



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE BADJIMOKHTAR ANNABA
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Thèse en vue de l'obtention du diplôme de
Doctorat en Neurosciences

THEME

Inventaire de la faune Culicidienne de la région de Skikda et étude du comportement sexuel et alimentaire des Culicidae

Présenté par :

Mr MATOUG HICHEM

Devant la commission d'examen :

* Président : M^r BOUDJELIDA ABDELHAMID Professeur Université de Annaba

* Directeur de Thèse : M^r OUAKID M^{ed} LAID Professeur Université de Annaba

* Examinateurs :

M^r HOUHAMI MOUSSA Professeur Université de Guelma

M^r MEHAOUA M^{ed} SGHIR MCA Université de Biskra

M^{me} ZIANE ROUAG NADIA MCA Université de Annaba

Dédicace

Je profite de cette occasion pour dédier ce mémoire à mes parents ; ma mère qui a fortement participé à ma réussite, mon père, j'espère qu'ils soient toujours aussi fiers de moi.

À mon grand frère Yacine et mes deux petites sœurs.

À mes chers grands parents, ma chère fiancée, tous mes oncles, mes tantes, cousins et cousines ainsi que toute la famille et la belle famille.

À toutes les personnes qui m'ont aider et suivit afin de réaliser ce travail

À tous mes amis sans exception

Un grand merci à tous

Matoug Hichem

Remerciements

Pr BOUDJELIDA ABDELHAMID Je vous remercie vivement de me faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et mes très profondes gratitude à Monsieur **OUAKID MOHAMED LAÏD**, Professeur à l'Université d'Annaba d'avoir proposé ce sujet et d'avoir accepté de le diriger de son aide ces encouragements et toutes les choses que j'ai pu apprendre à son contact. Vous m'avez consacré beaucoup de votre temps. J'ai pu apprécier votre disponibilité sans limite.

Je tiens à remercier le Professeur **HOUHAMI MOUSSA** d'avoir accepté d'examiner mon travail. J'adresse aussi mes sincères remerciements à Docteur **MEHAOUA Med SGHIR** et Docteur **ZIANE ROUAG NADIA** d'avoir acceptés l'examen de ce travail.

A mes parents, qui ont permis la réalisation de mes études et qui m'ont toujours soutenu tout au long de celle-ci.

A toute la formidable équipe qui été présente à tous moments, toutes les personnes qui ont aidé de près ou de loin je vous remercie énormément.

Matoug Hichem

LISTE DES FIGURES

N°	TITRE	Page
1	Morphologie générale d'un adulte de Culicinae (<i>Culex</i>) (Brunhes et al, 1999).	10
2	Le cycle de développement du moustique.	11
3	Situation géographique de la wilaya d'Annaba.	14
4	station de prélèvement la région de Sidi Ammar (Hjar Eddis) -Annaba- (Wikipedia).	15
5	station de prélèvement la région de Oued el Aneb -Annaba- (Wikipedia).	15
6	station de prélèvement la région de Treat -Annaba- (Wikipedia).	16
7	station de prélèvement la région de Chetaibi -Annaba- (Wikipedia).	16
8	situation géographique de la wilaya de Skikda.	18
9	station de prélèvement la région d'El Marsa -Skikda- (Wikipedia).	19
10	station de prélèvement la région de Ben Azouz -Skikda- (Wikipedia).	19
11	Situation géographique de la wilaya de Guelma.	20
12	station de prélèvement la région de Nechmaya -Guelma- (Wikipedia).	21
13	station de prélèvement la région de Bouchegouf -Guelma- (Wikipedia).	21
14	situation géographique de la wilaya d'El Taref.	23
15	station de prélèvement la région de Bouthelja -El Tarf- (Wikipedia).	23
16	station de prélèvement la région de Drean -El Tarf- (Wikipedia).	24
17	station de prélèvement la région de Chihani -El Taref- (Wikipedia).	24
18	Diagramme embrothermique de Gaußen de la wilaya d'Annaba (2015-2017).	30
19	Diagramme embrothermique de Gaußen de la wilaya de Skikda (2013-2017).	30
20	Diagramme embrothermique de Gaußen de la wilaya d'El Taref (2015-2017).	31
21	Diagramme embrothermique de Gaußen de la wilaya de Guelma (2015-2017).	31
22	Localisation de la région d'Annaba, Skikda, El Taref et Guelma sur le climagramme d'Emberger (1955).	33

23	Louche de capture des larves.	34
24	Cage d'élevage.	35
25	Structure de <i>l'Azadirachtine</i> .	42
26	La formule développée et le modèle moléculaire.	43
27	Différentes parties de l'espèce <i>P. harmala</i> (Source : Healthyhomegardening.com)	45
28	Abondance relative des espèces Culicidienne inventoriées dans la région de l'Est Algerien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma) durant la période d'étude.	50
29	Caractères morphologiques de <i>Ae. Caspius</i> .	55
30	Caractères morphologiques d' <i>Anophèles claviger</i> .	56
31	Caractères morphologiques d' <i>Anophèles labranchiae</i>	57
32	Caractères morphologiques de <i>Culex hortensis</i> .	58
33	Caractères morphologiques de <i>Culex impudicus</i> .	59
34	Caractères morphologiques de <i>Cx laticinctus</i> .	60
35	Caractères morphologiques de <i>Cx. Modestus</i> .	61
36	Caractères morphologiques de <i>Culex pipiens</i> .	62
37	Caractères morphologiques de <i>Culex theileri</i> .	63
38	Caractères morphologiques de <i>Culiseta annulata</i> .	64
39	Caractères morphologiques de <i>Culiseta longiareolata</i>	65
40	Caractères morphologiques d' <i>Uranotaenia unguiculata</i> .	66
41	Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région d'Annaba.	69
42	Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région de Skikda.	69
43	Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région de Guelma.	70
44	Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région d'El Tarf.	70

LISTE DES PHOTOS

N°	TITRE	Page
1	Morphologie générale d'une larve 4 ^{ème} stade de Culicinae (<i>Culex</i>).	09
2	Larve stade 4 <i>Culex pipiens</i>	41
3	Adulte mâle <i>Culex pipiens</i>	41
4	Arbre, fruits, feuilles et fleurs du Neem.	42
5	Arbuste de <i>P. harmala</i> L.	44
6	Étapes de préparation de l'extrait	46

LISTE DES TABLEAUX

N°	TITRE	Page
1	Coordonnées géographiques de la ville d'Annaba.	14
2	Coordonnées géographiques de la ville de Skikda.	18
3	Coordonnées géographiques de la ville de Guelma.	20
4	Coordonnées géographiques de la ville d'El Taref.	23
5	Données climatiques de la région d'Annaba pour la période 2015 à 2017.	25
6	Données climatiques de la région de Skikda pour la période 2013 à 2017	26
7	Données climatiques de la région de Guelma pour la période 2015 à 2017.	27
8	Données climatiques de la région d'El Taref pour la période 2013 à 2017.	28
9	Propriétés physiques et chimiques du <i>spirotetramat</i> .	43
10	Liste des espèces inventoriées et l'abondance relative dans la région de l'est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma)	49
11	Phénogramme des espèces recensées dans la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).	51
12	Fréquence d'occurrence (%) des espèces rencontrées dans la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).	52
13	Associations faunistiques des Culicidés.	53
14	Indices écologiques de structure de la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).	54
15	La richesse spécifique des Culicidae évaluée par mois dans les quatre régions d'étude.	67
16	Les effectifs et les abondances relatives du peuplement de Culicidae par espèce dans les 4 régions étudiées.	68
17	Les valeurs de la constance des différentes espèces rencontrées dans les quatre régions étudiées.	71
18	Indices écologiques de structure dans les quatre stations prospectées.	72

19	L'indice de similitude de JACCARD calculé pour les quatre régions d'étude prises deux à deux.	73
20	Taux de la mortalité observée des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> traitées par <i>l'Azadirachtine</i> .	74
21	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées par trois concentrations du <i>l'Azadirachtine</i> .	75
22	Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) du <i>l'Azadirachtine</i> à l'égard des larves du quatrième stade de <i>Culex pipiens</i> après 2 j, 5 j, 10 j et 15 j.	76
23	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées par trois concentrations du <i>l'Azadirachtine</i> selon le temps d'exposition au produit.	77
24	Les Paramètres toxicologiques de <i>l'Azadirachtine</i> à l'égard des larves du 4éme stade de <i>Culex pipiens</i> .	78
25	Taux de la mortalité observée des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> traitées par <i>le spirotetramate</i> .	79
26	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées par six concentrations de <i>spirotetramate</i> .	80
27	Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) du <i>spirotetramate</i> à l'égard des larves du quatrième stade de <i>Culex pipiens</i> après 2 j, 5 j, 10 j et 15 j.	81
28	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées par trois concentrations de <i>spirotetramate</i> selon le temps d'exposition au produit.	82
29	Les Paramètres toxicologiques du <i>Spirotetramate</i> à l'égard des larves du 4éme stade de <i>Culex pipiens</i> .	83
30	Taux de la mortalité observée des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> traitées par l'extrait aqueux des fleurs de <i>p. harmala</i> .	84
31	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées par l'extrait aqueux des fleurs de <i>p. harmala</i> .	85
32	Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) de l'extrait aqueux des fleurs de <i>p. harmala</i> à l'égard des larves du quatrième stade de <i>Culex pipiens</i> après 2 j, 5 j, 10 j et 15 j.	86

33	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées par trois concentrations de l'extrait aqueux des fleurs de <i>p. harmala</i> selon le temps d'exposition au produit.	87
34	Les Paramètres toxicologiques de l'extrait aqueux des fleurs de <i>p. harmala</i> à l'égard des larves du 4ème stade de <i>Culex pipiens</i> .	88
35	Taux de la mortalité observée des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> traitées par l'extrait éthanolique de <i>p.harmala</i> .	89
36	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées aux extraits éthanoliques de <i>P. harmala</i> .	90
37	Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) des extraits éthanoliques de <i>P. harmala</i> à l'égard des larves du quatrième stade de <i>Culex pipiens</i> après 2 j, 5 j et 10 j.	91
38	Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> traitées aux extraits éthanolique de <i>p. harmala</i> selon le temps d'exposition au produit.	92
39	Les Paramètres toxicologiques des extraits éthanolique de <i>p. harmala</i> à l'égard des larves du 4ème stade de <i>Culex pipiens</i> .	93
40	Attractivité des femelles <i>Culex pipiens</i> et nombre d'œufs pondus et éclos dans le pot contenant l' <i>Azadiractine</i> et le pot contenant l'eau de source.	95
41	Attractivité des femelles <i>Culex pipiens</i> et nombre d'œufs pondus et éclos dans le pot contenant le <i>spirotetramate</i> et le pot contenant l'eau de source.	94
42	Attractivité des femelles <i>Culex pipiens</i> et nombre d'œufs pondus et éclos dans le pot des extraits aqueux de <i>P.harmala</i> et le pot contenant l'eau de source.	95
43	Attractivité des femelles <i>Culex pipiens</i> et nombre d'œufs pondus et éclos dans le pot contenant les extraits de <i>P.harmala</i> et le pot contenant l'eau de source.	95
44	Comparaison entre les œufs pondus par les femelles <i>Culex pipiens</i> témoin et traité a l' <i>Azadirachtine</i> (n=15).	96
45	Comparaison entre les œufs pondus par les femelles <i>Culex pipiens</i> témoin et traité au <i>spirotetramate</i> (n=15).	96

46	Comparaison entre les œufs pondus par les femelles <i>Culex pipiens</i> témoin traité aux extraits aqueux de fleur de <i>P. harmala</i> (n=15).	97
47	Comparaison entre les œufs pondus par les femelles <i>Culex pipiens</i> témoin et traité avec l'extrait éthanolique de <i>P. harmala</i> (n=15)	97
48	Effets de <i>l'Azadirachtine</i> sur le développement des œufs, larves, nymphes et adultes de <i>Culex pipiens</i> .	99
49	Effets du <i>Spirotetramate</i> sur les œufs, larves, nymphes et adultes de <i>Culex pipiens</i> .	101
50	Effets des extraits aqueux des fleurs de <i>P. harmala</i> sur les œufs, larves, nymphes et adultes de <i>Culex pipiens</i> .	103
51	Effets de <i>P. harmala</i> sur les œufs, larves, nymphes et adultes de <i>Culex pipiens</i> .	105

Sommaire

1. Introduction	1
2. Matériel et Méthodes.....	6
2.1. Matériel biologique	6
2.1.2 Les Culicidae	8
2.2. Cycle de développement	11
2.3. Présentation de la région d'étude	13
2.3.1. Présentation de la région d'Annaba	13
A. Les stations de récolte dans la wilaya d'Annaba	14
A.1. Sidi Ammar	15
A.2. Oued el Aneb	15
A.3. Treat	16
A.4. Chetaibi	16
2.3.2. Situation géographique de la région de Skikda	17
A. Les stations de récolte dans la wilaya de Skikda	19
A.1. El Marsa	19
A.2. Ben Azouz	19
2.3.3. Présentation de la région de Guelma	20
A. Les stations de récolte dans la wilaya de Guelma	21
A.1. Nechmaya	21
A.2. Bouchegouf	21
2.3.4. Présentation de la région d'étude El Tarf	22
A. Les stations de récolte dans la wilaya d'El Taref	23
A.1. Boutheldja	23
A.2. Dréan	24
A.3. Chihani	24
2.4. Données climatiques de différentes régions prospectées	25
2.4.1. Données climatiques de la region de Annaba	25
2.4.2. Données climatiques de la region de Skikda	26
2.4.3. Données climatiques de la region de Guelma	27

2.4.4. Données climatiques de la région d'El Taref	28
2.5. La synthèse climatique	29
2.5.1. Indice d'aridité de Martonne	29
2.5.2. Le Climagramme D'emberger	32
2.6. Echantillonnage	33
2.6.1. Technique d'échantillonnage	34
2.6.2. Technique d'identification	34
2.6.3. Technique d'élevage au laboratoire	35
2.6.4. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques	36
2.6.5. Les indices écologiques de Composition	36
2.6.6. Association des espèces de Culicidae dans la région d'étude	38
2.7. Etude Toxicologique	39
2.8. Présentation des bioinsecticides utilisés pour le traitement des larves	42
2.8.1. <i>L'Azadirachtine</i>	42
2.8.2. <i>Spirotetramat</i>	43
2.8.3. <i>Peganum harmala</i> (Linnaeus, 1753)	44
2.8.4. Préparation de l'extrait éthanolique	46
2.9. Les essais toxicologiques	46
2.9.1. Préparation des larves pour l'essai de lutte	47
2.10. L'étude statistique des paramètres toxicologiques	47
2.10.1. Mortalité observée	47
2.10.2. Mortalité corrigée	48
2.10.3. Transformation angulaire	48
2.10.4. Analyse de probits	48
2.10.5. Effets indirects des bioinsecticides	48
3. Résultats	49
3.1. La composition de la faune Culicidienne	49
3.1.1. Espèces inventoriées dans la région de Skikda	49
3.2. Diversité Culicidienne de la région de l'Est Algérien	50
3.2.1. Répartition des espèces inventoriées dans la région de L'Est Algérien	51
3.2.2. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae	52
3.2.3. Associations faunistiques des Culicidés	53
3.3. Les Indices écologiques de structure	54

3.3.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver)	54
3.3.2. L'équitabilité ou équirépartition	54
3.3.3. La concentration et diversité	54
3.4. Description des espèces	55
3.4.1. <i>Ae. caspius</i>	55
3.4.2. <i>Anophèles claviger</i>	56
3.4.3. <i>Anophèles labranchiae</i>	57
3.4.4. <i>Culex hortensis</i>	58
3.4.5. <i>Culex impudicus</i>	59
3.4.6. <i>Cx. Laticinctus</i>	60
3.4.7. <i>Cx. Modestus</i>	61
3.4.8. <i>Culex pipiens</i>	62
3.4.9. <i>Culex theileri</i>	63
3.4.10. <i>Culiseta annulata</i>	64
3.4.11. <i>Culiseta longiareolata</i>	65
3.4.12. <i>Uranotaenia unguiculata</i>	66
3.5. Etude individuel des paramètres des différentes régions d'étude	67
3.5.1. Richesse spécifique mensuel des quatre régions étudiées	67
3.5.2. Richesse spécifique mensuel des quatre régions étudiées	68
3.5.3. Abondances relatives des Culicidae des quatre régions d'études	69
3.5.4. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae (C%)	71
3.6. Les Indices écologiques de structure appliqués aux populations des Culicidae..	72
3.6.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver)	72
3.6.2. L'équitabilité ou équirépartition	72
3.6.3. La concentration et la diversité	73
3.6.4. Analyse de similitude (Indice de JACCARD)	73
3.7. Partie toxicologique	74
3.7.1. Effets de l' <i>Azadirachtine</i> sur la mortalité de <i>Culex pipiens</i>	74
3.7.2. Effets du <i>Spirotetramate</i> sur la mortalité de <i>Culex pipiens</i>	79
3.7.3. Effets des extraits des fleurs de <i>P. harmala</i> sur la mortalité de <i>Culex pipiens</i>	84
3.7.4. Effets du <i>extraits éthanolique de P. harmala</i> sur la mortalité de <i>Culex pipiens</i> ...	89
3.8. Rythme de pontes et facteur d'oviposition de la femelle gravide <i>Cx pipiens</i>	93
3.8.1. <i>Influence de l'Azadiractine</i> sur le rythme de ponte	93

3.8.2. Influence du <i>Spiroteramate</i> sur le rythme de ponte	94
3.8.3. Influence des extraits aqueux des fleurs de <i>P. harmala</i> sur le rythme de ponte.....	94
3.8.4. Influence des extraits éthanolique de <i>P. harmala</i> sur le rythme de ponte	95
3.9. Etudes des œufs pondus par les femelles témoin et traités	96
3.9.1. Effet de <i>l’Azadiractine</i> sur la fertilité et de la fécondité	96
3.9.2. Effet du <i>Spirotetramate</i> sur la fertilité et de la fécondité	96
3.9.3. Effet des extraits des fleurs de <i>P. harmala</i> sur la fertilité et de la fécondité	97
3.9.4. Effet des extraits éthan de <i>P. harmala</i> sur la fertilité et de la fécondité	97
3.10. Etude de développement de <i>Culex pipiens</i>	98
3.10.1. Effets de <i>l’Azadiractine</i> sur le développement de <i>Culex pipiens</i>	98
3.10.2. Effets du <i>Spirotetramate</i> sur le développement de <i>Culex pipiens</i>	100
3.10.3. Effets des extraits de fleurs <i>P. harmala</i> sur le développement de <i>Cx pipiens</i>	102
3.10.4. Effets des extraits des feuilles <i>P.harmala</i> sur le développement de <i>Cx pipiens</i> ..	104
4. Discussion	106
4.1. Inventaire et étude systématique des espèces	106
4.2. Effet des bioinsecticides sur la toxicité la fert, comp, féc et dév de <i>Cx pipien</i> ...	114
5. Conclusion	122

Références bibliographiques

Résumés

INTRODUCTION

1. Introduction :

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (**BLONDEL, 1975**). La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore.

Les insectes qui constituent plus de 50% de la diversité de la planète (**WILSON, 1988**) et près de 60% de celle du règne animal (**PAVAN, 1986**) prennent de plus en plus d'importance dans la recherche. Appartenant à l'embranchement des Arthropodes ; les insectes jouent des rôles épidémiologiques variés, ce qui fait d'eux un problème majeur de santé publique (**BERGE, 1975**).

Les insectes hématophages occupent une place toute particulière à cause des nuisances considérables qu'ils peuvent occasionner, mais surtout à cause des conséquences sanitaires des pathogènes qu'ils peuvent transmettre (**RHODAIN et PEREZ, 1985**). L'hématophagie concerne 14 000 espèces d'insectes appartenant à cinq ordres (**ADAMS, 1999**).

Apparu il y a plus de 170 millions d'années, les moustiques, ou Culicidae, appartiennent à la classe des insectes de l'embranchement des arthropodes. Caractérisés par une paire d'ailes, ces diptères comptent plus de 3500 espèces réparties majoritairement au sein des trois genres principaux *Aedes*, *Anopheles* et *Culex* (**RESH et CARDE 2003**). Grâce à leurs fortes capacités d'adaptation et de vol, ils sont aujourd'hui présents partout dans le monde, là où se trouve de l'eau non gelée, essentielle pour leur développement.

L'écologie des moustiques est étudiée depuis longtemps et les mœurs de nombreuses espèces ont été décrites dans la littérature (**GILLETT, 1971 ; SERVICE, 1993 ; SCHAFFNER et al., 2001**). Dans la bibliographie, les études concernant les moustiques et leurs habitats ont toutes pour objet l'étude du vecteur, au mieux du nuisible ; l'insecte n'est présenté comme indicateur de biodiversité que dans de rares ouvrages (**SCHÄFER, 2004 ; WILLOTT, 2004**).

En Algérie, les plus anciens travaux réalisés sur les Culicidae d'Algérie remontent au dernier siècle, les recherches effectuées ensuite par (**CLASTRIER, 1941**) constituent avec les travaux de **SENEVET & ANDARELLI (1954, 1956)** une étape importante dans la connaissance de la faune Culicidienne Algérienne.

Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique à l'égard des moustiques des différentes régions du pays.

Dans le Nord de l'Algérie, **BERCHI (2000)** et **BOUDEMAGH et al (2013)** se sont penché sur l'inventaire et l'étude de la bioécologie des Culicidae à l'Est, dans la région d'Alger et Tizi Ouzou, on note les travaux de **LOUNACI (2003)**, à l'Ouest les travaux de **HASSAINE (2002)** à Tlemcen. Quelques d'inventaires sont entrepris dans les zones arides du sud algérien (Sahara), on signale les travaux de **CLASTRIER et SENEVET (1961)**, **BEBBA (2004)** à Oued Righ (Touggourt et Djamaâa) et les travaux de **MERABTI et OUAKID (2010)** dans la région de Biskra.

Dans la région d'Annaba les travaux de plusieurs auteurs sont a signalé (**ABOUZEITOUNE, 1991** ; **REHIMI, 1993** ; **BENDALI et al, 2001** ; **BOUDJELLIDA et al, 2005** ; **BENDALI, 2006** ; **MERABETI et OUAKID, 2010**). Dans la région d'El Kala nous pouvant citer (**BENDALI et al, 2001** ; **HASSI et KHELAIFIA, 2004** ; **AOUATI, 2005** ; **BERREZIG, 2007** ; **TAHRAOUI, 1998**), La région de Skikda par les travaux de (**BOULKENAFET, 2006**) Dans la région de Constantine les travaux de (**BERCHI, 2000A**) et plus au nord dans la région d'Alger et Tizi-ouzou les travaux de (**LOUNACI, 2003**) reste d'incontournables ouvrages.

L'étude de l'écologie et de la répartition de la faune Culicidienne et l'impact des facteurs écologiques responsables de cette répartition est l'un des objectifs des écologistes et entomologistes depuis longtemps (**GILLETT, 1971** ; **SERVICE, 1993**). Pour bien comprendre la dynamique et la saisonnalité des espèces d'une part, et d'autre part, la nature et le type des gites dans lesquelles les femelles pondent les œufs, peuvent être aussi deux facteurs responsables de cette répartition (**GILLETT, 1971**). L'occupation des gites par une végétation caractéristique, peut être aussi un facteur qui influe sur cette répartition (**RIOUX et al., 1967**).

La première partie de notre travail qui est une étude taxonomique et un inventaire de la faune culicidienne de la région de l'Est algérien, les récoltes sont faites au niveau de quatre wilayas (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma), ce qui nous a permis d'inventorier et d'identifier plusieurs individus.

Ces 30 dernières années, on a remarqué la résurgence dramatique de maladies infectieuses de toutes sorte, particulièrement celles à transmission vectorielle (**GUBLER, 2004**). Tandis que de nouvelles pathologies apparaissaient (fièvre de la vallée du Rift, West Nile), un problème majeur se pose c'est la réémergence de parasites et de virus qui avaient été efficacement contrôlés dans certaines régions du monde et qui causent le paludisme, la leishmaniose, l'encéphalite japonaise, la fièvre jaune ou la dengue. En effet, l'aire de répartition des arthropodes impliqués dans la transmission de ces maladies n'a cessé de s'étendre, plaçant ainsi de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection.

Pour lutter contre ce fléau, des quantités considérables d'insecticides chimiques de synthèse ont été utilisé dans le monde (**O.M.S, 1975**). La lutte contre les insectes nuisibles, dont les moustiques, comprend plusieurs méthodes : méthodes faisant appel à des analogues synthétiques d'hormones d'insectes (hormone juvénile, ecdysone) qui perturbent l'éclosion des œufs, méthodes génétiques dont la plus connue est la stérilisation des mâles, les méthodes écologiques consistent à rendre le milieu défavorable au développement de l'insecte. Mais la lutte biologique reste la plus sûre, la plus sélective et celle qui se biodégrade le mieux.

Dans le cadre de la lutte contre ces vecteurs de maladies parasitaires, des quantités très importantes de larvicides sous forme de produits chimiques de synthèses sont déversées chaque année dans la nature. Cependant certains produits chimiques telle que le D.D.T. et les organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certaine espèce (**OMS, 1963 ; RODRIGUEZ et al., 2002 ; KONAN et al., 2003**).

C'est pour cela que dans notre présente étude on s'est tourné vers des substances naturelles de nature végétale, L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps, en effet le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (**CROSBY ,1966**). D'après **JACOBSON (1989)**, plus de 2000 espèces végétales possèdent une activité insecticide sont déjà identifiées. Récemment, la litière de l'aulne, plante riche en polyphénols s'est révélée être dotée de propriétés toxiques importantes vis-à-vis des larves des moustiques *Culex pipiens*, *Aedes aegypti* et *A. albopictus* (**DAVID et al., 2000**).

Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été testées sur les larves d'insectes. Nous citons à cet effet, les travaux de (JANG *et al.*, 2002) sur *A. aegypti* et *Cx. pipiens* en testant l'activité larvicide de certaines légumineuses, les travaux D'ALAOUI (2002) dans lesquels la toxicité de *Mentha pulegium* (Labiée) a été confirmée sur des larves de Culicidés.

Plusieurs travaux qui s'intéressent par l'effet de bioinsecticides contre les insectes en général et spécialement contre le Culicidae sont devenus très répandus dans le cadre général de la lutte contre ces bio agresseurs, à titre d'exemple, les travaux de LACEY et ORR (1994), KREUTZWEISER *et al.*, (1994) qui ont utilisé le HR-5992, ceux de SOLTANI *et al.* (1999) qui ont utilisé le Triflumuron et ceux de Boudjelida *et al.*, 2005 qui ont travaillé avec l'un des ecdystéroïdes.

Selon la littérature, l'*Azadirachta indica* est l'un des bioinsecticides qui a été utilisé à partir de sa première isolation en 1968 par BUTTERWORTH et MORGAN. Il est la principale composante à propriétés insecticides dans les extraits de neem (LAWRENCE, 2010).

P. harmala (Zygophyllaceae) est une plante des zones arides et semi- arides, elle se développe dans les zones sahariennes du Nord du continent Africain et se prolonge jusqu'au Nord de l'Inde et au Nord de la Chine. C'est une espèce très toxique pour les animaux et l'homme en particulier (AQEL et HADDI, 1991) du fait qu'elle est riche en alcaloïdes indoliques (MUNIR *et al.*, 1995).

la deuxième partie portera sur une étude toxicologique on utilisant différents bio insecticides (*l'Azadirachtine*, *le Spirotetramate*, les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* et les extraits éthanoliques des feuilles fraîche de *P. harmala*) à l'égard des larves de quatrième stade de *Culex pipiens*, la troisième partie portera sur l'étude du comportement du choix du milieu de ponte des femelles gravides *Culex pipiens*, la quatrième partie consistera en une étude comparative entre les pontes des femelles saines et traité à fin d'observer si les bio insecticides utilisé jouent un rôle dans la fertilité et la fécondité des individus testés. Pour finir la cinquième partie sera une étude complémentaire de tout ce qui a été cité au par avant avec des observation des effets que peuvent avoir (*l'Azadirachtine*, *le Spirotetramate*, les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* et les extraits

Introduction

éthanoliques des feuilles fraiche de *P. harmala*) sur le développement chez *Culex pipiens* et cela dans toutes les phases du cycle de développement de notre matériel biologique.



MATERIEL ET METHODES

2. Matériel et méthodes :

2.1. Matériel biologique :

Les moustiques sont des insectes holométaboles ces arthropodes qui appartiennent aux règne Animal, forment le sous ordre des Nématocères dans l'ordre des Diptères. Ils sont caractérisés avec leur pièces buccales de type piqueur suceur, ils appartiennent à la famille des Culicidae, qui est considéré comme une grande famille homogène et très diversifiée (**RODHAIN et PEREZ 1985**).

Ce sont des insectes tant redoutés pour leurs rôles endémiques, vecteur de maladies et source de nuisances, ils occupent une place importante dans la recherche scientifique.

Leur cycle de développement passe par deux phases la première aquatique qui comporte (un stade œuf, un stade larvaire, et un stade nymphal). Et la deuxième phase qui concerne l'adulte et qui commence après l'émergence, c'est la phase aérienne.

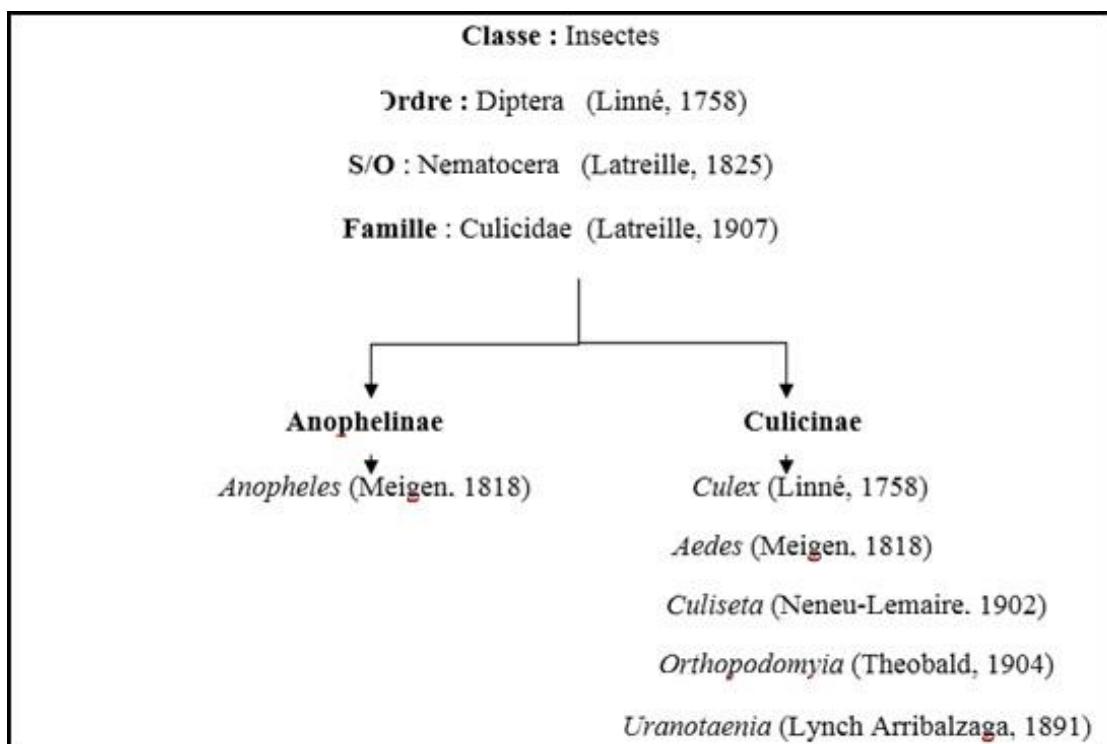
Les moustiques offrent une grande richesse de détails anatomiques et morphologiques au cours de chaque stade de son développement, généralement ce sont surtout les adultes et les larves qui fournissent le maximum de caractères systématiques essentiels pour l'identification des genres et espèces des individus étudiés. Les œufs ne sont pratiquement pas utilisés (**RIOUX 1958**).

Les moustiques sont trouvés partout autour du globe, excepté dans les zones gelées en permanence (**MARAQUARDT 2005**). Nous référençons aujourd'hui plus de 3546 espèces (**TAAI et HARBACH 2015**).

Les Culicidae se divisent en trois sous familles : les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae (**KNIGHT et STONE 1977**). Cette division se base sur différents critères morphologiques visibles tant au niveau des œufs que des stades larvaire et imaginal (**RODHAIN et PEREZ1985**). En Algérie, six genres sont regroupés dans les sous familles d'Anophelinae et de Culicinae. Les Toxorhynchitinae ne sont pas représentés en Algérie (**BERCHI 2000a**).

La position systématique des moustiques a été proposée par Linné, (1758) comme suit :

Règne :	Animalia
Sous-règne :	Metaoa
Embranchement :	Arthropoda
Sous-embranchement :	Hexapoda
Classe :	Insecta
Sous-classe :	Pterogota
Ordre :	Diptera
Sous-ordre :	Nematocera
Famille :	Culicidae



2.1.2 Les Culicidae:

L'Œuf :

Les œufs, généralement fusiformes, mesurent environ 1 mm de long. Blanchâtres au moment de la ponte, ils s'assombrissent dans les heures qui suivent par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, au contact de l'eau ou de l'air (**SINEGRE 1974**).

Ils sont pondus isolément à la surface de l'eau et munis de flotteurs chez les Anophèles, ce qui les rend insubmersibles. Ils sont groupés en nacelles flottantes de 50 à 200 œufs chez les *Culex* (**DIEDHIOU et FAYE 2010**). Ils éclosent généralement au bout de 2 à 5 jours. (**BRUMPT 1936**).

Les moustiques choisissent les gites larvaires qui vont accueillir leur ponte selon plusieurs critères, c'est dernier varient suivant les espèces. Une classification écologique des biotopes larvaires du littoral méditerranéen est proposée par **RIOUX1958**, et distingue les gites exigu dits stenotopes, des gites de vaste étendue dits eurytopes. Ces groupements comprennent des gites permanent et temporaires, que l'on différencie selon l'importance de leur couverture, en biotope ombragés (sciaphiles) ou ensoleillés (héliophiles), et selon les caractéristiques chimiques de l'eau douce (dulçaquicole) ou salé (halobiotique) (**Berchi 2000b**).

Les caractéristiques du gite sont des éléments importants qui sont pris en considération par la femelle adulte avant la ponte, car c'est de ce même milieu qu'évoluent les stades pré-imaginaux. En effet, le gite larvaire des Culicidae est lié aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau qui reste déterminant dans la distribution et l'abondance des espèces à l'échelle du biotope (**MERABTI 2016**). Par ailleurs, le rôle des caractéristiques pédologique des gites larvaires intervient dans l'attraction ou la stimulation des femelles (**MC Daniel et al., 1976 ; ICHIMIORI,1981** cité par **BERCHI, 2000b**).

La larve :

Les larves de moustiques sont des organismes aquatiques elles sont formées par une tête, un thorax et abdomen. Leurs tailles varient de quelques millimètres à quelques centimètres. Elles sont le plus souvent détritiphages mais certaines sont prédatrices ou même cannibales (**MERABTI 2016**). Elles se déplacent par saccades et se nourrissent généralement par filtration, soit à la surface, soit au fond du gîte larvaire (**HIMMI et al., 1995**). Pour se nourrir, la larve agite rapidement et régulièrement ses brosses mandibulaires (palpes rotatoires) sous la forme de petites houpes (**ROBERT, 2001**).

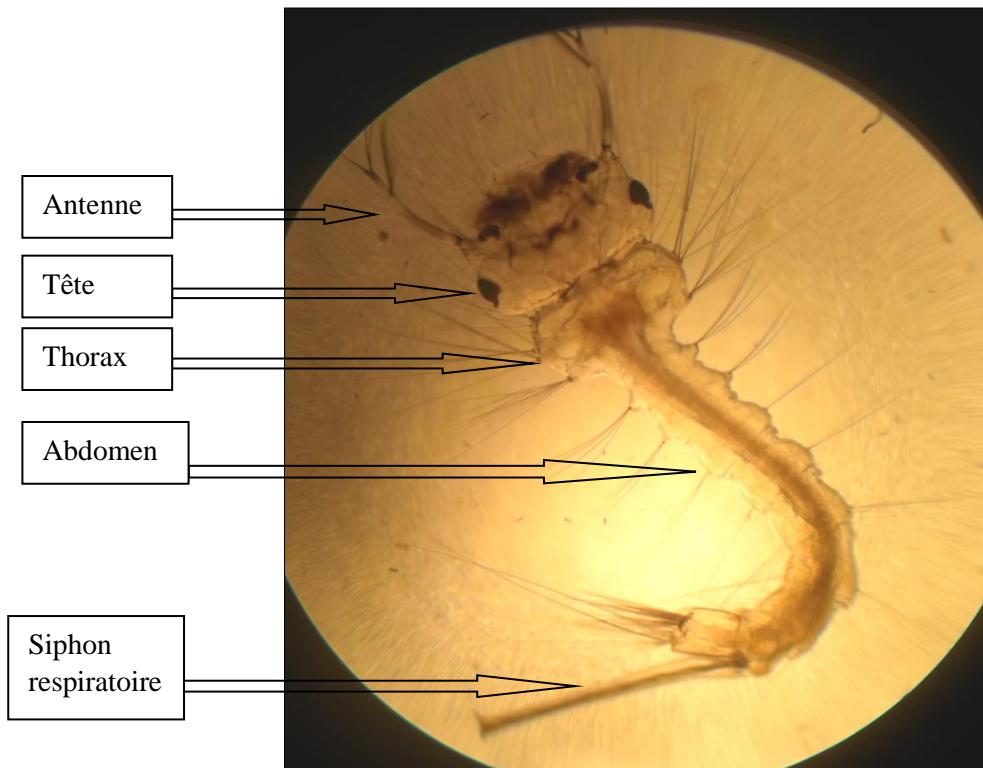


Photo 1 : Morphologie générale d'une larve 4^{ème} stade de Culicinae (*Culex*) (originale).

La nymphe :

C'est une pupe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas car elles puisent dans c'est réserves stockées tout au long du stade larvaire. C'est un stade de courte durée qui ne dépasse pas les quelques jours. Elle respire par l'intermédiaire de deux trompettes situées sur le céphalo- thorax (**HIMMI et al., 1995**).

L'adulte :

Le corps du moustique adulte est divisé en trois parties bien distinctes.

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 Johnston (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). Elle porte aussi des appendices buccaux de type piqueur-suceur (**HIMMI et al., 1995**).

Le thorax : Résulte de la fusion de trois segments rigides : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (RIOUX, 1958). Chaque segment porte une paire de pattes. Le mésothorax est très volumineux et porte les ailes. Son tergite (sclerite dorsal) se subdivise d'avant en arrière en prescutum, seutum et scutellum (simple chez les anophélinés). Le métathorax porte les balanciers (équilibration). Trois paires de pattes articulées et les ailes. Ces dernières, longues et étroites, sont formées par deux membranes accolées soutenues par des nervures longitudinales (nervures costales, sous-costale, radiales médianes cubitales anales) et transverse (humérale, radiomédiane, médiocubitale).

Ces nervures sont garnies d'écaillles colorées, plumeuses ou squameuses dont la disposition sert en taxonomie. Entre les nervures, la membrane alaire porte des soies courtes. Le bord postérieur de l'aile est orné d'écaillles qui forment la frange alaire (RIOUX, 1958).

L'abdomen : on remarque qu'il est beaucoup plus long que le thorax, Sa face dorsale est uniformément sombre ou décorée de bandes ou de triangles pâles (SENEVET et QUIEVREUX 1941). Sur les dix segments qui le forment seulement huit sont visible par l'extérieur (RIOUX 1958). Les segments terminaux sont hautement modifiés du fait de la présence des orifices génitaux et des appendices qui y sont annexés. Hypopygium femelle a une morphologie relativement simple et possède un rôle taxonomique dans la distinction des genres (HIMMI et al 1995).

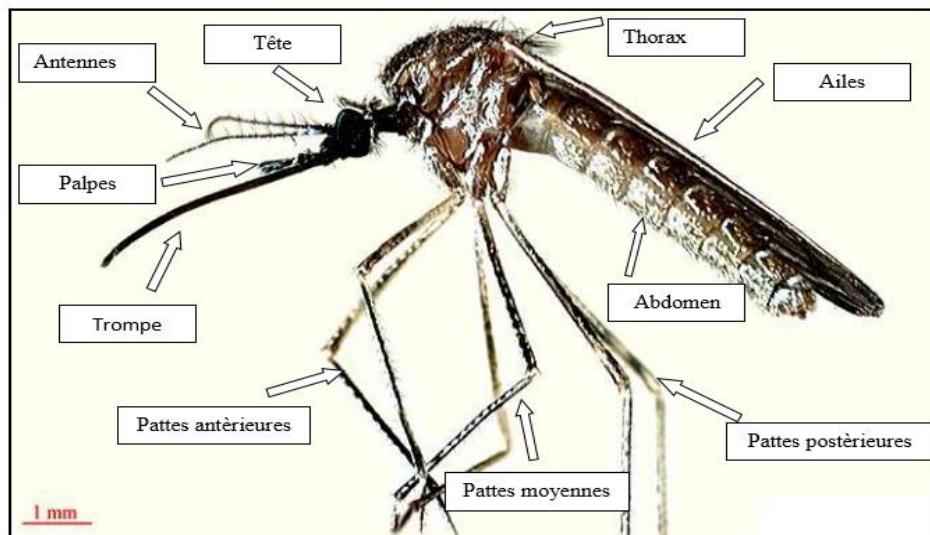


Figure 1 : Morphologie générale d'un adulte de Culicinae (*Culex*) (Brunhes et al, 1999)

2.2. Cycle de développement :

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze (12) à vingt (20) jours et comprend quatre (4) stades : l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux phases, une phase aquatique et une phase aérienne (**ADISSO et ALIA 2005**). Chaque espèce a des exigences écologiques bien définies (**PHETSOUVANH et SIDAVONG 2003**).

