

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

Université Badji Mokhtar Annaba
Faculté des Sciences
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en
Ecologie Animale

Option : L'interaction négative dans les communautés
animales : (Parasitisme et prédation).

Thème

**Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et
rurales de l'extrême Nord-Est Algérien. Lutte bactériologique
par le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 à
l'égard des adultes femelles et des larves néonates
d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et**

Présenté par: M^{elle} Ben malek Louiza

Directrice de thèse : M^{me}. Bendali-Saoudi F. (M.C.) Université d'Annaba

Jury :

Présidente : Mme. Bouslama Z.

Examineur : Mr. Achou M.

Examineur : Mr. Ouakid M.

M.C. Université d'Annaba

M.C. Université d'Annaba

M.C. Université d'Annaba

Année universitaire : 2009-2010

Remerciements

La réalisation de ce mémoire fut une occasion merveilleuse pour remercier toutes les personnes que je ne saurais pas les citer toutes. Je reconnais que chacune a, à des degrés divers, mais avec une égale bienveillance, apporté une contribution positive à sa finalisation. Mes dettes de reconnaissance sont, à ce point de vue, énormes à leur égard.

Je tiens à remercier chaleureusement Madame **BOUSLAMA Zihed**, Maître de conférences à l'université de Annaba, pour m'avoir fait l'honneur d'être président du jury de ce mémoire.

Mes remerciements iront aussi à Monsieur **OUAKID Mohamed Laïd**, Maître de conférences à l'université de Annaba, d'avoir pris de son temps et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Comme je tiens à remercier Monsieur **Achou Mohamed**, Maître de conférences à l'université d'Annaba, d'avoir pris de son temps malgré ses responsabilités pour examiner ce mémoire.

Je remercie particulièrement Madame **BENDALI Fatiha**, Maître de conférences à l'université de Annaba, elle a toujours trouvé comme promoteur le juste équilibre entre la liberté qu'elle m'a laissée dans le choix des grandes orientations et dans la détermination des pistes à suivre, d'une part, et un soutien total et sans faille dans les moments délicats, d'autre part tant sur le plan théorique qu'expérimental, pour ses conseils précieux, et pour m'avoir fait confiance tout au long de ce travail.

Sommaire

1. Introduction générale	1
2. Matériel et méthodes	4
2.1. Présentation des sites d'étude.....	4
2.1.1. Ville d'Annaba.....	4
2.1.2. Lac Fetzara.....	4
2.1.2.1. Caractères géographique de la région d'Annaba.....	5
2.1.3. El Kala.....	9
2.1.3.1. Caractérisation géographiques du Parc National d'El-Kala.....	9
2.1.3.2. Caractéristique climatiques.....	10
2.1.4. M'Daourouch.....	14
2.2. Présentation du Matériels Biologiques.....	16
2.2.1 Adulte ou imago.....	16
2.2.2. Les Œufs.....	24
2.2.3. Larve.....	25
2.2.4. Nymphe.....	27
2.3. Echantillonnage.....	28
2.4. Techniqued'élevage.....	28
2.5. Techniques de conservation.....	29
2.6. Techniques de montage.....	29
2.7. Clés d'identification des Culicidae.....	29
2.8. Etude morphométrique et chétotaxique.....	30
2.9. Lutte bactériologiques.....	30
2.9. 1. Cycle biologique de la bactérie.....	31

2.9.2 Mode d'action	32
2.9.3. Analyse statistique.....	33
2.10. Extraction et dosage des métabolites.....	35
2.10.1 Dosage des protéines totales.....	36
2.10.2 Dosage des glucides totaux.....	37
2.10.3. Dosage des lipides totaux.....	38
2.11. Indices écologiques.....	39
2.11.1 Indices de composition (analyse des peuplements).....	39
2.11.2. Equitabilité (équirépartition).....	40
3. RESULTATS	41
3.1. Inventaires et étude du peuplement des Culicidae.....	41
3.1.1. Inventaires des Culicidae.....	41
3.1.2. Richesse totale et moyenne.....	42
3.1. 3. Indice de diversité et équitabilité.....	43
3.1.4. Fréquence centésimale ou abondance relative des espèces de Culicidae recensées.....	45
3.2. Description des espèces inventoriées	46
3.3. Lutte bactériologique.....	74
3.4. Effet du <i>B.th.is</i> sur la composition biochimique des moustiques	90
3.4.1. Effet sur le contenu en protéines	90
3.4.2. Effet sur le contenu en glucides.....	92
3.4.3. Effet sur le contenu en lipides.....	95
4. Discussion.....	99
4.1. Etude taxonomique et écologiques.....	99
4.2. Etude biométrique et chétotaxique.....	103
4.3. Etude toxicologique.....	104
4.4. Aspect biochimique	106
5. Conclusion et perspectives	109
Résumés.....	111
Références Bibliographiques.....	114

