ❖ **Tran A, Coroller-B-B, Guis H, Roger F, 2005**. Modélisation Des Maladies Vectorielles., Epidémiol et santé anim., 2005, 47, 35-51.
- ❖ **Trari.B et Daki M .Himmi O et Elghbani M .2003**. Les moustique (Diptera Culicidae) Du Maroc .Revue Bibliographique et inventaire des espèces .Manuscrit n° 2405 et 2552.
- ❖ **Veyret Y .2004**. Geo-environnement. France : Armande colin .185p
- ❖ **Ponçon N, 2008**. Etude des risques de ré-émergence du paludisme en Camargue, T H E S E Présentée pour l'obtention du grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE MONTPELLIER II, 212P.
- ❖ **Organisation Mondiale de la Santé(OMS), 1974**. Manuel pratique de lutte antilarvaire dans les programmes antipaludiques, 111P.
- ❖ **Organisation Mondiale de la Santé, 2002**: Guide pour le traitement et l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticide, 50P.
- ❖ **Seguy., 1951** – Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951– Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, fasc., 975 p.
- ❖ **Senevet G., Andarelli L., 1956** – Présence en Algérie de *Thoebald subochrea* Edwards.,Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 : 223-226.
- ❖ **Senevet G., Andarelli L., 1960** – Contribution à l'étude de la Biologiu des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien Arcn. Inst. Passteur d'Algérie, T. XXXXVIII, N° 1 : 305-326.
- ❖ **Lounaci Z., 2003** – Biosystématique et bioécologie dse Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse Mag. INA, El-harrach.

Référence bibliographiques

- ❖ **Bebba N., 2004** – Etude comparative des effets des insecticides sur les populations larvaires de Culicidae de Constantine et Oued Righ (Touggourt et Djamâa). Mém Mag. Université de Conjstantine. 179p.

- ❖ **Seguy., 1951** – Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951– Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, fasc., 975 p.

- ❖ **Senevet G., Andarelli L., 1960** – Contribution à l'étude de la Biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien Arcn. Inst. Pasteur d'Algérie, T. XXXXVIII, N° 1 : 305-326.

- ❖ **Lounaci Z., 2003** – Biosystématique et bioécologie dse Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse Mag. INA, El-harrach.



Oued Elghich

Les sites d'échantillonnages



Gite larvaire



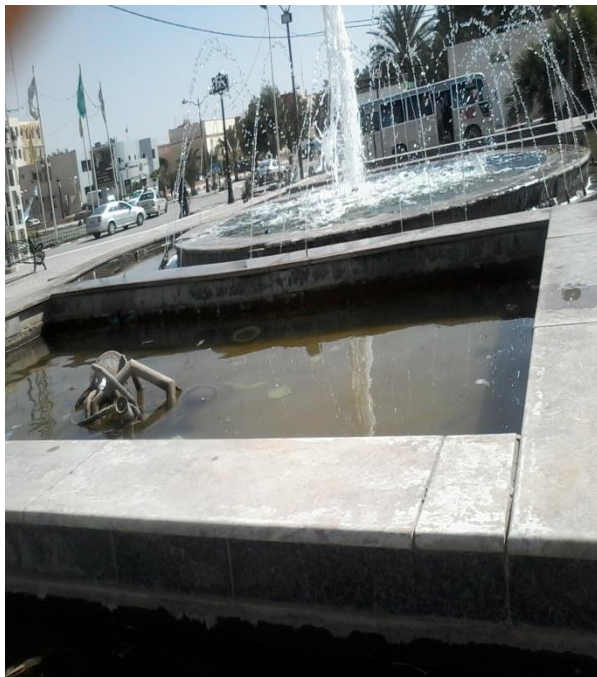
Barrage Tadjmout



Gite larvaire



Les gites d'oued touglatine (Sebgag)



Le Gite larvaire d'Elmaamourha



Elkheneg



Le Gite larvaire



Elmaia





Elmaia G1



Elmaia G2



site Ain madhi



La technique de Dippers
la louche (Silver,2008)



Cage de récupération des adultes



Aspirateur à bouche



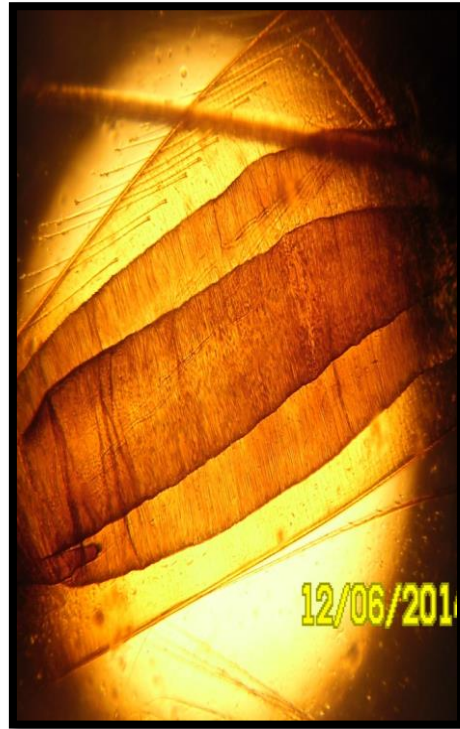
Conservation des adultes avec silicagel



Identification des larves sous microscope photonique



Identification des adultes sous loupe binoculaire



Confirmation des larves et des adultes avec

Logiciel : Culicidae d'Afrique
méditerranéenne (Brunhes J. et *al.*, 1999)