Le cycle commence par l'accouplement des adulte mâle et femelle, après la fécondation la femelle cette dernière recherche un milieu favorable pour pondre ces œufs. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire durer deux à trois jours dans les conditions de température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm (**RODHAIN et PEREZ, 1985**).

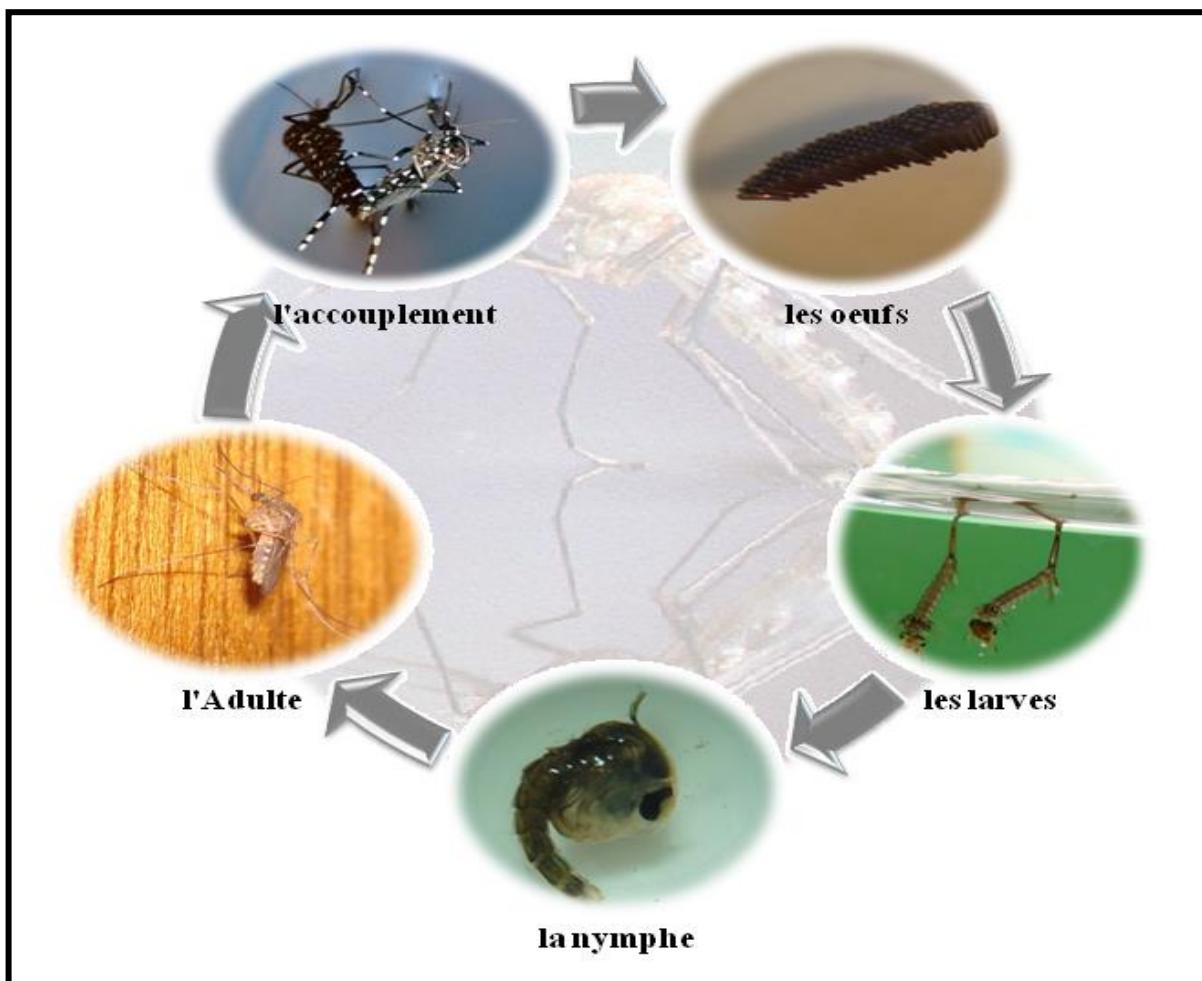


Figure 2 : Le cycle de développement du moustique

Après quelques jours de la ponte les œufs éclosent et donne des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve de stade 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen (**MARYSE 2008**).

Au bout de six à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe : c'est la nymphose (**GUILLAUMOT, 2006**). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un à cinq jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée. A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**RODHAIN et PEREZ 1985**).

2.3. Présentation de la région d'étude :

Une prospection préliminaire a été effectuée dans la région de l'est Algérien ce qui nous a permis d'inventorier un nombre de gites larvaires situé à plusieurs régions dans les quatre wilayas étudiées (Annaba, Skikda, El Taref et Guelma) qui mise à part les découpages administratifs sont considérés comme tels qu'un continuum écologique caractérisé par la présence de plusieurs zones humides et d'une multitude de retenues aquatiques qui sont jugées comme d'habitats favorables pour le développement et la prolifération de la faune Culicidienne.

2.3.1. Présentation de la région d'Annaba :

Annaba se situe sur la rive sud du bassin méditerranéen, au nord-est de sa wilaya, au nord-est de l'Algérie, à 600 km de la capitale Alger et à 100 km de la frontière tunisienne. La ville s'élève au fond d'une baie ouverte à l'est sur le golfe d'Annaba. Elle est dominée à l'ouest par la chaîne de montagne de l'Edough (1 008 m d'altitude).

Le massif de l'Edough : Annaba se situe sur le bord est de l'Edough, massif montagneux culminant à 1 008 m d'altitude.

L'oued Seybouse : il a son embouchure (détournée au début des années 1970, à l'occasion de la construction d'une usine de production d'engrais chimiques) au sud-est de la ville qui rejoint la mer Méditerranée. Son bassin est le plus étendu d'Algérie et ses terres sont des plus fertiles.

Le Lac de Fetzara : il est situé à l'ouest de la ville, à 14 km de la mer Méditerranée. Il s'allonge dans le sens est-ouest sur 17 km de long et sur 13 km de large. Il est limité au nord par le massif de l'Edough, par les collines de Aïn Berda au sud et les cordons dunaires situés à l'est et à l'ouest. À la périphérie du lac existent plusieurs agglomérations : au nord, le chef-lieu de la commune de Berrahal, au sud les territoires des communes d'El Eulma (Oued El Hout) et de Cheurfa et, à l'est, les petits villages d'El Gantra et de Oued Zied.

Annaba bénéficie d'un climat méditerranéen. Elle est connue pour ses longs étés chauds et secs. Les hivers y sont doux et humides ; les jours de neige sont rares. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviales. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août.

Tableau. 1 : Coordonnées géographiques de la ville d'Annaba.

Paramètres	Altitude	Latitude	longitude	Eloignement de la mer
	5 m	36°53'N	07°46'E	0Km



Figure 3 : Situation géographique de la wilaya d'Annaba.

Les stations de récolte dans la wilaya d'Annaba :

Sidi Ammar : est une commune de la wilaya d'Annaba en Algérie c'est coordonné GPS 36°49'04''Nord, 7°43'05''Est, d'une superficie de 42m² c'est un milieu urbain à forte densité de population. Elle est située entre la commune d'El Bouni au nord, El Hadjar a l'est, Cheurfa au sud et Berrahal par l'ouest.

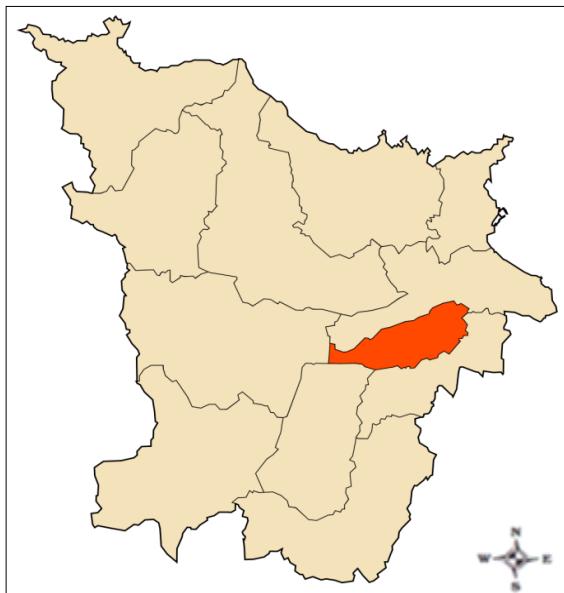


Figure 4 : station de la région de Sidi Ammar (Hjar Eddis) -Annaba- (Wikipedia)

Oued el Aneb : La commune de Oued El Aneb, est située à 30 km de la wilaya d'Annaba, (Latitude : $36^{\circ}53'00''$; Longitude : $7^{\circ}29'00''$), connue par sa végétation et son climat méditerranéen elle est située entre El Bouni, Seraidi par l'Est, Chetaibi, Treat par l'Ouest et de berrahal par le Sud.

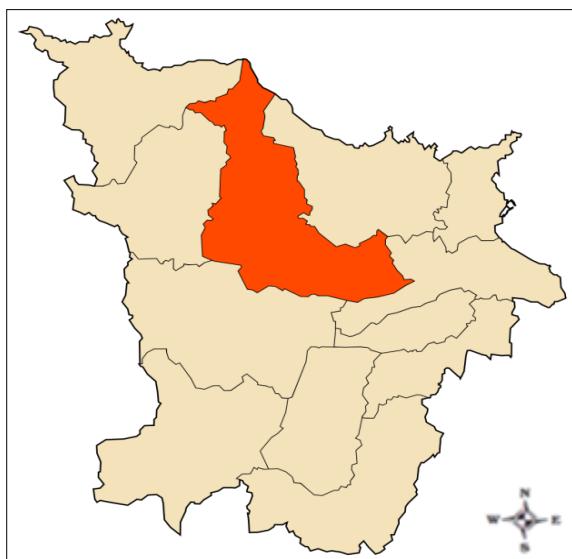


Figure 5 : station de prélèvement la région d'Oued el Aneb -Annaba- (Wikipedia)

Treat : une commune de la wilaya d'Annaba en Algérie situé à 40 km du chef lieu d'Annaba (latitude $36^{\circ}53'51''$, longitude $7^{\circ}25'41''$) elle avoisine chacune d'Oued el Aneb, Berahal, Ben Azzouz, Eulma et Chetaibi.

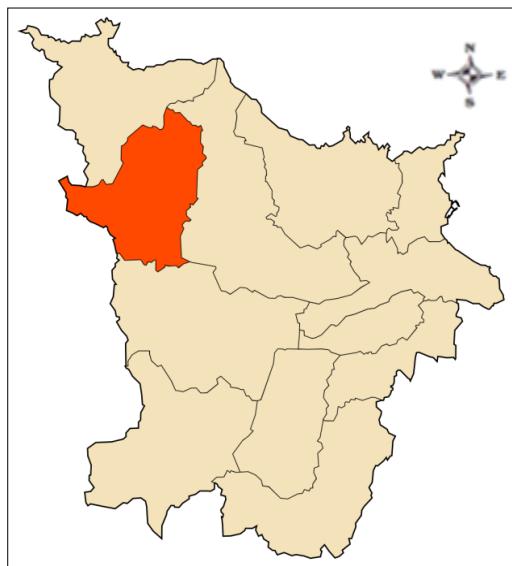


Figure 6 : station de prélèvement la région de Treat -Annaba- (Wikipedia)

Chetaibi : est une commune qui se situe à l'ouest de la wilaya d'Annaba (c'est aussi le nom de la Daïra), village côtière au Nord Est de l'Algérie. Ses coordonnées GPS $37^{\circ} 03' 58''$ nord, $7^{\circ} 22' 49''$ est, d'une superficie de 134 Km^2 . La commune est située à environ 62 km au nord-ouest de la wilaya d'Annaba : elle comporte un port de pêche.

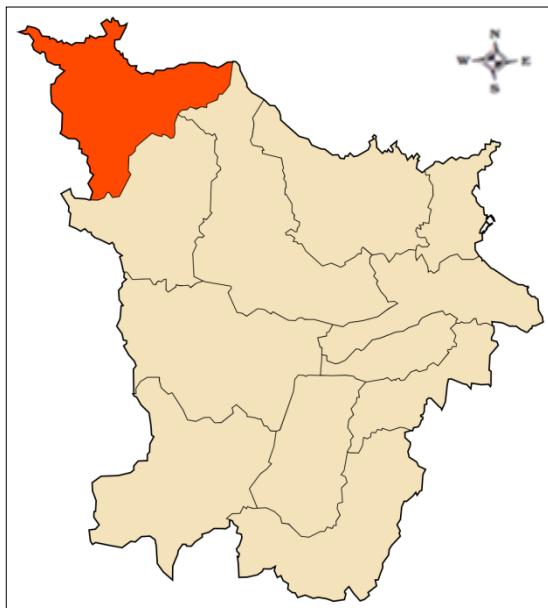


Figure 7 : station de prélèvement la région de Chetaibi -Annaba- (Wikipedia)

2.3.2. Situation géographique de la région de Skikda :

La wilaya de Skikda se situe dans la frange tellienne de l'Algérie du nord-est (36°53' E, 42m) et s'étend sur 4137,68 Km² avec 130 Km de cote soit approximativement 1/432 de la surface de l'Algérie, la région est limitée au nord par la mer méditerranéenne, au sud par la wilaya de Mila, Constantine et Guelma, à l'est par la wilaya d'Annaba et à l'ouest par la wilaya de Jijel. (**Figure. 01**).

Le relief :

L'atlas tellien recouvre l'ensemble de la wilaya et les plissements de montagnes sont en général orientés ouest est. Le relief de la région de Skikda est très accidenté sur la frange littorale et dans les massifs de Collo, Azzaba et la Marssa. Dans ce relief on distingue trois types de zones topographiques : les zones de montagnes, les zones de plaines et les zones de piémonts.

➤ Les montagnes :

Représentent 41% de la surface totale et se subdivisent en plusieurs parties constituées par des massifs. Au sud, Djebel Sidi Driss (1364m) et Djebel Hadjar Chouat (1220m), à l'ouest. Djebel El Goufi (1183m), à la limite des vallées du Guebli et Saf- Saf, Djebel Staiha (572m) et Djebel Abdelhadi (564m), à la limite du Saf-saf et El Kebir Djebel filfila (586m), au nord, Cap Bougarouni et Cap de Fer.

➤ Les plaines :

Constituent 9 % de cette surface. Il y a la plaine de la vallée du Saf- Saf qui s'étend d'EL Harrouche à Skikda et épouse les contours du Saf- Saf. La plaine de la vallée de Oued EL Guebli, débute à Oum-toub, s'évase au niveau de Tamalous, s'effile jusqu'à Collo où elle s'évase de nouveau. La plaine de la vallée d'oued EL-Kebir composée de deux parties :

- La plaine d'Azzaba arrosée par l'oued EL-Kebir, elle s'étend d'Es-Sebt à Azzaba jusqu'à Djendel où elle présente un étranglement débouchant à Ain Charchar et Boukkouche Lakdhar.
- La seconde partie de la plaine est considérée comme la zone de jonction entre la plaine et la dépression qui débute au lac Tanga près d'EL-Kebir

➤ Les piémonts :

Se localisent en particulier dans la région d'EL Harrouche et Azzaba.

Hydrographie :

Les principaux oueds ont un régime permanent et prennent leurs sources quelque kilomètres de la mer.

Les oueds les plus importants sont :

- Oued El-Kebir à l'Est.
- Oued Saf-Saf au centre.
- Oued Guebli à l'ouest.
- Oued Z'hour à l'extrême ouest.

Géomorphologie :

Le schéma géologique de la région est assez simple. Au nord du granite et un îlot de gneiss et de serpentines bordées au sud par une large bande ouest et de sédiments secondaires et tertiaires.

Tableau. 2 : Coordonnées géographiques de la ville de Skikda.

Paramètres	Altitude	Latitude	Longitude	Eloignement de la mer
	1,30m	36°53'N	06°56'E	0Km

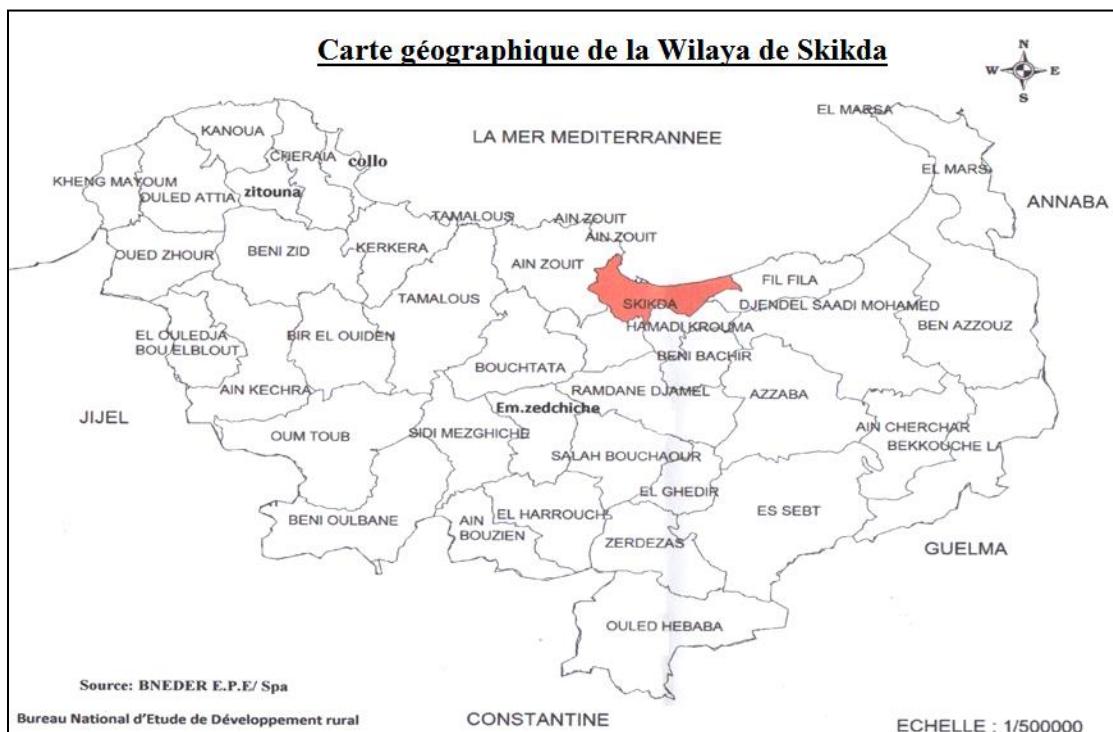


Figure. 8 : Situation géographique de la wilaya de Skikda.

Les stations de récolte dans la wilaya de Skikda :

El Marsa : est une commune de la wilaya de Skikda en Algérie, ses coordonnées GPS $37^{\circ} 01' 48''$ nord, $7^{\circ} 15' 11''$ est. El Marsa est un petit port de pêche dotée d'une plage de sable fin alternée par des criques de galets. La localité, autrefois sauvage, s'est fortement urbanisée depuis la dernière décennie. La région est caractérisée par la grande plaine littorale de Guerbès-Sanhaja limitée à l'ouest par les collines côtières de Skikda et à l'Est par les contreforts du Cap de Fer.

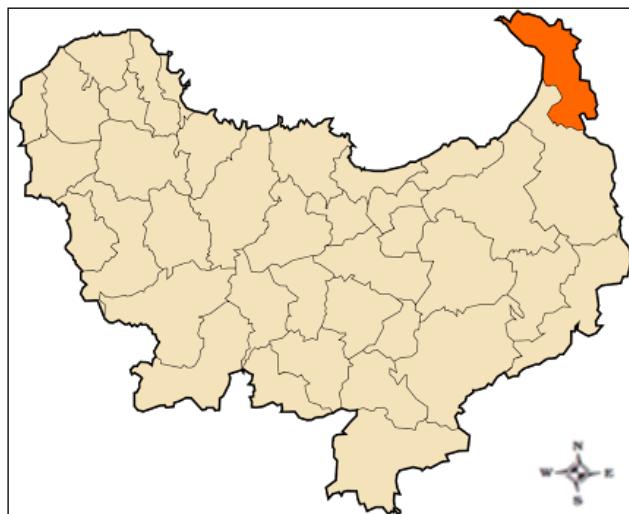


Figure 9 : station de prélèvement la région d'El Marsa -Skikda- (Wikipedia)

Ben Azouz : Ses coordonnées GPS $36^{\circ} 51' 40''$ nord, $7^{\circ} 17' 33''$ Est.

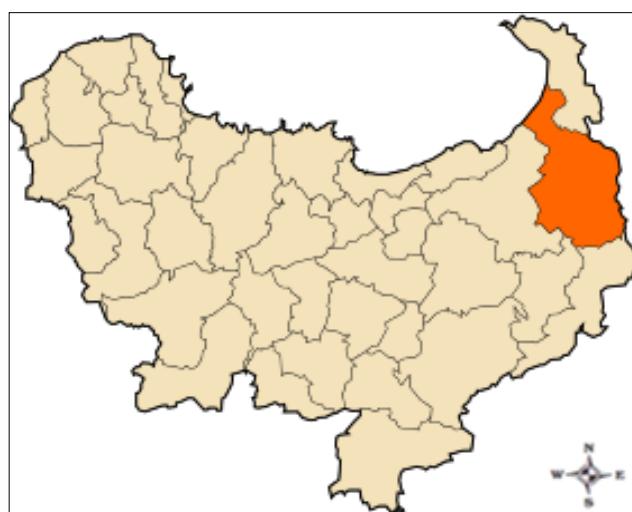


Figure 10 : Station de prélèvement la région de Ben Azouz -Skikda- (Wikipedia)

2.3.3. Présentation de la région de Guelma :



Figure. 11 : Situation géographique de la wilaya de Guelma.

Tableau. 3 : Coordonnées géographiques de la ville de Guelma.

Paramètres	Altitude	Latitude	longitude	Eloignement de la mer
	305 m	36°27'N	07°25'E	60Km

Les stations de récolte dans la wilaya de Guelma :

Nechmaya : est une commune de la wilaya Guelma en Algérie. Ses coordonnées GPS $36^{\circ} 36' 41''$ nord, $7^{\circ} 30' 48''$ Est.



Figure 12 : station de prélèvement la région de Nechmaya -Guelma- (Wikipedia)

Bouchegouf : est une ville de l'est Algérien, située dans la wilaya de Guelma, à 35 km du chef-lieu de wilaya et à 52 km de la wilaya d'Annaba et 42 km de la wilaya de Souk Ahras. Elle est aussi située à 560 km de la capitale Alger et à 593 km de Tunis est à 82 km de la frontière Tunisienne. Ses coordonnées GPS $36^{\circ} 28' 18''$ nord, $7^{\circ} 43' 47''$ Est.



Figure 13 : station de prélèvement la région de Bouchegouf -Guelma- (Wikipedia)

2.3.4. Présentation de la région d'étude El Tarf :

La wilaya d'El Tarf est située à l'extrême Nord-est du pays, limitrophe de la métropole d'Annaba dont elle dépendait jusqu'à sa promotion au rang de wilaya en janvier 1985, elle mérite bien son appellation de "wilaya verte".

La wilaya s'étend sur une superficie de 3 339 km² pour une population de 436.505 habitants et le Chef-lieu de la wilaya se situe à 650 km à l'Est de la capitale. La wilaya d'El Tarf est délimitée au nord, par la mer Méditerranée ; à l'est, par la Tunisie ; au sud, par la wilaya de Souk Ahras ; au sud-est, par la wilaya de Guelma ; à l'ouest par la wilaya d'Annaba. Son littoral s'étend sur 90 km, composé en majorité de plages.

Le relief est composé de 3 ensembles : une bande littorale, une zone des plaines sublittorale et une zone méridionale caractérisée par l'existence de reliefs montagneux. La zone de plaines et des bas-piémonts d'une superficie de 57.000 Ha soit 19% de la surface totale (ST) de la wilaya. Elle regroupe les Communes de : - Ain El Assel - El Tarf - Lac des Oiseaux - Ben M'hidi - Besbes - Zerizer - Chatt - Drean - Chebaita Mokhtar. En égard à ses potentialités et à ses facilités d'accès ; cette zone est la plus prédisposée au développement socio-économique et subit une pression démographique induite en grande partie par l'exode des populations rurales. La zone dunaire, d'une superficie de l'ordre de 12.000 Ha soit 04 % de la ST ; elle regroupe les Communes de : Chatt - Berrihane - El Kala et partiellement Souarekh. L'agriculture est menée d'une manière extensive avec prédominance de l'arachide locale (2000 ha) et un élevage bovin local en extensif. La zone de montagne d'une superficie de l'ordre de 220.000 Ha soit 73 % de la ST ; elle regroupe huit (08) Communes classées rurales (Bougous - El Aïoun - Cheffia - Zitouna - Ain Kerma - Oued Zitoun - Hammam Beni Salah - Ramel Souk) sur les 24 que compte la wilaya. Cette zone est caractérisée par un ensemble montagneux accidenté ; une faible densité démographique (21% de la population totale) ; une armature urbaine peu développée ; une agriculture extensive et vivrière (particulièrement au niveau des zones rurales enclavées et éloignées). Traversant cet ensemble, le Parc National d'El Kala, qui représente près du tiers (1/3) de la superficie totale (800 km²), dont 12% sont classés « Réserves Intégrables », englobe 06 communes totalisant une population de près de 70.000 habitants. L'ensemble bénéficie d'un classement en « Réserves de la biosphère » dans le cadre des espèces protégées. Les lacs de Tonga et Oubeira sont protégés par la convention RAMSAR relative aux zones humides d'importance internationale.

Tableau. 4 : Coordonnées géographiques de la ville d'El Taref.

Paramètres	Altitude	Latitude	longitude	Eloignement de la mer
	24 m	36°46'N	08°18'E	0Km

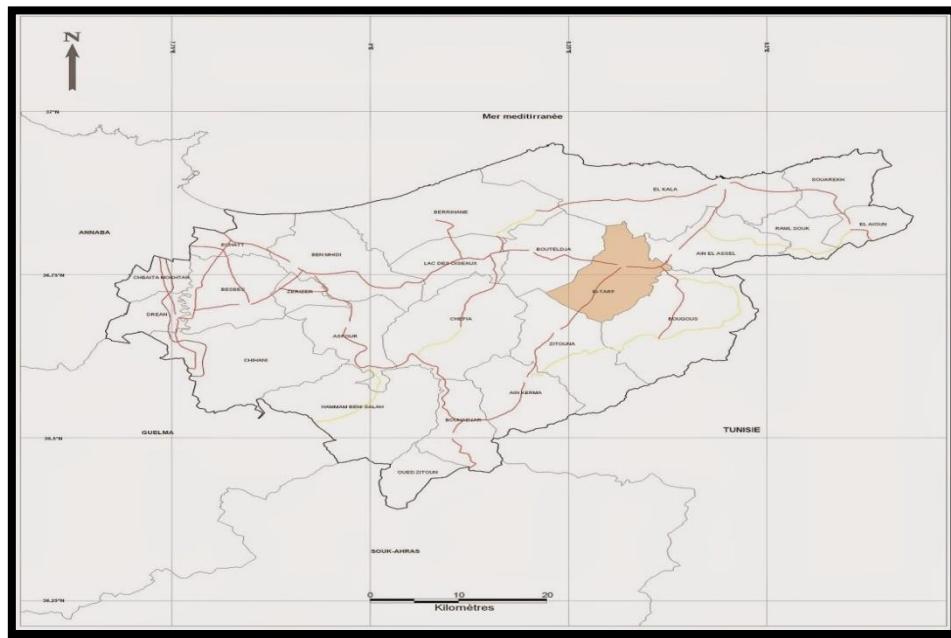


Figure. 14 : situation géographique de la wilaya d'El Taref.

Les stations de récolte dans la wilaya d'El Taref :

Boutheldja : est une commune de la wilaya d'El Tarf en Algérie. Ses coordonnées GPS 36° 30' 10" nord, 8° 06' 17" Est.



Figure 15 : station de prélèvement la région de Boutheldja –El Tarf- (Wikipedia)

Dréan : L'ancien nom est Mondovi, est une commune située sur la côte orientale de l'Algérie, à proximité de Annaba. ses coordonnées GPS $36^{\circ} 41' 00''$ nord, $7^{\circ} 45' 00''$ Est.

Appelée par ses habitants « le Petit Paris », c'est une commune agricole, principalement connue pour son tabac, ses oranges et ses vignes.

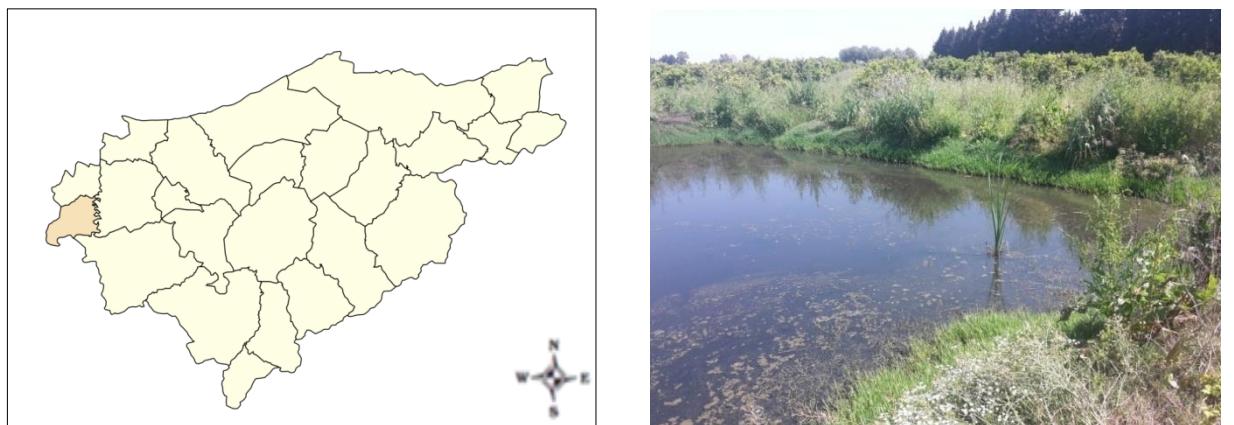


Figure 16 : station de prélèvement la région de Drean –El Tarf- (Wikipedia)

Chihani : est une commune de la wilaya d'El Tarf en Algérie. Ses coordonnées GPS $36^{\circ} 38' 49''$ nord, $7^{\circ} 46' 32''$ Est. La commune est situé à environ 30 kilomètres au sud d'Annaba.

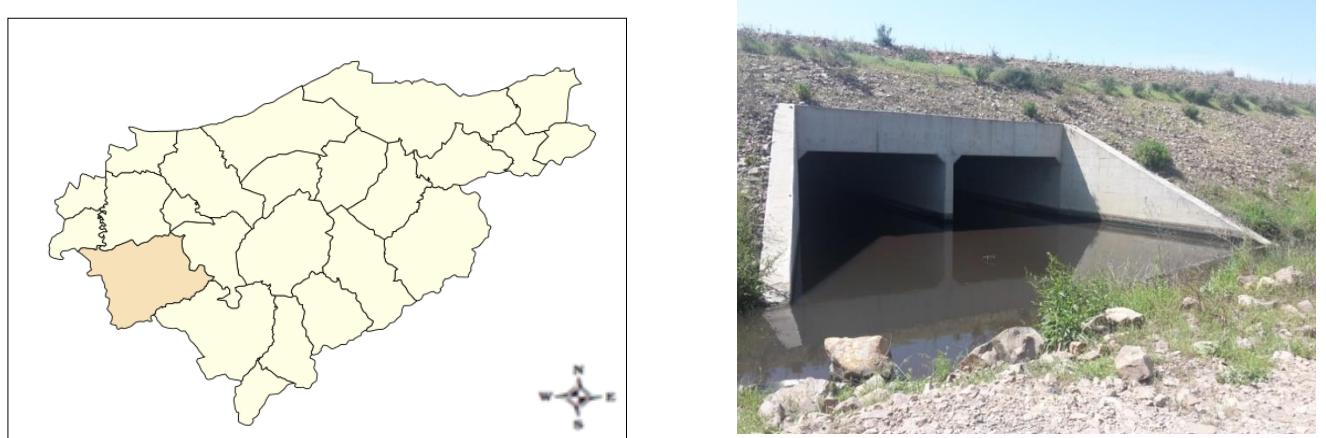


Figure 17 : station de prélèvement la région de Chihani –El Taref- (Wikipedia)

2.4. Données climatiques de différentes régions prospectées :

Tous les insectes sont soumis dans le milieu où ils vivent aux actions d'agents climatiques très variés qui conditionnent leur action et leur répartition géographique (**DAJOZ, 1971**).

Le climat est le résultat de différents éléments, comme la température, la pluviosité, le vent et l'humidité relative qui sont susceptibles d'agir directement ou indirectement sur les êtres vivants.

2.4.1. Données climatiques de la région de Annaba :

Tableau 5 : Données climatiques de la région d'Annaba pour la période 2015 à 2017

Mois	m C°	M C°	Moy C°	V	P
Janvier	6,81	17,17	11,99	25,17	41,1
Février	7,13	16,69	11,91	27,35	35,9
Mars	8,37	18,73	13,55	28,32	22,4
Avril	9,95	20,82	15,38	26,37	7
Mai	14,27	25,23	19,75	27,36	5,2
Juin	17,24	27,79	22,51	28,38	1,9
Juillet	19,70	31,06	25,38	30,32	0,4
Aout	20,21	30,33	25,27	28,85	2,8
Septembre	19,28	28,93	24,10	28,29	11,1
Octobre	16,33	26,95	21,64	24,61	27,5
Novembre	11,91	21,21	16,56	24,18	32,8
Décembre	8,08	18,79	13,43	16,97	13,6
Moy / an	15,29	23,64	19,37	26,34	
Total					196,7

[*m*: moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C); *M*: moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C); *Moy* = (*m*+*M*/2): température moyenne (°C);
P: précipitations (mm)]

La température :

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**RAMADE 1984**).

Les résultats enregistrés au niveau de la wilaya d'Annaba montrent que la région se caractérise par une température (moyenne des années 2015, 2016, 2017) plutôt élevé qui atteint 19,37°C avec de fortes variations saisonnières (25,38°C en juillet et 11,91°C en janvier).

Les précipitations :

Sur les 3 années (2015, 2016, 2017) Annaba reçoit une moyenne de 15,06mm par mois et un total annuel de 180,07mm, le mois de Janvier est considéré comme le mois le plus arrosé avec 41,1mm, contrairement au mois de juillet au cours duquel on a enregistré la plus petite quantité de pluie qui est de 0,4mm.

Le vent :

Le vent est un agent important de l'érosion et donc de la désertification, il augmente l'évapotranspiration et contribue à dessécher l'atmosphère (**MACKENZIE et BALL.2000**). Dans la région d'Annaba, les vents sont relativement fréquents durant toute l'année. La vitesse maximale est de 30,32 m/s pour le mois de Juillet et la valeur minimale a été enregistrée dans le mois de Décembre avec 16,97 m/s pour une moyenne des années (2015, 2016, 2017) (Tableau 5).

2.4.2. Données climatiques de la région de Skikda :

Tableau 6 : Données climatiques de la région de Skikda pour la période 2013 à 2017

Mois	m C°	M C°	Moy C°	V	P
Janvier	2.36	13.04	7.7	26.48	34,1
Février	3.29	14.28	8.78	27.82	27,7
Mars	4.84	16.16	10.5	27.86	21,4
Avril	7.04	19.4	13.22	23.37	70,1
Mai	10.40	26.59	18.49	26.49	10
Juin	15.13	31.22	23.17	26.58	18,3
Juillet	18.04	35.14	26.59	27.02	0,5
Aout	18	34.06	26.03	25.98	7,3
Septembre	15.88	30.06	22.97	27.2	14,2
Octobre	12.59	25.58	19.08	23.97	18,5
Novembre	7.14	18.45	12.79	26.23	15,7
Décembre	3.31	13.99	8.65	18.83	13,8
Moy / an	9.83	23.16	16.49	25.65	
Total					251,6

[*m*: moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C); *M*: moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C); *Moy* = (*m*+*M*/2): température moyenne (°C);
P: précipitations (mm)]

La température : La température est un bon facteur indicateur du climat des régions. Les résultats enregistrés au niveau de la wilaya de Skikda montrent la température (moyenne

annuelle : 16,49°C) pour les années (2013, 2014, 2015, 2016, 2017) avec de fortes variations saisonnières (26,59°C en Juillet et 7,7°C en Janvier).

Les précipitations : Sur les 5 années (2013, 2014, 2015, 2016, 2017) la wilaya de Skikda reçoit une moyenne de 20,97mm par mois et un total annuel de 251,6mm, le mois d'Avril est considéré comme le mois le plus arrosé avec 70,1mm, contrairement au mois de juillet au cours du qu'elle on a enregistré la plus petite quantité de pluie qui est de 0,5mm.

Le vent : Dans la région de Skikda, les vents sont relativement fréquents durant toute l'année. La vitesse maximale est de 27,86 m/s pour le mois de Mars et la valeur minimale a été enregistrée dans le mois de Décembre avec 18,83 m/s pour une moyenne des années (2013, 2014, 2015, 2016, 2017) (Tableau 6).

2.4.3. Données climatiques de la region de Guelma:

Tableau 7: Données climatiques de la région de Guelma pour la période 2015 à 2017

Mois	m C°	M C°	Moy C°	V	p
Janvier	6.81	16.51	11.66	27.52	40,6
Février	7.13	16.66	11.89	20.50	34,9
Mars	8.28	18.56	13.42	27.36	22
Avril	9.95	21.02	15.48	26.36	6,9
Mai	12.82	24.76	18.79	27.45	5,2
Juin	17.13	28.03	22.58	28.38	1,9
Juillet	19.71	31.06	25.38	30.32	0,4
Aout	20.20	29.87	25.03	28.96	2,8
Septembre	19.28	28.47	23.87	28.47	11,1
Octobre	16.33	26.95	21.64	24.61	16,5
Novembre	11.91	21.21	16.56	24.18	32,8
Décembre	8.08	18.79	13.43	16.93	3,6
Moy / an	13.13	23.49	18.31	25.92	
Total					178,7

[**m**: moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C); **M**:moyenne des température maximales du mois le plus chaud (°C); **Moy** = $(m+M/2)$: température moyenne (°C);
P: précipitations (mm)]

La température : La température est un bon facteur indicateur du climat des régions. Les résultats enregistrés au niveau de la wilaya de Guelma montrent que la température (moyenne annuelle : 18,31°C) pour les années (2015, 2016, 2017) avec de fortes variations saisonnières (25,38°C en Juillet et 11,66°C en Janvier).

Les précipitations : Sur les 3 années (2015, 2016, 2017) la wilaya de Guelma reçoit une moyenne de 14,89mm par mois et un total annuel de 178,7 mm, le mois de Janvier est considéré comme le mois le plus arrosé avec 40,6mm, contrairement au mois de juillet au cours duquel on a enregistré la plus petite quantité de pluie qui est de 0,4mm.

Le vent : Dans la région de Guelma, les vents sont relativement fréquents durant toute l'année. La vitesse maximale est de 30,32 m/s pour le mois de Juillet et la valeur minimale a été enregistrée dans le mois de Décembre avec 16,93 m/s pour une moyenne des années (2015, 2016, 2017) (Tableau 7).

2.4.4. Données climatiques de la région d'El Tarf :

Tableau 8 : Données climatiques de la région d'El Taref pour la période 2013 à 2017

Mois	m C°	M C°	Moy C°	V	P
Janvier	7.19	15.86	11.52	28.48	62,7
Février	7.69	16.65	12.17	29.36	43,4
Mars	9.16	18.44	13.8	30.59	28,4
Avril	10.97	21.38	16.17	26.38	8,6
Mai	12.88	25.39	19.13	27.56	8,7
Juin	12.31	29	20.65	23.74	6,1
Juillet	20.81	32.09	26.45	25.81	0,6
Aout	20.5	30.48	25.49	22.54	5
Septembre	19.35	28.47	23.91	25.05	30,4
Octobre	16.66	26.25	21.45	23.02	37,7
Novembre	12.23	20.36	16.29	23.96	59,4
Décembre	8.81	18.03	13.42	18.36	4
Moy / an	13.21	30.62	18.37	25.40	
Total					295

[*m*: moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C); *M*: moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C); *Moy* = (*m*+*M*/2): température moyenne (°C); *P*: précipitations (mm)].

La température : La température est un bon facteur indicateur du climat des régions. Les résultats enregistrés au niveau de la wilaya de Skikda montrent que la température (moyenne annuelle : 18,37°C) pour les années (2015, 2016, 2017) avec de fortes variations saisonnières (26,45°C en Juillet et 11,52°C en Janvier).

Les précipitations : Sur les 3 années (2015, 2016, 2017) la wilaya d'El Tarf reçoit une moyenne de 24,58mm par mois et un total annuel de 295mm, le mois de Janvier est considéré

comme le mois le plus arrosé avec 62,7mm, contrairement au mois de juillet au cours duquel on a enregistré la plus petite quantité de pluie qui est de 0,6mm.

Le vent : Dans la région d'El Taref, les vents sont relativement fréquents durant toute l'année. La vitesse maximale est de 30,59 m/s pour le mois de Mars et la valeur minimale a été enregistrée dans le mois de Décembre avec 18,36 m/s pour une moyenne des années (2015, 2016, 2017) (Tableau8).

2.5. La synthèse climatique :

De nombreux indices climatiques sont proposés. Les plus courants sont basés essentiellement sur la pluie et la température. C'est le cas de l'indice xérothermique de **BAGNOULS ET GAUSSSEN (1953)** et du quotient pluviothermique d'Emberger (**EMBERGER, 1953, 1955 ; SAUVAGE, 1963**) qui sont les plus utilisés.