1. Introduction générale :

L'embranchement des Arthropodes est celui qui a le plus de succès sur notre planète. Cet embranchement est de très loin celui qui possède le plus d'espèces et le plus d'individus de tout le règne animal 80% des espèces connues. On retrouve des Arthropodes en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, et des déserts aux forêts tropicales (Morin, 2002). Les Insectes sont les premiers Arthropodes à avoir peuplé la terre. En terme d'importance épidémiologie mondiale pour l'homme, les moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs, le second groupe étant celui des Acariens suivi par les Tiques et enfin les Puces (Lecointre, 2001). La majorité des pays de l'Afrique tropicale et sous tropicale offre un environnement favorable au développement des Arthropodes nuisibles et des vecteurs de maladies qui sont des facteurs limitant majeurs de la production alimentaire (ICIPE, 1994).

En Algérie, les culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations et continuent de transmettre des maladies infectieuses. Des campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes à la fois pour l'éradication de ces maladies et la réduction des nuisances au niveau des centres urbains et touristiques. L'efficacité de telles luttes, qu'elles soient chimiques ou biologiques, est tributaire de la connaissance de la bio-écologie de ces insectes. Les Culicidae présentent des caractères morphologiques généralement nets, permettant d'identifier facilement la famille et d'en donner une bonne description. En revanche, leur regroupement en sous-familles et en genres et en sous genres est beaucoup plus délicat. 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, (Bendali, 1989; 2001).

Dans la région, Ouest du pays, des études bioécologiques ont été menées sur les moustiques de Tlemcen (Gourmala, 1991; Metge & Hassaine, 1998). 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. Dans la région d'Annaba les travaux de plusieurs auteurs sont a signalé (Bendali, 1989 ; Abouzeitoun, 1991 ; Laouabdia- Sellami, 1992 ; Rehim, 1993 ; Djebbar, 2000; Bendali *et al.*, 2001 ; Bendali, 2006 ; Boudjellida *et al.*, 2005).

Les moustiques sont des vecteurs de plusieurs agents pathogènes. Leurs caractères hématophages leur confèrent l'état d'ectoparasites temporaires, transmettant à l'homme et aux animaux diverses maladies. Le paludisme avec 300-500 millions de cas infectés et 1,5-2,7 millions de morts par année. Les filarioses lymphatiques avec 120 cas, la dengue avec 50 millions de cas, West Nile. Pour toutes ces raisons pathogéniques, une meilleure compréhension de la physiologie des insectes hématophages est très importante pour le développement du programme de contrôle birectionnel. La physiologie de la reproduction des moustiques femelles a été analysée à plusieurs niveaux. (Dhadialla & Raikhel, 1994 ; Raikhel & Lea, 1991 ; Koller & Raikhel, 1991).