2.5.1. Indice d'aridité de Martonne : C'est le rapport de la pluie annuelle (en millimètre) à la température moyenne ($^{\circ}\text{C}$) auquel on ajoute dix ($I_a = P/T+10$) (**OZENDA 1991**). L'indice de Martonne est plus bas lorsque le climat est plus aride ; on distingue, donc, plusieurs classes : un climat très sec ($I_a < 10$), un climat sec ($I_a < 20$), un climat humide ($20 < I_a < 30$) et un climat très humide ($I_a < 30$) (**PREVOST 1999**). A partir des données climatiques pour la période 2015-2017 de la région d'Annaba l'indice d'aridité « I_a » est de 20,15 ; ce qui indique que la région est caractérisée par un climat humide. L'indice d'aridité de la région de Guelma « I_a » est de 19,76 ; ce qui indique que la région est caractérisée par un climat humide. L'indice d'aridité de la région de Skikda « I_a » est de 25,26 ; ce qui indique que la région est caractérisée par un climat humide. L'indice d'aridité de la région d'El Taref « I_a » est de 26,06 ; ce qui indique que la région est caractérisée par un climat humide.

D'après (**MACKENZIE A & BALL S, 2000**), Le diagramme Ombrothermique est une méthode graphique, il est montre l'importance de la période sèche. L'intersection des deux courbes « P » et « $2T$ » permet de définir cette période.

Selon **DAJOZ (1982)**, la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieur au double de la température moyenne exprimé en degrés Celsius ($P < 2T$). Afin de caractériser le climat de notre zone d'étude, nous avons déterminé l'indice de l'aridité, le diagramme ombrothémique de Gaußen et le climagramme d'Emberger.

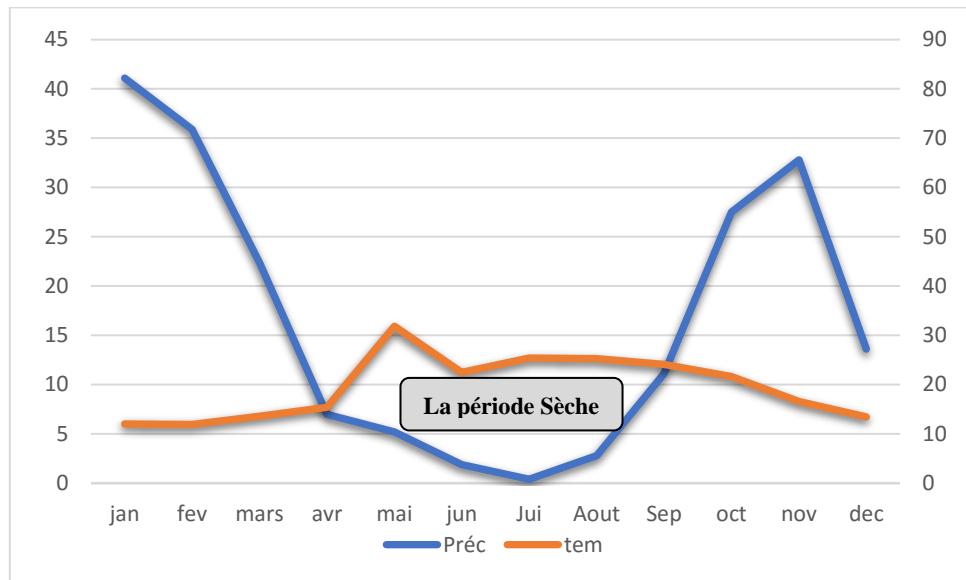


Figure 18 : Diagramme embrothermique de Gaußen de la wilaya d'Annaba (2015-2017).

Nous pouvons constater d'après l'analyse de ce diagramme, que la wilaya d'Annaba subit une période sèche de 5 mois qui s'étale de la mi-avril la mi-septembre Octobre (**Fig.15**).

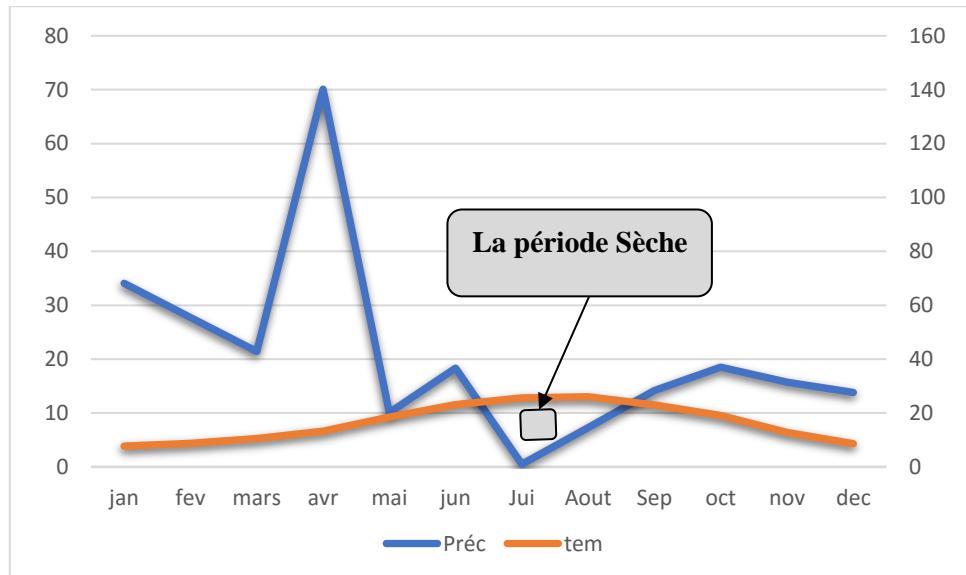


Figure 19 : Diagramme embrothermique de Gaußen de la wilaya de Skikda (2013-2017).

Nous pouvons constater d'après l'analyse de ce diagramme, que la wilaya de Skikda subit une période sèche de 3 mois qui s'étale de la fin juin jusqu'au début septembre (**Fig.16**).

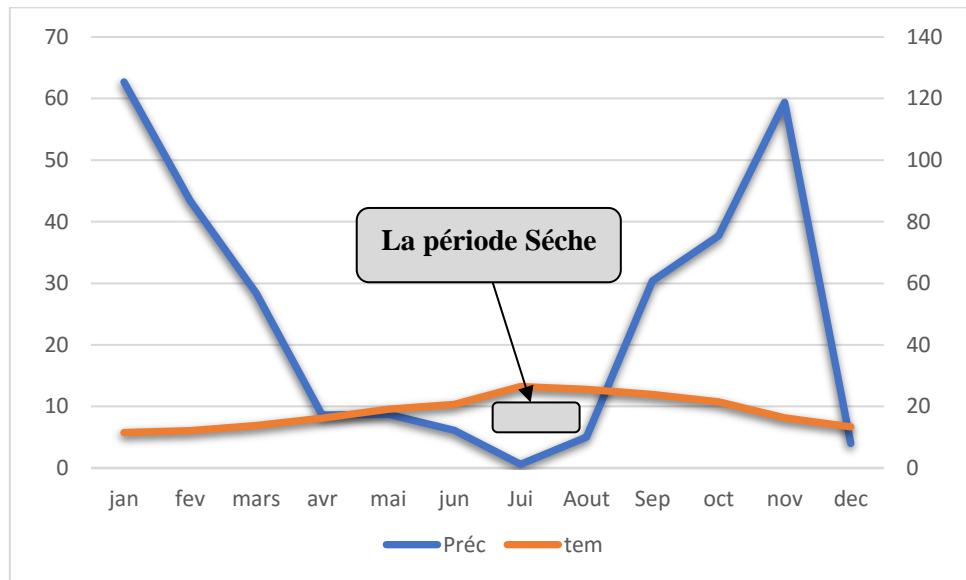


Figure 20 : Diagramme embrothermique de Gaussen de la wilaya d'El Taref (2015-2017).

Nous pouvons constater d'après l'analyse de ce diagramme, que la wilaya d'El Taref subit une période sèche de 5 mois qui s'étale du début avril jusqu'à la fin aout septembre (**Fig.17**).

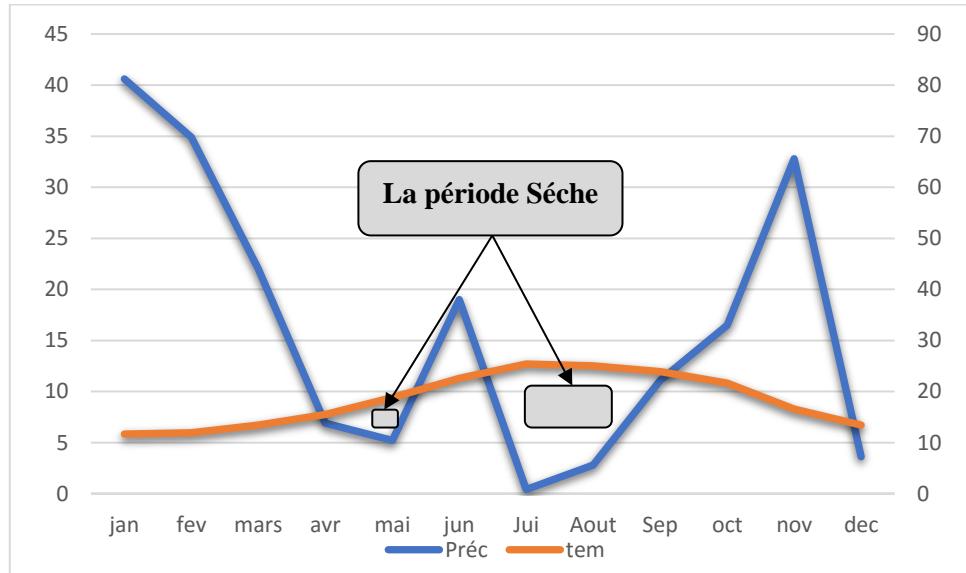


Figure 21 : Diagramme embrothermique de Gaussen de la wilaya de Guelma (2015-2017).

Nous pouvons constater d'après l'analyse de ce diagramme, que la wilaya de Guelma subit deux périodes sèche la première qui a duré 2 mois de la mi-avril jusqu'à la fin mai et la deuxième d'une durée de 3 mois qui s'étale du début juin jusqu'à la mi-septembre (**Fig.18**).

2.5.2. Le Climagramme D'emberger :

Le quotient pluviothermique Q2 **D'EMBERGER (1952, 1955)** correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (P) en (mm) et pour les températures, d'une part de la moyenne des minimums du mois le plus froid (m), d'autre part de la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M).

Emberger (1955, 1971) propose l'établissement d'un Climagramme comportant (m) en abscisse et Q2 en ordonnée. Dans un deuxième temps, celui-ci est subdivisé en zones correspondant à divers étages bioclimatiques méditerranéens selon un gradient d'aridité.

Annaba $Q^2 = 76,53/m = 6,81^\circ\text{C}$

Skikda $Q^2 = 78,91/m = 2,36^\circ\text{C}$

El Taref $Q^2 = 121,39/m = 7,91^\circ\text{C}$

Guelma $Q^2 = 64,71/m = 5,1^\circ\text{C}$

Selon le climatogramme d'Emberger (1955) la région de d'Annaba est située dans l'étage bioclimatique (Subhumide, hiver doux), la région d'El Taref est située dans l'étage bioclimatique (humide, hiver chaud), la région de Guelma est située dans l'étage bioclimatique (subhumide, hiver doux) et enfin la région de Skikda qui est située dans l'étage bioclimatique (subhumide, hiver frais).

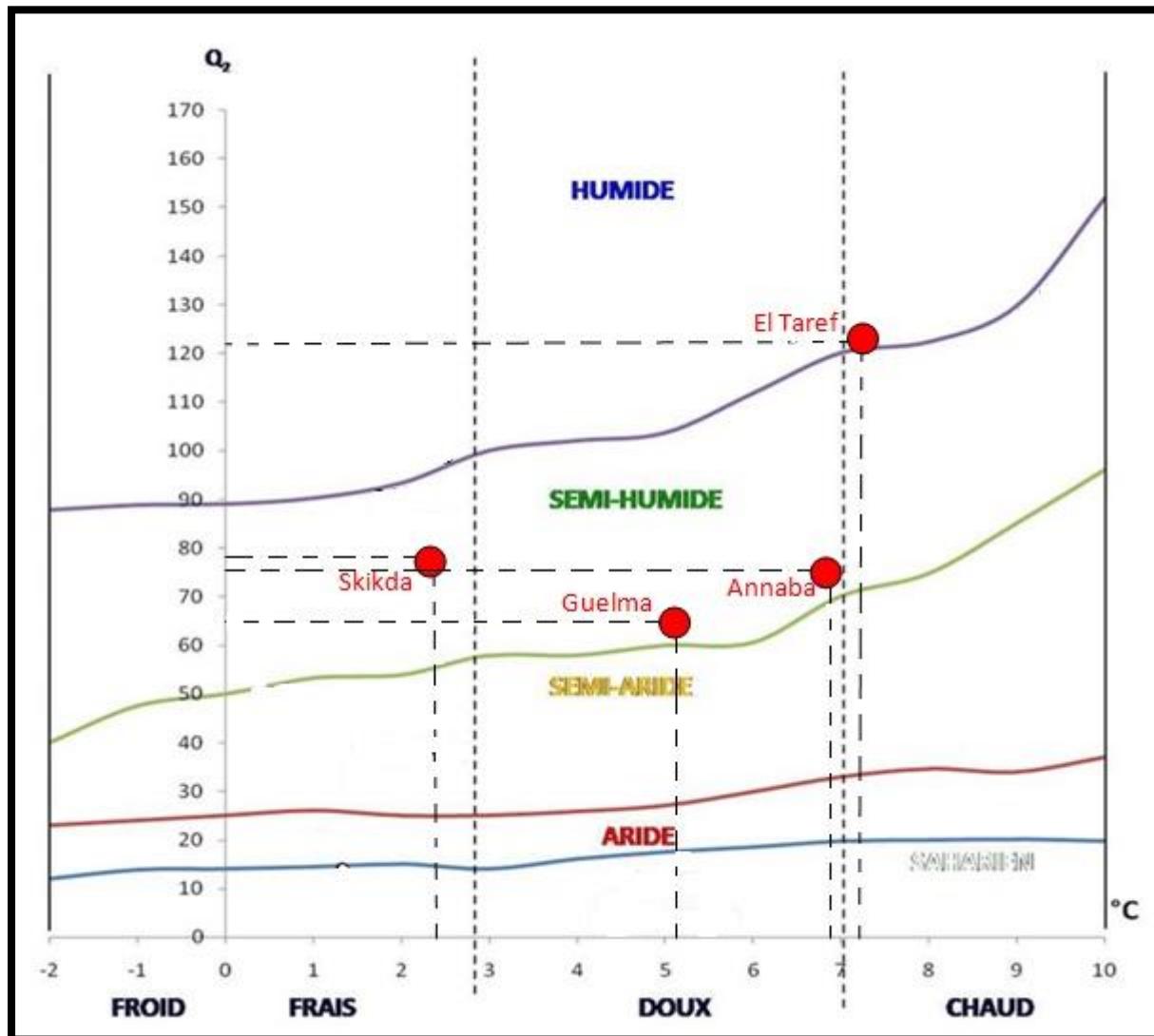


Figure. 22 : Localisation de la région d'Annaba, Skikda, El Taref et Guelma sur le climagramme d'Emberger (1955)

2.6. Echantillonnage :

La présente étude consiste en un recensement des culicidae durant une période qui s'étale de décembre 2013 jusqu'à Mai 2017, et cela en effectuant des sorties sur terrain afin de récolter des moustiques qui proviennent de plusieurs stations différentes, et de cela pour connaître et découvrir les espèces qui peuplent la région ciblée.

Le plan adopté lors de nos prospections consiste à effectuer des récoltes à un rythme bimensuel régulier sur la région de l'est algérien qui réunit plusieurs types de gîtes selon plusieurs critères (naturels ou artificiel, permanents ou temporaires, urbains ou ruraux), cette diversification que

ce soit (les régions, d'étude les climats, la nature des gîtes) est établi afin de recenser la faune et la densité culicidienne représentatifs de chaque station étudiée.

2.6.1. Technique d'échantillonnage :

La collecte des larves est réalisée à l'aide de louches d'une contenance de 500ml (**BENDALI et al, 2001**) les individus récoltés sont maintenus dans élevages au laboratoire en vue d'une étude taxonomique.

Cette méthode consiste à récolter des larves dans plusieurs endroits du gîte et sans répétition, par cette méthode, une série de captures nous donne un nombre moyen (n) de larves par prélèvement. Ce nombre est pris comme estimation de la densité larvaire moyenne (**RIOUX, 1958**). La louche doit être très solide et composé d'un manche, anneau métallique et poche profonde (**CLAUDE et CHRISTIANE.2003**).



Figure 23 : Louche de capture des larves

2.6.2. Technique d'identification :

Après fixation des larves récoltés entre lame et lamelle avec une goutte de glycérine et la mise sous microscope on utilise pour l'identification des clés dichotomiques principalement celle de (**HIMMI et al 1995**), le logiciel d'identification des moustiques de l'Afrique méditerranéen (**BRHUNES et al 1999**) et d'un logiciel d'identification (Moustique d'Europe) (**SHAFFNER et al 2001**) qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis.

2.6.3. Technique d'élevage au laboratoire :

Les larves récoltées dans les gites d'étude sont maintenues en élevage au laboratoire dans des récipients contenant 250 ml d'eau déchlorurée. La nourriture est un mélange de biscuit 75% et de levure 25% (**REHIMI et SOLTANI 1999**).

Lorsque les premières nymphes apparaissent, elles sont déplacées dans des récipients qu'on dépose dans des cages de forme cubiques (22x22x22 cm).

Les moustiques mis en cage sont nourris de raisins secs, attaché sur le côté supérieur de la cage sous forme de grappe. Une fois les mâles s'accouplent aux femelles, ces dernières prennent un repas sanguin fourni par un pigeon ou lapin exposé pendant 30 minutes dans la cage, deux fois par semaine (**TRARI et al 2003**).

Le régime alimentaire joue un grand rôle dans la fécondité car les protéines permettent à la femelle de pondre plus d'œufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement (**WIGGLESWORTH 1972**).

Un récipient de 150 ml d'eau de source destiné à la ponte est mis en cage à disposition de adultes, les femelles pondent des œufs en amas qui flottent sur la surface de l'eau, après éclosion des œufs les larves sont nourries avec un intervalle de 2 à 3 jours d'un mélange de 75% de poudre de biscuits et de 25% de levure sèche qui fournit les protéines requises à leur développement.



Figure 24 : cage d'élevage

2.6.4. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques :

Les méthodes d'analyse des données sont diverses et variées. Elles dépendent des méthodes d'échantillonnage et de l'objectif qu'on veut atteindre. (**DAGET 1976**) et (**SOUTHWOOD 1978**) proposent pour l'étude des communautés animales, surtout celle des insectes, d'effectuer des analyses de la distribution d'abondance et des indices écologiques notamment de la diversité. C'est dans ce cadre que nous nous proposons d'exploiter nos résultats.

2.6.5. Les indices écologiques de Composition :

Les indices écologiques de composition employés sont la richesse spécifique, la richesse moyenne, la fréquence centésimale ou abondance relative et l'indice d'occurrence.

Richesse totale (S) : par définition, c'est le nombre d'espèces que compte un peuplement considéré dans un écosystème donné (**RAMADE 1984**). Elle représente un des paramètres fondamentaux de caractéristique d'un peuplement (**MULLER 1985**). Selon (**BENYACOUB et CHABI 2000**), la richesse est le nombre total d'espèces constatées au cours d'une série de n relevés dans un milieu. Pour la présente étude, la richesse totale est le nombre total des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés.

Richesse moyenne (S_m) : qui correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié. La richesse moyenne (S_m) est d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements, elle correspond au nombre moyen des espèces contactées dans chaque relevé (**RAMADE 1984**). D'après (**BLONDEL 1979**), la richesse moyenne est égale à :

$$S_m = \sum_{i=1}^R n_i / R$$

ni : nombre des espèces du relevé i.

R : nombre total des relevés.

Abondance spécifique et relative : L'abondance spécifique d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce dans un milieu donné. L'abondance relative d'une espèce est le rapport de son abondance spécifique à l'abondance total (fréquence relative). Cette dernière correspond au nombre d'individus de toutes les espèces du peuplement à un moment donné. Elle se calcule comme suit :

$$F (\%) = \frac{n_i \times 100}{N}$$

ni : nombre d'individus d'une espèce i.

N : nombre total d'individus toutes espèces

Constance ou indice d'occurrence : La constance est exprimée par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total des relevés (**DAJOZ 1982**). La constance est calculée par la formule suivante :

$$C (\%) = \frac{p_i \times 100}{p}$$

pi : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

p : nombre total des relevés effectués.

Selon la valeur de « C » on distingue cinq catégories d'espèces. On considère qu'une espèce est accidentelle si $f_i < 25\%$, accessoire si $25\% \leq f_i < 50\%$, régulière si $50\% \leq f_i < 75\%$, constante si $75\% \leq f_i < 100\%$ et omniprésente si $f_i = 100\%$.

La diversité spécifique (H') : La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques. Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure du peuplement, nous avons retenu celui de (**SHANNON et WEAVER 1949**). Il est donné par la formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \text{ ou : } p_i = n_i / N$$

ni : Effectif de l'espèce i.

N : Effectif total du peuplement.

H' : exprimé en bit.

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible de cet indice correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'individus ou pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante. Sa valeur varie de

zéro (lorsqu'il y a une seule espèce) à « log S » (logarithme décimal de la richesse totale) (lorsque toutes les espèces ont la même abondance).

Equitabilité (E) : des peuplements à physionomies très différentes peuvent ainsi avoir la même diversité. Il est donc nécessaire de calculer parallèlement à l'indice de diversité, l'équitabilité.

$$E = H' / H' \max \quad \text{ou : } H' \max = \log_2 S$$

L'équitabilité varie de 0 à 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; elle tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance (**BARBAULT 1981**).

Concentration et uniformité : **SIMPSON (1949)** a proposé un indice de concentration (C), qui donne la probabilité qu'un second individu tiré d'une population serait de la même espèce que le premier. Nous utiliserons cette formule dans l'exploitation de nos résultats.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

ni : nombre d'individus.

N : nombre d'individus d'une espèce i.

A partir de cet indice de concentration, **GREENBERG (1956)** propose une autre formule pour mesurer la diversité spécifique (D) ($D = 1 - C$) dont « C » est la Concentration.

Selon **DAGET (1976)**, avec les indices de diversité, il est possible d'établir une comparaison de la structure des plusieurs peuplements et leur variation seulement dans l'espace.

2.6.6. Association des espèces de Culicidae dans la région d'étude :

L'association des espèces animale définie si une espèce peut s'associer à différentes espèces selon les exigences écologiques de ces milieux (**MAIRE et AUBIN 1980**). C'est ainsi que nous avons pu appliquer la notion d'abondance-dominance (**GUINOCHE 1973**).

Une bonne connaissance de la biologie et de la phénologie des espèces est nécessaire pour estimer le nombre de générations annuelles, les périodes de présence des larves et des adultes, de pics de populations et d'entrée et de sortie de diapause, etc.... La phénologie est l'étude des événements saisonniers.

Dans cette étude nous avons déterminé l'association des différentes espèces de moustiques entre eux, comme on a établi le phénogramme de la répartition annuelle de ces espèces dans quelques régions de l'Est Algérien.

2.7. Etude Toxicologique :

Modèle biologique : *Culex pipiens* :

Cx. pipiens, cosmopolite, est une espèce de petite taille (5 à 7mm de longueur au stade adulte). Le corps de la femelle se caractérise par une aile qui dépasse légèrement son abdomen et il peut se déformer lorsqu'elle se gorge du sang. Les antennes de cette espèce sont fines chez la femelle, et plumeuses chez le mâle.

Cx. pipiens est un insecte à une métamorphose complète ou holométabole c'est-à-dire son cycle de développement se décompose en deux phases, une phase aquatique pour les trois premiers stades et une phase aérienne pour le dernier stade. Selon **CLEMENTS (1999)**, le cycle de vie de cette espèce dure de 10 à 14 jours (Fig.2).

L'adulte est caractérisée par deux comportements principaux, l'alimentation et la reproduction. Chez la femelle, la reproduction s'accompagne de la dispersion à la recherche successive d'un hôte vertébré (repas sanguin), du site de repos et du gîte de ponte.

L'alimentation sucrée concerne les mâles et les femelles de moustique. Elle procure les substances énergétiques (hydrates de carbone) nécessaires pour le vol. Chez les femelles, elle peut aussi stimuler le début de développement des ovarioles. L'alimentation sucrée est prise par la femelle tout au long de sa vie et à n'importe quel moment de son cycle biologique selon ses besoins.

La femelle de *Cx. pipiens* s'accouple en général une seule fois au cours du vol, dans un large espace ; c'est une espèce dite eurygame. Le mâle est attiré par les fréquences sonores ainsi que par des phéromones émises par la femelle. Après l'accouplement, la femelle part à la recherche d'un hôte pour se nourrir du sang nécessaire à la maturation des ovules. La ponte a lieu environ 5 jours après le dernier repas sanguin, mais elle peut aussi pondre des œufs sans repas sanguin préalable (**EUZEBY 2008 ; ANDREO 2003 ; MOULINIER2003**). Une femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs. Elle est regroupée en amas à la surface de l'eau, qui ont

un diamètre inférieur à 1 mm (**ANDREO2003 ; URQUHART et al 1996 ; WALL 1997**), qui éclosent en 24 à 48 heures lorsque la température de l'eau est suffisante (**RIPERT2007**).

La larve du premier stade quitte l'œuf et elle est disposée obliquement à une surface d'eau (**EUZEBY 2008 ; RIPERT2007**). Les larves saprophytes respirent par un siphon et évoluent ainsi selon quatre stades pendant 8 à 12 jours, avant d'atteindre le stade nymphal. La nymphe n'ingère aucune nourriture (**RIPERT 2007 ; URQUHART 1996 ; WALL 1997**). *Cx. pipiens* reste sous cette forme pendant 2 à 4 jours et à la fin de cette période, la nymphe donne un adulte, mâle ou femelle. Cette étape a généralement lieu pendant la matinée (**RIPERT2007**). Les adultes s'éloignent peu des gîtes larvaires après l'éclosion. Ils ne dépassent pas 3 km de distance, sauf lors de vent violent qui pousse *Culex* beaucoup plus loin.

Le développement des *Culex* dépend essentiellement de la température et de la pluviométrie. Ils vont donc préférentiellement se développer dans les pays chauds où ils pourront être présents quel que soit le moment de l'année. Leur développement sera favorisé lors de fortes températures associées à des taux d'humidité élevés. En Algérie, *Cx. pipiens* se développe mieux en été et en automne dans une faible mesure (**TORAL2005 ; PAZ et ALBERSHEIM2008**).

Deux types de nuisances sont causés par *Cx. pipiens*. Le premier est causé par la piqûre de la femelle (**URQUHART 1996**) qui va entraîner, chez l'homme comme chez l'animal, une lésion ronde érythémateuse de quelques millimètres à deux centimètres de diamètre. Il est à noter que la piqûre ne provoque aucune douleur immédiate grâce à un anesthésique local contenu dans la salive (**ANDREO 2003**). Les lésions sont très souvent suivies d'une réaction allergique due aux allergènes présents dans salive de *Cx. Pipiens* injectée durant le repas sanguin. Cela entraîne généralement un fort prurit (**TORAL et CARO 2005**). Le deuxième type de nuisance est lié à la transmission des maladies. Ce moustique se contamine au cours du repas sanguin sur une hôte infectée et l'agent pathogène va alors subir un cycle de maturation et sera transmis au cours du repas sanguin suivant (**CCHST 2009**).



Photo 2 : larve stade 4 *Culex pipiens*



Photo 3 : adulte mâle *Culex pipiens*

Position systématique :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematoceres
Famille	Culicidae
Sous-famille :	Culicinae
Genre	<i>Culex</i>
Espèce :	<i>Culex pipiens</i> (Linnaeus, 1758)

2.8. Présentation des bioinsecticides utilisés pour le traitement des larves :

2.8.1. L'Azadirachtine :

L'Azadirachtine est un composé d'origine naturelle de la famille des limonoïdes. C'est un métabolite secondaire présent dans l'huile extraite des graines d'*Azadirachta indica* (margousier, ou Neem), il est aussi présent dans toutes les parties de *Melia azedarach*. C'est un tétra nortriterpénoidé hautement oxydé (VEITCH *et al* 2007).

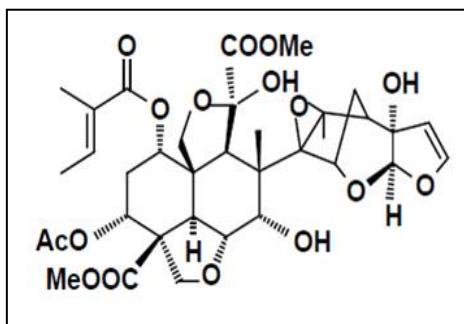


Figure. 25 : Structure de l'Azadirachtine.

Le Neem : Originaire du sud de l'Himalaya, il est cultivé dans les régions tropicales ainsi qu'en région méditerranéenne. On le trouve en effet jusque sur la Côte d'Azur. En Inde, il est considéré comme un remède universel car toutes ses parties ont des vertus thérapeutiques. Certains textes sacrés hindous l'appellent aussi "sarve roga nirvarini", c'est-à-dire celui qui guérit toutes les affections (OMS 1999 ; SENTHIL *et al* 2005a ; ZEBITZ 1986).



Photo 4 : Arbre, fruits, feuilles et fleurs du Neem.

La préparation des essais a été faite à partir du produit brut commercialisé pour avoir les concentrations utilisées dans nos traitements (5, 15, 30, 55, 100, 166, 214, 250 mg/L).

2.8.2. Spirotetramat :

Le spirotetramat est un dérivé des acides tétroniques, plus précisément un ketoenole. Il agit comme inhibiteur d'acetyl CoA carboxylase et comme inhibiteur de lipogenèse, ce qui résulte en une baisse de lipides dans les insectes traités, empêchant la formation des régulateurs de croissance chez les jeunes et diminuant le pouvoir reproducteur des adultes (**U.S. EPA 2008**). Il possède aussi un pouvoir acaricide. Bayer Crop Sciences a noté durant les tests éco toxicologiques que les acariens prédateurs sont les arthropodes terrestres les plus affectés par le *spirotetramat* (testé sur *T. pyri*). Cette molécule serait rapidement dégradée dans l'environnement, où son temps de demi-vie est de 8.6 jours. (**GREEN 2005 ; MAUS 2008**).

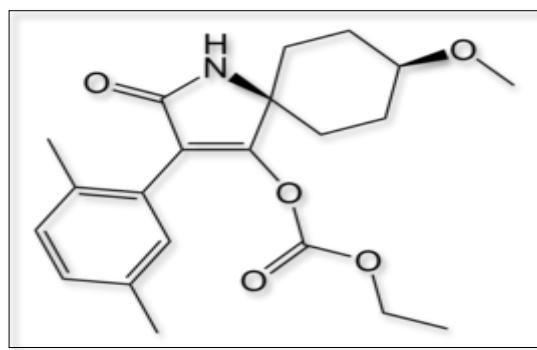


Figure 26 : La formule développée et le modèle moléculaire.

La préparation des essais a été faite à partir du produit brut commercialisé pour avoir les concentrations utilisées dans nos traitements (0,125, 0,25, 0,5, 1, 1,25, 2,5 g/L).

Tableau 9 : Propriétés physiques et chimiques du spirotetramat

Nom chimique	cis -4- (éthoxycarbonyloxy) -8-méthoxy-3- (2,5-xylyl) -1-aza-spiro [4.5] déc-3-én-2-one
Nom proposé	Spirotetramat
Formule chimique	C ₂₁ H ₂₇ NO ₅
Poid moléculaire	373,44278 g / mol
Apparence et odeur	Poudre beige clair
Densité	1,22 g / cm ³
Solubilité dans l'eau	(À 20 ° C) 0,03 g / L
Solubilité dans les solvants organiques	dichlorométhane
Température et fusion	142 ° C

2.8.3. *Peganum harmala* (Linnaeus, 1753) :

Présentation de la plante :

P. harmala (L.) appartient à la famille des Zygophyllaceae, elle se trouve de façon abondante dans les zones subdésertiques de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte) et dans certaines régions de l'Europe méditerranéenne (**BEZANGER-BEAUQUESNE et al 1980 ; MASSOUD et al 2002**) et en Asie (Iran, Pakistan, Turkestan, Tibet) (**BEZANGER-BEAUQUESNE et al 1980**).

En Algérie, *P. harmala* (L.) est commune aux hauts plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central. Il est réputé pour les terrains sableux, dans les lits d'oued et à l'intérieur des agglomérations (**CHOPRA et al 1960 ; OZENDA, 1991 ; MAIRE, 1933**) (photo. 5).



Photo 5 : Arbuste de *P. harmala* L.
(Source : Faculty.ksu.edu.sa)

Harmel est une plante herbacée vivace, buissonnante de 30 à 90 cm de haut. Les feuilles alternes vertes glauques, sont divisées en lanières étroites. Elles émettent une odeur désagréable quand on les froisse. Les fleurs solitaires, assez grandes (25 à 30 mm), d'un blanc-jaunâtre veinées de vert. Les graines nombreuses, petites, anguleuses, sub triangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé et renferme un pigment rouge connu sous le nom de "Turkey red" (Fig.23). Les graines ont une saveur amère et sont récoltées pendant l'été (**CHOPRA et al 1960 ; QUEZEL & SANTA 1963 ; OZENDA 1977**).

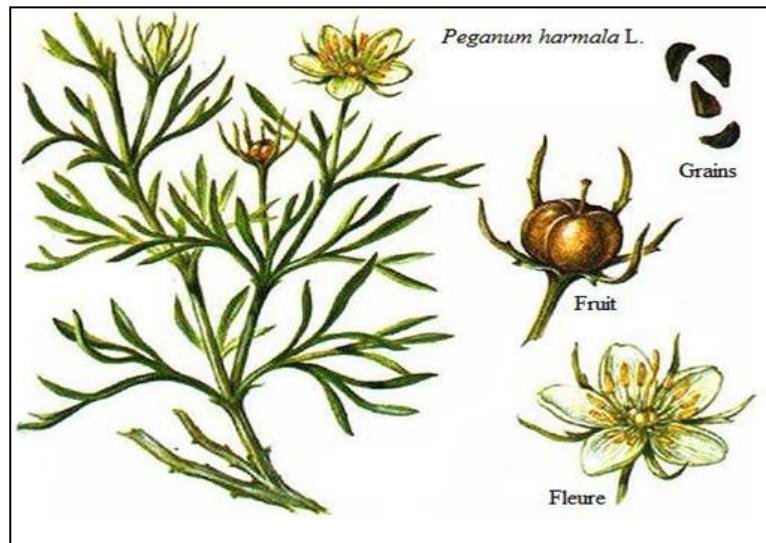


Figure 27 : Différentes parties de l'espèce *P. harmala*
(Source : Healthyhomegardening.com)

C'est une espèce très toxique pour les animaux et l'homme en particulier (**AQEL & HADDI 1991 ; EL BAHRI & CHEMLI 1991 ; BRUNETON 1993 ; AYOUB *et al* 1994 ; BRUNETON 1996**). Elle est responsable de la paralysie du système nerveux et entraîne la mort par arrêt respiratoire chez les vertébrés, et peut provoquer l'interruption de grossesse chez les femmes (**BELLAKHDAR 1997**). Elle est également abortive et anti-fertilisante chez les rats (**NATH *et al.*, 1993 ; LAMCHOURI *et al* 2002**). La plante est connue ainsi pour leur propriétés antibactériennes, antifongiques et antivirales (**BELLAKHDAR 1997 ; MAHMOUDIAN *et al* 2002 ; NENAAH 2010**), possédant également une activité anti-protozoaire notamment contre la leishmaniose (**LALA *et al* 2004 ; YOUSEFI *et al* 2009**), la theileriose méditerranéenne et tropicale (**MIRZAEI 2007**), le paludisme (**KAYSER 2003**), ainsi qu'un pouvoir insecticide sur les criquets *Schistocerca gregaria* (**IDRISSI *et al* 1998**).

Selon **OZENDA 1991**, La position systématique de

P. harmala est la suivante :

Règne :	Végétal
Embranchement :	Spermatophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Sapindales
Famille :	Zygophyllaceae
Genre :	<i>Peganum</i>
Espèce :	<i>Peganum harmala</i> (Linnaeus, 1753)

2.8.4. Préparation de l'extrait éthanolique :

La plante a été récoltée dans la période hivernale (octobre à novembre 2016) dans la région de Biskra. Les feuilles de la plante ont été dissociées de leurs tiges, puis pesé 300g de feuilles fraîche de *P.harmala* qui ont été introduite dans un récipient qui contenait 600ml d'éthanol absolu et laissé macéré pendant 24h dans le récipient recouvert d'un film transparent.

Après 24h de macération le mélange obtenu a été filtré à l'aide d'une passoire et à la suite avec du papier Whatman (3 mm). Le filtrat récupéré représente une solution de 350ml. Cette dernière a été placé sur une plaque chauffante sous agitation magnétique pendant 1h30 pour l'obtention d'une patte, qui sera par la suite dilué dans l'eau distillée à fin d'obtenir les concentrations requises pour les tests (0,5, 1, 2, 3, 4g/L).



Photo 6 : étapes de préparation de l'extrait



2.9. Les essais toxicologiques :

L'utilisation des insecticides comme un moyen de lutte contre les moustiques est une technique normalisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (**OMS 1963**) qui consiste à mettre les moustiques (larves ou adultes) en contact avec la matière active (dose discriminatoire) d'un insecticide donné pendant une période donnée, et ce afin de mesurer la sensibilité de cette population de moustiques à l'insecticide en question. Cette technique a pour objectif de déceler, si à certain moment, une souche de ces moustiques devient résistante (**TRARI 2001**).

2.9.1. Préparation des larves pour l'essai de lutte :

Dans le but de réalisé des essais de lutte par des bio insecticides, on prépare quart récipients contenant 200ml d'eau de source chacun et on y introduit 20 larves de stade L4 de *Culex pipiens*. Sur les quatre récipients utilisés on note un lot traité avec trois répétitions pour chaque concentration utilisée et un lot témoin pour observer les différences entre les larves traité par un bio insecticide et les larves témoins, et aussi faire une comparaison en temps réel de la mortalité au sein des deux lots.

Après réalisation d'essais préliminaires, nous avons déterminé un nombre de doses à administrer aux larves de L4 de *Culex pipiens*, pour le premier insecticide qui est *l'Azadirachtine* ont à utiliser huit concentrations (5, 15, 30, 55, 100, 166, 214,250 mg/L). Pour le *Spirotetramate* six concentrations ont été administré aux larves L4 de *Culex pipiens* (0,125, 0,25, 0,5, 1, 1,25, 2,5 g/L). Et pour terminer (0,5, 1, 2, 3, 4g/L) sont les différentes concertations des extraits éthanolique *P. harmala* pour déterminer les effets directs et différés notamment une réponse larvicide de cette molécule sur *Culex pipiens*.

2.10. L'étude statistique des paramètres toxicologiques :

En ce qui concerne les résultats obtenus pour l'étude toxicologique, on a calculé les concentrations létale (CL50% et CL90%) pour les différents pesticides utilisés selon les procédés mathématiques de **FINNEY**.

Pendant les 15 jours d'exposition à l'insecticide, la variable mesurée est le nombre des individus morts quotidiennement. Le taux de mortalité observé est corrigé par la formule d'Abott qui permet de connaître la toxicité réelle des insecticides. Les différents taux subissent une transformation angulaire d'après les tables de Bliss. Les données sont ainsi normalisées et font l'objet d'une analyse de variance sur XLStat 2009 puis ils sont transformés en probits ce qui permet d'établir une droite de régression en fonction des logarithmes décimaux des concentrations utilisées, et le test χ^2 permet un bon ajustement de la droite (**FINNEY,1971**). A partir de cette droite on a calculé les concentrations létale.

2.10.1. Mortalité observée :

Le pourcentage de la mortalité observée (M.O) des larves témoins et traitées des individus testés a été déterminé selon la formule suivante :

$$M.O = \frac{\text{nobre des individus mort après traitement}}{\text{Nombre total des individus}} \times 100$$

2.10.2. Mortalité corrigée :

Le pourcentage de la mortalité observée chez les larves traitées est transformé à une mortalité corrigée (M.C) selon la formule d'Abott, 1925 qui permet d'éliminer la mortalité naturelle qui doit être comprise entre 4 et 16 %, et qu'est enregistrée chez la série des témoins.

$$M.C = \frac{\text{Mortalité observée chez les lots témoins} - \text{Mortalité observée chez les lots traités}}{100 - \text{Mortalité observée chez témoins}} \times 100$$

2.10.3. Transformation angulaire :

Les pourcentages de la mortalité corrigée (ou observée) subissent une transformation angulaire selon la méthode de Fisher et Yates (1938). Les données obtenues ont été analysées par l'ANOVA (Analyse de la variance à un seul critère de classification) pour déterminer le seuil de signification (P) à l'aide de logiciel, XLStat 2009.

2.10.4. Analyse de probits :

La droite de régression de logarithme décimal des concentrations (X) en fonction des probits (Y), issus de la transformation angulaire des moyennes de la mortalité corrigée selon (**FISHER et YATES 1938**), permet d'estimer les deux doses létales DL50 et DL90 selon (**FINNEY1971**), comme ci-dessous : $Y = aX + b$ donc ; $X = \frac{\text{Probit}X - b}{a}$ ou $Y = \text{probit } 50 (90)$ et $X = \log \text{DL } 50 (\text{DL}90)$ Anti log X = DL50, Ainsi que pour la DL90.

2.10.5. Effets indirects des bioinsecticides :

Pour les résultats des tests de fécondité et nous avons réalisé une comparaison des moyennes par un test « *t* » de *Student* et une comparaison des variances (ANOVA à un critère de classification). Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme XLStat 2009 software (Addinsoft, New York, NY).

Les résultats des tests de choix d'oviposition sont comparés en utilisant la simulation de Monté-Carlo, basée sur un test Chi2 au seuil $P = 0,05$ (**VAILLANT & DERRIJ 1992**).



RESULTS

3. Résultats :**3.1. La composition de la faune Culicidienne :**

Durant une période de trois ans, dans la région de l'Est algérien (Annaba, Skikda, Guelma, El Taref) on a effectué un nombre de prélèvements régulier afin d'établir une liste des espèces de Culicidae qui peuplent notre zone d'échantillonnage.

L'étude a montré que les moustiques sont présents pendant toute la période d'étude, avec des fréquences différentes en relation avec plusieurs conditions climatiques (pluies, températures, humidité), ces derniers jouent un grand rôle sur la présence ou l'absence de différentes espèces au moment de la collecte des échantillons.

3.1.1. Espèces inventoriées dans la région de Skikda :

La liste des espèces Culicidiennes inventoriées dans notre région d'étude est représentée dans le (**Tableau. 10**).

La composition du peuplement Culicidien échantillonné dans les gites d'étude révèle l'existence de quatre genres (*Culex*, *Culiseta*, *Anophèles*, *Uranotaenia*) présents avec différents effectifs.

Tableau 10 : Liste des espèces inventoriées et l'abondance relative dans la région de l'est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma)

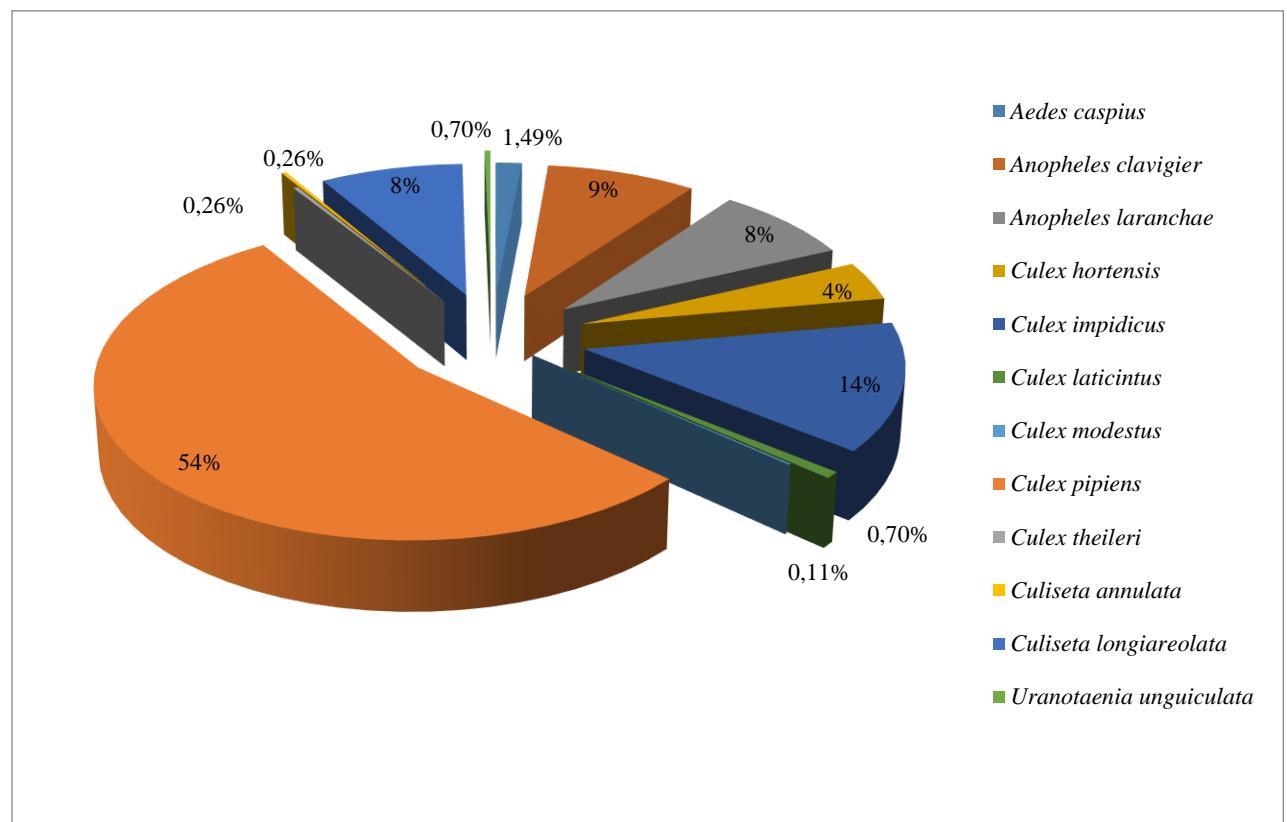
	Espèces	Nombre D'individus	Fréquence (%)
1	<i>Aedes caspius</i>	93	1,49
2	<i>Anophelesclavigier</i>	532	8,55
3	<i>Anopheleslaranchae</i>	500	8,04
4	<i>Culex hortensis</i>	256	4,12
5	<i>Culex impidicus</i>	847	13,62
6	<i>Culex laticintus</i>	42	0,70
7	<i>Culex modestus</i>	7	0,11
8	<i>Culex pipiens</i>	3381	54,37
9	<i>Culex theiléri</i>	16	0,26
10	<i>Culisetaannulata</i>	16	0,26
11	<i>Culisetalongiareolata</i>	507	8,15
12	<i>Uranotaeniaunguiculata</i>	21	0,34
	Total :	6218	100(%)

3.2. Diversité Culicidienne de la région de l'Est Algérien :

La totalité des individus récoltés au cours de nos trois ans d'étude sur différents stations localisées dans les wilayas d'Annaba, Skikda, Guelma et El Taref sont du nombre de 6218 individus recensé en 12 espèces de Culicidae et appartenant à deux sous familles, celle des Culicinae est caractérisé par quatre genres, le genre *Aedes* avec une seule espèce *Aedes caspius*, le genre *Culex* avec 6 espèces *Culex hortensis*, *Culex impidicus*, *Culex laticintus*, *Culex modestus*, *Culex pipiens*, *Culex theilieri* suivit du genre *Culiseta* avec deux espèces *Culiseta annulata*, *Culiseta longiareolata* et enfin le genre *Uranotaenia* avec une seule espèce qui est *Uranotaenia unguiculata*.

La deuxième sous famille est celle des d'Anophelinae, représenté par *Anopheles clavigier*, *Anopheles clavigier* sous le genre *Anopheles*.

Figure 28. Abondance relative des espèces Culicidienne inventoriées dans la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma) durant la période d'étude



3.2.1. Répartition des espèces inventoriées dans la région de L'Est Algérien :

Suite aux relevés effectués dans notre région d'étude 6218 individus ont été récolté, l'espèce la plus représentatif de l'Est Algérien est. *Culex pipiens* avec 54,37% de la fréquence total des relevés suivit par *Culex impidicus* avec un taux de 13,62%, et *Anopheles clavigier* avec 532 individus et une fréquence 8,55%, les espèces restantes ont été inventorié avec des fréquences moins importantes que les espèces précédentes.

Tableau 11 : Phénogramme des espèces recensées dans la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).

Espèces	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
<i>Ae. Caspius</i>	*	*	*		*	*	*		*		*	*
<i>An. clavigier</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
<i>An. labranchae</i>		*	*	*	*	*	*	*	*			
<i>Cx.hortensis</i>	*				*	*	*	*				
<i>Cx. impidicus</i>					*	*	*	*	*	*		
<i>Cx. latincintus</i>	*									*	*	*
<i>Cx. modestus</i>				*	*							
<i>Cx. pipiens</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cx. theileri</i>	*	*									*	
<i>Cs. annulata</i>	*											*
<i>Cs. longiareolata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
<i>Ur. unguiculata</i>	*	*									*	

(Ae : Aedes, An : Anophèles, Cx : Culex, Cs : Culiseta, Ur : Uranautenia)

Le tableau 11 nous montre la répartition chronologique et temporaire des différentes espèces récoltées dans notre région d'étude. Les apparitions des différents spécimens récoltés sont étroitement liées à plusieurs facteurs considérés comme limitant essentiellement des paramètres climatiques comme la température, l'humidité, précipitations, mais aussi la qualité, forme ou type des gîtes prospectées.

On remarque que *Culex pipiens* est l'espèce la plus présente lors de nos prospections car on la croise tous les mois de l'année sans exception on peut-on conclure que c'est une espèce généraliste car elle s'adapte à toutes les conditions et paramètres écologiques des différents milieux tout au long de l'année. Elle est suivie par *Culiseta longiareolata* qu'on a pu

observer lors de tous nos relevés exceptés au mois de novembre. Le genre *Aedes* et *Anopheles* est aussi bien présenté sur notre région d'études et est présent avec des fréquences plus tôt élevées ou on remarque neuf présences dans l'année.

Le reste des autres espèces sont présentes avec des fréquences plus ou moins élevés à part les cas de : *Ur. Unguiculata* *Cs. Annulata* *Cx. Theileri* *Cx. Modestus* Ou on parle plus de présence mais d'apparition vue qu'elle apparaisse dans des périodes et saison bien distinctes, ce qui laisse à croire que ce sont des espèces spécifiques et ne proliférèrent que quand des conditions bien précise sont présentes.

3.2.2. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae :

L'analyse des résultats lors de notre étude de la faune Culicidienne dans la région de l'est Algérien a permis de récolter douze espèces qui appartiennent à cinq genres différents parmi ces derniers, une seule espèce est qualifiée d'omniprésente, il s'agit de *Culex pipiens* avec constance de 100% qui veut dire une présence absolue tout au long de l'année, *Ae. Caspius*, *An. Clavigier*, *Cs. Longiareolata* sont considérés comme espèces constantes, le reste des espèces sont classés dans les catégories régulières, accessoires et accidentelles.

Tableau 12 : Fréquence d'occurrence (%) des espèces rencontrées dans la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).

Espèce	Cons%	Caté
<i>Ae. Caspius</i>	75%	<i>Cons</i>
<i>An. clavigier</i>	75%	<i>Cons</i>
<i>An. labranchae</i>	66,66%	<i>Regu</i>
<i>Cx.hortensis</i>	41,66%	<i>Acce</i>
<i>Cx. impidicus</i>	50	<i>Regu</i>
<i>Cx. latincintus</i>	33,33	<i>Acce</i>
<i>Cx. modestus</i>	16,66	<i>Acci</i>
<i>Cx. pipiens</i>	100%	<i>Omn</i>
<i>Cx. theileri</i>	25%	<i>Acce</i>
<i>Cs. annulata</i>	16,66	<i>Acci</i>
<i>Cs. longiareolata</i>	91,66	<i>Cons</i>
<i>Ur. unguiculata</i>	25%	<i>Acce</i>

[*Cons* : les espèces constantes *Acce* : les espèces accessoires
Regu : les espèces régulières *Acci* : les espèces accidentelle *Omn* : les espèces omniprésentes]

3.2.3. Associations faunistiques des Culicidés :

L'association faunistique des Culicidae peut être interprétée de plusieurs manières, le but de cette étude est de montrer les cohabitations présumées entre différentes espèces mais aussi révéler les espèces qui peuvent occuper plusieurs types de gites de différentes natures.

Tableau 13 : Associations faunistiques des Culicidés

Espèces		<i>Ae. caspius</i>	<i>An. clavigier</i>	<i>An. labranchae</i>	<i>Cx. hortensis</i>	<i>Cx. impidicus</i>	<i>Cx. latincintus</i>	<i>Cx. modestus</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. theileri</i>	<i>Cs. annulata</i>	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Ur. unguiculata</i>
Espèces													
<i>Ae. Caspius</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>An. clavigier</i>	*		*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	*
<i>An. labranchae</i>	*	*		*	*	-	*	*	*	*	-	*	*
<i>Cx. hortensis</i>	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cx. impidicus</i>	*	*	*	*		*	*	*	*	-	-	*	-
<i>Cx. latincintus</i>	*	*	-	*	*		-	*	*	*	*	*	*
<i>Cx. modestus</i>	*	*	*	*	*	-		*	*	-	-	*	-
<i>Cx. pipiens</i>	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*
<i>Cx. theileri</i>	*	*	*	*	-	*	-	*		*	*	*	*
<i>Cs. annulata</i>	*	-	-	*	-	*	-	*	*		*	*	*
<i>Cs. longiareolata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*
<i>Ur. unguiculata</i>	*	*	*	*	-	*	-	*	*	*	*		

(*Ae* : *Aedes*, *An* : *Anophèles*, *Cx* : *Culex*, *Cs* : *Culiseta*, *Ur* : *Uranautenia*) (- association absente
+ association présente)

Le tableau 4 montre que les espèces : *Ae. Caspius*, *Cx. hortensis*, *Cx. pipiens* et *Cs. Longiareolata*, sont associer à toutes les espèces inventoriées dans la région de l'est Algérien mais aussi qu'elles occupent plusieurs types de gites. D'autres espèces présentent de plus faibles associations comme : *An. Clavigier*, *An. Labranchae*, *Cx. latincintus*, *Cx. theileri*, *Ur. Unguiculata*. Par contre le reste des autres espèces ne présentent que de très faibles associations avec les autres espèces inventoriées dans la même région cela veut dire que ces

derniers sont limités et ne possèdent qu'une minorité de types de gîtes dans lesquelles elles peuvent vivre.

3.3. Les Indices écologiques de structure :

3.3.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver) :

C'est l'indice qui mesure la composition en espèce en fonction de leurs abondances relatives, leur calcul permet de comparer entre elles les faunes de deux milieux lorsque les nombres d'exemplaires récoltés sont très différents (**DAJOZ, 1971**).

D'après les résultats consignés dans le tableau 5 qui exprime tous les indices écologiques de structure de la région de l'Est Algérien on remarque que $H' = 2,569$ ce qui indique que notre région d'étude est très diversifiée,

3.3.2. L'équitabilité ou équirépartition :

Le calcul de E (équitabilité) permet de relativiser les valeurs de H' en les comparant par une diversité potentiel maximum H_{max} , lors de cette étude on a aussi calculé l'équitabilité de notre peuplement de Culicidae, d'après les résultats obtenus $E = 0,716$ ce qui indique que le peuplement de Culicidae de la région de l'Est Algérien est en équilibre (E tend vers 1).

3.3.3. La concentration et diversité :

L'indice de concentration (C) de la région de l'Est Algérien est sous moyenne 0,336 cela veut dire qu'on a une probabilité de 33% de rencontrer la même espèce, ce qui se traduit par une diversité importante de l'ordre 0,664 (tableau 14).

Tableau 14 : Indices écologiques de structure de la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).

Paramètres	Site Région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Taref, Guelma).
Indice de Shannon et Weaver (H')	2,569
Équitabilité (E)	0,716
Concentration (C)	0,336
Diversité spécifique (D)	0,664

3.4. Description des espèces :

3.4.1. *Ae. caspius* :

Les larves sont présentes durant toute l'année dans les gîtes adéquats et elles sont plus abondantes au printemps et en automne.

L'espèce est reconnue en observant la tête et le siphon chez la larve et le thorax et les tergites abdominaux chez l'adulte. Sur la tête des larves, le nombre de la soie céphalique 6-C est d'une seule branche alors que le siphon de ces derniers est en forme de touffe de soies médianes (Fig.29A) dont le peigne du segment VIII est distingué d'une dent médiane nettement plus longue (Fig.29B).

Au niveau du thorax des adultes, le scutum est ornémenté par deux bandes blanches dont les écailles sont de couleur jaune – crème (Fig.29C). Le tergite abdominal IV se caractérise par des bandes d'écailles claires (Fig.29D).

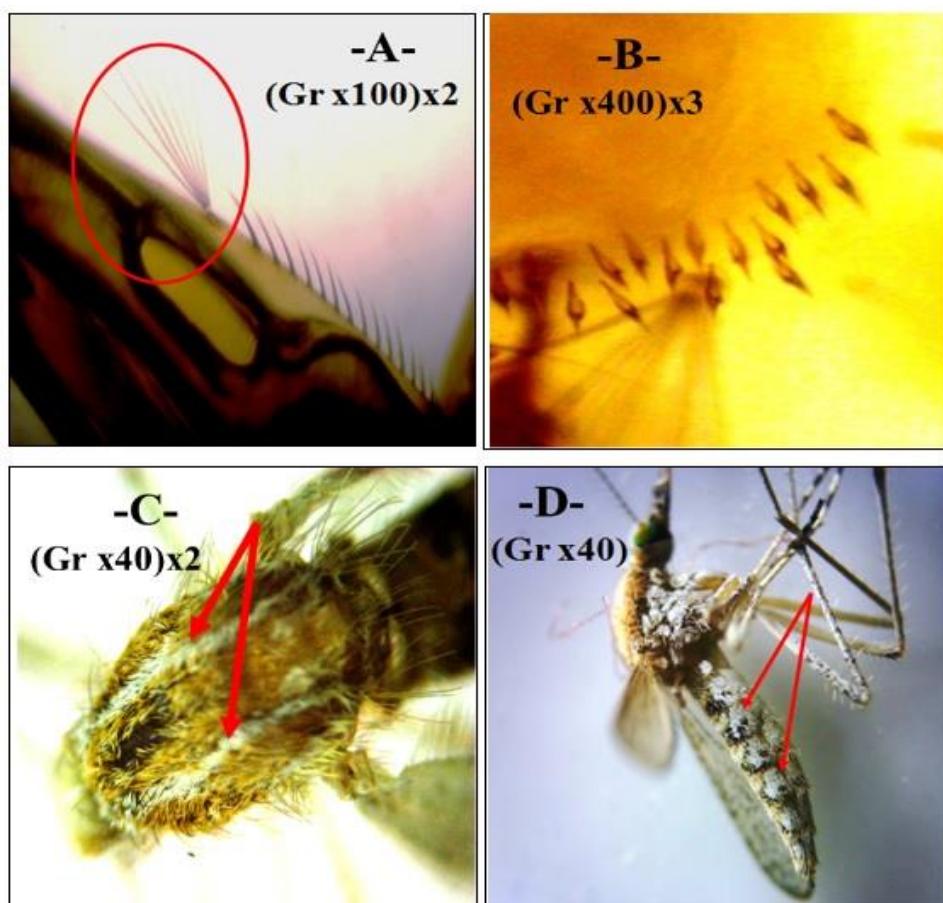


Figure29. Caractères morphologiques de *Ae. caspius*

3.4.2. *Anophèles claviger*

Présente généralement 2 générations annuelles dans les gites permanents, l'espèce est autogène et eurygame. Les œufs sont déposés un à un à la surface de l'eau, mais aussi sur le sol humide. Chaque ponte comprend entre 110 et 180 œufs. A 22°C, ils restent viables pendant 22 semaines. Ils sont noirâtres, pourvus de flotteurs latéraux développés occupant les deux quarts médians, ornés d'un repli supplémentaire sur quelques éléments. Les larves se développent dans les eaux claires fraîches et ombragées : sources, ruisseaux, citernes....

Les imagos femelles sont actifs en cas de bruine, elles effectuent 3 à 5 cycles gonotrophiques dans la nature : leurs longévités maximales en laboratoire est de 46 jours.

Les femelles piquent l'homme et les animaux domestiques, elles sont essentiellement exophile et exophages, bien qu'elles puissent se gorger et rester quelques temps dans les étables. Cette espèce a joué un rôle important comme vecteur de paludisme au proche orient, il est soupçonné de participer à la transmission d'autres agents pathogènes comme des virus (Tahyna, et Batai).



a- Mentum(Gr×100)×3 b- ornementation inter-oculaire(Gr×100)×2

Figure 30 : Caractères morphologiques d'*Anophèles claviger*

3.4.3. *Anophèles labranchiae*

Anophèles labranchiae est multivoltin et eurygame. Les femelles, essentiellement endophiles, sont aussi très anthropophiles. On peut trouver des adultes au repos dans les anfractuosités de rocher ou dans les haies de roseaux. L'hiver est passé à l'état adulte et les femelles pondent dès les premiers beaux jours.

Les gîtes larvaires sont des plus variés (mares, rivières, canaux, bassins, rizières, creux d'arbres, etc), l'eau peut être douce ou légèrement saumâtre, mais toujours exposée au soleil. Le développement larvo- nymphale dure 12 j à 25 C°.

L'espèce a joué un rôle vectoriel important dans la transmission du paludisme en région méditerranéenne et notamment en Italie.



a- L'aile (Gr×40)



b- La soie antennaire 1-A (Gr×100) ×2

Figure31 : Caractères morphologiques d'*Anophèles labranchiae*

3.4.4. *Culex hortensis*

Culex hortensis est multivoltin et sténogame, les larves présentes du milieu du printemps jusqu'en automne. Pendant l'hiver les femelles se réfugient dans les grottes, les caves ou les ruines, ou elles trouvent une température stable et l'humidité qui leur convient, pas dans les étables. Les œufs sont pondus en nacelle de 300 œufs environ, déposés souvent sur les bords du gite ou sur une feuille flottant à la surface de l'eau.

Les gites larvaires sont très variés. Les larves peuvent en effet se développer dans de petits gites dépourvus de végétation (creux de rocher, abreuvoir cimenté, flaque dans le lit de torrent) ou dans des gites encombrés de végétation (bords de marre, drains), l'eau de ces gites peut être limpide ou riche en matière organique elle généralement douce, ensoleillé et stagnante.

Les femelles ne piquent pas les mammifères, elles se nourrissent par contre très volontiers sur batraciens et reptiles. L'espèce n'a jamais été impliquée dans la transmission de parasitoses humaines.



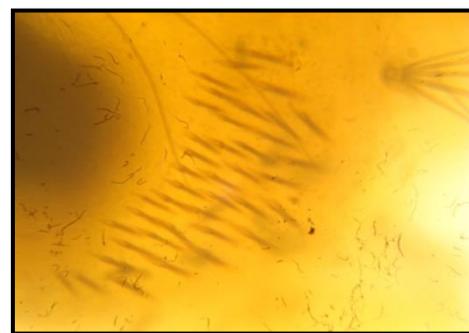
a- Epine subapicale 2-S (Gr×100)×3



b- Le siphon (Gr×100)



c- L'antenne (Gr×100) ×2



d- écailles du 8^{ème} segment (Gr×400)×3

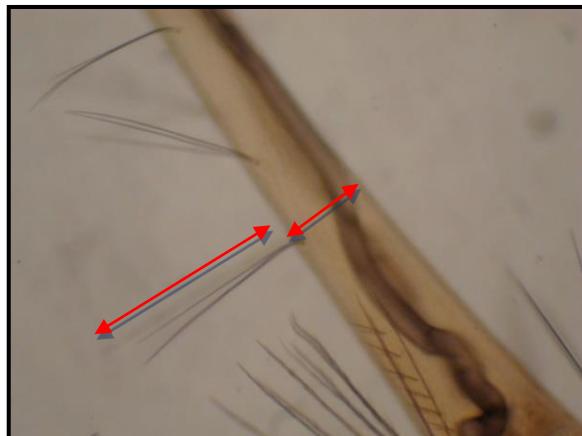
Figure. 32 : Caractères morphologiques de *Culex hortensis*

3.4.5. *Culex impudicus*

Culex impudicus se rencontre au stade larvaire essentiellement du début du printemps jusqu'en automne. Les femelles hivernent dans des cavités naturelles (grottes ou anfractuosité de rochers), elles pondent à nouveau au printemps.

C'est une espèce méditerranéenne dont l'aire de répartition s'étend vers l'Est jusqu'en Iran. Les larves affectionnent les eaux claires fraîches et ombragées. Elles se développent tout particulièrement le long de ruisseaux ombragés, parfois dans les rizières, les fossés herbeux, les mares temporaires, on peut aussi les trouver dans gîtes de petites tailles comme les bassins.

L'espèce semble essentiellement batracophile. Compte tenu de sa rareté et ses préférences trophiques. Elle ne joue aucun rôle dans la transmission de parasitoses humaines.



**a- Longueur de la soie 1a-S comparée au
Diamètre du siphon (Gr×400) ×3**



b- Les soies céphaliques (Gr×400) ×3

Figure 33 : Caractères morphologiques de *Culex impudicus*

3.4.6. *Cx. laticinctus*

La larve de *Cx. Laticinctus* a été souvent décrite avec des variations importantes selon les descriptions. La caractéristique principale chez la larve est l'épine préclypéale 1-C qui est épaisse jusqu'à l'apex (Fig.34A) et les sois céphaliques 5-C et 6-C qui sont formées de 4 branches et plus (Fig.34B).

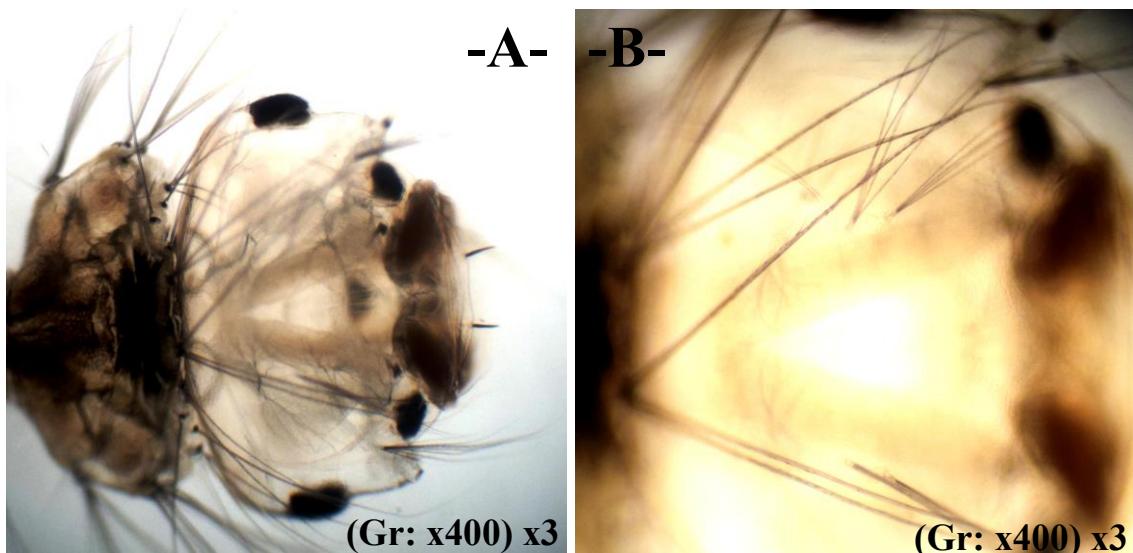


Figure 34 : Caractères morphologiques de *Cx laticinctus*

3.4.7. *Cx. modestus* :

Les larves se développent, dans des gites permanent et temporaire. Ces derniers apparaissent en hiver et automne et disparaissent au printemps et en été.

Chez la larve, la tête est caractérisée par la présence des antennes longues, spicules clairs, un apex foncé, une touffe de 25 à 28 soies plumeuses et des soies subapicales insérées tout près des soies apicales (Fig.35A). La longueur du siphon est 3 à 5 fois plus importante que son diamètre (Fig.35B).

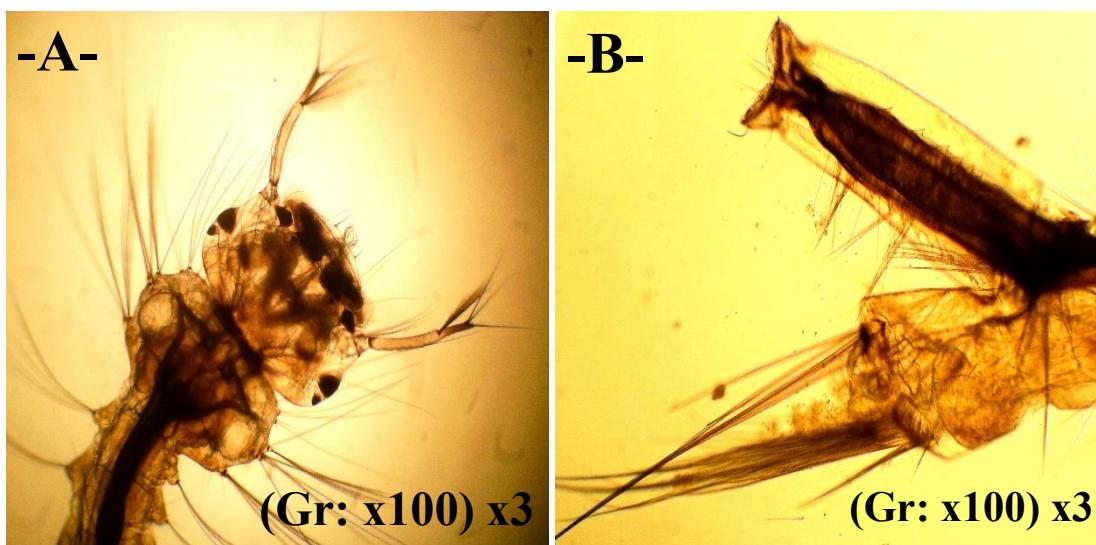
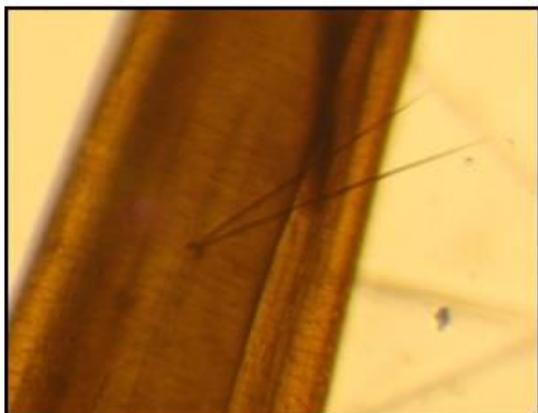


Figure 35 : Caractères morphologiques de *Cx. modestus*

3.4.8. *Culex pipiens*

C'est une espèce multivoltine, très abondante, pendant les mois d'été et d'automne. Les imagos femelles hivernent dans les caves, étables, grottes et autres abris naturels.

Les œufs sont déposés à la surface de l'eau assemblés en barquettes de 240 à 340 œufs, 30 à 40 pour les autogènes. Les larves se développent dans des eaux très polluées par les matières organiques (fosse de drainage d'eaux usées, mare temporaire de la périphérie des villes....) On peut aussi les rencontrer dans des gîtes dont l'eau est fraîche et pure. Les femelles piquent de nuit tous les vertébrés à sang chaud, elles prennent leurs repas surtout à l'intérieur des habitations. (Schaffner *et al*, 2001). L'espèce est vectrice des virus West Nile, Sindbis et d'un plasmodium aviaire, elle est réceptive au virus Tahina. Elle a été infectée naturellement par le virus Batai.



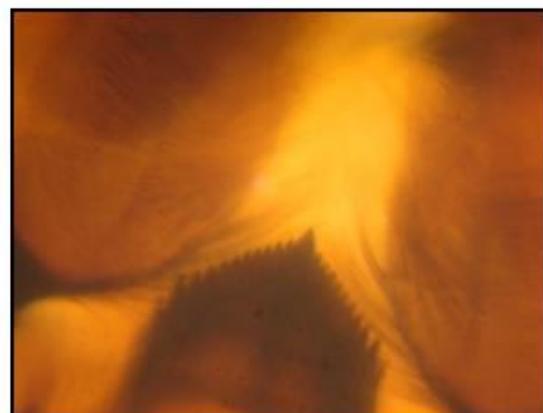
a- La soie latérale du Siphon (Gr×400) ×3



b- Les soies céphaliques (Gr×400) ×3



c- Les dents du peigne (Gr×1000) ×2



d- Le mentum (Gr×1000) ×2

Figure 36 : Caractères morphologiques de *Culex pipiens*

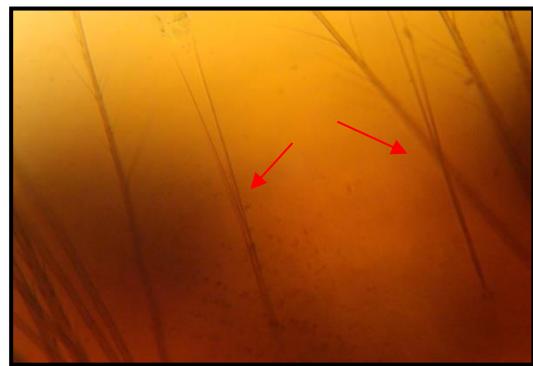
3.4.9. *Culex theileri*

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 gîte 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.



a- L'épine préclypéale (Gr×400) ×3



b- la soie 4-C (Gr×1000)×3

Figure 37 : Caractères morphologiques de *Culex theileri*

3.4.10. *Culiseta annulata*

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

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

Culiseta annulata a été impliqué dans la transmission du virus de la myxomatose et de plasmodesmata d'oiseaux. C'est également un vecteur possible du virus Tahyna.



a- Le Siphon (Gr \times 100) \times 3



b- Deux taches claires (Thorax) (Gr \times 40) \times 2



c- Adulte (Gr \times 20)



d- Abdomen (Gr \times 40) \times 2

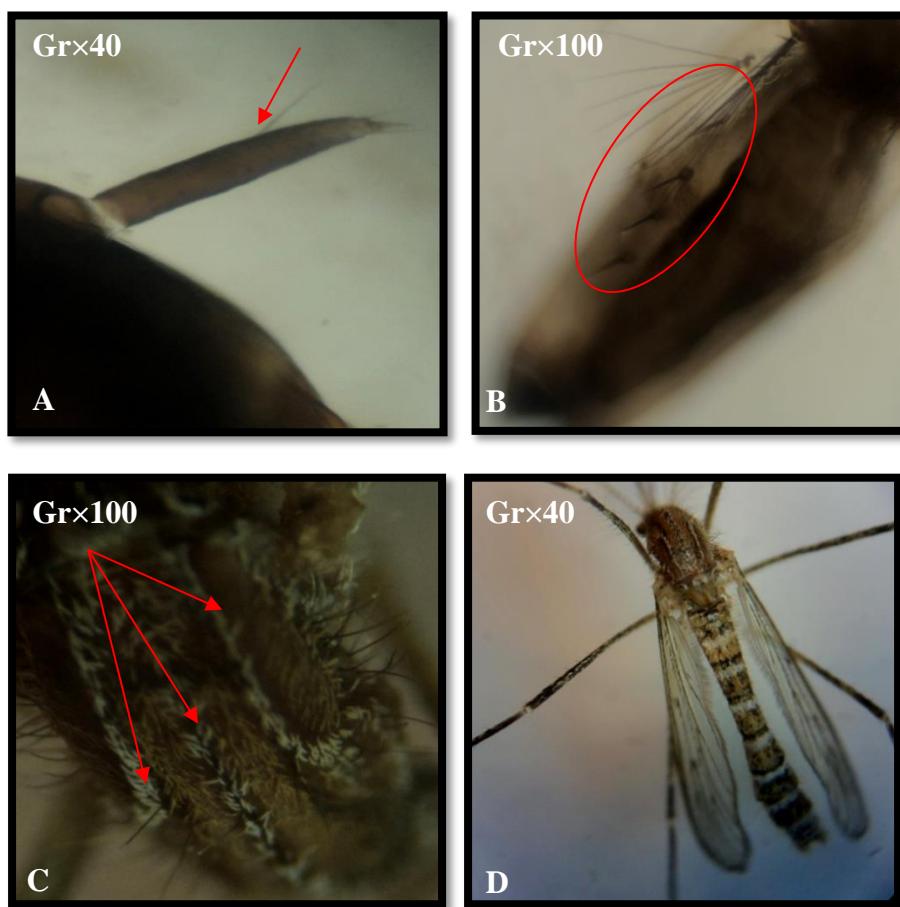
Figure 38 : Caractères morphologiques de *Culiseta annulata*

3.4.11. *Culiseta longiareolata* :

Culiseta longiareolata est multivoltine à développement contenu dans les pays chauds et peut présenter une diapause hivernale, les imagos femelles dans les régions froides...)

Les larves sont présentes dans les régions tempérées, les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne. les femelles sont sténogrammes et autogame. Les œufs sont solidarisés au moment du pont et forment ainsi une nacelle. Les gites larvaires sont des types très variés (bassin, abreuvoirs,), les gites sont permanentes ou temporaire. Les femelles piquent surtout les oiseaux, très rarement humaine. (SCHAFFNER *et al*, 2001).

Au niveau de la tête d'une larve, l'antenne courte et le tégument de l'antenne est lisse (**Figure. 39.A**). Le siphon formé : formé uniquement d'épine et 1 touffe basale. (**Figure. 35.B**). L'adulte : orientation de scutum, 3 bandes blanches longitudinale (**Figure. 39.C**).



A : l'antenne. B : Siphon. C : scutum. D : adulte

Figure 39 : Caractères morphologiques de *Culiseta longiareolata*

3.4.12. *Uranotaenia unguiculata*

La coloration noire de la tête contraste nettement avec celle du corps. Le segment VIII de la larve ne porte qu'une seule rangée de dents aux formes variables mais qui sont toujours implantées sur une plaque sclérifiée, le siphon est développé et porte un peigne et une seule soie insérée distalement ; la selle du segment anal forme un anneau complet.

L'adulte est un petit moustique (environ 4 mm) facilement reconnaissable par l'ornementation très riche de la tête et des faces latérales du thorax. Les palpes courts dans les deux sexes ne dépassent pas le sixième de la longueur du proboscis.

Les larves colonisent les marais herbeux peu profonds et riche en matière organique d'origine végétale.

Les femelles ne piquent pas l'humain ni les mammifères et semblent autogènes. L'espèce est sans importance médicale.



a- La larve (Gr×40)



b- Le siphon (Gr×100) ×3



c- Les dents de 8^{ème} segment (Gr×400)×3



d- La coloration des pattes (Gr×100)×3

Figure 40 : Caractères morphologiques d'*Uranotaenia unguiculata*

3.5. Etude individuel des paramètres des différentes régions d'étude :

3.5.1. Richesse spécifique mensuel des quatre régions étudiées :

Le tableau 6 illustre la richesse spécifique mensuelle et annuelle des quatre régions étudiées chacune d'elles est représenté avec des fluctuations bien spécifique cela est dû à la différence des facteurs climatiques et abiotiques des différents gites.

Tableau 15 : La richesse spécifique des Culicidae évaluée par mois dans les quatre régions d'étude

Stations	Mois											
	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Annaba	Richesse spécifique mensuelle	3	3	3	4	5	5	4	4	3	2	1
	Richesse spécifique annuelle								5			
Skikda	Richesse spécifique mensuelle	7	4	5	4	8	5	5	4	4	3	4
	Richesse spécifique annuelle								11			
Guelma	Richesse spécifique mensuelle	2	3	2	2	2	4	4	2	3	2	1
	Richesse spécifique annuelle								6			
El Taref	Richesse spécifique mensuelle	5	2	2	3	4	4	4	4	4	3	5
	Richesse spécifique annuelle								8			

On remarque que dans la région d'Annaba la richesse spécifique atteint c'est valeurs les plus élevés dans la saison d'été, la région de Skikda c'est caractérisé avec des valeurs dispersés ou on observe les valeurs les plus élevés dans le mois de Janvier et le mois de Mai avec 7 et 8/11 espèces respectivement, la région de Guelma a connu l'apparition du plus grand nombre d'espèces lors des mois de juin et juillet avec 4/6 espèces, et pour terminer on remarque l'apparition du nombre le plus élevé de spécimens dans les mois de décembre et janvier d'une fréquence de 5 sur un total de 8 espèces.

3.5.2. Richesse spécifique mensuel des quatre régions étudiées :

Tableau 16 : Les effectifs et les abondances relatives du peuplement de Culicidae par espèce dans les 4 régions étudiées.

Station	Annaba		Skikda		Guelma		El Taref	
Espèces	N ind.	A.R.	N ind	A.R	N ind.	A.R.	N ind.	A.R.
<i>Aedes caspius</i>	54	3,12	/	/	/	/	39	3,69
<i>Anophelesclavigier</i>	202	11,69	211	6,83	11	3,21	108	10,19
<i>Anopheleslaranchae</i>	/	/	256	8,29	47	13,74	197	18,60
<i>Culex hortensis</i>	216	12,50	40	1,29	/	/	/	/
<i>Culex impidicus</i>	/	/	847	27,42	/	/	/	/
<i>Culex laticintus</i>	/	/	22	0,71	/	/	20	1,89
<i>Culex modestus</i>	/	/	7	0,23	/	/	/	/
<i>Culex pipiens</i>	1127	65,22	1505	48,72	212	61,99	537	50,71
<i>Culex theileri</i>	/	/	14	0,45	2	0,58	/	/
<i>Culisetaannulata</i>	/	/	3	0,09	/	/	13	1,22
<i>Culisetalongiareolata</i>	129	7,46	168	5,44	66	19,30	144	13,59
<i>Uranotaeneaunguiculata</i>	/	/	16	0,52	4	1,17	1	0,09
<i>Total :</i>	1728	100%	3089	100%	342	100%	1059	100%

(N ind.: nombre des individus. A.R.: abondance relative. /: absence de l'espèce.)

Les résultats consignés dans le tableau 16 montrent que chaque région est caractérisée par des nombres d'espèces et d'abondance relative du peuplement Culicidien propre à elle, on remarque que la station de Skikda est celle qui compte le plus grand nombre d'individus mais aussi de nombre d'espèces avec 3089 et 12 respectivement, suivi par la station de Annaba avec 1728 individus, vient après la station de El Tarf avec 1059 individus et en fin la station de Guelma avec 342 individus. Les figures (37, 38, 39,40) dévoilent que *Culex pipiens* et *Anopheles clavigier* sont les seules espèces qu'on retrouve dans toutes les stations prospectées cela démontre que les espèces citées vivent dans plusieurs types de gites différentes et cela grâce à leur capacité d'adaptation.