Pour lutter contre ces insectes nuisibles et vecteurs de maladies l'homme, a pensé à utiliser des moyens de lutte par l'utilisation de pesticides. La lutte chimique, continue à être le moyen majeur de contrôle des vecteurs (Casida & Quistard, 1998). L'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels (Lacey & Orr, 1994). Cependant cette lutte chimique a provoqué, à long terme, des effets secondaires indésirables telles que la pollution, l'apparition d'espèces résistantes (O.M.S., 1976), ainsi qu'une concentration élevée de résidus chez les vertébrés, notamment chez les poissons, les oiseaux et chez l'homme. Comme elle est loin d'être parfaite parce qu'elle tue, de façon non sélective, aussi bien les insectes utiles, que les insectes nuisibles, ainsi que le coût onéreux des insecticides à base de pétrole (Amonkar *et al.*., 1988). Il est devenu impératif de chercher des méthodes plus efficaces, de contrôle des insectes vecteurs de maladies pour l'homme (Amonkar *et al.*., 1988; Pantuwatana *et al.*., 1989). Les nouvelles méthodes de lutte biologique, tiennent en particulier, à la découverte récente de bactéries capables de détruire efficacement et sélectivement les larves de moustiques (Shadduck *et al.*., 1980; Karch *et al.*., 1986; Jason & Obeta, 1986). Citons en particulier des bactéries entomopathogènes tel que le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 (Berliner, 1915) est un insecticide biologique. Il s'agit d'une bactérie de l'ordre des Eubactériales et de la famille des Bacillaceae dont les spores ont la propriété de produire une protéine toxique, la delta -endotoxine. Ce sont de gros bacilles Gram positif, ils forment des spores et des inclusions parasporales dites cristaux (Ribier & Lecadet, 1973: in Bendali, 2006). Après neuf ans le *Bacillus thuringiensis israelensis* a été testé avec succès contre un grand nombre d'espèces de moustiques dans différentes parties du monde (Smith & Ellar, 1994; Smedley & Ellar, 1996; Smedley *et al.*, 1997; Slatin *et al.*, 1990; Stewart *et al.*, 1981; Dejoux *et al.*, 1985; Bendali, 1989), ainsi que le *Bacillus sphaerinus* (Coykoudall, 1980 ;

Bendali, 1989; Bendali *et al.*, 2001; Bendali, 2006; Laouabdia-Sellami, 1992). D'autre part les poissons larvivores tel que *Gambusia affinis*;

Pseudophoxinus callensis et *Pseudophoxinus guichnoti*, jouent un rôle important à propos du maintien de l'équilibre de la population culicidienne dans les milieux naturels, comme ils sont dotés

d'un pouvoir prédateur antilarvaire très efficace (Bendali *et al.*, 2001; Bendali, 2006). D'autre part les Hydracariens du groupe Hydrachnellae, ont montrés leurs efficacités dans la réduction des populations culicidienne

(Lanciani & Boyt, 1977; Bendali, 2006), et jouent un double rôle : les adultes prédateurs de larves de moustiques et les larves ectoparasites des adultes de Diptère (Bendali, 1989; Bendali, 2006). Les larves de Culicidae sont des proies habituelles pour d'autres insectes carnivores : Coléoptères (dytiques) ; Hétéroptères (notonectes) ; les Plathelminthes *Dugisia dorotocéphala* et *Dugisia tigrina* ont été classée parmi les ennemis naturels des moustiques. Des plantes, se sont montrées toxiques à l'égard des Culicidae telles que *Elodea nuttali* (Sherifet, 1985), *Swartzia madagascariensis* (Minjas & Sarda, 1986), ainsi que des plantes insectivores *Utricularia sp.* (Orr & Resh, 1992), ou même des végétaux utriculaires, plantes à graines mucilagineuses, piégeant les larves, (Chauvet, 1978).

Vu l'intérêt de l'identification systématique des Culicidae, et pour une meilleure connaissance de la biodiversité d'un site donné et de pouvoir lutter contre ces différentes espèces d'une façon convenable et efficace, une série de recherche sur les moustiques à été réalisée dans le laboratoire de biologie Animale Appliquée.

Notre étude a été consacrée dans une première partie à la détermination systématique des espèces des Culicidae. Des inventaires ont été établis dans la région d'Annaba, El -Kala, Lac Fetzara et M'daourouch, ainsi que la caractérisation des structures du peuplement à l'aide des paramètres écologiques.

Dans la seconde partie quelques espèces de Culicidae ont subit une étude biométrique et chétotaxique.

Finalement une étude bio- toxicologique, avec le *Bacillus thuringiensis israelensis* H14 a été réalisée sur les adultes femelles de deux espèces du genre *Anopheles*: *Anopheles maculipennis labbranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*, selon la méthode de

Swaroop, (1966), et Finney, 1971). Cependant la même étude a été réalisée sur les larves néonates des deux sous espèces : *Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*, selon la méthode d'Ibarra & Frédirici, (1987). D'autre part un dosage des différents métabolites, a été réalisé selon les méthodes de Shibko *et al.*, (1966), chez les individus traités par le *Bacillus thuringiensis israelensis* H14, en fonction des doses.

2. MATERIEL ET METHODES:

2.1. Présentation des sites d'étude :

2.1.1. Ville d'Annaba:

La zone d'étude Annaba est divisée en douze stations, Sidi Amar, El Hadjar, El Bouni, pont blanc, Wed Forcha, 198 logements (les allemand), 500 logements (les allemands), Sidi Selem, Safrana, Fakharin, Gassiou, cheikh Tahar; cet espace géographique fait partie du prolongement Nord Oriental de la chaîne tellienne dont l'orientation générale suit une direction Sud-Ouest, Nord-Est. Il est limité au Sud par la commune d'Ain Berda et Cheurfa, au Nord et au Nord-Est par la mer méditerranée, à l'Ouest la commune de Berrahel, Oued Aneb et Séraïdi et à l'Est la commune de Ben Amar. Ce territoire d'une superficie approximative de 25 586 ha, offre une topographie complexe opposant un relief de montagne assez brutal à une plaine basse et parfaitement plate où subsistent des zones hydro morphes, (URBAIN Centre d'étude et de réalisation en urbanisme). (Anonyme in Bendali, 2006).

2.1.2. Lac Fetzara:

Le site du lac de Fetzara, et d'une superficie de 18600 ha est constitué d'un marais saumâtre et raisonné de presque 5800ha et d'une plaine d'inondation de plus de 4219ha. Il se situe à 18km au sud ouest du chef lieu de la wilaya d'Annaba et à 14km de la mer; il s'allonge dans le sens est ouest sur 17km de long et s'étend sur 13 km dans sa plus grande largeur. Il est bordé au Nord par le massif de l'Edough, au Sud par les collines de Ain Berda et par les deux cordons dunaires à l'Est et à l'Ouest du lac.

Plusieurs agglomérations existent dans la périphérie du lac : au Nord, la commune de Berrahal, au Sud, les communes d'El Eulma (ex Oued El Hout) et de Chourfa et à l'Est de petits villages tel que El Guantera (Zone d'échantillonnage) et Wed Zied. Sur le plan juridique, la majorité des terres qui entourent la cuvette sont étatiques à 80%, le reste sont des terrains privés. Mais par le programme de mise en valeur des terres de la périphérie du lac Fetzara (5500ha) concessionnaires sont prévus pour couvrir une superficie de 5370ha (Farah, 2005).

2.1.2.1. Caractères géographique de la région d'Annaba:

- **Hydrographie :**

Cette région est caractérisé par la présence d'un versant raide et une hydrographie dense et ramifier à l'écoulement temporaire qui convergeant former des oueds à faible débits qui peuvent inonder en hiver (grand crues) certaines zone de la plaine à sol marécageux.

- **Caractère climatique :**

Le climat de la région est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche, due à l'action combinée de différents facteurs climatiques. La température de la région est influencée d'une part par la mer et d'autre part par les formations marécageuses et lacustres qui s'y trouvent. Ainsi la température moyenne annuelle maximale au niveau de la région d'Annaba est de 23.36°C avec une température moyenne de 18.61°C (station météorologique d'Annaba).

- **La température :**

Ce paramètre est fonction de l'altitude ; de la distance à la mer et de la position topographique (Toubal, 1986) ; de manière plus générale ; Seltzer (1946) souligne que « ...dans toute l'Algérie (Sahara non compris) ; la température moyenne est, de Novembre à Avril, inférieure à la moyenne annuelle ; elle lui est supérieur de Mai à Octobre ». On peut donc diviser l'année en un semestre froid et semestre chaud (in De Belair 1990). Le tableau suivant permet d'en évaluer la variation.

Tableau 1: Température moyenne mensuelles (T.M.) (°C) de la région d'Annaba pour l'année 2008/2009 source la station météorologique.

Mois	Nov	Dec	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aôu	Sep.	Oct.
T.M.(°C)	14,8	11,0	11,0	10,5	12,1	14,4	19,5	22,8	25,5	26,0	22,8	18,9

- **La pluviosité :**

Elle est conditionnée par les perturbation cyclonique d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Est, et les dépression qui prennent naissance en méditerranées

occidentale , généralement centré dans le périmètre du golf de Gène- Crose - Sardaigne .ce second

phénomène n'affecte ; en générale , que la partie orientale du tell Algérien et est à l'origine de son statut de région la plus humide d'Algérie , Seltzer (1946) remarque que les pluies qui tombe en Algérie sont pour la plus part d'origine orographique . Le tableau suivant permet d'en évaluer la variation.