Résultats

Le reste des autres espèces sont présents dans des stations et absent dans d'autre et cela avec différentes abondances relatives enregistré tout au long de notre période d'étude

3.5.3. Abondances relatives des Culicidae des quatre régions d'études :

3.5.3.1. Abondances relatives des Culicidae de la région d'Annaba :

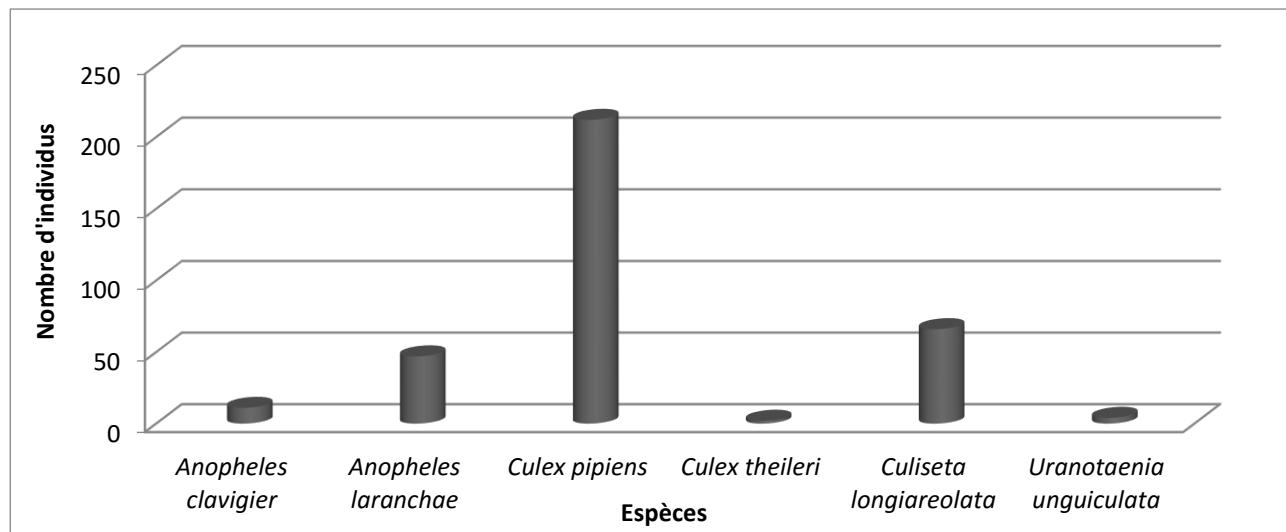


Figure 41 : Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région d'Annaba

3.5.3.2. Abondances relatives des Culicidae de la région de Skikda :

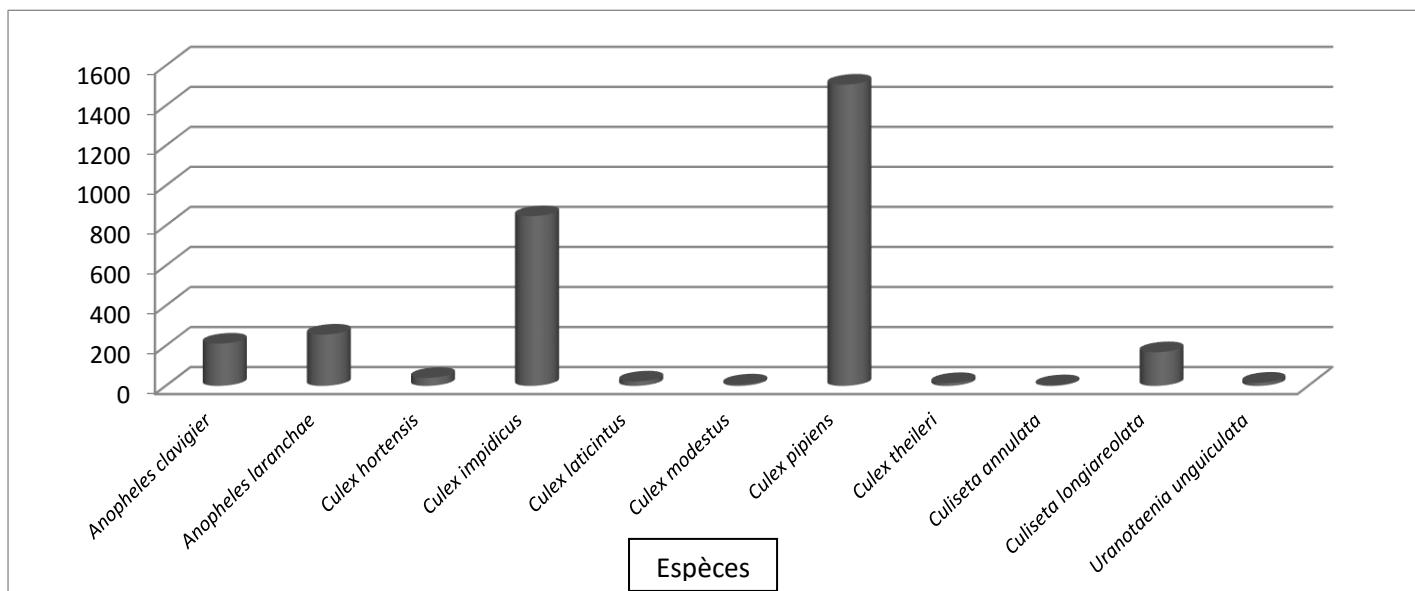


Figure 42 : Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région de Skikda

3.5.3.2. Abondances relatives des Culicidae de la région de Guelma :

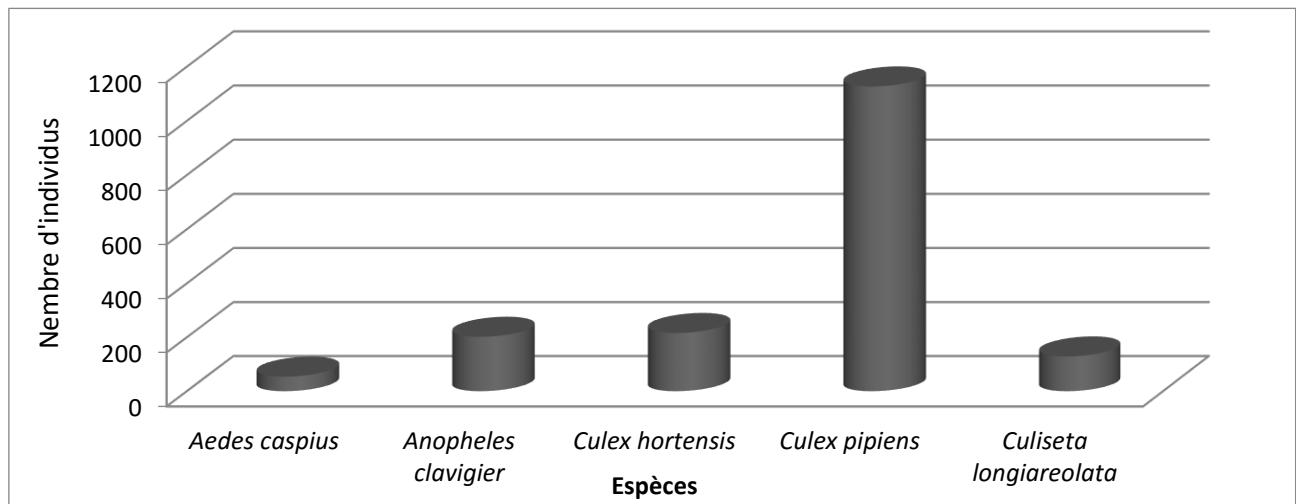


Figure 43 : Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région de Guelma

3.5.3.3. Abondances relatives des Culicidae de la région d'El Tarf :

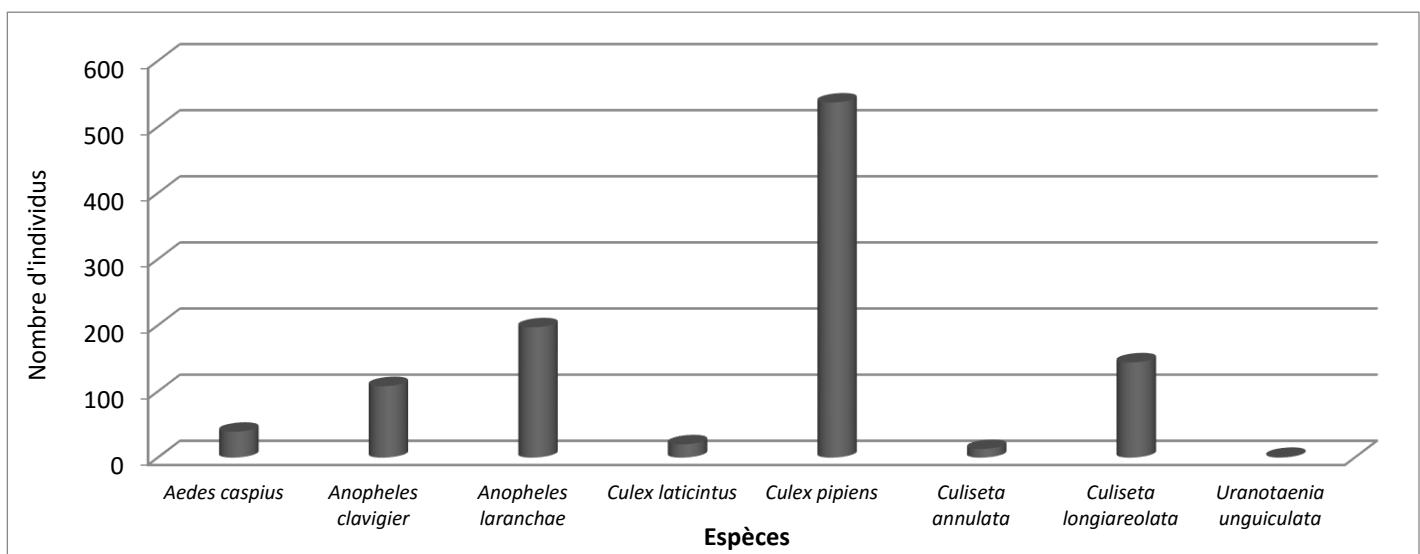


Figure 44 : Abondances relatives des espèces de Culicidae inventoriées dans la région d'El Tarf

Les figures précédentes montrent que la station la plus riche et diversifiée en espèces est celle de Skikda avec 12 espèces appartenant à quatre genres différents. Ces derniers sont présents avec différentes fréquences. On remarque que la plus abondante est *Culex pipiens* avec 48,72% suivi

de *Culex impidicus* avec 27,42%. Pour la station d'Annaba on remarque aussi que l'espèce la plus abondante est *Culex pipiens* avec 65,22% suivit de chacune de *Culex hortensis* et *Anopheles clavigier* avec respectivement 12,50 et 11,69%. L'espèce *Culex pipiens* et aussi la plus abondante dans la station de Guelma et El Tarf avec respectivement 61,99 et 50,71%.

3.5.4. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae (C%) :

L'indice d'occurrence de la faune Culcidienne s'intéresse à intégrer chaque espèce dans une classe bien distinct selon la fréquence de présence de cette dernière lors des échantillonnages et prélèvements.

D'après les résultats du tableau 17 on observe que l'unique espèce omniprésente est *Culex pipiens* ce qui veut dire qu'on peut la rencontrer dans toutes les stations et tout au long de l'année, les autres espèces sont présentes avec différents indices on peut observer toutes les catégories la plupart sont classés comme espèces régulières ou accessoires cela diffère d'une station à une autre.

Tableau 17 : Les valeurs de la constance des différentes espèces rencontrées dans les quatre régions étudiées

Espèces Stations	Annaba		Skikda		Guelma		El Taref	
	C%	Caté	C%	Caté	C%	Caté	C%	Caté
<i>Aedes caspius</i>	66,66%	Reg	0	-	0	-	25%	Acce
<i>Anophelesclavigier</i>	66,66%	Reg	66,66%	Reg	16,66%	Acci	41,66%	Acce
<i>Anopheleslaranchae</i>	0	-	66,66%	Reg	28,57%	Acce	41,66%	Acce
<i>Culex hortensis</i>	41,66%	Acce	25%	Acce	0	-	0	-
<i>Culex impidicus</i>	0	-	50%	Reg	0	-	0	-
<i>Culex laticintus</i>	0	-	25%	Acce	0	-	25%	Acce
<i>Culex modestus</i>	0	-	16,66%	Acci	0	-	0	-
<i>Culex pipiens</i>	100%	Omni	100%	Omni	100%	Omni	100%	Omni
<i>Culex theileri</i>	0	-	25%	Acce	8,33%	Acci	0	-
<i>Culisetaannulata</i>	0	-	16,66%	Acci	0	-	16,66%	Acci
<i>Culisetalongiareolata</i>	75%	Cons	50%	Reg	58,33%	Reg	91,66%	Cons
<i>Uranotaeniaunguiculata</i>	0	-	25%	Acce	16,66%	Acci	8,33%	Acci

[*Cons* : les espèces constantes *Acce* : les espèces accessoires

Régu : les espèces régulières *Acci* : les espèces accidentelle *Omni* : les espèces omniprésentes]

3.6. Les Indices écologiques de structure appliqués aux populations des Culicidae :**3.6.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver) :**

L'indice de Shannon-Weaver permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude, donc une évolution au cours de temps. Cet indice varie en fonction de nombre des espèces, les espèces rares présentent un poids beaucoup plus que les espèces communes. Donc si l'indice est élevé le milieu est bien structuré et diversifié par contre si l'indice H est faible le milieu est peu diversifié. (**MERABTI 2016**)

Si l'on considère l'indice de (H') par station, la station de Skikda et El Tarf donne la plus forte valeur avec respectivement (2,03 et 2,04 bits), suivi de chacune de Guelma et Annaba avec respectivement (1,54 et 1,53 bits). (Tableau 18)

Ces résultats indiquent que le peuplement Culicidien des stations El Tarf et Skikda sont les plus diversifiés par rapport aux peuplements des stations de Guelma et Annaba.

Tableau 18 : Indices écologiques de structure dans les quatre stations prospectées

Régions Paramètres	ANNABA	SKIKDA	GUELMA	EL TAREF
H'	1,53	2,03	1,54	2,04
E	0,64	0,58	0,59	0,68
C	0,46	0,32	0,44	0,32
D	0,54	0,68	0,56	0,68

[H' : indice de Shannon-Weaver. E : équitabilité. C : concentration. D : diversité]

3.6.2. L'équitabilité ou équirépartition :

Le calcul de E (équitabilité) permet de relativiser les valeurs de H on les compare par une diversité potentiel maximum H max, dans notre cas E varie entre (0,58 et 0,68). Le peuplement des Culicidae de la région de L'Est Algérien présente une équitabilité qui est proche de 0,8, ceci indique que le peuplement tend vers l'équilibre (**Tableau. 18**).

3.6.3. La concentration et la diversité :

L'indice de concentration concernant la région de l'Est Algérien tend vers la moyenne, il est en effet de 0,38. Ceci signifie qu'on a une probabilité de 38% de rencontrer la même espèce, ce qui se traduit par une diversité très importante de l'ordre 0,62 ($D = 1 - C$, soit $D = 1 - 0,38 = 0,62$). Les valeurs de concentration et les valeurs de diversité tendent toutes deux vers la moyenne ces dernières sont très importantes pour chaque station (Tableau 18).

3.6.4. Analyse de similitude (Indice de JACCARD) :

Tableau 19 : L'indice de similitude de JACCARD calculé pour les quatre régions d'étude prises deux à deux

Régions	Annaba	Skikda	Guelma	El Taref
El Taref	70,59	80,76	78,95	100%
Guelma	64,28	78,26	100%	
Skikda	60	100%		
Annaba	100%			

D'après le tableau 19 on remarque que la valeur de similitude la plus élevée est (80,76) qui est observé entre les stations de Skikda et El Tarf, cela peut être dû à la distance qui les sépare, aux conditions météorologiques, et à tous les facteurs abiotiques des stations essentiellement le types des gîtes.

La plus petite valeur de similitude est (60) et a été enregistré entre Annaba et Skikda cette valeur peut être expliquée par la différence du type et de la nature des gîtes prospectés dans les deux stations.

Toutefois, nous signalons que dans la majorité des cas, la similitude entre les stations est généralement supérieure à 50 % ; ce qui démontre une ressemblance dans la composition en espèces des peuplements recensés. (**MERABTI 2016**)

3.7. Partie toxicologique :

3.7.1. Effets de l'Azadirachtine sur la mortalité de *Culex pipiens* :

Les résultats de l'étude toxicologique montrent que l'Azadirachtine a un effet larvicide sur *Culex pipiens*. On enregistre des taux de mortalité qui avoisinent les 80% après seulement 2 jours de traitement pour les concentrations les plus élevées (214 et 250mg/l).

Tableau 20 : Taux de la mortalité observée des larves L4 de *Culex pipiens* traitées par l'Azadirachtine.

Temps d'observation	Concentration Utilisée Répétitions	Mortalité Témoin	4,95mg/l	15,15mg/l	29,41mg/l	55,55mg/l	100mg/l	166mg/l	214mg/l	250mg/l
			4,95mg/l	15,15mg/l	29,41mg/l	55,55mg/l	100mg/l	166mg/l	214mg/l	250mg/l
Après 2j	R1	20	18	16	17	19	16	5	3	4
	R2	20	17	17	17	16	14	9	4	5
	R3	20	17	20	13	18	13	11	5	5
Après 5j	R1	19	16	15	14	15	10	3	0	3
	R2	19	15	13	12	10	6	2	0	1
	R3	19	15	16	7	14	6	3	1	4
Après 10j	R1	17	10	13	11	8	5	1	0	2
	R2	17	13	13	4	6	0	0	0	1
	R3	17	6	13	2	4	0	2	0	1
Après 15j	R1	17	7	5	8	3	1	1	0	0
	R2	17	5	7	2	2	0	0	0	0
	R3	17	4	7	1	1	0	0	0	0

Ces taux de mortalité augmentent aussi avec le temps pour dépasser la barre des 90% après les 10 jours de traitement et peut même atteindre les 100% pour la concentration de 214mg/l. Au-delà de 10 jours la mortalité augmente avec des fréquences moins importantes que les premiers jours de traitements. Toute fois nous avons aussi calculé les paramètres toxicologiques de l'effet de l'Azadirachtine sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. Il semble que la mortalité soit fortement corrélée aux doses utilisées. Nous avons aussi calculé la CL 50 et la CL 90 à deux, cinq, dix et quinze jours (**Tableau. 20**).

Résultats

D'après le tableau 21 on remarque que les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles à *l'Azadirachtine*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit. Les taux de mortalité varient entre 8,8% et 68,6% pour la concentration la plus faible (**4,95mg/l**) alors que pour la concentration la plus élevés on observe une variation pas trop importante mais avec des pourcentages beaucoup plus importants qui se situe entre 75,4% et arrive jusqu'au 100% lorsqu'on expose les larves à la plus forte concentration (**250mg/l**) (**Tableau. 21**).

En ce qui concerne les six concentrations utilisées (4,95mg/l, 15,15mg/l, 29,41mg/l, 55,55mg/l, 100mg/l, 166mg/l, 214mg/l, et 250mg/l), l'analyse statistique montre qu'au seuil de signification $\alpha = 0,05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances et cela après l'observation des variances du F_{obs} ($F=2,23$ et $8,04$) après deux et dix jours de traitement, et pour la valeur P qui atteigne des valeurs hautement significatives ($P= 0,001$) après dix jours de traitement (**Tableau. 21**).

Tableau 21 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par trois concentrations du *l'Azadirachtine*

Concentrations Temps D'exposition	4,95mg/l	15,15mg/l	29,41mg/l	55,55mg/l	100mg/l	166mg/l	214mg/l	250mg/l	F_{obs}	p
2jours	8,8	7,0	17,5	7,0	24,5	56,1	78,9	75,4	2,23	0,09
5jours	19,3	22,8	42,1	31,6	61,4	86,0	93,0	86,0	1,61	0,20
10jours	23,5	23,5	72,7	62,8	90,3	94,1	100	92,2	8,04	0,001
15jours	68,6	62,7	78,4	88,2	98,0	98,0	100	100	5,68	0,002

Les Larves du 4^{ème} stade de *Culex pipiens* exposées pendant deux, cinq, dix et quinze jours à *l'Azadirachtine* présentent des taux de mortalité moyens corrélés aux concentrations utilisées.

La droite de régression après une exposition de 2 jours de traitement des larves est de la forme : $Y= 2,06+1,40X$, $R= 0,82$ (**Tableau. 22**). Pour assurer une mortalité de 50% des insectes après 48 heures, la concentration *d'Azadirachtine* doit être égale à 125,89 mg/l, par contre 1033,44 mg/l de cet insecticide assurent la mortalité de 90% des moustiques dans les 48 heures (**Tableau. 22**).

Cinq jours après le traitement, la droite de régression est donnée par la formule :

Résultats

$Y = 2,78 + 1,38X$, dont le $R = 0,91$ ce qui indique l'existence d'une corrélation entre la mortalité et les concentrations utilisée (**Tableau. 22**). 50% des moustiques peuvent être éliminé au bout de 5 jours lorsqu'on applique une concentration de 40,61 mg/l d'*Azadirachtine* alors que les 90% des insectes de cette espèce exigent l'utilisation de 343,74 mg/l (**Tableau. 22**).

Les résultats montrent aussi qu'il y a de forte corrélation entre les concentrations et la mortalité ($R = 0,84$) lorsqu'on arrive au dixième jour, dont la régression linéaire est présentée sous la forme : $Y = 2,45 + 1,99X$ (**Tableau. 22**). Les calculs montrent que la CL50% est de 19,12 mg/l, alors que la CL90% est de 84,07 mg/l (**Tableau. 22**).

Et après 15j de traitement, la droite de régression et de la forme $Y = 3,32 + 1,97X$, $R = 0,88$ les CL50% et CL90% sont inférieurs puisqu'ils ne dépassent pas les 7,12mg/l et 31,81 mg/l.

Tableau 22 : Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) du *l'Azadirachtine* à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens* après 2 j, 5 j, 10 j et 15 j.

Les jours	Droite de régression	CL 50 (g/l)	CL 90 (g/l)
2jours	$Y = 2,06 + 1,40X$ ($R = 0,82$)	125,89 mg/l	1033,44 mg/l
5jours	$Y = 2,78 + 1,38X$ ($R = 0,91$)	40,61 mg/l	343,74 mg/l
10jours	$Y = 2,45 + 1,99X$ ($R = 0,84$)	19,12 mg/l	84,07 mg/l
15jours	$Y = 3,32 + 1,97X$ ($R = 0,88$)	7,12 mg/l	31,81 mg/l

Les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles à *l'Azadirachtine*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit (**Tableau. 23**).

Au seuil de signification $\alpha = 0,05$, l'analyse statistique montre qu'il existe des différences significatives entre les différents taux de mortalité enregistrés pendant la durée du suivi du traitement à la forte dose (250 mg/l) et le faible dose (4,95mg/l) ($F = 6,03$; $p : 0,02$ / $F = 2,01$; $p : 0,19$) (**Tableau. 23**).

Tableau 23 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par trois concentrations du *l’Azadirachtine* selon le temps d’exposition au produit.

Les jours	2jours	5jours	10jours	15jours	F_{obs}	p
Les doses						
4,95 mg/l	13,3	22,7	43,1	68,6	2,01	0,19
15,15 mg/l	11,7	22,8	23,5	62,7	7,42	0,01
29,41 mg/l	21,7	42,1	66,7	78,4	1,01	0,44
55,55 mg/l	11,7	30,4	64,7	88,2	0,22	0,88
100 mg/l	28,3	61,4	90,2	98,0	4,63	0,04
166 mg/l	58,3	86,0	94,0	98,0	1,46	0,30
214 mg/l	80,0	98,3	100	100	5,50	0,02
250 mg/l	76,7	86,0	92,2	100	6,03	0,02

Les résultats consignés dans le (**Tableau. 24**) résument les différents paramètres toxicologiques de *l’Azadirachtine*. Ces derniers montrent qu’il y a une forte corrélation entre le taux de mortalité et le temps d’exposition des moustiques à différentes concentrations de l’insecticide.

En ce qui concerne la dose de 4,95 mg/l les calculs montre qu’il y a une forte corrélation entre la mortalité des individus et le temps d’exposition puisque le coefficient de corrélation est de R = 0,96 dont la droite de régression est donnée par la formule Y= 3,23 + 1,74 X (**Tableau. 24**). Les temps létaux calculés sont de 10,40 jours et 56,60 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (**Tableau. 24**).

En ce qui concerne la dose de 4,95 mg/l les calculs montrent qu’il y a une forte corrélation entre la mortalité des moustiques et le temps d’exposition puisque le coefficient de corrélation est de R = 0,96 dont la droite de régression est donnée par la formule Y= 3,23 +

Résultats

1,74 X (**Tableau. 24**). Les temps létaux calculés sont de 10,40 jours et 56,60 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (**Tableau.24**).

Les résultats montrent aussi qu'il y a de très forte corrélation entre les temps et la mortalité ($R=0,99$) lorsqu'on applique 100mg/l de produit, dont la régression linéaire est de la forme : $Y=3,42 + 2,96 X$ (**Tableau. 24**). Les calculs montrent que le TL50% est de 3,42 jours, alors que le TL90% est de 9,25 jours (**Tableau. 24**).

Pour la concentration étant la plus élevée de 250 mg/l de *l'Azadirachtine*, la droite de régression et de la forme : $Y = 4,49 + 2,84 X$, $R= 0,80$ ce qui montre qu'il existe une forte corrélation entre la mortalité et le temps d'exposition (**Tableau. 24**), leur temps létaux 50% et 90% sont beaucoup plus inférieurs puisqu'ils ne dépassent pas respectivement les 1,51 jours et les 4,27 jours (**Tableau. 24**).

Tableau 24: Les Paramètres toxicologiques de *l'Azadirachtine* à l'égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens*.

Les doses	Droit de régression	TL50	TL90
4,95 mg/l	$Y = 3,23 + 1,74 X$ $R=0,96$	10,40J	56,60J
15,15 mg/l	$Y = 3,28 + 1,43 X$ $R=0,85$	15,95J	125,28J
29,41 mg/l	$Y = 3,63 + 1,80 X$ $R=0,99$	5,77J	29,66J
55,55 mg/l	$Y = 2,87 + 2,65 X$ $R=0,98$	6,36J	19,35J
100 mg/l	$Y = 3,42 + 2,96 X$ $R=0,99$	3,42J	9,25J
166 mg/l	$Y = 4,61 + 2,04 X$ $R=0,99$	1,55J	6,61J
214 mg/l	$Y = 4,77 + 3,58 X$ $R=0,98$	1,15J	2,64J
250 mg/l	$Y = 4,49 + 2,84 X$ $R=0,80$	1,51J	4,27J

3.7.2. Effets du Spirotetramat sur la mortalité de *Culex pipiens* :

Les résultats de l'étude toxicologique montrent que le *spirotetramat* a un effet larvicide sur *Culex pipiens*. On enregistre des taux allant jusqu'à 100% de mortalité après seulement 2 jours de traitement pour la concentration la plus élevée (2,5 g/l). Ces taux de mortalité augmentent aussi avec le temps pour atteindre les 90% après les 5 jours de traitement pour la concentration de (1,25 g/l). Au-delà de 10 jours on observe toujours des mortalités dans tous les différents lots avec des fréquences différentes qui sont étroitement liés aux concentrations appliquées. Au bout du quinzième jour la totalité des doses utilisées affiches des taux de mortalités très élevés c'est dernier varient entre 80 et 100% de mortalité. Nous avons aussi calculé les paramètres toxicologiques de l'effet du *spirotetramat* sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. Il semble que la mortalité soit fortement corrélée aux doses utilisées. Nous avons aussi calculé la CL 50 et la CL 90 à deux, cinq, dix et quinze jours (Tableau. 25).

Tableau 25 : Taux de la mortalité observée des larves L4 de *Culex pipiens* traitées par le *spirotetramat*.

Temps d'observation	Concentration Utilisée Répétitions	Mortalité Témoin						
			0,125 g/l	0,25 g/l	0,5 g/l	1 g/l	1,25 g/l	2,5 g/l
Après 2j	R1	20	17	18	15	18	3	0
	R2	20	18	20	13	19	7	0
	R3	20	14	19	11	18	6	0
Après 5j	R1	19	14	15	12	11	2	0
	R2	19	18	16	7	14	2	0
	R3	19	14	18	7	15	2	0
Après 10j	R1	17	13	10	4	2	0	0
	R2	17	7	8	1	3	0	0
	R3	17	11	6	2	4	0	0
Après 15j	R1	17	6	5	0	0	0	0
	R2	17	1	2	0	0	0	0
	R3	17	6	1	0	0	0	0

Résultats

Les résultats consignés dans le (tableau 26) montrent que les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles au *Spirotetramat*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit. Les valeurs des taux de mortalité corrigée varie entre 11,90% et 56,17% pour la concentration la plus faible (**0,125g/l**), alors que pour la concentration la plus élevée on observe aucune variation les valeurs des taux de mortalité corrigées sont fixe 84,26 après 2,5,10,15 jours de traitement cette valeur est ce qui évoque à un pourcentage de 100% de mortalité ce qui veut dire que notre concentration qui est la plus forte (**2,5g/l**) a pu éliminer la totalité des individus traité après seulement 2 jours de traitement(**Tableau. 26**).

En ce qui concerne le reste des concentrations utilisées (0,25g/l, 0,5g/l, 1g/l, 1,25g/l), l'analyse statistique montre qu'au seuil de signification $\alpha = 0,05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances et cela après l'observation des variances du F_{obs} ($F=2,35$ et $7,39$) après deux et quinze jours de traitement, et pour la valeur P qui atteigne des valeurs hautement significatives ($P= 0,002$) au bout du quinzième jour de traitement (**Tableau. 26**).

Tableau 26 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par six concentrations de *spirotetramat*.

Concentration Temps D'exposition	0,125 g/l	0,25 g/l	0,5 g/l	1 g/l	1,25 g/l	2,5 g/l	F_{obs}	p
2jour	11,90	10,45	36,13	19,88	57,24	84,26	2,35	0,10
5jour	24,75	21,26	47,51	32,78	70,63	84,26	5,62	0,01
10jour	29,19	40,86	66,70	62,73	84,26	84,26	2,77	0,07
15jour	56,17	65,68	84,26	84,26	84,26	84,26	7,39	0,002

Les Larves du 4^{ème} stades de *Culex pipiens* exposées de deux, cinq, dix et quinze jours au *Spirotetramat* présentent des taux de mortalité moyens corrélés aux concentrations utilisées.

La droite de régression après une exposition de 2 jours de traitement des larves est de la forme : $Y= 5,67+3,41X$, $R= 0,80$ (**Tableau. 27**). Pour assurer une mortalité de 50% des insectes après 48 heures, la concentration du *Spirotetramat* doit être égale à 0,64 g/l, par contre 1,52 g/l

Résultats

de cet insecticide assurent la mortalité de 90% des moustiques dans les 48 heures qui suivent le traitement (**Tableau. 27**).

Cinq jours après le traitement, la droite de régression est donnée par la formule :

$6,11+3,11X$, dont le $R= 0,82$ ce qui indique l'existence d'une corrélation entre la mortalité et les concentrations utilisée (**Tableau. 27**). 50% des moustiques peuvent être éliminé au bout de 5 jours lorsqu'on applique une concentration de 0 ,44 g/l de *Spirotetramat* alors que les 90% des insectes de cette espèce exigent l'utilisation de 1,13 g/l (**Tableau. 27**).

Les résultats montrent aussi qu'il y a de fortes corrélations entre les concentrations et la mortalité ($R= 0,80$) lorsqu'on arrive au dixième jour, dont la régression linéaire est présentée sous la forme : $Y= 7,16+3,54X$ (**Tableau. 27**). Les calculs montrent que la CL50% est de 0,24 g/l, alors que la CL90% est de 0,56 mg/l (**Tableau. 27**).

Et après 15j de traitement, la droite de régression et de la forme $Y= 8,30+3,06X$, $R= 0,87$ les CL50% et CL90% sont inférieurs puisqu'ils ne dépassent pas les 0,08 g/l et 0,22 g/l.

Tableau 27 : Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) du *spirotetramat* à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens* après 2 j, 5 j, 10 j et 15 j.

Les jours	Droite de régression	CL 50 (g/l)	CL 90 (g/l)
2jours	$Y= 5,67+3,41X$ ($R = 0,80$)	0,64 g/l	1,51 g/l
5jours	$Y= 6,11+3,11X$ ($R = 0,82$)	0,44g/l	1,13g/l
10jours	$Y= 7,16+3,54X$ ($R = 0,80$)	0,24g/l	0,56g/l
15jours	$Y=8,30+3,06X$ ($R =0,87$)	0,08g/l	0,22 g/l

Les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles au *Spirotetramat*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit (**Tableau. 28**).

Au seuil de signification $\alpha = 0,05$, l'analyse statistique montre qu'il existe des différences significatives entre les différents taux de mortalité enregistrés pendant la durée du suivi du

traitement on remarque une variance entre ($F= 0,47$; $F= 11,59 /p : 0,003$; $p : 0,71$) (**Tableau. 28**).

Tableau 28 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par trois concentrations de *spirotetramat* selon le temps d'exposition au produit.

Les jours ↓	2jours	5jours	10jours	15jours	F _{obs}	p
Les doses ↓						
0,125 g/l	10,0	19,3	21,4	60,6	3,24	0,081
0,25 g/l	5,0	14,0	42,9	75,8	0,47	0,71
0,5 g/l	35,0	54,4	83,3	100,0	2,91	0,10
1 g/l	10,0	29,8	78,6	100,0	4,62	0,037
1,25 g/l	73,3	89,5	100,0	100,0	11,59	0,003
2,5 g/l	100,0	100,0	100,0	100,0	0	0,05

Les résultats consignés dans le (**Tableau.29**) résument les différents paramètres toxicologiques du *Spirotetramat*. Ces derniers montrent qu'il y a une forte corrélation entre le taux de mortalité et le temps d'exposition des moustiques à différentes concentrations de l'insecticide.

En ce qui concerne la dose de 0,125 g/l les calculs montre qu'il y a une forte corrélation entre la mortalité de moustique et le temps d'exposition puisque le coefficient de corrélation est de $R = 0,86$ dont la droite de régression est donnée par la formule $Y= 3,16 + 1,48 X$ (**Tableau. 29**). Les temps létaux calculés sont de 17,51 jours et 128,26 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (**Tableau. 29**).

En ce qui concerne la dose de 0,5 g/l les calculs montre qu'il Y a une forte corrélation entre la mortalité de moustique et le temps d'exposition puisque le coefficient de corrélation est de $R = 0,85$ dont la droite de régression est donnée par la formule $Y= 2,86 + 4,10 X$ (**Tableau. 29**). Les temps létaux calculés sont de 3,33 jours et 6,82 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (**Tableau. 29**).

Résultats

Les résultats montrent aussi qu'il y a de très forte corrélation entre les temps et la mortalité ($R=0,89$) lorsqu'on applique 1 g/l de produit, dont la régression linéaire est de la forme : $Y=1,60 + 5,15 X$ (**Tableau. 29**). Les calculs montrent que le TL50% est de 4,57jours, alors que le TL90% est de 8,10 jours (**Tableau. 29**).

Ce pendant la concentration de 2,5 g/l de *Spirotetramat*, qui est considéré étant la plus élevée le calcul de la droite de régression du paramètre R et des taux létaux 50 et 90 car les larves qui ont subi le traitement ont tous été éliminé seulement quelques instants après contact avec la concentration de 2,5 g/l de *Spirotetramat* le test a été répété sur 3 différents lots (**Tableau. 29**).

Tableau 29 : Les Paramètres toxicologiques du *Spirotetramat* à l'égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens*.

Les doses	Droit de régression	TL50	TL90
0,125 g/l	$Y = 3,16 + 1,48 X$ $R=0,86$	17,51J	128,26J
0,25 g/l	$Y = 2,39 + 2,60 X$ $R=0,97$	10,10J	31,34J
0,5 g/l	$Y = 2,86 + 4,10 X$ $R=0,85$	3,33J	6,82J
1 g/l	$Y = 1,60 + 5,15 X$ $R=0,89$	4,57J	8,10J
1,25 g/l	$Y = 4,15 + 4,03 X$ $R=0,94$	1,62J	3,34J
2,5 g/l	$Y = b + aX$ $R= \backslash$	0J	0J

3.7.3. Effets des extraits des fleurs de *P. harmala* sur la mortalité de *Culex pipiens* :

Les résultats de l'étude toxicologique montrent que les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* ont un effet larvicide sur *Culex pipiens*. On enregistre des taux allant jusqu'à 100% de mortalité après seulement 5 jours de traitement pour la concentration la plus élevée (375 g/l). Ces taux de mortalité augmentent aussi avec le temps pour atteindre les 100% après les 10 jours de traitement pour la concentration de (250 g/l). Au-delà des 15 jours on observe toujours des mortalités qui atteignent 100% même pour la concentration la plus faible de (150 g/l). Au bout du quinzième jour la totalité des doses utilisées affiche des taux de mortalités très élevés c'est dernier atteignent tous les 100% de mortalité. Nous avons aussi calculé les paramètres toxicologiques de l'effet des extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. Il semble que la mortalité soit fortement corrélée aux doses utilisées. Nous avons aussi calculé la CL 50 et la CL 90 à deux, cinq, dix et quinze jours (Tableau. 30).

Tableau 30 : Taux de la mortalité observée des larves L4 de *Culex pipiens* traitées par l'extract aqueux des fleurs de *P. harmala*.

Temps d'observation	Concentration Utilisée Répétitions	Mortalité Témoin			
			150 g/l	250 g/l	375 g/l
Après 2j	R1	20	19	8	10
	R2	20	17	8	12
	R3	20	19	11	11
Après 5j	R1	19	15	1	0
	R2	19	10	0	0
	R3	19	14	7	0
Après 10j	R1	17	7	0	0
	R2	17	3	0	0
	R3	17	6	0	0
Après 15j	R1	17	0	0	0
	R2	17	0	0	0
	R3	17	0	0	0

Les résultats consignés dans le (tableau 31) montrent que les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles aux extraits aqueux des fleurs de *P. harmala*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit. Les valeurs des taux de mortalité corrigée varient entre 8,3% et 61,9% pour la concentration la plus faible (**150g/l**), alors que pour la concentration moyenne(**250g/l**) on observe une variation des valeurs des taux de mortalité corrigées qui commence 55% après 2 jours et qui atteint 100% après seulement 10 jours de traitement.

En ce qui concerne la concentration la plus élevé (**375 g/l**), les taux de mortalité corrigées atteignent les 100% après seulement 5 jours de traitement, l'analyse statistique montre qu'au seuil de signification $\alpha = 0,05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances et cela après l'observation des variances du F_{obs} ($F=1,64$ et $11,10$) après deux et dix jours de traitement, et pour la valeur P qui atteigne des valeurs significatives ($P= 0,010$) au bout du dixième jour de traitement (**Tableau. 31**).

Tableau 31 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par l'extrait aqueux des fleurs de *P. harmala*.

Concentration Temps D'exposition	150 g/l	250 g/l	375 g/l	F _{obs}	p
2jour	8,3	55,0	45,0	1,64	0,27
5jour	31,6	86,0	100	6,68	0,030
10jour	61,9	100,0	100,0	11,10	0,010

Les Larves du 4^{ème} stades de *Culex pipiens* exposées à deux, cinq et dix jours aux extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* présentent des taux de mortalité moyens corrélés aux concentrations utilisées.

La droite de régression après une exposition de 2 jours de traitement des larves est de la forme de $Y= -3,58+3,40X$, $R= 0,68$ (**Tableau. 32**). Pour assurer une mortalité de 50% des insectes après 48 heures, la concentration de l'extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* doit

Résultats

être égale à 0,64 g/l, par contre 1,52 g/l de cet insecticide assurent la mortalité de 90% des moustiques dans les 48 heures qui suivent le traitement (**Tableau. 32**).

Cinq jours après le traitement, la droite de régression est donnée par la formule : $Y=18,81+10,59X$, dont le $R= 0,95$ ce qui indique l'existence d'une corrélation entre la mortalité et les concentrations utilisée (**Tableau. 32**). 50% des moustiques peuvent être éliminé au bout de 5 jours lorsqu'on applique une concentration de 177,15 g/l de l'extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* alors que la mortalité de 90% des insectes de cette espèce exigent l'utilisation de 234 g/l (**Tableau. 32**).

Les résultats montrent aussi qu'il y a de forte corrélation entre les concentrations et la mortalité ($R= 0,81$) lorsqu'on arrive au dixième jour, dont la régression linéaire est présentée sous la forme : $Y= -14,09+9,09X$ (**Tableau. 32**). Les calculs montrent que la CL50% est de 125,92 g/l, alors que la CL90% est de 174,15 g/l (**Tableau. 32**).

Tableau 32 : Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) de l'extrait aqueux des fleurs de *P. harmala* à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens* après 2 j, 5 j, 10 j et 15 j.

Les jours	Droite de régression	CL 50 (g/l)	CL 90 (g/l)
2jours	$Y= -3,58+3,40X$ ($R = 0,68$)	333,83g/l	794,32 g/l
5jours	$Y= -18,81+10,59X$ ($R = 0,95$)	177,15g/l	234,00g/l
10jours	$Y= -14,09+9,09X$ ($R = 0,81$)	125,92g/l	174,15g/l

Les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles aux extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit (**Tableau. 33**).

Au seuil de signification $\alpha = 0,05$, l'analyse statistique montre qu'il existe des différences significatives entre les différents taux de mortalité enregistrés pendant la durée du suivi du traitement on remarque une variance entre ($F= 4,04$; $F= 5,76$ / $p : 0,021$; $p : 0,051$) (**Tableau. 33**).

Tableau 33 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par trois concentrations de l'extrait aqueux des fleurs de *p. harmala* selon le temps d'exposition au produit.

Les jours Les doses	2jours	5jours	10jours	15jours	F _{obs}	P
150 g/l	8,3	31,6	61,9	100,0	4,39	0,042
250 g/l	55,0	85,9	100,0	100,0	5,76	0,021
375 g/l	45,0	100,0	100,0	100,0	4,04	0,051

Les résultats consignés dans le (Tableau.34) résument les différents paramètres toxicologiques des extraits aqueux des fleurs de *P. harmala*. Ces derniers montrent qu'il y a une forte corrélation entre le taux de mortalité et le temps d'exposition des moustiques à différentes concentrations de l'insecticide.

En ce qui concerne la dose de 150 g/l les calculs montre qu'il y a une forte corrélation entre la mortalité de moustique et le temps d'exposition puisque le coefficient de corrélation est de R = 0,74 dont la droite de régression est donnée par la formule Y=1,56+5,03 X (Tableau. 34). Les temps létaux calculés sont de 4,83 jours et 8,68 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (Tableau. 34).

En ce qui concerne la dose de 250 g/l les calculs montre qu'il ya une forte corrélation entre la mortalité de moustique et le temps d'exposition puisque le coefficient de corrélation est de R = 0,92 dont la droite de régression est donnée par la formule Y= 3,50+4,30 X (Tableau. 34). Les temps létaux calculés sont de 2,11 jours et 3,99 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (Tableau. 34).

Ce pendant la concentration de 375g/l des extraits aqueux des fleurs de *P. harmala*, qui est considéré étant la plus élevée sont utilisation permet d'éliminer 50 et 90% en 1,41 et 2,79 jours (Tableau. 34).

Tableau 34 : Les Paramètres toxicologiques de l'extrait aqueux des fleurs de *P. harmala* à l'égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens*.

Les doses	Droit de régression	TL50	TL90
150 g/l	$Y = 1,56+5,03 X$ R =0,74	4,83J	8,68J
250 g/l	$Y = 3,50+4,30 X$ R=0,92	2,11J	3,99J
375 g/l	$Y = 4,36+4,30 X$ R=0,73	1,41J	2,79J

3.7.4. Effets des extraits éthanoliques de *P. harmala* sur la mortalité de *Culex pipiens* :

Les résultats de l'étude toxicologique montrent que l'extraits éthanolique des feuilles fraîches de *P. harmala* ont un effet insecticide sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. On enregistre des taux qui dépassent les 90% de mortalité après 15 jours de traitement pour la concentration la plus élevée (4 g/l). Ces taux de mortalité varient avec le temps pour avoisiner les 40 % après les 5 jours de traitement pour la concentration de (2 g/l). Au-delà de 10 jours on observe toujours des mortalités dans tous les différents lots avec des fréquences différentes qui sont étroitement liés aux concentrations appliquées. Au bout du quinzième jour la totalité des doses utilisées affiche des taux de mortalités très élevés c'est dernier varient entre 66% et 93% de mortalité. Nous avons aussi calculé les paramètres toxicologiques de l'effet des extraits éthanolique de *P. harmala* sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. Il semble que la mortalité soit fortement corrélée aux doses utilisées. Nous avons aussi calculé la CL 50 et la CL 90 à deux, cinq, dix et quinze jours (Tableau. 35).

Tableau 35 : Taux de la mortalité observée des larves L4 de *Culex pipiens* traitées par l'extract éthanolique de *P. harmala*.

Temps d'observation	Concentration Utilisée Répétitions	Mortalité Témoin			
			1 g/l	2 g/l	4 g/l
Après 2j	R1	20	19	15	18
	R2	20	20	15	15
	R3	20	20	20	20
Après 5j	R1	19	19	8	15
	R2	19	18	9	5
	R3	19	20	20	17
Après 10j	R1	17	12	5	2
	R2	17	16	6	3
	R3	17	14	19	11
Après 15j	R1	17	9	5	1
	R2	17	4	5	2
	R3	17	7	8	1

Les résultats consignés dans le (tableau 36) montrent que les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles aux extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala*, cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit. Les valeurs des taux de mortalité corrigée varient entre 0 % et 60,8 % pour la concentration la plus faible (**1 g/l**), alors que pour la concentration la plus élevée on observe une variation des valeurs des taux de mortalité corrigées 11,7 après 2 jours et qui atteignent 92,2 après 15 jours de traitement. (**Tableau. 36**).

En ce qui concerne toutes les concentrations utilisées (1g/l, 2g/l, 4g/l), l'analyse statistique montre qu'au seuil de signification $\alpha = 0,05$ on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des variances et cela après l'observation des variances du F_{obs} ($F=1,11$ et $4,15$) après quinze et dix jours de traitement, et pour la valeur P qui varient entre ($P= 0,38$ et $0,07$) (**Tableau. 36**).

Tableau 36 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées aux extraits éthanoliques de *P. harmala*

Concentration Temps D'exposition	1 g/l	2 g/l	4 g/l	F_{obs}	p
2jour	1,7	16,7	11,7	1,42	0,31
5jour	0	35,1	35,1	3,61	0,09
10jour	17,6	41,2	68,6	4,15	0,07
15jour	60,8	64,7	92,2	1,11	0,38

Les Larves du 4^{ème} stades de *Culex pipiens* exposées de deux, cinq, dix et quinze jours au extraits éthanolique des feuilles fraîches de *P. harmala* présentent des taux de mortalité moyens corrélés aux concentrations utilisées.

La droite de régression après une exposition de 2 jours de traitement des larves est de la forme : $Y= 3,11+1,55 X$, $R= 0,58$ (**Tableau. 37**). Pour assurer une mortalité de 50% des insectes après 48 heures, la concentration de *P. harmala* doit être égale à 16,57 g/l, par contre 110,96

Résultats

g/l de cet insecticide assurent la mortalité de 90% des moustiques dans les 48 heures qui suivent le traitement (**Tableau. 37**).

Cinq jours après le traitement, la droite de régression est donnée par la formule :

$Y=0,77+7,68X$, dont le $R= 0,75$ ce qui indique l'existence d'une corrélation entre la mortalité et les concentrations utilisée (**Tableau. 37**). 50% des moustiques peuvent être éliminé au bout de 5 jours lorsqu'on applique une concentration de 5,64 g/l de *P. harmala* alors que les 90% des insectes de cette espèce exigent l'utilisation de 8,28 g/l (**Tableau. 37**).

Les résultats montrent aussi qu'il y a de forte corrélation entre les concentrations et la mortalité ($R= 1,00$) lorsqu'on arrive au dixième jour, dont la régression linéaire est présentée sous la forme : $Y= 4,07+2,35X$ (**Tableau. 37**). Les calculs montrent que la CL50% est de 2,49 g/l, alors que la CL90% est de 8,72 g/l (**Tableau. 37**).

Et après 15j de traitement, la droite de régression et de la forme $Y= 5,11+1,92 X$, $R= 0,82$ les CL50% et CL90% varient entre 0,89 g/l et 4,07 g/l.

Tableau 37 : Les Paramètres toxicologiques (concentration létal) des extraits éthanoliques de *P. harmala* à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens* après 2 j, 5 j et 10 j.

Les jours	Droite de régression	CL 50 (g/l)	CL 90 (g/l)
2jours	$Y=3,11+1,55X$ ($R = 0,58$)	16,57 g/l	110,96 g/l
5jours	$Y=0,77+7,68X$ ($R = 0,75$)	5,64 g/l	8,28 g/l
10jours	$Y=4,07+2,35X$ ($R = 1,00$)	2,49 g/l	8,72 g/l
15jours	$Y=5,11+1,92X$ ($R = 0,82$)	0,89 g/l	4,07 g/l

Les larves du quatrième stade de *Culex pipiens* sont sensibles aux extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala* cette sensibilité est traduite par des taux de mortalité plus ou moins élevé selon les concentrations utilisées et surtout selon le temps d'exposition au produit (**Tableau. 38**).

Au seuil de signification $\alpha = 0,05$, l'analyse statistique montre qu'il existe des différences significatives entre les différents taux de mortalité enregistrés pendant la durée du suivi du traitement on remarque une variance entre ($F= 0,03$; $F= 3,92 /p : 0,05$; $p : 0,99$) (**Tableau. 38**).

Tableau 38 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées aux extraits éthanoliques de *p. harmala* selon le temps d'exposition au produit.

Les jours \\ Les doses	2jours	5jours	10jours	15jours	F _{obs}	p
1 g/l	1,7	0,0	17,6	60,8	0,03	0,99
2 g/l	16,7	35,1	41,2	64,7	3,92	0,05*
4 g/l	11,7	35,1	68,6	92,2	2,49	0,13

Les résultats consignés dans le (**Tableau 39**) résument les différents paramètres toxicologiques des extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala*. Ces derniers montrent qu'il y a une forte corrélation entre le taux de mortalité et le temps d'exposition des moustiques à différentes concentrations de l'insecticide.

En ce qui concerne la dose de 1 g/l les calculs montre qu'il y a une forte corrélation entre la mortalité de moustique et le temps d'exposition puisque le coefficient de corrélation est de $R = 0,31$ dont la droite de régression est donnée par la formule $Y=0,45+3,30 X$ (**Tableau. 39**). Les temps létaux calculés sont de 29,92 jours et 58,43 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (**Tableau. 39**).

En ce qui concerne la dose de 2 g/l les calculs montre qu'il y a une forte corrélation entre la mortalité de moustique et le temps d'exposition puisque le coefficient de corrélation est de $R = 0,92$ dont la droite de régression est donnée par la formule $Y= 3,60+1,39 X$ (**Tableau. 39**). Les temps létaux calculés sont de 10,17 jours et 84,73 jours pour lutter 50% et 90% des moustiques (**Tableau. 39**).

Ce pendant la concentration de 4g/l des extraits éthanolique des feuilles fraîches de *P. harmala*, qui est considéré étant la plus élevée sont utilisation permet d'éliminer 50 et 90% en 5,76 et 16,03 jours (**Tableau. 39**).

Tableau 39 : Les Paramètres toxicologiques des extraits éthanoliques de *p. harmala* à l’égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens*.

Les doses	Droit de régression	TL50	TL90
1 g/l	Y = 0,45+3,30 X (R=0,31)	29,92J	58,43J
2 g/l	Y = 3,60+1,39 X (R=0,92)	10,17J	84,73J
4 g/l	Y = 2,81+2,88 X (R=0,96)	5,76J	16,03J

3.8. Rythme de pontes et facteur d’oviposition de la femelle gravide *Culex pipiens* :

3.8.1. Influence de l’Azadiractine sur le rythme de ponte :

Les résultats consignés dans le tableau 40 montrent que l’Azadiractine a non seulement un effet direct sur l’oviposition qui joue le rôle de répulsif car seulement 2 femelles ont préféré pondre dans le milieu traité contre 27 dans le milieu saint, mais à aussi un effet différer car les œufs pondus dans le lot traité montrent un taux d’éclosion nul (0%) contrairement à son homologue témoin avec (91,09%).

Tableau 40 : Attractivité des femelles *Culex pipiens* et nombre d’œufs pondus et éclos dans le pot contenant l’Azadiractine et le pot contenant l’eau de source

	Pot (eau de source)		Pot (Azadiractine)		Valeur de P
N=29	Attraction	Totale d’œufs pondus	Attraction	Totale d’œufs pondus	0,01
Total :	27	1145	2	54	S
Taux d’éclosion	91,09 %		0%		

D’après les résultats de (Tableau 40), L’analyse statistique montre qu’il existe des différences significatives entre les pontes dans le milieu qui contient l’eau de source et les pontes dans le milieu de l’Azadiractine. (P : 0,01)

3.8.2. Influence du *Spiroteramat* sur le rythme de ponte :

Les 29 observations successives que nous avons effectuées ayant donné chaque fois des résultats comparables, nous avons totalisé les pontes récoltées dans chacun des deux gîtes étudiés. 26 pontes avaient été déposées dans les pots contenant l'eau avec le *Spirotetramat*, contre 3 seulement dans celui qui contenant l'eau de source (**Tableau. 41**).

Tableau 41 : Attractivité des femelles *Culex pipiens* et nombre d'œufs pondus et éclos dans le pot contenant le *spirotetramat* et le pot contenant l'eau de source

	Pot (eau de source)		Pot (<i>spirotetramat</i>)		Valeur de P
N=29	Attraction	Totale d'œufs pondus	Attraction	Totale d'œufs pondus	0,01
Total :	26	1307	3	128	S
Taux d'éclosion	89,62 %		93,17%		

Les résultats consignés dans le (**Tableau. 41**), montrent que les pots qui contiennent le *Spirotetramat* attirent moins les femelles gravides par rapport aux milieux qui contiennent l'eau de source.

L'analyse statistique révélée de différence hautement significative entre les pontes dans le pot *Spirotetramat* et le pot (eau de source) ($P 0,01$).

3.8.3. Influence des extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* sur le rythme de ponte :

Les résultats consignés dans le (**Tableau 42**) montrent que les pots contenant l'eau de source uniquement attirent beaucoup plus les femelles pour pondre leurs œufs que les pots contenant les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala*, la couleur sombre de la solution pourrait être un des principaux répulsifs ainsi que l'odeur assez prononcé de cette dernière ce qui nous donne 19 attractions pour le lot témoin et 10 attractions seulement pour le lot traité (**Tableau 42**).

Tableau 42. Attractivité des femelles *Culex pipiens* et nombre d’œufs pondus et éclos dans le pot des extraits aqueux de *P. harmala* et le pot contenant l’eau de source.

	Pot (eau de source)		Pot (fleurs <i>P.harmala</i>)		Valeur de <i>P</i>
N=29	Attraction	Totale d’œufs pondus	Attraction	Totale d’œufs pondus	0,904
Total :	19	1126	10	602	N.S
Taux d’éclosion	88,72 %		81,23%		

D’après les résultats de (Tableau 42), L’analyse statistique montre qu’il n’existe pas de différences significatives entre les pontes dans le milieu qui contient l’eau de source et les pontes dans le milieu qui contient les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* (*P* : 0,90).

3.8.4. Influence des extraits éthanolique de *P.harmala* sur le rythme de ponte :

Les résultats consignés dans le (Tableau. 43) montrent que les pots contenant l’eau de source uniquement sont plus attractifs avec 20 pontes dans le milieu sain, contre 9 pontes seulement pour le pot traité au extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala*. Le taux d’éclosion des œufs pondus dans les 2 milieux est plus ou moins proche avec 81,26 % pour le milieu non témoin et 79,80 % pour le milieu contenant le *Peganum harmala*.

Tableau 43. Attractivité des femelles *Culex pipiens* et nombre d’œufs pondus et éclos dans le pot contenant les extraits de *P.harmala* et le pot contenant l’eau de source

	Pot (eau de source)		Pot (<i>P. harmala</i>)		Valeur de <i>P</i>
N=29	Attraction	Totale d’œufs pondus	Attraction	Totale d’œufs pondus	0,96
Total :	20	1337	9	592	S*
Taux d’éclosion	81,26 %		79,80%		

D’après les résultats de (Tableau 43), L’analyse statistique montre qu’il existe des différences significatives entre les pontes dans le milieu qui contient l’eau de source et les pontes dans le milieu de *Peganum harmala*. (*P* : 0,96).

3.9. Etudes des œufs pondus par les femelles témoin et traités :**3.9.1. Effet de l'*Azadiractine* sur la fertilité et de la fécondité :**

Après traitement des larves de quatrième stade avec une concentration sublétale de 5mg/L, le test a révélé une perturbation de la fertilité chez les adultes résultant du traitement à l'*Azadiractine*. Les individus traités ont donné une moyenne de $55,27 \pm 19,54$ œufs avec un minimum de 30 œufs et un maximum de 99 des œufs. Contrairement aux femelles témoins qui présentent une moyenne de $72,33 \pm 21,74$ avec des pontes qui varient entre 37 et 122 œufs.

Tableau 44 : Comparaison entre les œufs pondus par les femelles *Culex pipiens* témoin et traité à l'*Azadirachtine* (n=15)

	Moy \pm SEM	Min	Max	t obs	p
Témoin	$72,33 \pm 21,74$	37	122	2,26	0,032*
Traité	$55,27 \pm 19,54$	30	99		

La comparaison de ces deux moyennes montre qu'il existe une différence entre la fertilité des deux groupes ($t = 2,26$, $P = 0,032$;) (Tableau 44).

3.9.2. Effet du *Spirotetramat* sur la fertilité et de la fécondité :

Après traitement des larves de quatrième stade avec une concentration sublétale de 0,125 g/L, le test a révélé une perturbation de la fertilité chez les adultes résultant du traitement au *Spirotetramat*. Les individus traités ont donné une moyenne de $52,80 \pm 17,78$ œufs avec un minimum de 28 œufs et un maximum de 90 des œufs. Contrairement aux femelles témoins qui présentent une moyenne de $77,73 \pm 20,08$ avec des pontes qui varient entre 29 et 112 œufs.

Tableau 45 : Comparaison entre les œufs pondus par les femelles *Culex pipiens* témoin et traité au *spirotetramat* (n=15)

	Moy \pm SEM	Min	Max	t obs	P
Témoin	$77,73 \pm 20,08$	29	112	3,60	0,001*
Traité	$52,80 \pm 17,78$	28	90		

La comparaison de ces deux moyennes montre qu'il existe une différence entre la fertilité des deux lots ($t = 3,60$; $P = 0,001$;) (Tableau 45).

3.9.3. Effet des extraits des fleurs de *P. harmala* sur la fertilité et de la fécondité :

Après traitement des larves de quatrième stade avec une concentration sublétale de 150 g/L, le test a révélé une perturbation de la fertilité chez les adultes résultant du traitement au *Spirotetramat*. Les individus traités ont donné une moyenne de $62,80 \pm 20,21$ œufs avec un minimum de 27 œufs et un maximum de 91 des œufs. Contrairement au femelles témoins qui présentent une moyenne de $70,67 \pm 28,19$ avec des pontes qui varient entre 27 et 91 œufs.

Tableau 46 : Comparaison entre les œufs pondus par les femelles *Culex pipiens* témoin traité aux extraits aqueux de fleur de *P. harmala* (n=15)

	Moy \pm SEM	Min	Max	<i>t</i> obs	<i>P</i>
Témoin	$70,67 \pm 28,19$	29	120	0,88	0,388
Traité	$62,80 \pm 20,21$	27	91		

La comparaison de ces deux moyennes montre qu'il existe une différence entre la fertilité des deux lots ($t = 0,88$; $P = 0,38$;) (Tableau 46).

3.9.4. Effet des extraits éthanoliques des feuilles de *P. harmala* sur la fertilité et de la fécondité :

Après traitement des larves de quatrième stade avec une concentration sublétale de 1 g/L, le test a révélé une perturbation de la fertilité chez les adultes résultant du traitement au *P. harmala*. Les individus traités ont donné une moyenne de $47,50 \pm 5,89$ œufs avec un minimum de 40 œufs et un maximum de 61 des œufs. Contrairement au femelles témoins qui présentent une moyenne de $70,60 \pm 26,08$ avec des pontes qui varient entre 31 et 123 œufs.

Tableau 47 : Comparaison entre les œufs pondus par les femelles *Culex pipiens* témoin et traité avec l'extrait éthanolique de *P. harmala* (n=15)

	Moy \pm SEM	Min	Max	<i>t</i> obs	<i>P</i>
Témoin	$70,60 \pm 26,08$	31	123	-2,73	0,01*
Traité	$47,50 \pm 5,89$	40	61		

La comparaison de ces deux moyennes montre qu'il existe une différence entre la fertilité des deux lots ($t = -2,73$; $P = 0,01$;) (Tableau 47).

3.10. Etude de développement de *Culex pipiens* :

3.10.1. Effets de l'Azadiractine sur le développement de *Culex pipiens* :

Les résultats consignés dans le (tableau 48) montre que Les femelles témoins commencent leur activité de pondaison en posant les premiers amas le premier jour et cette ponte s'étend sur 5 jours, leur temps moyen est de $2,5 \pm 1,08$ jours. Contrairement aux femelles issues du lot traité qui prennent plus de temps $7,1 \pm 3,78$ avec un minimum de 2 jours et un maximum de 14 jours (tableau 48). Les œufs pondus par les femelles témoins prennent légèrement moins de temps à éclore que ceux pondus par les femelles traités avec une moyenne de 2,1 jours pour les témoins et 3,1 jours pour les traités (tableau 48).

Le taux d'éclosion chez les femelles témoins est de 95,11%, qui est plutôt supérieur à celui des femelles traitées avec 74,76% on remarque une différence hautement significative d'une valeur de $P : <0,0001$ (tableau 48). Les larves issues des pontes des femelles traités prennent plus de temps pour leur passage dans les différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4) avec une moyenne de 28,6 jours, contrairement aux larves issues des pontes des femelles témoins qui prennent moins de temps avec une moyenne de 21,3 jours (tableau 48).

Le passage du stade larvaire final L4 au stade nymphal prend beaucoup moins de temps chez la génération issue des pontes des femelles témoins avec une moyenne $3,7 \pm 1,89$ contrairement à celle issues des pontes de femelles traité avec une moyenne de $8 \pm 2,31$ l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les deux lots $P : 0,0004$ (tableau 48).

Le passage du stade nymphal au stade adulte dure en moyenne 2,3 jours avec un minimum de 1 jour et un maximum de 5 jours dans le lot témoins, tandis que sur le lot traité la moyenne est de 3,1 jours avec un minimum de 2 jours et un maximum de 6 jours (tableau 48).

Enfin on observe des différences significatives $P = < 0,03^*$, dans le passage de la phase aquatique à la phase aérienne sur les deux lots étudiés, avec une moyenne de 29,9 et 39 jours respectivement chez le lot témoin et le lot traité (tableau 48).

Tableau 48 : Effets de l’Azadirachtine sur le développement des œufs, larves, nymphes et adultes de *Culex pipiens*.

	Tm/Tr	Moy ± écart-type	Min	Max	t_{obs}	P
Durée de ponte (jours)	Tm	2,5±1,08	1	5	3,70	0,002**
	Tr	7,1± 3,78	2	14		
Durée d’éclosion (jours)	Tm	2,1±0,57	1	3	1,54	0,140
	Tr	3,1±1,97	1	8		
Durée de passage L1—L2 (jours)	Tm	5,3 ±1,16	3	7	2,85	0,011*
	Tr	8,1±2,68	5	14		
Durée de passage L2—L3 (jours)	Tm	6,80 ±1,23	5	9	2,18	0,043*
	Tr	9,1±2,99	5	14		
Durée de passage L3—L4 (jours)	Tm	9,2±1,69	6	11	1,41	0,17
	Tr	11,4±4,65	6	21		
Durée de passage L4—nymph (jours)	Tm	3,70±1,89	1	7	4,25	0,0004***
	Tr	8±2,31	5	12		
Durée de passage nymph—adu (jours)	Tm	2,3±1,06	1	5	-1,28	0,22
	Tr	3,1±1,44	2	6		
Émergence du 1^{er} adulte (jours)	Tm	29,9±3,41	23	34	2,40	0,03*
	Tr	39±11,51	27	61		
Taux d’éclosion (%)	Tm	95,11±4,72	86,95%	100%	-5,50	<0,0001***
	Tr	74,76±10,70	54,87%	93,76%		

Tm : traité / Tr : traité / * : significatif /

3.10.2. Effets du Spirotetramat sur le développement de *Culex pipiens* :

Les résultats consignés dans le (tableau 49) montre que Les femelles témoins commencent leur activité de pondaison en posant les premiers amas le premier jour et cette ponte s'étend sur 5 jours, leur temps moyen est de $2,5 \pm 1,08$ jours. Contrairement aux femelles issues du lot traité qui prennent plus de temps $5,2 \pm 2,04$ avec un minimum de 2 jours et un maximum de 8 jours (tableau 49). Les œufs pondus par les femelles témoins prennent légèrement moins de temps à éclore que ceux pondus par les femelles traités avec une moyenne de 2,1 jours pour les témoins et 2,3 jours pour les traités (tableau 49).

Le taux d'éclosion chez les femelles témoins est de 95,11%, qui est plutôt supérieur à celui des femelles traitées avec 70,92% on remarque une différence hautement significative d'une valeur de $P : <0,0001$ (tableau 49). Les larves issues des pontes des femelles traités prennent plus de temps pour leur passage dans les différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4) avec une moyenne de 23,8 jours, contrairement aux larves issues des pontes des femelles témoins qui prennent moins de temps avec une moyenne de 21,3 jours (tableau 49).

Le passage du stade larvaire final L4 au stade nymphal prend beaucoup moins de temps chez la génération issue des pontes des femelles témoins avec une moyenne $3,7 \pm 1,89$ contrairement à celle issues des pontes de femelles traité avec une moyenne de $5,2 \pm 2,49$ (tableau 49).

Le passage du stade nymphal au stade adulte dure en moyenne 2,3 jours avec un minimum de 1 jour et un maximum de 5 jours dans le lot témoins, tandis que sur le lot traité la moyenne est de 2,4 jours avec un minimum de 1 jours et un maximum de 5 jours ces résultats très proche montre que le *Spirotetramat* n'a pas d'effets direct sur le passage du stade aquatique au stade aérien chez *Culex pipiens* (tableau 49).

Enfin on observe des différences significatives $P = < 0,002^*$, dans l'émergence du premier adulte dans les deux lots étudiés, avec une moyenne de 29,9 et 39,7 jours respectivement chez le lot témoin et le lot traité (tableau 49).

Résultats

Tableau 49 : Effets du Spirotetramate sur les œufs, larves, nymphes et adultes de *Culex pipiens*.

	Tm/Tr	Moy \pm écart-type	Min	Max	t_{obs}	P
Durée de ponte (jours)	Tm	2,5 \pm 1,08	1	5	3,69	0,002**
	Tr	5,2 \pm 2,04	2	8		
Durée d'éclosion (jours)	Tm	2,1 \pm 0,57	1	3	0,53	0,60
	Tr	2,3 \pm 1,06	1	4		
Durée de passage L1—L2 (jours)	Tm	5,3 \pm 1,16	3	7	0,67	0,51
	Tr	5,8 \pm 1,75	3	8		
Durée de passage L2—L3 (jours)	Tm	6,80 \pm 1,23	5	9	1,79	0,09
	Tr	8,2 \pm 1,99	5	12		
Durée de passage L3—L4 (jours)	Tm	9,2 \pm 1,69	6	11	0,57	0,58
	Tr	9,8 \pm 2,94	5	15		
Durée de passage L4—nymph (jours)	Tm	3,70 \pm 1,89	1	7	1,42	0,17
	Tr	5,2 \pm 2,49	2	11		
Durée de passage nym—adu (jours)	Tm	2,3 \pm 1,06	1	5	0,18	0,86
	Tr	2,4 \pm 1,07	1	5		
Émergence du 1^{er} adulte (jours)	Tm	29,9 \pm 3,41	23	34	3,68	< 0,002**
	Tr	39,7 \pm 7,69	27	52		
Taux d'éclosion (%)	Tm	95,11 \pm 4,72	86,95%	100%	-6,97	< 0,0001***
	Tr	70,92 \pm 9,19	56,63	82,23		

Tm : traité / Tr : traité / * : significatif /

3.10.3. Effets des extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* sur le développement de *Culex pipiens* :

Les résultats consignés dans le (tableau 50) montre que Les femelles témoins commencent leur activité de pondaison en posant les premiers amas le premier jour et cette ponte s'étend sur 5 jours, leur temps moyen est de $2,5 \pm 1,08$ jours. Contrairement aux femelles issues du lot traité qui prennent plus de temps $4,90 \pm 1,79$ avec un minimum de 3 jours et un maximum de 8 jours (tableau 50). Les œufs pondus par les femelles témoins prennent légèrement moins de temps à éclore que ceux pondus par les femelles traités avec une moyenne de 2,1 jours pour les témoins et 2,5 jours pour les traités (tableau 50).

Le taux d'éclosion chez les femelles témoins est de 95,11%, qui supérieur à celui des femelles traitées avec 80,24% on remarque une différence hautement significative d'une valeur de $P : <0,0001$ (tableau 50). Les larves issues des pontes des femelles traités prennent légèrement plus de temps pour leur passage dans les différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4) avec une moyenne de 22,7 jours, contrairement aux larves issues des pontes des femelles témoins qui prennent moins de temps avec une moyenne de 21,3 jours ($P=0,004$) (tableau 50).

Le passage du stade larvaire final L4 au stade nymphal prend beaucoup moins de temps chez la génération issue des pontes des femelles témoins avec une moyenne $3,7 \pm 1,89$ contrairement à celle issues des pontes de femelles traité avec une moyenne de $7,30 \pm 2,63$ (tableau 50).

Le passage du stade nymphal au stade adulte dure en moyenne 2,3 jours avec un minimum de 1 jour et un maximum de 5 jours dans le lot témoins, tandis que sur le lot traité la moyenne est de 2,4 jours avec un minimum de 1 jours et un maximum de 5 jours ces résultats très proche montre que les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* n'a pas d'effets direct sur le passage du stade aquatique au stade aérien chez *Culex pipiens* (tableau 50).

Enfin on observe des différences significatives $P=<0,01^*$, dans l'émergence du premier adulte dans les deux lots étudiés, avec une moyenne de 29,9 36,1 jours respectivement chez le lot témoin et le lot traité (tableau 50).

Tableau 50 : Effets des extraits aqueux des fleurs de *P.harmala* sur les œufs, larves, nymphes et adultes de *Culex pipiens*.

	Tm/Tr	Moy \pm écart-type	Min	Max	t_{obs}	P
Durée de ponte (jours)	Tm	2,5 \pm 1,08	1	5	3,63	0,002
	Tr	4,90 \pm 1,79	3	8		
Durée d'éclosion (jours)	Tm	2,1 \pm 0,57	1	3	1,04	0,31
	Tr	2,50 \pm 1,08	1	5		
Durée de passage L1—L2 (jours)	Tm	5,3 \pm 1,16	3	7	-0,27	0,794
	Tr	5,1 \pm 1,79	3	8		
Durée de passage L2—L3 (jours)	Tm	6,80 \pm 1,23	5	9	1,24	0,23
	Tr	7,70 \pm 1,77	5	11		
Durée de passage L3—L4 (jours)	Tm	9,2 \pm 1,69	6	11	0,51	0,62
	Tr	9,90 \pm 4,07	6	18		
Durée de passage L4—nymph (jours)	Tm	3,70 \pm 1,89	1	7	3,31	0,004
	Tr	7,30 \pm 2,63	4	12		
Durée de passage nym—adu (jours)	Tm	2,3 \pm 1,06	1	5	0,18	0,86
	Tr	2,4 \pm 1,07	1	5		
Émergence du 1^{er} adulte (jours)	Tm	29,9 \pm 3,41	23	34	2,89	0,01
	Tr	36,1 \pm 5,88	29	47		
Taux d'éclosion (%)	Tm	95,11 \pm 4,72	86,95%	100%	-5,60	0,0001
	Tr	80,24 \pm 6,94	68,73	92,36		

Tm : traité / Tr : traité / * : significatif /

3.10.4. Effets des extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala* sur le développement de *Culex pipiens* :

Les résultats consignés dans le (tableau 51) montre que Les femelles témoins commencent leur activité de pondaison en posant les premiers amas le premier jour et cette ponte s'étend sur 5 jours, leur temps moyen est de $2,5 \pm 1,08$ jours. Contrairement aux femelles issues du lot traité qui prennent plus de temps $3,8 \pm 1,47$ avec un minimum de 2 jours et un maximum de 6 jours (tableau 51). Les œufs pondus par les femelles témoins prennent légèrement moins de temps à éclore que ceux pondus par les femelles traités avec une moyenne de 2,1 jours pour les témoins et 2,3 jours pour les traités (tableau 51).

Le taux d'éclosion chez les femelles témoins est de 95,11%, qui est presque similaire à celui des femelles traitées avec 94,2% avec un minimum de 86,95% chez les témoins et 79,16% pour les traités, et un maximum de 100% dans les deux lots, $P : 0,74$ (tableau 51). Les larves issues des pontes des femelles témoin prennent plus de temps pour leur passage dans les différents stades larvaires (L1, L2, L3, L4) avec une moyenne de 21,3 jours, contrairement aux larves issues des pontes des femelles traités qui prennent moins de temps avec une moyenne de 19,42 jours (tableau 51).

Le passage du stade larvaire final L4 au stade nymphal prend beaucoup moins de temps chez la génération issue des pontes des femelles témoins avec une moyenne $3,7 \pm 1,89$ contrairement à celle issues des pontes de femelles traité avec une moyenne de $16 \pm 5,02$ l'analyse statistique montre une différence hautement significative entre les deux lots $P : < 0,0001***$ (tableau 51).

Le passage du stade nymphal au stade adulte dure en moyenne 2,3 jours avec un minimum de 1 jour et un maximum de 5 jours dans le lot témoins, tandis que sur le lot traité la moyenne est de 3,9 jours avec un minimum de 2 jours et un maximum de 8 jours (tableau 51).

Enfin on observe des différences très hautement significatives d'une valeur de $P < 0,0001***$, dans le passage de la phase aquatique à la phase aérienne dans les deux lots étudiés, avec une moyenne de 29,9 et 40,67 jours respectivement chez le lot témoin et le lot traité (tableau 51).

Tableau 51 : Effets de *P.harmala* sur les œufs, larves, nymphes et adultes de *Culex pipiens*.

	Tm/Tr	Moy \pm écart-type	Min	Max	t_{obs}	P
Durée de ponte (jours)	Tm	2,5 \pm 1,08	1	5	-2,25	0,04*
	Tr	3,8 \pm 1,47	2	6		
Durée d'éclosion (jours)	Tm	2,1 \pm 0,57	1	3	-0,63	0,53
	Tr	2,3 \pm 0,82	1	4		
Durée de passage L1—L2 (jours)	Tm	5,3 \pm 1,16	3	7	-0,75	0,46
	Tr	6,1 \pm 3,14	3	10		
Durée de passage L2—L3 (jours)	Tm	6,80 \pm 1,23	5	9	3,13	0,006**
	Tr	5,1 \pm 1,20	2	6		
Durée de passage L3—L4 (jours)	Tm	9,2 \pm 1,69	6	11	0,79	0,45
	Tr	8,22 \pm 3,56	3	13		
Durée de passage L4—nymph (jours)	Tm	3,70 \pm 1,89	1	7	-7,21	< 0,0001***
	Tr	16 \pm 5,02	11	26		
Durée de passage nym—adu (jours)	Tm	2,3 \pm 1,06	1	5	-1,89	0,07
	Tr	3,9 \pm 2,42	2	8		
Émergence du 1^{er} adulte (jours)	Tm	29,9 \pm 3,41	23	34	-7,860	< 0,0001***
	Tr	40,67 \pm 2,40	37	45		
Taux d'éclosion (%)	Tm	95,11 \pm 4,72	86,95%	100%	0,34	0,74
	Tr	94,2 \pm 7,10	79,16%	100%		

Tm : traité / Tr : traité / * : significatif /



DISCUSSION

4.Discussion :

4.1. Inventaire et étude systématique des espèces :

La classification Zoologique est l'arrangement hiérarchique des catégories taxonomiques en ordre naturel, c'est l'objet d'une discipline particulière : la systématique, qui repose sur un ensemble de principes et de règles constituant la taxonomie. La grande diversité observée dans la structure morphologique des règnes animaux et végétaux a conduit à les subdiviser en un certains nombres d'embranchements, Classes, Ordres et Familles. L'identification des individus se fait d'après des caractères morphologiques externes et fait donc appel à des clés dichotomiques dont il faut connaître le principe et les modalités d'utilisation. La taxonomie est une discipline qui a pour principale objet la reconnaissance des espèces, de leurs caractéristiques et de leurs fonctions.

Il s'agit donc d'une fonction essentiellement descriptive dont le but est de définir et de nommer l'espèce (**GUITSEVITCH et al, 1974**). Un des buts de la taxonomie est évidement de produire des outils qui permettent la reconnaissance des espèces, en l'occurrence des clés d'identifications séquentielles qui sont le plus souvent dichotomiques (**ALARIE, 1990**). On peut donc connaître les caractéristiques de toutes les espèces, leurs races et leurs familles.

Etude taxonomique :

La somme des résultats qu'on a obtenus suite au différents travaux qu'on a effectuer dans notre région d'étude montre que durant les quatre ans de prospection de relvés et récoltes on a dévouvert que la faune culicidienne est représenté avec douze espèces appartenant à deux sous familles : Culicinae et Anophelinae. Cependant on remarque une forte dominance de la famille de Culicinae.

Dans la famille des Anophelinae, c'est le genre *Anophelès* qui est présent par deux espèces appartenant à ce genre on a identifié : *Anophelès claviger* et *Anophelès labranchae*.

Pour la sous famille des Culicinae nous avons identifié dix espèces répartis en quatre genres différents : *Aedes*, *Culex*, *Culista* et *Uranotaenia*.

Le genre *Aedes* est représenté avec une seule espèce qui est *Aedes caspius*.

Pour le genre *Culex* qui est le mieux représenté dans cette sous-famille, nous avons identifié six espèces ; *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex impidicus*, *Culex modestus*, *Culex hortensis* et *Culex laticinctus*.

Le genre *Culiseta* est représenté par deux espèces: *Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata*, Enfin le genre *Uranotaenia* par une seule espèce ; *Uranotaenia unguiculata*.

BOULKENAFET, 2006 à inventorier dans la région Est d'Algérie (Skikda), 30 espèces, 13 espèces de *Culex*, 7 espèces du genre *Aedes*, 7 espèces de *Anopheles* et 3 espèces de *Culiseta*. Des travaux dans la région d'El-Kala (**AOUATI, 2009**) signalent la présence de *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex theileri*, *Culiseta annulata*, *Anophèles clavigier*, *Anophèles macculipennis*. (**SENEVET et ANDARELLI, 1960**) rapporte la présence de cinq espèces d'*Anopheles*, cinq espèces d'*Aedes*, deux espèces de *Culiseta* et huit espèces de *Culex* à Oran. (**HAMAIDIAI, 2004**) signale la présence de 15 espèces de Culicidae dans la région de Souk-Ahras, dont trois appartiennent au genre *Anopheles*, 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*.

Notre présente étude qui a porté également le calcul d'indices écologiques ; affiche une richesse totale qui est de douze espèces dans la région de l'Est Algérien.

Le recensement des moustiques montre une dominance d'une espèce : *Culex pipiens* qui représente 54,37% de la faune totale. Elle suivi par *Culex impidicus* avec 13,62%, suivit par chacune d'*Anopheles clavigier* et de *Culiseta longiareolata* et d'*Anopheles labranchiae*, avec respectivement 8,55%, 8,15% et 8,04% suivit par des fréquences de 4,12% et 1,49% pour chacune de *Culex hortensis*, et *Aedes caspius*. Par ailleurs, le reste des autres espèces semblent très rares dans la région de L'est algérien telle que : *Culex laticintus*, *Culex theileri*, *Culiseta annulata*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex modestus* qui sont représentés avec des fréquences qui varient entre 0,70% et 0,11%.

La présence des Culicidae en Algérie est signalée partout à travers une multitude d'études. **BOUABIDA ET SOLTANI (2014)** ont signalé dans la région de Tébessa la présence de huit espèces appartenant à une seule sous-famille; celle des Culicinae, avec 3 tribus, celle des Aedini représentée par une seule espèce: *Aedes caspius*, la tribu des Culicini avec un seul genre, celui des *Culex* qui contient 5 espèces (*Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex perexiguus* et

Culex laticinctus) et la tribu des Culisetini avec 2 espèces (*Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata*). Dans la région de Collo (Skikda) au Nord-Est algérien, **BOUDEMAGH et al. (2013)** ont signalé la présence de 13 espèces de Culicidae appartenant à 2 sous-familles, celle des *Anophelinae* et celle des *Culicinae*. Il s'agit de *Culex pipiens*, *Culex latincintus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex impudicus*, *Culex pusillus*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta ochroptera*, *Culiseta glaphyroptera*, *Anopheles maculipennis sacharovi*, *Orthopodomyia pulcripalpis* et *Uranotaenia unguiculata*. Les recherches menées sur la biosystématique des Culicidae dans quatre stations de la région orientale d'Alger, du marais de Réghaia et de l'oued Sébaou de Tizi Ouzou ont permis de recenser 13 espèces appartenant à deux sous-familles. Ce sont *Aedes caspius*, *Anopheles labranchiae*, *Culex mimeticus*, *Culex perexiguus*, *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex impudicus*, *Culex territans*, *Culex hortensis*, *Culex modestus*, *Culiseta longiareolata*, *Culiseta subochrea* et *Uranotaenia unguiculata* (**LOUNACI, 2003**). **MESSAI et al (2010)** ont montré la présence de 12 espèces dans la région de Mila, huit du genre *Culex* (*Culex pipiens*, *Culex modestus*, *Culex antennatus*, *Culex hortensis*, *Culex deserticola*, *Culex theileri*, *Culex laticinctus* et *Culex sp*), deux du genre *Anopheles* (*Anopheles labranchiae* et *Anopheles pharoensis*), une du genre *Culiseta* (*Culiseta longiareolata*) et une du genre *Uranotaenia* (*Uranotaenia unguiculata*). Des travaux dans la région d'El-Kala (**AOUATI, 2009**) signalent la présence de *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex theileri*, *Culiseta annulata*, *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*. **HAMAIDIAI (2004)** signale la présence de 15 espèces de Culicidae dans la région de Souk-Ahras, dont trois appartenant au genre *Anopheles*, 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*.

De son côté, **BRUNHES et al. (2000)**, rapportent que la faune Culicidienne d'Algérie est riche avec 48 espèces. Cette diversité reflète la diversité climatique et la diversité en biotopes offerts au développement des Culicidae. **HASSAINE (2002)** dans la région Ouest d'Algérie (Tlemcen), a noté 20 espèces de Culicidae, ce nombre d'espèces qui est relativement important et étalée sur une durée de deux années. **BERCHI (2000b)**, a noté la présence de 7 espèces de Culicidae appartenant à 2 sous-familles, celle des *Anophelinae* et celle des *Culicinae*. Il s'agit de *Culex pipiens*, *Culex mimeticus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culiseta longiareolata*, *Anopheles labranchiae* et *Uranotaenia unguiculata*. **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, celle des Anophelinae et celle des Culicinae. Dans la première sous- famille, sept espèces d'Anopheles ont été inventoriées appartenant toutes au genre Anopheles. Parmi ces espèces, on note *Anopheles maculipennis* qui, d'après **SENEVET ET ANDARELLI (1955 a, b)** constitue un complexe et seule la variété *Labranchiae* existe en Algérie. Les mêmes auteurs aussi et dans la région de Tassili ont confirmé la présence de ces espèces.

HIMMI et al. (1995), ont recensé en évidence 47 espèces au Maroc. Ainsi, dans la région de Rabat (Maroc), 9 espèces de Culicidae ont été inventoriées (*Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex impudicus*, *Culiseta longiareolata*, *Culex subochrea*, *Uranotaenia unguiculata*, *Anopheles Labranchiae*, *Aedes caspius* et *Aedes detritus*. Dès 1905, Plusieurs travaux de recherche qui ont été faite en Tunisie ont montré la présence de six genres, *Aedes* et *Anopheles* avec 12 espèces pour chaque un d'eux, le *Culex* avec 9 espèces, *Culiseta* avec 4 espèces et enfin *Uranautaenia* et *Orthopodomyia* avec une seule espèce chacune (**MOUSSIEGT, 1983**)

Les travaux de **SCHAFFNER (1998)** signalent la présence de 63 espèces de Culicidae récoltées en France. Elles se répartissent en sept genres: *Anopheles* (14 espèces), *Aedes* (27 espèces), *Culex* (10 espèces), *Culiseta* (8 espèces), *Coquilletidia* (2 espèces), *Orthopodomyia* (1 espèce) et *Uranotaenia* (1 espèce). **BOURASSA et al. (1992)**, ont inventorié dans le Sud du Quebec (Canada) six espèces de Culicidae colonisant les creux d'arbres et les pneus usagés. Selon **FAURI et al. (1980)**, le nombre des espèces est relativement en fonction du nombre des échantillons ou des individus récoltés. C'est pour cette raison, le nombre des espèces a été variable d'une région à une autre et aussi d'une période à une autre.

Grace a leur grande plasticité et à leur pouvoir d'adaptation les Culicidae sont présents dans toute les wilaya à travers le téritoire national, plusieurs travaux ont était réalisé afin d'étudier la répartition les Culicidae dans chaque étage bioclimatique. On remarque une nette différence entre les régions du nord et du sud Algérien, les travaux réalisés dans les wilaya du nord ont montré un nombre et une abondance plus importante par rapport au wilaya du sud Algérien cela peut-être dû à différents facteurs biotiques et abiotiques.

Lors de nos prospections, le moustique le plus fréquemment récolté est *Culex pipiens* qui montre une grande plasticité. Les larves de cette espèce sont rencontrées dans les gîtes les plus

divers comme, les gîtes permanents à eau douce pauvre ou riche en végétations, gîtes temporaires à eau douce riche en végétation.

Par ailleurs, plusieurs autres travaux citent l'espèce (*Culex pipiens*) comme (**BENDALI, 1989**), (**HASSAIN, 2002**), (**LOUNACI, 2003**) qui ont décrit l'espèce et confirmé son existence dans les différentes stations d'Alger et Tizi-Ouzou, mais aussi les travaux de (**BENDALI, 2006**) qui décrivent l'espèce comme typiques des faubourgs et quartiers de la ville d'Annaba et ses communes. (**BERCHI 2000**) confirme l'existence de cette espèce dans les milieux urbains et suburbains de Constantine et plus particulièrement dans les gîtes riches en matière organique. Il est de même pour (**KERBOUA et MERNIZ,1997**), (**BOUDRIHEM,2001**), (**LOUNACI,2003**), (**HAMAIDIA, 2004**) et (**BEBBA, 2004**) qui ont trouvés cette espèce dans des gîtes très divers.

Culex impudicus a été récolté dans deux puits de la région de Diar el djedri à El Marsa dans la wilaya de Skikda, cette espèce a été aussi signalé dans la wilaya de Skikda par **BOULKENAFET (2006)**, *Culex impudicus* a été aussi recensé par **BOUDEMAGH et al. (2013)**, dans la région de Rabat (Maroc) par **HIMMI et al. (1995)**, La présence de cette espèce a été signalée aussi dans les trois pays du Maghreb (Maroc, Tunisie et l'Algérie) (**BRUNHES et al, 1999**).

Le genre *Anophèles* qui a été également inventorié dans notre région d'étude est représenté par *Anophèles clavigier*. Ce genre typiquement inféodées aux forêts et d'un grand intérêt médicale et vétérinaire, puisque vecteur de paludisme, de malaria, de dengue et d'un grand nombre de parasitoses humaines et animales a fait l'objet de plusieurs travaux depuis (**GUY, 1959**), il y a ceux de (**SENEVET et ANDARELLI, 1960**) qui rapportent la présence de cinq espèces d'*Anophèles*, en passant par les travaux de (**HASSI et KHELAIFIA, 2004**) dans la région d'El-Feidh El-Guebli à El-Kala ; ceux de (**BENDALI, 2006**) qui rapportent la présence d'*Anophèles Clavigier* et *Anophèles maculipennis* dans le lac Oubéira et finalement ceux de (**AOUATI, 2005**), (**BERREZIG, 2007**) et (**TAHRAOUI, 2008**). (**BERCHI, 2000**) qui ont collecté quatre espèces d'*Anophèles* dans la région de Constantine, ceux de (**HASSAINE, 2002**) sur les *Anophèles* de la région Ouest d'Algérie.

Anophèles clavigier, elle a été signalée au Maroc, en Tunisie et en Algérie (**BRUNHES et al, 1999**). (**BOULKENAFET, 2006**) mentionne cette espèce dans la région de Skikda, (**AOUATI, 2009**) dans la région d'El-Kala et (**BENHISSEN et MADI, 2009**), dans la région de Souk-Ahras.

Cs. longiareolata, est une espèce à large répartition dans la région méditerranéenne (Brunhes, 2001). *Cs. longiareolata* se rencontre dans les gîtes artificiels et naturels (Rioux, 1958). Durant nos prospections, nous l'avons trouvée dans tous les gîtes temporaires ou permanents, elle a été récoltée presque toute l'année. **LOUNACI (2003)** a signalé son existence dans le gîte des marais de Reghaia, dans les gîtes de l'Institut agronomique d'El Harrach et au niveau de l'étable d'El-Alia. **AGOUN (1996)** et **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.

Le genre *Anophèles* qui a été également inventoriées dans notre région d'étude est représenté par 2 espèces; *Anophèles labranchiae* et *Anophèles clavigier*. Ce genre typiquement inféodées aux forêts et d'un grand intérêt médicale et vétérinaire, puisque vecteur de paludisme, de malaria, de dengue et d'un grand nombre de parasitoses humaines et animales a fait l'objet de plusieurs travaux depuis (**GUY, 1959**), il y a ceux de (**SENEVET et ANDARELLI, 1960**) qui rapportent la présence de cinq espèces d'*Anophèles*, en passant par les travaux de (**HASSI et KHELAIFIA, 2004**) dans la région d'El-Feidh El-Guebli à El-Kala ; ceux de (**BENDALI, 2006**) qui rapportent la présence d'*Anophèles Clavigier* et *Anophèles macculipennis* dans le lac Oubéira et finalement ceux de (**AOUATI, 2005**), (**BERREZIG, 2007**) et (**TAHRAOUI, 2008**). (**BERCHI, 2000**) qui ont collecté quatre espèces d'*Anophèles* dans la région de Constantine, ceux de (**HASSAINE, 2002**) sur les *Anophèles* de la région Ouest d'Algérie.

D'après (**BENMANSOUR, 1972**), *Anophèles labranchiae* se classe parmi les principales espèces de la faune Anophélienne du Maroc. Cette espèce est la seule identifiée en Afrique du Nord (**GUY, 1959** ; **SENEVET et ANDARELLI, 1960** ; **BRUNHES et al, 1999**).

La larve de cette espèce a été rencontrée dans des mares résiduelles à végétation verte et au niveau du lit des Oueds (**ANDARELLI, 1954**). (**BRUNHES et al, 1999**) montre que l'eau de

ces gîtes peut être douce ou légèrement saumâtre, mais toujours exposée au soleil. (**BERNER, 1974**) a rencontré cette espèce dans les gîtes permanents et dans les rizières. (**LOUNACI, 2003**) a capturé cette espèce dans le parc de l’Institut agronomique d’El-Harrach et à Oued Saboun (Tizi-ouzou), (**BERCHI, 2000**) signale la présence de cette espèce dans des marécages, situés près de Constantine. (**HAMAIDIA, 2004**) a capturé cette espèce à Souk-Ahras et à Tébessa. (**BEBBA, 2004**) a capturé cette espèce à Oued-Righ, dans des gîtes permanents et temporaires à eau stagnante riche ou pauvres en végétation.

Culex hortensis n’a jamais été impliqué dans la transmission des parasitoses humaines. Elle est connue au Maroc, en Tunisie mais aussi en Algérie. (**HASSAIN, 2002**) rapporte que cette espèce peut atteindre 2500 m d’altitude. Nous avons échantillonné cette espèce au mois de Janvier et de Février dans la région de Skikda au niveau des gîtes permanents à eau stagnante riche en végétation. (**ANDARELLI, 1954**) l’a rencontré dans des canaux d’irrigations au nord des Aurès, (**LOUNACI, 2003**) l’a récolté dans des gîtes pauvres en végétations et dans le marais de Reghia. (**HAMAIDIA, 2004**) a récolté cette espèce dans des gîtes permanents et temporaires avec ou sans végétations, dans les régions de Souk-Ahras et Tébessa.

Ae. caspius Cette espèce montre une accessibilité remarquable les gîtes temporaires à eau salée (creux de roches), elle a une large répartition et s’étend sur la quasi-totalité de la région paléarctique comprenant l’Europe, l’Afrique du nord et l’Asie au nord de l’Himalaya (**SINEGRE, 1974**). Cette espèce est trouvée dans de nombreuses régions, elle est signalée sur tout le littoral méditerranéen (**SEGUY, 1951**). Elle est répandue sur tous les rivages de France (**RIOUX, 1958**), en Egypte, cette espèce est très commune dans tout le Delta, la zone du canal et la vallée du Nil (**KIBRAPATRICK, 1925**). En Algérie, **SENEVET ET ANDARELLI (1960)** signalent la plus grande fréquence dans l’Oranais. Selon **SINEGRE (1974)** cette espèce halophile, affectionne tout particulièrement les eaux faiblement ou moyennement salées alors que nos récoltes montrent que cette espèce est échantillonnée dans des gîtes dont la salinité est très élevée 36g/l. *Ae caspius* a été trouvé aussi à Touggourt (**BOUDRIHEM, 2001**) et à Oued Righ (**BEBBA, 2004**), dans des gîtes qui se caractérise par des teneurs assez considérables en sel.

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

(BRUNNHES et al., 2001). SENEVET et ANDARELLI (1960) montrent que c'est une espèce Saharienne, HAMAIIDIA (2004) l'a trouvé au niveau des gîtes temporaires et permanents dans la région de Souk-Ahras et Tébessa, BOUDEMAGH et al., (2013) a déclaré sa présence dans la région de Collo, nous avons récolté cette espèce dans région d'El Marsa dans la wilaya de Skikda.

Selon nos investigations, le genre *Uranotaenia* ne se manifeste que d'une seule espèce : *Uranotaenia unguiculata* qui a été identifié au niveau de subéraie d'El-Mellah. Les travaux de (NOURI, 2009) indiquent sa présence dans les régions d'Annaba et Skikda, SCHAFFNER (1998) en France, BOUDEMAGH et al. (2013) ont aussi signalé la présence de cette espèce dans la région de Collo (Skikda) au Nord-Est algérien.

Culex theileri a été récolté dans les wilaya de Skikda et Guelma. 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. Elle a été trouvé dans plusieurs régions d'Algérie ; SENEVET et ANDARELLI (1960) signalent l'existence de cette espèce à Alger et à Oran. SENEVET et ANDARELLI (1969) et BERCHI (2000) à Constantine. CLASTRIER et SENEVET (1961), signalent l'existence de l'espèce dans deux régions du Sahara algérien, El Golea et Ain Emgeul. LOUNACI (2003) affirme que cette espèce préfère les gîtes naturels. HAMAIIDIA (2004) l'a rencontré dans les régions de Souk- Ahras et Tébessa et BEBBA (2004) dans la région d'Oued Righ.

Culiseta annulata est présente dans toute l'Europe, depuis les régions les plus septentrionales jusqu'à la Méditerranée (BRUNHES et al., 1999). Dans le «Midi» méditerranéen, *Culiseta annulata* occupe la totalité du territoire qui lui est offert en respectant néanmoins les faciès hyperhalophiles et des rochers maritimes (RIOUX, 1958) ; elle a été aussi signalée dans les 3 pays du Maghreb où elle se rencontre le plus souvent en altitude (BRUNHES et al., 1999). D'après SENEVET et ANDARELLI (1960), l'espèce *Culiseta annulata* a été décrit de divers points d'Algérie, elle est plus fréquente dans l'Oranais que dans l'Algérois et surtout le constantinois et le Sahara. Les travaux de CLASTRIER et SENEVET (1961) sur les moustiques du Sahara central, signalent la présence de cette espèce à In Salah. *Culiseta annulata* est une espèce

«indifférente», c'est à dire, d'une grande plasticité écologique. Elle se rencontre dans les biotopes les plus variés que ce soit naturels tels que (mare riche en matière organique, prairie inondée, fossé, bords des rivières) ou artificiels (bassin, citerne) (**RIOUX, 1958 ; BRUNHES et al., 1999**).

Cx. modestus a été signalé dans le Maghreb, mais sa présence y est toujours discrète (**BRUNHES et al., 1999**). **LOUNACI (2003)** affirme l'existence de *Cx modestus* dans le gîte du parc d'Institut agronomique. **HAMAIDIA (2004)** mentionne cette espèce dans la région de Tebessa au niveau des gîtes pollués. Elle a été également signalée par **BEBBA (2004)** dans la région de Oued Righ. **BOULKNAFET (2006)** l'a trouvé dans la région de Skikda et dans la région de Mila par **MESSAI et al., (2010)**.

4.2. L'effet des bioinsecticides sur la toxicité la fertilité, comportement, fécondité et développement de *Culex pipiens* :

Parmi les insecticides naturels les plus couramment utilisés, figure le spinosad, l'*Azadirachtine*, le *Bacillus thuringiensis* (*Bti*) et le *Bacillus sphaericus* (*Bsp*), présentant chacun des mécanismes d'actions singulier et faisant l'objet d'un certain nombre de travaux, comme ceux de (**TOMLIN, 2000**) qui stipulent que le (*Bti*) est considéré comme larvicide de référence pour les opérations de lutte contre les moustiques, ceux de (**DE BARJAC, 1978**) sur l'effet du *Bacillus thuringiensis* et ceux de (**BENDALI, 2006**) qui ont porté sur l'effet de *Bacillus thuringiensis* var *israelensis* (*Bti*) sérotype H14 et le *Bacillus sphaericus* (*Bsp*) 1593 à l'égard des larves de *Culex pipiens*

Dans notre présente étude on a démontré que L'*Azadirachtine* a un effet larvicide sur les larves L4 de *Culex pipiens* étudiées et les résultats indiquent des taux de mortalités allant jusqu'à 100%, ceci traduit une mortalité corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition. Les résultats indiquent également des DL et TL (50 et 90).

Dans ce même axe s'inscrivent plusieurs travaux comme ceux de (**MERABTI 2016**) qui a testé l'efficacité de l'*Azadirachtine* sur les larves de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*. On cite aussi les travaux de (**ALOUANI, 2006**) qui a étudiée l'activité biologique de l'*Azadirachtine* sur les larves L4 de *Culex pipiens* avec des concentrations allant de 0,125, 0,250, 0,5, 0,7 à 1 mg/l. Les résultats indiquent que l'effet direct s'est traduit par un DL50% de 0,357 mg/l et que l'effet retardé quant à lui s'est traduit par un DL50% de 0,304mg/l. on signale aussi les travaux de

(ALIERO, 2003) pour l'utilisation de *l'Azadirachtine* sur le genre Anophèles et ceux de (AHMED et JANET, 2005) pour l'utilisation de ce même produit sur *Anopheles stephensi*.

Le spirotetramate est une substance toxicante orale active principalement sur les insectes cibles immatures, le spirotetramat dispose également d'un fort effet inhibiteur sur la reproduction d'insectes cibles, les insectes adultes femelles pondent significativement moins d'œufs ou de descendance vivante avec un très faible taux de survie chez les jeunes. Ces facteurs contribuent à l'augmentation du contrôle résiduel des populations de ravageurs cibles. (BELL, 2013).

Notre présente étude montre que le spirotetramate a un effect larvicide sur *Culex pipiens* cet effet est traduit par des taux de mortalité très élevés qui atteignent les 100% après seulement deux jours de traitement pour les concentrations les plus élevées.

Le *spirotéramate* est un dérivé du cétoénol de l'acide tétronique. Il inhibe la lipogenèse qui conduit à une diminution des régulateurs de croissance et de la fertilité(U.S. EP A. 2008).

Le spirotetramat est une substance toxicante orale active principalement sur les insectes cibles immatures, le spirotetramat dispose également d'un fort effet inhibiteur sur la reproduction d'insectes cibles, les insectes adultes femelles pondent significativement moins d'œufs ou de descendance vivante avec un très faible taux de survie chez les jeunes. Ces facteurs contribuent à l'augmentation du contrôle résiduel des populations de ravageurs cibles.(BELL, 2013).

Dans le même axe on cite les travaux de LEFEBVRE M (2010) qui ont porté sur l'utilisation du Spirotetramate à toxicité réduite sur deux acariens prédateurs(acariphytoseiidae)

Des quantités considérables d'insecticides chimiques de synthèse ont été utilisées dans le monde pour lutter contre ces insectes vecteur de ces maladies (OMS, 1975). Les matières actives des insecticides utilisés appartiennent aux organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates de synthèse. Ces préparations, bien qu'elles se soient révélées très efficaces sur les moustiques culicidés, présentent plusieurs inconvénients. En effet, en plus de leur coût élevé, elles peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux. Pour BARBOUCHE et al. (2001), l'accumulation significative de matières actives dans les écosystèmes traités, aquatiques et terrestres est un problème de pollution. À tous ces inconvénients s'ajoute aussi un grand problème

de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités (**GEORGHIOU et al., 1975 ; SINEGRE et al., 1977**).

Pour cela nous avons essayer une nouvelle approche de démoustication plus écologique plus efficace et respectueuse de l'environnement et de la faune et flore qui y vivent. Cette approche consiste dans lutilisations d'extraits de plantes qui ont présenté de bons résultats suite au essais préliminaire qu'on a effectué au préalable.

L'activité larvicide des extraits de plantes aromatiques a aussi été confirmée par les travaux de (**JANG et al., 2002; TANDON et SIROHI, 2010; GOVINDARAJ et RANJITHA KUMARI, 2013**). Au Maroc, l'utilisation des plantes contre les invasions de moustiques est une pratique très courante (**AOUINTY et al., 2006**). Mis à part les travaux d'**ALOUANI et al. (2009) ; HABBACHI et al, (2013, 2014)**. En Algérie, les études menées sur l'activité insecticide des extraits végétaux vis-à-vis des larves de moustiques sont peu nombreux.

Dans le même contexte nos recherches ont porté sur l'utilisation d'extraits aqueux de fleurs de *Peganum harmala*, pour déterminer sa toxicité sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. Pour cela nous avons utilisé trois doses (150g/l), (250g/l), (375 g/l). chaque concentration a été appliquée sur trois répétitions les résultats obtenus ont été comparé un un lot témoin qui n'a subit aucune toxicité ou intervention externe. Les données récupérées ont permis d'estimer la toxicité des esxtraits aqueux des fleurs de *P. harmala* sur les larve L4 de *Culex pipiens*. Les résultats obtenu ont permis de calculer plusieurs paramètres toxicologique notamment les deses létales et les temps létaux 50 et 90.

La palnte *Peganum harmala* a étéutilisé dans nos travaux sur plusieurs aspects, on a aussi utilisé les feuilles de cette dernière dans nos recherches qui portent sur la lutte d'insectes vecteurs de maladis notamment les moustiques, la partie folière de cette plante a été utilisé comme moyen de lutte contre les larves de quatirème stade de *Culex pipiens*. Nous avons préparé un extrait éthanolique des feuilles fraiche de *P. harmala* on a utilisé cette extract avec trois concentration (1 g/l, 2 g/l et 4 g/l), le test a subi trois répititions pour chaques doses les données obtenus ont été comparé à un lot témoin. Nos calculs démontrent une grande toxicité des extraits éthanolique des feuilles fraiches de *P. harmala* sur les larves L4 de *Culex pipiens* cette toxicité est traduite par des

concentrations létale 50 qui varient entre 16,59 g/l et 0,89g/l, et des concentrations létale 90 d'une valeur de 110,96 g/l et 4,07 g/l respectivement après deux et quinze jours de traitement.

Dans ce même axe s'inscrivent plusieurs travaux étudiant l'effet toxique des produits issus des végétaux contre les larves de moustiques. Nous citons à cet effet, les travaux d'**ALOUANI et al. (2009)** qui ont mis en évidence une activité larvicide de l'Azadiractine (extrait d'arbre *Azadirachta indica*) sur les larves de 4^{ème} stade de *Cx.pipiens*. **GOVINDARA ET BOLLIPO KUMARI(2013)** sur *Ae. aegypti* ont testés avec succès l'activité larvicide des huiles essentielles de *Artemisia vulgaris* (Asteraceae). Nos résultats confirment ceux trouvés par **BENAYAD (2008)** qui montrent un effet sur les larves du *sitophilus oryzae, rhizopertha dominica*, qui sont des ravageurs des denrées alimentaires stockées.

En se référant aussi l'étude réalisée au Maroc il semblerait que l'efficacité des extraits pourrait dépendre du type de plante, les extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis L.*) et du bois thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) ont donné 100 % de morts des larves de *Cx. pipiens* à partir d'une concentration de 4%. Cependant, dans l'extrait du *Ricinus communis*, le taux de mortalité a été de 100% avec une concentration de 1% (**AOUINTY ET AL., 2006**).

Plusieurs travaux indiquent l'effet toxique du *P harmala* contre des insectes. Nous citons ceux **HABBACHI et al. (2013 ; 2014)** indiquant un effet larvicide contre les larves de *D. melanogaster* et *Cx. pipiens* (Diptera). **IDRISSI-HASSANI et al.(1998)**, **ABBASI et al.(2003 ;2003b)** et **IDRISSI-HASSANI et HERMAS (2008)** ont évalué le potentiel acaricide de la plante contre *Shistocerca gregaria* , **ABBASI et al (2010)** a montré l'activité insecticide de l'extrait des graines de *P. harmala* contre le *Plutella xylostella* (Lepidoptera).

Dans la vie d'un moustique, l'acte d'oviposition conditionne à lui seul la survie ou la mort de la génération suivante (**SUBRA, 1971**).

Des nombreuses études effectuées sur les facteurs conditionnant l'oviposition montrent l'extrême complexité du problème. La présence ou l'absence des facteurs attractifs et stimulants semble jouer un rôle capital dans le choix des lieux de ponte.

HADDOW et GILLETT ont consacré en **1957** un premier travail sur ce sujet chez *Aedes aegypti*, En utilisant des moustiques d'élevage, exposés aux fluctuations normales de la lumière du jour, ils ont pu observer un cycle de ponte comportant un pic dans l'après-midi.

Les solutions salées peuvent également avoir un pouvoir attractif, variable d'ailleurs en fonction de l'espèce et du genre considérés (**WALLIS, 1954**), mais il y a aussi des cas où la salinité peut être un facteur beaucoup plus répulsif qu'attractif dans la recherche de gîtes de ponte appropriés (**PETERSEN, 1969**).

Dans notre présente étude on a observer l'effets que peuvent avoir des bio insecticides sur le rythme de ponte des femelles adultes *Culex pipiens*. C'est dernières sont placé dans une cage cubique fermé et a leur disposition deux recipients l'un contient de l'eau de source uniquement le secon contien de l'eau de source et denotre bio insecticide, les œufs pondent par les femelles gravides testées sont en primié temp localisé soit dans le pot témoin ou le pot traité, ensuite prélevés et dénombrés sous microscope et l'amas est ensuite mis a par a fin d'étudié et observé le développement de tous les stade qui suivre l'éclosion.

Le premier bio insecticide qu'on a utilisé c'est l'*Azadirachtine* les résultats obtenus de ce test sont très intéressant car en remarque un effet direct sur le choix de ponte, on observe 27 pontes dans le lot témoin contre 2 seulement dans le lot traité et un effet différé car les œufs pondus dans le milieu contenant l'*Azadiractine* n'ont pas éclos, donc non seulement il joue un rôle répulsif pour les femelles gravides de *Culex pipiens* mais aussi il empêche l'éclosion des œufs pondus par cette dernière. D'autres étuddes ont montrés que le traitement des femelles d'*An. stephensi* avec le neem provoque un retard du développement des ovocytes (**LUCANTONI et al., 2006**) **DHAR et al, (1996)** indiqués que l'exposition à l'extrait de neem a supprimé plutôt qu'a empêché l'oviposition chez les moustiques.

La seconde molécule utiliser est le *Spirotetramate* qui a montré un effet fortement toxique sur les larves de quatrième stade de *Culex pipiens* avec des taux de mortalité élevé, on l'a aussi utiliser sur les adultes de la même espèces il joue le rôle de répulssif pour les femelle gravide de *Culex pipiens* avec trois amas seulement pondu dans le milieu traité contre 26 ponte dans le milieu témoin on remarque une différence significative d'une valeur de $P = 0,01$.

Dans le même axe **BELL, (2013)** indiqueles insectes adultes femelles pondent significativement moins d'œufs ou de descendance vivante avec un très faible taux de survie chez les jeunes. Ces facteurs contribuent à l'augmentation du contrôle résiduel des populations de ravageurs cibles.

Les composés allélochimiques (attractifs ou répulsifs) contenus dans les végétaux jouent un rôle majeur dans l'acceptation de la plante par l'insecte. **WITZGALL et al. (2008)**, ont montré que les signaux odorants et les signaux visuels sont importants pour la survie des espèces. Ces signaux odorants sont les signaux chimiques qui guident les insectes vers la nourriture qu'ils préfèrent et sur laquelle se base un insecte phytophage dans le choix d'un site de ponte (**STADLER, 2002 ; BANAIGS, 2004**). Ce sont également des molécules en suspension dans l'air ambiant (molécules volatiles à propriétés odorantes) qui permettent à l'insecte de détecter le partenaire sexuel, de localiser ses prédateurs ou encore d'identifier ses congénères (**MASSON et BROSSUT, 1981**). En effet l'odorat reste la modalité sensorielle la plus fréquente (**SCHRÖDER et HILKER, 2008**).

Dans ce même chapitre Nous avons aussi étudier l'attractivité de certains substances végétales issues de plantes telle que le *Peganum harmala*, pour cela on a utiliser des extraits aqueux des fleurs de *Peganum harmala* pour testé l'attractivité des femelles gravides de *Culex pipiens* et observé le comportement de ponte de c'est dernière vis-à-vis cet extrait. Les résultats obtenus montre qu'il n'y a pas de différences significative entre les nombres de pontes des deux milieux, ce qui nous laisse pensé que les extrait aqueux des fleurs de *P. harmala* n'ont pas d'effets direct sur le choix de ponte des femelles gravide *Culex pipiens*.

D'autre part les extraits éthanolique de la même plante nous donne des résultats différents que les précédents, effectivement contrairement au extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* les extraits éthanolique des feuilles fraiche de la même plante on montré qu'ils ont un effet répulsif pour les femelles gravides *Culex pipiens*, avec un *P* d'une valeur de 0,96.

ces facteurs attractifs (chimique et physique) ont retenu l'attention de très nombreux auteurs telle que **HADDOW ET GILLETT** qui ont consacré en **1957** un premier travail sur ce sujet chez *Ae aegypti*, en utilisant des moustiques d'élevage, exposés aux fluctuations normales de la lumière du jour, ils ont pu observer un cycle de ponte comportant un pic dans l'après-midi. **FAY et PERRIS (1965)** et ont pu observer que les femelles gravides d'*Ae. aegypti* étaient influencées dans leur choix par la nature du substrat tapissant les récipients de ponte. Ils ont également montré que diverses solutions (de benzoate de sodium notamment) avaient un grand pouvoir attractif.

D'après (**CHADEE et al, 1993 ; SCOTT et al, 2001**) les infusions de feuilles, de foin et d'herbe fraîche sont connues pour leurs propriétés attractives vis-à-vis des moustiques .

Par ailleurs, la présence d'algues et les bactéries dans les milieux (**HAZARD et al.,1967 ; TREXLER et al., 2006**), les teneurs en azote, phosphore et potassium (NPK) dans les eaux (**DARRIET et CORBEL, 2008**), à l'île de la Réunion, *Ae. albopictus* colonise en milieu urbain les soucoupes placées sous les plantes en pots (**DELATTEet al., 2008**) où les eaux d'arrosage et de pluie percolent à travers des terres et des terreaux riches en sels minéraux et en matière organique. Dans les rizières, où ce qui reste de la paille de riz après la récolte est incorporé dans le sol, la densité maximale en larves de *An. arabiensis*, *An. gambiae*, dans les casiers a été observée peu après l'épandage des engrais au moment du repiquage (**MWANGANGI et al., 2006**).

Dans nos travaux on a aussi étudié l'effets non direct mais différé que peuvent avoir des bio insecticides sur la fécondité et la fertilité de la génération suivante de *Culex pipienson* a utilisé pour ce test quatre bioinsecticides (*Azadiractine*, *Spirotetramat*, extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* et extraits éthanolique de *P. harmala*). On a enregistré une perturbation et une diminution de la fertilité et la fécondité chez tous les sujets traité la diminution la plus élevée a été observé suite au traitement au spirotetramate on a observé une différence hautement significative $P = 0,001$.

Dans le même contexte, nos résultats rejoignent ceux de (**MERABTI, 2016**) qui disentLes larves traitées étaient morphologiquement normales d'après des observations sous microscope, mais elles ont montré une grande réduction de la fécondité. Les mêmes résultats ont été observés lors de l'utilisation des traitements avec *Bacillus sphaericus*, qui a été testé contre *Anopheles stephensi* (vecteur du paludisme) (**KUMAR et al., 2013**). Pourtant, les travaux de **AMIRA (2014)** ont montré microscopiquement que les larves traitées avec le RH-0345 présentent des changements morphologiques. Plusieurs aspects ont été observés après traitement des larves ; comme gonflement du thorax qui donne l'impression de deux têtes. Généralement ces malformations sont accompagnées par une inhibition de l'exuviation larvaire, nympho-adulte, exuviation partielle de l'adulte limitée à la partie antérieure. Le même traitement provoque aussi l'apparition des anomalies de différents types chez *T. molitor* (**LAKBAR, 2000**), tout comme le RH-5849, RH-5992, RH-0345 et le RH-2485 appliqués sur des nymphes d'*Ephestia kuehniella zeller* (**HAMI et al., 2004 ; GRAMDI, 2007**).

La dernière étape de notre travail qui a fait l'objet d'une étude des effets de différents bio pesticides phase, étape et chaque mues dans le cycle de développement de notre matériel biologique qui est *Culex pipiens*.

Les résultats obtenues suite au travaux réalisé sur l'effets de (l'*Azadiractine*, *Spirotetramate*, extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* et extraits éthanoliques de *P. harmala*) sur le développement de *Culex pipiens* ont montré que les bio pesticides utilisés agissent et perturbent leur cycle de développement dans chaque mue ou phase de leur vie, que ce soit dans la ponte, l'éclosion des œufs, les différentes mues larvaire, la nymphose, l'émergence des adultes. On a observé des allongements et des diminutions des durées des mues, des diminutions des taux d'éclosion, et une baisse notable de la fertilité et fécondité entre les lots traités et leur homologues témoins. Plusieurs travaux on cité c'est perturbations notamment ceux de **ALOUANI et al., (2009)** sur *Cx.pipiens*, qui montre que *l'Azadarachtine* allonge la durée de développement larvaire et provoque une stérilisation chez les adultes traités. Le même effet est enregistré lors de l'utilisation des inhibiteurs de la synthèse de chitine à l'égard des œufs de *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* et *An. stephensi* (**VASUKI, 1990**). chez *D. melanogaster*, le *Btk* agit fortement sur le développement des larves de *D. melanogaster* et ce qui influe sur le nombre de pupes et des adultes obtenus comme on a enregistré un blocage des mues imaginaires et de mal-formations au niveau des ailes des adultes. (**HABBACHI et al., 2014**). Les résultats sont encore appuyés par les essais de l'azadirachtin, DFB et le pyriproxyf sur les œufs de *Ae. albopictus*, *Ae. Aegypti*, *Ae. Atropalpus* et *Cx. pipiens* (**SUMAN et al., 2013**). **AMIRA, (2013)** a démontré que le RH-0345 affecte la réduction de la fécondité et la fertilité de *Cx.pipiens*. Les travaux de **GHY (1971)** montrent que lorsque la toxine est ingérée par le criquet au début d'un stade larvaire, le ralentissement de développement se manifeste dès ce stade et le retard, subsiste d'autant plus longtemps que les quantités de la toxine ingérées sont plus fortes. Plusieurs autres résultats de perturbation des phases de développements similaires au nôtres on été signalé par (**BENHISSEN 2016**), (**ZEBITZ, 1986**), (**BRUNETON, 1993 ; DUKE, 1985 in IDRISI, 2000**), (**MERABTI et al 2016**).



CONCLUSION

5. Conclusion

La réalisation d'inventaire faunistique s'inscrit dans le cadre de la conservation de la biodiversité qui consiste en un enjeu planétaire et qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. Les maladies transmises par les Insectes constituent une source majeure de morbidité et de mortalité dans le monde. Les moustiques à eux seuls transmettent des maladies à plus de 700 millions de personnes et la malaria tue environ 3 millions de personnes chaque année (c).

L'extrême Nord Est de l'Algérie se caractérise par un climat méditerranéen (chaud et humide) et riche en réserve hydrologique, ce qui favorise le développement des Culicidae. Ces caractéristiques environnementales ont permis aux chercheurs dans cette thématique de prendre la région en main, et de réaliser des inventaires saisonniers et annuels pour donner un listing des différentes espèces de la région. La première partie de notre étude a été consacrée à l'identification systématiques des espèces de Culicidae, des inventaires ont été effectués dans tout type de gîtes se situant dans la région de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, El Tarf et Guelma). Les prospections menées sur terrain, ont permis d'inventorier douze espèces. La première partie de notre travail est finalisé par les calculs des paramètres écologiques de notre région d'étude a fin de caractérisé les différentes espèces qui compose ce peuplement.

L'inventaire de la faune culicidienne qui peuplent notre région d'étude a durée 4 ans à partir de 2014 jusqu'à 2017 tout au long de cette étude des récoltes, identifications, relevés ont été effectué 6218 individus ont été capturé et ramené au labo pour identification appartenant à 12 espèces et à quatre genre différents, (*Aedes*, *Anophelès*, *Culex*, *Culiseta* et *Uranotaenia*). *Culex pipiens* est l'espèce la plus représentatif et la plus abondante de notre région d'étude avec à elle seule presque la moitié de l'effectif et de la fréquence totale des relevés, suivit de *Culex impidicus* avec 13,62%, et de chacune de *Anopheles clavigier*, *Anopheles laranchae* et de *Culiseta longiareolata* avec 8%, le reste des autres espèces présent avec des taux faibles sont considéré comme rares.

En termes de richesse, la région de Skikda avec 11 espèces est celle qui compte la plus grande richesse, suivit par la région d'El Tarf avec 8 espèces, la région d'Annaba avec 6 espèces et enfin la région de Guelma avec seulement 5 espèces.

On remarque aussi que le genre *Culex* est le plus abondant avec la présence de 6 espèces suivit du genre *Anopheles*, et *Culiseta* avec 2 espèces pour chacune d'entre elles, et enfin le genre

Aedes et *Uranotaenia* avec une seule espèce pour chacun d'eux .Pour ce qui est de l'espèce la plus représentatif de notre région d'étude c'est *Culex pipiens*, cette dernière a été capturé dans toutes les stations de notre région d'étude, dans différents types de gites et cela pendant toute la durée d'étude et sans coupure.

Dans la deuxième partie de notre étude on a aussi utilisé différents bio insecticides a fin d'évaluée leurs effets sur différents aspects de *Culex pipiens* qui est l'espèce la plus abondante dans notre région, le première axe de notre seconde partie consisté a utilisé (l'*Azadirachtine*, *Spirotetramat*, extraits aqueux des fleurs de *P. harmala*, et les extraits éthanolique des feuilles fraîches de *P. harmala*) à l'égard des larves de quatrième stade de *Culex pipiens*. Les résultats obtenus montrent que chacun des bio insecticides utilisé à un effet toxique direct sur les larves qui on subits le traitement cette effet est traduit par des taux de mortalité très élevés qui atteignent les 100% de mortalité après 2 ou 15 jours cela dépend de la concentration utilisée.

Une étude statistique a aussi été réalisé afin de récupérer le maximum de résultats à partir des données récupéré suite aux tests toxicologiques, plusieurs paramètres toxicologiques ont été calculé notamment les temps létaux 50 et 90 mais aussi les doses létales 50 et 90 afin d'avoir une idée bien précise de la dose ou le temps exact qu'il faut pour éliminer un certain nombre ou dans certaine durée de temps bien précise.

Le second axe de notre deuxième partie d'étude porte essentiellement sur l'effets des insecticides et des extract utilisés sur le comportement de choix de pontes des femelles gravides *Culex pipiens*, les résultats obtenus montre que les molécules utilisé on non seulement un effet direct sur le comportement de choix d'oviposition car ils jouent le rôle de répulsifs, mais on aussi des effets différés tell que la diminution du nombre des œufs pondus, et la perturbation voir même le blocage de l'éclosion des œufs pondus dans les milieux traités comme dans le cas de *l'Azadirachtine*. Suite a c'est observations on a initié une étude qui a porté sur une comparaison entre les pontes des femelles saines et traités par différentes concentrations de chacun de (*l'Azadirachtine*, *Spirotetramat*, extraits aqueux des fleurs de *P. harmala*, et les extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala*). Les résultats obtenus montrent une baisse considérable de la fertilité et la fécondité chez les femelles traités comparais a leur homologues témoins.

Et dans le dernière axe de notre étude on a observé les effets de (*l’Azadirachtine, Spirotetramat, extraits aqueux des fleurs de P. harmala, et les extraits éthanoliques des feuilles fraîches de P. harmala*). Sur chaque phase, mue, ou étape du développement de notre matériel biologique qui est *Culex pipiens*, nos résultats ont montré une perturbation significative dans chaque période du cycle de leurs développement la plupart du temp été des allongements et des retards que ce soit la durée de ponte, ou bien la durée d’éclosion, la durée des passages larvaire, la nymphose ou même la durée d’émergence.

Les résultats obtenus montrent que les bio insecticides utilisé qui sont (*l’Azadirachtine, Spirotetramat, extraits aqueux des fleurs de P. harmala, et les extraits éthanoliques des feuilles fraîches de P. harmala*). Ont un effet direct et différé sur *Culex pipiens* que ce soit un effet larvicide, toxique, perturbe leur comportement de ponte, une réduction de la fertilité et la fécondité et aussi une perturbation du développement qui est traduite par des allongements et retards dans toutes les étapes du cycle de vie de *Culex pipiens*.

.....

REFERANCES

.....

BIBLIOGRAPHIQUES

.....

Références bibliographiques

1. **ABBASI et al. 2003 ;2003b ABBASSI ET AL.2003 ;2003B.** Abbassi K., Atay-Kadiri Z et Ghaout S., 2003b . Biological effects of alkaloids extracted from three plants of Moroccan arid areas on the desert locust. *Physiological Entomology*, 28, 32- 236.
2. **ABOUZEITOUNE, 1991.** . Evaluation de la lutte biologique des larves de *Culex pipiens* (Diptères : Culicidae) à l'aide de Gambusia affinis (poisson téléostéen).
3. **ADAMS, T.S., 1999.-** Hematophagy and hormone release. Annals of the Entomological Society of America, 92(1): 1-13.
4. **ADISSO D. N et ALIA A.R.,2005.-** Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net ® et Permanet ® dans les conditions de terrain. Mémoire de fin de formation en. ABM-DITEPAC-UAC, Cotonou. 79p.
5. **AHMED A et JANET H, 2005.** Ptrethroid insecticide resistance and treated bednets efficacy in malaria cotrol. Pesticide Biochem and physiol.
6. **ALAOUI Slimani N, 2002.-** Faune culicidienne d'une zone marécageuse de Rabat-Salé : Biotypologie et contribution à la lutte par des substances naturelles. Thèse Doct. es Sci. Biol., Fac. Sci. Univ. Mohammed V., Rabat, Maroc, 192 p.
7. **ALARIE Y, 1990.-** Taxonomie assistée par ordinateur. Annale. Université de Laurentienne.
8. **ALOUANI, 2006.-** Activité biologique de l'Azadiractine sur le moustique *Culex pipiens L*. Développement et activité é enzymatique. Mémoire de Magister.
9. **ALOUANI A., REHIMI N ET SOLTANI N., 2009.-** Larvicidal Activity of a Neem Tree Extract (Azadirachtin) Against Mosquito Larvae in the Republic of Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 2, 15-22.
10. **AMIRA K., 2014.-** Caractérisation des hydrocarbures cuticulaires et l'effet d'un régulateur de croissance, RH-0345 sur le développement et la reproduction de *Culex pipiens*. Mém Doc. Université de Annaba.56 p.
11. **ANDARELLI L, 1954.-** Les Anophelinés et les Culicinés de L'Aurès, la lutte antipaludique en Algérie (Campagne 1953). Alger, Gouvernement générale de l'Algérie. Direction de santé publique, 133-141, Parasit. Paris 45(9): 385-386.

Références bibliographiques

- 12. ANDREO S, 2003.-** L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampoing à 0,07% de deltaméthrine sur un moustique du complexe *Culex pipiens*. Th.: Med. Vet. : Toulouse, 128. 63 pp.
- 13. AOUATI A, 2005.-** Etude de la biodiversité des Culicidae du marais Lac des oiseaux. Mémoire d'ingénieur. Univ. Annaba.
- 14. AOUATI A, 2009.-** Inventaire des Culicidae des zones humides et des forêts de chêne-liège. Caractérisation systématique par les profils des hydrocarbures cuticulaires. Essais de lutte. Mémoire de Magister. Univ. Annaba
- 15. AOUINTY B., OUFARA S., MELLOUKI F., MAHARI S., 2006.** Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés, *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement (BASE)*, 10 (2), 67-71.
- 16. AQEL et HADDI, 1991.-** Direct relaxant effect of *Peganum harmala* seed extract smooth muscles of rabbit and guinea pig. *International Journal of Pharmacology Lisse*, 29: 176- 182.
- 17. AYOUB, M. T., AL-ALLAF, T. & RASHAN L. J. 1994.-** Antiproliferative activity of harmalol. *Fitoterapia*, 65: 14-18.
- 18. BANAIGS B, 2004.-** La communication chimique dans le monde vivant. Inserm, Université de Perpignan : 133-146.
- 19. BARBAULT R, 1981.-** Ecologie des populations et peuplements. Ed. Masson, Paris, 200p.
- 20. BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G et AMMAR M., 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (*Solanaceae*) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5 (2), 85–90.
- 21. BEBBA N, 2004.-** Etude comparative des effets des insecticides sur les populations larvaires de Culicidae de Constantine et Oued Righ (Touggourt et Djamaâa). Mém. Mag. Université de Constantine.110 p.
- 22. BELLJ.W, 2013.-** Petition for a Three Year Extension of Exclusive Use Data Protection for spirotetramat As Provided for Under FIFRA Section 3 (c) (1) (F) (ii).48PP.

- 23. BELLAKHDAR J, 1997.-** La pharmacopée marocaine traditionnelle ; Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. *Ibis Press, Saint Etienne.* 764 pp.
- 24. BENAYAD N, 2008.-** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines, moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V-Agdal de Rabat, Maroc. 200 pp.
- 25. BENDALI F, 1989.-** Etude de *Culex pipiens*. Anatogene, systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israellensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et d'espèces d'hydracariens. Mémoire en vue de l'obtention de magister.
- 26. BENDALI.F ; DJEBBAR. F ; SOLTANI. N, 2001 :** Efficacité comparé de quelques espèces de poisson à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L dans des conditions de laboratoire. *Parasitica.* 57 (4) :255-265.
- 27. BENDALI F, 2006.-** Etude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba .Lutte biologique anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale. Université d'Annaba.
- 28. BENHISSEN S, 2016.-** Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région d'Ouled-Djellal (Biskra). Effet des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. Thèse de Doctorat en Ecologie Animale. Université de Badji Mokhtar de Annaba, Algérie. 126 pp.
- 29. BENHISSEN S., MADI H, 2009-**Inventaire de la faune Culicidienne dans un écosystème aride (Ouled-Djellal) et dans un écosystème semi-aride (Souk-Ahras). Mem. Master en écophysiologie Animale. Univ. Annaba.
- 30. BENMANSOUR N, 1972.-** Note sur la faune Anophéline du Maroc. *Bull. Inst. Hyg. Maroc*, 52(1) : 103-112.
- 31. BENYACOUB S, et CHABI Y, 2000.-** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Composition, statut de répartition. Synthèse n : 7 Juin 2000. Revue des sciences et technologie, Univ. Annaba. 7(6) : 3 – 98.
- 32. BERCHI S, 2000a.-** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens* L. au malathion à Constantine (Algérie) (Diptera, Culicidae), *Bulletin de la société entomologique de France*, 105(2) : 125 – 129.

Références bibliographiques

- 33. BERCHI S, 2000b.**- Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttes. Thèse doc. Es – science, Université de Constantine,Algérie : 133p.
- 34. BERGE T, 1975.**- International Catalogue of Arboviruses, including certain other viruses of Vertebrates. US Depart. HLth. EDUC ; And Welfare .Public .N°75-8301,2 Edit.
- 35. BERNER L, 1974.**- Listes des moustiques provençaux. Bulletin du Muséum d'histoire.
- 36. BERREZIG W, 2007.**- Inventaire des Culicidae dans les subéraies de Brabtia au niveau du Parc National d'El-Kala.
- 37. BEZANGER-BEAUQUESNE L, Pinkas M, Torck M, TROTIN F, 1980.**- Plantes médicinales des régions tempérées. Edn. Maloine, Paris, 156.
- 38. BLONDEL J, 1975.**- L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode d'échantillonnage fréquentiels progressif (E.F.P).Rev.
- 39. BOUABIDA H et SOLTANI N., 2014.**- Inventaire des moustiques de la région de Tébessa et bioactivité du spiromesifène sur la reproduction de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* : aspects écologique et biochimique – Thèse de Doctorat des sciences, Bio.An. Univ. Annaba, 172 pp.
- 40. BOUDEMAGH N., BENDALI SAOUDI F., SOLTANI N., 2013.**- Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4 (3): pp.1-6.
- 41. BOUDJELIDA H., BOUAZIZ A., SOIN T., SMAGGHE G., SOLTANI N., 2005.**- Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 83:115-123.
- 42. BOUDRIHEM R, 2001.**- Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans quelques gites situés dans la région de Touggourt. Mém. de DES. Univ. Constantine, 20p.
- 43. BOULKENAFET F, 2006.**- Contribution à l'étude de la biodiversité des phlébotomes (Diptera : psychodidae) et appréciation de la faune culicidienne (Diptera : culicidae) à dans la région de Skikda mémoire de magister en entomologie. Université de Constantine, Algérie ; 191p.

- 44. BRUNHES I., RHAIM A., GEOFFROY B., ANGEL G. et HERVY J.P, 1999.**- Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.D., édition.
- 45. BRUMPT, 1936.**- Précis de parasitologie. Tome 2. Coll. Précis médicaux, Massons, Paris, pp. 1457-1550.
- 46. BRUNETON J, 1993.**- Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Lavoisier, 623p.
- 47. BRUNETON J, 1996.**- Plantes toxiques. Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. *Edition Lavoisier*, Paris. 529 pp.
- 48. BRUNHES I., RHAIM A., GEOFFROY B., ANGEL G. & HERVY J. P., 1999.**- Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.D.
- 49. BRUNHES J., HASSAIN K., RHAIM A et HERVY J.P, 2000.** Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Ent. France, extrait : 105(2) : 195-204.
- 50. BUTTERWORTH J. H., MORGAN E. D., 1968.**- Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. J. Chem. Soc., Chem. Commun, 23-24.
- 51. CHADEE D.D., LAKHAN A., RAMDATH W.R. et PERSAD R.C., 1993.** Oviposition response of *Aedes aegypti* mosquitoes to different concentrations of hay infusion in Trinidad, West Indies. *Journal of American Mosquito Control Association*, 9, 346-348.
- 52. CHOPRA I C, ABROL B K et HANNA K L., 1960.**- Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique. Ed. UNESCO. P 99.
- 53. CLASTRIER J et SENEVET.G., 1961.**- Les moustiques du sahara central.edi Institut Pasteur d'Algérie et Laboratoire d'Entomologie der Service Antipaludique de la Délégation Générale du Gouvernement en Algérie. T. XXXZX, no 2. p25.
- 54. CLASTRIER J., 1941.**- La présence en Algérie *d'Orthopodomyia pulchripalpis*. Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg. 19 (4) : 443-446.
- 55. CLEMENTS A.N., 1999.** The Biology of Mosquitoes. Vol 2. *Sensory reception and behaviour*. Wallingford, CABI pub., 740 p.
- 56. CROSBY DG., 1966.**- Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. *Adv. Chem. Ser.* 53, p. 1-16.

Références bibliographiques

- 57. DAGET J., 1976.**- Les modèles mathématiques en écologie. Coll. D'écologie. Ed. Masson, Paris, 172p.
- 58. DAJOZ, 1971.**- Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 59. DAJOZ, 1982.**- Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 503 p.
- 60. DARRIET F et CORBEL V., 2008.**- Propriétés attractives et modifications physicochimiques des eaux de gîtes colonisées par des larves de *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae). *Comptes Rendus Biologies*, 331, 617-622.
- 61. DAVID JP., REY D., PAUTOU MP., MEYRAN JC., 2000.**- Differential toxicity of leaf litter to *Dipteran larvae* of mosquito developmental sites. *J. Invertebr. Pathol.* 75, p. 9–18.
- 62. DE BARJAC H, 1978.**- Toxicité de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* pour les larves d'*Aedes aegypti* et d'*Anopheles stephensi*. *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, 286 D : 1175-1178.
- 63. DORVAULT., 1982.** L'officine, 21 Ed, p 1365.
- 64. DELATTE H., DEHECQ J., THIRIA J., DOMERG C., PAUPY C et FONTENILLE D., 2008.** Geographic distribution and developmental sites of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) during a chikungunya epidemic event. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 8, 25-34.
- 65. DHAR R., DAWAR H., GARG S., BASIR S.F et TALWAR G.P., 1996.** Effect of volatiles from neem and other natural products on gonotrophic cycle and oviposition of *Anopheles stephensi* and *An. Culicifacies* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 33:195–201.
- 66. DIEDHIOU S.M et FAYE O, 2010.** Etude de l'agressivité des Culicinae associant à la faune Anophélienne en zone urbaine et périurbaine : exemple de la région de Dakar (sénégal).Mim.Mast. Ento. Med. Uni. Cheikh anta diop.38p
- 67. DUKE,1985.**- Handbook of medicinal herbs. Editions CRC PressInc, Florida,676P.
- 68. EL BAHRI & CHEMLI 1991.**- *Peganum harmala* L. apoinous plant of NorthAfrica. Veterinary and Human Toxicology, 33: 276-277.
- 69. EMBERGER L, 1953.**- Sur le quotient pluviothermique. *C. R. Acad. Sc.*, 234: 2508-2510.
- 70. EUZEBY J 2008.**- Grand dictionnaire illustré de parasitologie médicale et vétérinaire. Paris : Editions Tec & Doc, 818 pp.
- 71. FAURIE, C., FERRA, C. & MEDORI, P., 1980.**- Ecologie. (eds.) Baillière J. B., Paris, 1091.
- 72. FAY R.W. and PERRY A.S., 1965.** Laboratory studies of ovipositional preferences of *Aedes aegypti*. *Mosq. News*, 25, 276-281.

Références bibliographiques

- 73. FINNEY, D. J., 1971.**- The application of probit analysis to the results of mental tests. *Psychometrika*, 9, 31-39.
- 74. FISHER, R. A. and YATES F., 1938.**- Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Oliver and Boyd, London.8p.
- 75. GEORGHIOU Gp., ARIARATNAM V., PASTERNAK Me., LIN Cs., 1975.**Organophosphorus multiresistance in *Culex quinquefasciatus* in California. *J. Econ. Entomol.* 68: 461–467.
- 76. GHY J, 1971.**- Action de la Toxine Soluble Thermostable de *Bacillus thuringiensis* sur la Croissance et le développement du criquet migrateur africain *Locusta migratoria Migratoria* (R. et F.) (Orthoptera, Acrididae). Thèse Doctorat 3ème Cycle, Biologie Animale. O.R.S.T.O.M., Université Paris-Sud. 75p.
- 77. GILLETT J. D., 1971.** Man - the third link in the epidemiological chain. Report of 1st Internat. Seminar SEATO, Bangkok.
- 78. GOVINDARAJ S et RANJITHA-KUMARI B.D., 2013 .** Composition and larvicidal activity of *Artemisia vulgaris* (L.) stem essential oil against *Aedes aegypti*. *Jordan Journal of Biological Science*, (6) 1, 11-16.
- 79. GRAMDI H. 2007.** Impact d'un analogue de l'hormone de mue, le methoxyfénazole, sur le potentiel reproducteur d'un ravageur des denrées stockées, *Ephestia Kuehniella zeller*. Thèse de Magister. Université BADJI Mokhtar-Annaba.
- 80. GREENBERG S.M., 2005.**- Showle AT., Liu T X. Effects of neem-based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect Science*, , 12, 17-23.
- 81. GUBLER. DJ, 2004:** Cities spawn epidemic dengue viruses. *Nature Medicine*, 10: 129-130. Harder, HH. Riley, SL., McCann, SF. & Irving. S.N. 1996. *DPX-MP062: a novel broadspectrum*, environmentally soft, insect control compound. Proc. Brighton Crop. Prot. Conf. 449.
- 82. GUILLAUMOT, L., 2006.**- Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Caledonie. 15 p.
- 83. GUITSEVITCHET A.V., MONCHADSKI A.S., SHTAKELBERG A.A. 1974.** Fauna of the U.S.S.R., Diptera Family Culicidae, III, 4,408p.
- 84. GUY Y, 1959.**- Les *Anopheles* du Maroc. Mém. Soc. Sc. Nat. Phys. Maroc, Zool., Nouv. Série, 7, pp. 1-235.

- 85. HABBACHI W., BENHISSEN S et OUAKID M.L., 2013.**- Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera-Drosophilidae). *Algerian journal of arid environment*. vol. 3, n° 1, Juin 2013: 82-88.
- 86. HABBACHI W., BENHISSEN S., OUAKID M.L., FARINE J.P. & BAIRI A., 2014.** Toxicity of aqueous extracts from Mediterranean plants on *Culex pipens* (Mosquitoes). Case of *Daphne gnidium* (Thymelaeaceae) and *Peganum harmala* (Zygophyllaceae). *J. Wulfenia*, 21(12): 244-252.
- 87. HADDOW.AJ et GILLETT.JD, 1957** : Observations on the oviposition cycles of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus). *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 51, 169.
- 88. HAMAIDIAI H, 2004.**- Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptéra-Nématocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tébessa (Algérie). Thèse de Magister. Univ. Constantine.
- 89. HIMMI O., DAKK M., TRARI B., ELAGBANI M-E., 1995** . Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologique et écologique. Travaux de l'institut scientifique(N44).Rabat(Maroc).
- 90. HASSAIN K, 2002.** Biogeographie et biotypologie des Culicidae (Diptera: Nématocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Ae. caspius*, *Ae. mariae* et *Cx.pipiens*) de la région occidentale Algérienne. Thèse Doc D'état. Univ. Tlemcen. 203p.
- 91. HASSI .A et KHELAIFIA, S ., 2004** . Etude systématique et épidémiologique d'*Anopheles clavigier* Vecteur du paludisme. DES en biologie animale.
- 92. HAZARD E.I., MAYER M.S et SAVAGE K.E., 1967.** -Attraction and ovipositional stimulation of gravid female mosquitoes by bacteria isolated from hay infusion. *Journal of American Mosquito Control Association*, 27, 133-136.
- 93. HIMMI O et TRARI B., 1998.**- Contribution à l'étude à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des moustiques (Diptera :culicidae) dans la région de rabat- KENITRA (Maroc).Bull Ins. Sc. Rabat ;21 :71-79.
- 94. IDRISI HASSANI L. M., ET HERMAS J., 2008.** Effet de l'alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). Zool. Baetica, vol. 19: 71-84.

- 95. IDRISI-HASSANI L.M., OULD AHMEDOU M.L., CHIHRANE J ET BOUAICHI A., 1998 .** Effets d'une alimentation en *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur la survie et le développement ovarien du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). *Ethnopharmacologia*, 23,26-41.
- 96. IDRISI-HASSANI L.M ET HERMAS J., 2008 .** Effets de l'alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur le tube digestif du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae). *Zoologica baetica*, 19, 71-84.
- 97. JACOBSON M., 1989.-** Botanical pesticides, past present and future *In* Arnason J T et al. Insecticides of plant origin. Washington. American chemical Society symposium, series 387,1-
- 98. JANG YS., BAEK BR., YANG YC., KIM MK., LEE HS., 2002.-** Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* **18** (3), p. 210–213.
- 99. KAYSER O., ALBRECHT F.K. & SIMON L.C., 2003.** Natural Products as potential antiparasitic drugs. Robert Koch-Institut, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Department of Infectious and Tropical Diseases, Keppel Street, London, United Kingdom.
- 100. KERBOUA F., MERNIZ N., 1997.-** Contribution à l'impact de quelques paramètres physicochimiques des eaux, sur la prolifération des Culicidae (Diptera) en zone préurbaine (Wilaya de Constantine). Cas particulier de *Culex pipiens* L. Mém d'Ing D'Etat en écologie.89p .
- 101. KNIGHT K.L ET STONE A., 1977.-** A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera, Culicidae). The Thomas say foundation, vol. 6,2^e edit., publier par Entomological Society of America, Mary land., 35: 278 – 282.
- 102. KONAN O Y, 2003.-** L., Koffi A.A., Doannio J.M.C., et Darriet F., Résistance de *Culex quinquefasciatus* (SAY, 1823) à la Deltaméthrine et l'utilisation de la moustiquaire imprégnée en milieu urbain de Bouaké, Côte d'ivoire. Ent. Méd. courte note n°2380, 2003: 128-129.
- 103. KREUTZWEISER D.P., CAPELL S.S., WAINIO-KEIZER K.L. AND EICHENBERG D.C., 1994.-** Toxicity of a new molt-inducing insecticide (RH-5992) to aquatic invertebrates, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 28:14-24.
- 104. KUMAR N.A. , K. MURUGAN, K. HOBANA., ABIRAMI D., 2013.-** Scientific Research and Essay, 8(11), 425.

105. **LACEY L.A. AND ORR B.K., 1994.**- The role of biological control of mosquitoes in integrated vector control. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.*, 50(6):97-115.
106. **LAKBAR C. 2000.**- Effet d'un analogue des écdystéroides (RH-0345) et un agoniste de l'hormone juvénile (pyriproxyfen) sur le développement et la reproduction de *Tenebriomolitor*. Thèse de Magister. Université BADJI Mokhtar-Annaba.
107. **LALA S., PRAMANICK S., MUKHOPADHYAY S., BANDYOPADHYAY S. & BASU M.K., 2004.** Harmine : Evaluation of its anti-leishmanial properties in various vesicular delivery systems. *J. Drug Target*, 12: 165-175
108. **LAMCHOURI F., SETTAFA., CHERRAHY., EL HAMIDIM., TLIGUIN., LYOUSSI B. & HASSARN M., 2002.** Experimental toxicity of *Peganum harmala* seeds. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 60: 123-129.
109. **LAWRENCE I. GILBERT, SARJEET S. GILL., 2010.**- Insect Control: Biological and Synthetic Agents. Academic Press.1 st Edi.490p.
110. **LEFEBVRE, M., N. J. BOSTANIAN, G. RACETTE, H. THISTLEWOOD ET Y. MAUFFETTE. 2010.** « A laboratory assessment of the toxic attributes of six 'reduced risk insecticides' on *Galendromus occidentalis* (Acari : Phytoseiidae).
111. **LOUNACI, Z., 2003.** Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera: Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse de magister en Sciences agronomiques, option, Entomologie Appliquée. INA, El Harrach.
112. **LUCANTONI L., GIUSTI F., CRISTOFARO M., PASQUALINI L., ESPOSITO F., LUPETTI P ET HABLUETZEL A., 2006.** Effects of a neem extract on blood feeding, oviposition and ovocyte ultra structure in *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Tissue Cell*, 38: 361–371.
113. **MACKENZIE A., BALL S., 2000.**- L'essentiel en écologie. Ed ,BERTI.Paris. 363p.
114. **MAHMOUDIAN M., JALILPOUR H ET SALEHIAN P., 2002.** Toxicity of *Peganum harmala*, Review and a Case Report. *Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics*, 1 (1), 1-4.
115. **MAIRE A ET AUBIN A., 1980 .** Les moustiques du Québec (Diptera : Culicidae).Essai de synthèse écologique. *Mémoires de la société entomologique de Québec*. pp.107
116. **MAIRE R., 1933.** Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Alger. 361 pp.

Références bibliographiques

117. MARYSE .N. K., 2008.- Développement des larves de moustiques dans un écosystème particulier : milieu sous jacinthe d'eau *Eichhorniacrassipes* (Mart). Université d'abomey-calavi école polytechnique d'abomey – calavi. Thé de Licence Professionnelle. 113 p.
118. MASSON C et BROSSUT R., 1981.- La communication chimique chez les insectes. La Recherche, 12 (121) : 406-416.
119. MASSOUD M., JALILPOUR H. & SALEHIAN P., 2002. Toxicity of *Peganum harmala* Review and a Case Report. *Iran. J. Pharmacol*, 1: 1-4.
120. MAUS, C. 2008. « Ecotoxicological profile of the insecticide spirotetramat ». Bayer CropSci 1. vol. 61, no. 2, p. 159-180.
121. MC DANIEL I.N., BENTLEY H.P ET YATANGAL L., 1976.- Effet of color and larval produce oviposition attractants on oviposition of *Aedes triseriatus*. Envir. Entomol., 5 (3) : 553-556.
122. MERABETI B ET OUAKID M.L., 2010.- Contribution à l'étude des moustiques (Diptera: Culicidae) dans les oasis de la région de Biskra (nord-est d'Algérie). *Actes Du Séminaire International Sur La Biodiversité Faunistique En Zones Arides Et Semi- Arides*. pp.185-189.
123. MERABTI, 2016.- Identification, composition et structure des populations Culicidiénne de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte.
124. MERABTI B, LEBOUZ I, ADAMOU A E, et OUAKID M L.- The reproductive potential of two species of *Culicidae* treated with fruit extract of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad 1838. 3(6): 54-57.
125. MESSAI, N., BERCHI, S., BOULKNAFD, F. ET LOUADI, K., 2010.- Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie faunistique* .63(3), pp. 203-206.
126. MIRZAEI M., 2007.- Treatment of natural tropical theileriosis with the extract of the plant *Peganum harmala*. *Korean J. Parasitol*, 45(4): 267-271.
127. MOUSSIEGT., 1983.- Les moustiques de Tunisie, leur répartition et Bibliographie. Entente interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen.Doc.EID.n°47. 27pp.

Références bibliographiques

128. **MULLER Y., 1985.**- L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte médio – européen. Thèse Doctorat Sci., Univ. Dijon, 318 p.
129. **Munir C., & Zaïdi M.I. 1995.**- A new direct isolation method of harmaline from the *harmala* seeds by Mercury (II) ions. *Sarhad Journal of Agriculture*, 11: 219-223.
130. **MWANGANGI J.M., MUTURI E.J., SHILILU J., MURIU S.M., JACOB B., KABIRU E.W., MBOGO C.M., GITHURE J. & NOVAK R.** Survival of immature *Anopheles arabiensis* (Diptera: Culicidae) in aquatic habitats in mwea rice irrigation scheme, central Kenya. *Malaria Journal*, 2006, 5, 114.
131. **NATH D., SETHI N., SRIVASTAVA R., JAIN A.K. & SINGH R.K., 1993.** Study on tetragenic and antifertility activity of *Peganum harmala* in rats. *Fitoterapia*, 64: 321-324.
132. **NENAAH G., 2010.** Antibacterial and antifungal activities of (beta)-carboline alkaloids of *Peganum harmala* (L) seeds and their combination effects. *Fitoterapia*, 81: 779-782.
133. **NOURI.N, 2009** : Etude Bioécologique et Épidémiologique des Culicidae dans la région Annaba et Skikda. Mémoire de Magister. Univ. Annaba.
134. **OMS., 1963.**- Method to follow to determine the sensitivity or resistance of mosquito larvae to insecticides. In Resistance to insecticides and fight against the vectors. Thirteenth report of the committee who d'experts of insecticides, Geneva: WHO, Ser . *Rapp. Techn.*, 265, 55-60.
135. **OMS., 1975.** Manuel on practical Entomology in Malaria. W.H.O. Offset Public .n°3. Genève, 2 vol.
136. **OMS., 1999.**- La lutte anti vectorielle, méthode à usage individuel et communautaire. (449p).
137. **OZENDA P., 1977.** Flore du Sahara. *Ed. du CNRS*, Paris (France). 312-322 pp.
138. **OZENDA P., 1991.**- Flore et végétation du Sahara. (3ème édition, augmentée).Ed. CNRS, Paris: 662 p.
139. **PAVANT M., 1986** . Una revolutione . Cultural. Europea .La carte sugli invetebrate .Univ. Pavia, 33 :1-15.
140. **PAZ S ET ALBERSHEIM I., 2008** . Influence of warming tendency on *Culex pipiens* population abundance and on the probability of West Nile fever outbreaks. *Eco Health*, mars, 5, 40-48.
141. **PETERSEN.JJ, 1969** : Oviposition response of *Aedes sollicitans*, *Aedes taeniorhynchus* and *Psorophora confmnis* to seven inorganic salts. *Mosq. News*, 29, 472-483.

Références bibliographiques

142. **PHETSOUVANH R ET SIDAVONG B., 2003.**- Moustiques et santé publique éléments d'entomologie générale et principes de base de la démoustication, centre National de Malaria –Entomologie-Parasitologie Vientiane, Laos, Rattanaxay-IFMT.65p.
143. **RAMADE F., 1984.**- Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw - Hill, Paris, 397 p.
144. **REHIMI N ET SOLTANI N., 1999.**- laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor, against *Cx.pipiens pipiens* L. (Diptera : Culicidae): effects on development and cuticulesecretion.J. Appl.Entomol.123:437-441.
145. **REHIMI, 1993 :** Activité biologique de trois molécules dérivées de la benzoylurée (Dart, Andalin, Alsystin) à l'égard de *Culex pipiens*. Thèse de Magister en Biologie et physiologie des invertébrés, option Arthropodologie. ISN. Univ. Annaba.
146. **RESH et CARDÉ, 2003:** Encyclopedia of insects. Academic Press. San Diego, California, USA. Waniek, P. J.
147. **RHODAIN, F. AND PEREZ C., 1985.**- Précis d'entomologie médicale et vétérinaire – Notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Paris. pp: 458.
148. **RIOUX J A., 1958.**- Les Culicidae du « Midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paulle chevalier, Paris : 301 p.
149. **RIOUX J.A., CROSET CH., CORRE J., SMOMAU P., GRAS G., 1967.**- Les bases phyto-écologiques de la lutte anticulicidienne. ‘Cartographie des biotopes larvaires. Ann. Parasit. hzzm. aomp., 42, no 6, 665-680.
150. **RIPERT C., 2007.** Epidémiologie des maladies parasitaires, tome 4, affections provoquées ou transmises par les arthropodes. Cachan : EM inter., 581 pp.
151. **ROBERT., 2001.**- Les Insectes. Editeur Delachaux&Niestle, Edition mise jour par Jacque d'Aguilar .4 édition. Par 2001. Février 2001.p461.
152. **RODHAIN F ET PEREZ C., 1985.** Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. Maloine, 114 p.
153. **SAUVAGE C., 1963.**- Le coefficient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc. Ann. Ser. Phys. Globe Météo. Inst. SC. Ch&. 20 : 11.

Références bibliographiques

154. SCHÄFER M. 2004.- Mosquitoes as a part of Wetland Biodiversity. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology*, 1042 63pp. Uppsala. ISBN 91-554-6094-1.
155. SCHAFFNER, F., 1998. Biodiversité et dynamique des moustiques de France (Diptera: Culicidae). IV ème conférence internationale francophone d'entomologie, Saint Malo, 5 – 9 juillet, 1p.
156. SCHAFNER F., 2001.- Les Culicidae de l'Europe méditerranienne (logiciel). Institut des recherches pour le développement. France. ISBN 2-7099-1485-9.
157. SCHRÖDER R AND HILKER M., 2008. The Relevance of Background Odor in Resource Location by Insects: A Behavioral Approach. *Bio Science*. 58 (4): 308-316.
158. SCOTT J.J., CRANS S.C ET CRANS W.J., 2001. Use of an infusion-baited gravid trap to collect adult *Ochlerotatus japonicus*. *Journal of American Mosquito Control Association*, 17, 142-143.
159. SEGUY E., 1951. Nouvelle Atlas d'entomologie des Diptères de France, Belgique et Suisse. Tomes 1 et 2 .Ed. N. Boubée, pp 19-83,67 et 84-109.
160. SENEVET G. ET ANDARELLI L., 1956.- Présence en Algérie de *Theobaldia litorea* (SHUTE). *Arch.Ins.Pasteur, Algerie*,34 : 400-402
161. SENEVET, G. ET ANDARELLI, L., 1955a. Races et variétés de l'*Anopheles claviger* Meigen, 1804. *Arch. Inst. Pasteur. Algérie*, 33 (3): 128 – 137.
162. SENEVET, G. ET ANDARELLI, L., 1955b. A propos de *Anopheles algeriensis*. *Arch. Inst. Pasteur.Algérie*, 33 (3) : 269 – 272.
163. SENEVET G. ET ANDARELLI L., 1960.- Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, t. XXXVIII (2) : 305 – 326.
164. SENEVET G ET QUIEVREUX L. 1941. Les moustiques de la Martinique. (2e Memoire). *Arch. Inst. Pasteur Alger*. 19 : 248-264.
165. SENTHIL N.S, KALAIVANI K, MURUGAN, K., CHUNG P.G., 2005a.- The toxicity and physiological effect of neem limonoids on *Cnaphalocrocis medinalis* (Guene'e), the rice leaf folder. *Pest. Biochem. Physiol.*,81, 113–122.

Références bibliographiques

166. SENTHIL N.S, KALAIVANI K., CHUNG P.G., 2005b.- The effects of Azadirachtin and Nucleopolyhedrovirus (NPV) on midgut enzymatic profile of *Spodopteralitura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). Pest. Biochem. Physiol., in press., 93,101-106.
167. SERVICE M.W., 1993.- Mosquito ecology. Field Sampling Methods, 2nd ed. Chapman & Hall, London, UK.
168. SHAFFNER ET AL, 2001.- Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement. IRD. Logiciel d'identification.
169. SHANNON C. E. ET WEAVER W., 1963.- The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Press, Illinois: 117 – 127.
170. SIMPSON E. H., 1949.- Measurment of diversity. Nature: 163 – 688.
171. SINEGRE G., JILIEN JL., GAVEN B., 1977. Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* (L.) dans le Midi de la France. Parasitologia 19 (1/2), p. 79–94.
172. SOLTANI N., REHIMI N., BELDI H. AND BENDALI F., 1999.- Activité du Triflumuron sur *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) et impact sur deux espèces larvivores non visées. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S)*, 35:502-508.
173. SOUTHWOOD T. R. E., 1978.- Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapman et Hall, 2nd Ed., 420 – 455.
174. STADLER E., 2002.- Plant chemical cues important for oviposition of herbivorous insects. In: *Chemoecology of insect Eggs and Eggs deposition* (M. Hilker & T. Meinersd). 416 P.
175. SUBRA.R, 1971 a : Etudes écologiques sur *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1828.
176. SUMAN D.S., WANG Y., BILGRAMI A.L ET GAUGLER R., 2013.- Ovicidal activity of three insect growth regulators against *Aedes* and *Culex* mosquitoes. *Acta Tropica*, 128: 103–109.
177. TAAI K ET HARBACH R. E., 2015.- Systematics of the *Anopheles barbirostris* species complex (Diptera: Culicidae: Anophelinae) in Thailand: The *Anopheles Barbirostris* Complex. *Zoological Journal of the Linnean Society*.174 p 244–264.
178. TAHRAOUI C, 2008- Abondance saisonnière et biodiversité des Culicidae dans les subéraies d'El- Kala. Mémoire d'ingénierat.

179. **TANDON et SIROHI., 2010.**- Assessment of larvicidal properties of aqueous extracts of four plants against *culex quinquefasciatus* larvae. *Jordan Journal of Biological Science*, (3) 1,1-6.
180. **TOMLIN C. 2000-** The *pesticide manual*. 12th ed. British Crop Protection Council, London, United Kingdom.
181. **TORAL Y et CARO M., 2005** . Evaluation in vitro de l'efficacité du fipronil sur *Culex pipiens pipiens*. Th. : Med. Vet : Toulouse, 99. 53 pp.
182. **TRARI.B., 2001.**- Tests de sensibilité des moustiques vis à vis des pesticides. Séminaire de formation sur l'Elevage et la Lutte contre les Arthropodes Rabat, 15 et 16 mai 2001.
183. **TRARI B., DAKKI M., HIMMI O., ELGABANI M., 2003.**- Les Moustiques (Diptera : Culicidae) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 95(4) : 329-334.
184. **TREXLER J. D., APPERSON C. S., ZUREK L., GEMENO C., SCHAL C., KAUFMAN M., WALKER E., WATSON D. W., WALLACE L. 2003.** Role of bacteria in mediating the oviposition responses of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 40: 841-848.
185. **URQUHART G. M., ARMOUR J., DUNCAN J. L., DUNN A. M et JENNINGS F.W., 1996** . Veterinary parasitology. 2nd edition. Oxford : Blackwell science, 307 pp.
186. **VAILLANT J. & DERRIDJ S., 1992.** Statistic analysis of insect preference in tow-choise expriments. *J. Insect. Behav*, 5: 773-781.
187. **VASUKI V., 1990.**- Effect of insect growth regulators on hatching of eggs of three vector mosquito species. *Proceedings: Animal Sci.*, 99(6): 477-482.
188. **VEITCH GE, BECKMANN E, BURKE BJ, BOYER A, MASLEN SL., 2007.**- Ley SV, « Synthesis of azadirachtin: a long but successful journey », *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, vol. 46, n° 40, p. 7629–32.
189. **WALLIS, (R.C.), 1954.**- A study of oviposition activity of mosquitoes. *Amer. J. Hyg.*, 60,136-1 68.
190. **WIGGLESWORTH V.B., 1972.**- The principales of insect physiology. *Seventh Edition*. Chapman and Hall, London. 827 pp.
191. **WILLOTT E. 2004.**- Restoring nature, without mosquitoes ? *Restoration Ecology*, 12 : 147-153.

Références bibliographiques

- 192. WILSON, 1988.**-The current state of biological diversity; In: E O. Wilson.biodiversity. P .3-18. Washington DC: National Academy Press. Parasitologia, Ornithologia, Entonologja.Institute of ecology, Vilinus. ISSN 1392 6.
- 193. YOUSEFI R., GHAFFARIFAR F. & DALIMI A., 2009.** The Effect of *Alkanna tinctoria* and *Peganum harmala* Extracts on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER) in Vitro. *Iranian. J. Parasitol*, 4(1): 40-47.
- 194. ZEBITZ CPW., 1986.**- Effects of some crude and Azadirachtin enriched neem *Azadirachita indica* seed kernel extracts on larvae of *Aedes aegypti*. *Entomol. Exp. Appl.* 1984, 35, 11–14.



RESUME

Résumé :

La région de l'Est Algérien a fait l'objet d'un inventaire de la faune Culicidienne, quatre wilayas ont été étudiées depuis 2014 à 2017 afin d'étudier le nombre des différentes espèces qui y vivent et leurs répartitions que ce soit chronologique ou géographique. 6218 individus ont été récoltés, recensés en 12 espèces de Culicidae et appartenant à deux sous familles et à quatre genres différents, l'espèce la plus abondante et représentative de notre région d'études est *Culex pipiens* on peut la rencontrer dans plusieurs types de gites et à plusieurs moments de l'année.

Cette même espèce a fait l'objet d'une étude toxicologique, les essais toxicologiques ont porté sur l'effet de (*l'Azadirachtine*, le *Spirotetramat*, les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* et les extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala*) à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens*. Les substances utilisées avec différentes concentrations ont montré un effet毒ique qui s'est traduit par des taux de mortalité élevés qui atteignent tous les 100%, d'autres paramètres toxicologiques ont été calculés notamment les TL et DL (50 et 90).

Une étude comportementale a aussi été réalisé sur les *Culex pipiens*, et qui a consisté dans l'étude du choix du milieu de ponte des femelles gravides de la même espèce pour observer les préférences de nos individus et aussi l'effet attractif et répulsif des produits et extraits utilisés. D'après nos observations on remarque que les femelles préfèrent pondre généralement dans le milieu sain et non traité avec des différences significatives pour la plupart d'entre elles.

On a aussi utilisé les mêmes bio insecticides dans une étude qui avait pour but de comparer la fertilité et fécondité des lots traités préalablement à leurs homologues témoins issus d'un élevage au laboratoire, on a observé une baisse considérable de la fécondité et fertilité des sujets traités comparés au témoins cette baisse est traduite par des différences hautement significatives $P = 0,001$.

D'autres paramètres ont aussi été étudiés pour avoir une idée complète sur le développement de *Culex pipiens* cette démarche consistait à observer les effets de (*l'Azadirachtine*, le *Spirotetramat*, les extraits aqueux des fleurs de *P. harmala* et les extraits éthanoliques des feuilles fraîches de *P. harmala*) sur chaque mue, étape et phase de développement de *Culex pipiens* commençant par la ponte passant par les mues larvaires et la nymphose pour arriver à l'émergence, cette étude a

montré que les bio insecticides utilisés perturbent considérablement toutes les phases de développement de *Culex pipiens*.

Mots clés : inventaire, toxicité, comportement, fertilité, développement, *Azadirachtine*, *Spirotetramat*, *Peganum harmala*, extrait aqueux, extrait éthanolique.

Summary:

The eastern region of Algeria has been the subject of an inventory of culicid fauna, four wilayas have been studied since 2014 to 2017 in order to study the number of different species that live there and their distribution whether the chronological or the geographical. 6218 individuals were collected, recorded in 12 species of Culicidae and belonging to two subfamilies and four different genera, the most abundant and representative species of our region of study is *Culex pipiens* can be found in several types of cottages and in several times of the year.

This same species was the subject of a toxicological study, the toxicological tests concerned the effects of (*Azadirachtine*, *Spirotetramat*, aqueous extracts of *P. harmala* flowers and ethanolic extracts of fresh leaves of *P. harmala*) on the larvae of *Culex pipiens* in their fourth stage. The substances used with different concentrations showed a toxic effect that resulted in high mortality rates that reach 100%, other toxicological parameters were calculated including TL and DL (50 and 90).

A behavioral study also has been realized on the *Culex pipiens*, which consisted on the study of the choice of where to lay the eggs of the gravid females of the same species to observe the preferences of our individuals and also the attractive and repulsive effect of products and extracts used. From our observations it is noted that females prefer to lay generally in the healthy and untreated environment with significant differences for most of them.

The bio-insecticides used were also the same used in a study that aimed to compare the fecundity and fertility of the batches previously treated to their control counterparts from a laboratory breeding, a considerable decrease in the fecundity and fertility of the treated ones was observed. compared to controls from the laboratory this decline is reflected in highly significant differences $P = 0.001$.

Other parameters were also studied to have a complete and optimal idea on the development of *Culex pipiens* this approach consisted on observing the effects of (*Azadirachtine*, *Spirotetramat*, the aqueous extracts of flowers of *P. harmala* and the ethanolic extracts fresh leaves of *P. harmala*) on each moult, stage and development phase of *Culex pipiens* starting with spawning passing through larval moults and pupation and arriving to the emergence, this study has shown that the bio insecticides used disrupt considerably all phases of development of *Culex pipiens*.

Key words: inventory, toxicity, behavior, fertility, development, *Azadirachtine*, *Spirotetramat*, *Peganum harmala*, aqueous extract, ethanolic extract.

ملخص:

شكلت منطقة شرق الجزائر موضوع جرد محمية البعض حيث دخلت أربع ولايات حيز البحث من 2014 لغاية 2017 لدراسة العديد من الأنواع المختلفة التي تعيش هناك وتوزيعها الزمني أو الجغرافي. تم جمع 6218 من الأفراد، حددوا في 12 صنف من البعوضيات واثنين من تحت العوائل وأربعة أنواع مختلفة، والممثل الأكثر وفرة في المنطقة المدروسة هو بعوض *Culex pipiens* حيث يمكن ايجاده في عدة مساكن وفي أوقات مختلفة من السنة.

وشكل هذا الصنف موضوع لدراسة السموم، وركزت هذه الأنواع من الاختبارات السمية على تأثير *Azadirachtine*، مستخلص مائي من الزهور *P. harmala* ومستخلص الإيثانول من الأوراق الطازجة من *Spirotetramat* على اليرقات في طورها الرابع، وأظهرت المواد المستخدمة بتركيزات مختلفة تأثيراً ساماً أدى إلى ارتفاع معدلات الوفيات إلى 100٪، وتم حساب المعلمات السمية الأخرى بما في ذلك TL (50, 90) و DL (50).

وقد أجريت دراسة سلوكية أيضاً على بعوض *Culex pipiens*، تمثلت في دراسة اختيار مكان وضع الإناث الحاملة للبيض من نفس النوع لمراقبة تفضيلات هاته الإناث وأيضاً التأثير الجانب أو الطارد للمنتجات والمستخلصات المستخدمة. من ملاحظاتنا يلاحظ أن الإناث يفضلن الوضع بشكل عام في بيئة صحية وغير معالجة مع وجود اختلافات كبيرة بالنسبة لمعظمهن.

تم أيضاً استخدام المبيدات العضوية نفسها المستخدمة في دراسة تهدف إلى المقارنة بين خصوبة دفعات تمت معالجتها من قبل مع نظرائهم الشهود تم تربيتهم في المختبر، بحيث لوحظ انخفاض كبير في الخصوبة والانجاب لدى الدفعية المعالجة مقارنة مع الدفعية الشاهدة من المختبر وينعكس هذا الانخفاض في اختلافاً تنسيبياً كبيراً لغاية $P=0.001$..

تم دراسة العوامل الأخرى أيضاً لإنشاء فكرة كاملة ومتالية عن تطور بعوض *Culex pipiens* وسلك هذا النهج لمراقبة آثار (*Azadirachtine*، مستخلص مائي من الزهور *P. harmala* ومستخلص الإيثانول من الأوراق الطازجة *Spirotetramat*) على كل مرحلة من مراحل تطوير بعوض *Culex pipiens* بدءاً من وضع البيض مروراً باليرقات والنشرنقا للوصول إلى خروجها، وأظهرت هذه الدراسة أن المبيدات الحشرية العضوية يعرقل بشكل كبير جميع مراحل تطوير *Culex pipiens* ..

كلمات البحث: الجرد، سمية، السلوك، والخصوبة، والتنمية، *Azadirachtine*، *Peganum harmala*، *Spirotetramat*، المستخلص المائي، مستخلص الإيثانول.