Tableau 2 : Précipitation de la région d'Annaba année 2008/2009.

Mois	Nov	Dec	Jan.	Fév	Mar	Avr.	Mai	Jui	Juil	Aôu	Sep.	Oct
Précipitations (mm)	40,5	87,3	216,8	83,1	91,3	127,4	89,7	0,2	2,2	6,4	122,1	52,6

- **L'humidité de l'air :**

Joue un rôle important dans le conditionnement de l'évaporation. Elle atténue la sécheresse et par conséquent elle influence les conditions de développement de la végétation .l'humidité de la région varier de 71% à 82% l'humidité maximale est observée au mois de Novembre avec 82%, ce paramètre dont les valeurs sont relativement élevées à proximité du littorale, atteint des valeurs plus fortes au élevé et au coché du soleil, habituellement dans les moi les plus froids (Janvier et Décembre)

Tableau 3: L'humidité (%) de la région d'Annaba année 2008/2009.

Mois	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aôu.	Sep.	Oct.
Humidité (%)	71	79	82	76	52	80	79	71	72	77	77	79

- **Les vents :**

les vents les plus fréquente soufflent du secteur Nord-Ouest suivant direction Nord-Ouest- Est, ils sont relativement stable depuis le Quaternaire récent ; les plus violents sont ceux du Nord- Est souvent liés au pluies d'équinoxes qui apportent les précipitation les plus

importante venue de l'Atlantique, lorsque les hautes pression du large des Açores sont cédé le pas aux basses pression venues de l'Atlantique.

Tableau 4 : Le vent (m/s) de la région d'Annaba année 2008/2009.

Mois	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Juil.	Aôu.	Sep.	Oct.
Vent m/s	3,7	3,4	3,6	4	3,6	3,6	3,2	3,6	3,5	3,7	3,5	3,5

- **Etage bioclimatique et végétation :**

Le climat de la région d'Annaba de type méditerranéen sub- humide tempéré (Emberger, 1955) sur les hauteurs il est sub- humide doux et sur les plaine il est sub- humide chaud ce qui donne a cette zone une richesse faunistique et floristique très importante.



Fig: 1 Situation géographique de la ville d'Annaba (Google earth).

2.1.3. El Kala :

Le site d'étude comporte deux stations; la première est un gîte au niveau du lac Oubeira, la deuxième station correspond à des écuries près du parc National d'El Kala.

- **Lac Oubeira:**

Le Lac Oubeira est situé au centre d'un bassin versant de 9.800 hectares, (36°50N et 8° 23 E). D'une profondeur maximale de 2 mètres. Il occupe une superficie d'environ 2200 hectares. Il est limité au nord par les crêtes septentrionales des monts de Brabtia, au nord Est par Djebel Bou- Merchen, à l'Est par les monts d'El Kala, à l'Ouest par le bassin versant du lac Mellah et au Sud par la forêt de l'Oubeira. Complètement endoréique, l'Oubeira est alimenté par plusieurs Oueds (Oued Bou- Merchen, Oued Degraa, Oued Demmet Erihane et Oued Messida). (Benyakoob *et al.*, 1998).

- **Parc National:**

Situé à l'extrême Nord-Est du pays à 70Km à l'Est d'Annaba le (P.N.E.K) est inclus administrativement dans la Wilaya d'El-Tarf. D'une superficie de 76 438 ha, il est naturellement limité à l'Est par la frontière Allégro-tunisienne, au Nord par le littoral Méditerranéen, à l'Ouest par le système dunaire de Righia et enfin au Sud par les contreforts des monts de la Medjerda. (Bouzeriba, 2001)

2.1.3.1. Caractérisation géographiques du Parc National d'El-Kala:

Le relief du Parc National d'El-Kala se caractérise par différentes formations géographiques qui se composent d'une juxtaposition de dépression, dont le front est occupé par des formations lacustres ou palustre et des hautes collines aux formes variées (dôme, escarpement, alignement des crêtes) couvertes par une végétation plus au moins dense (De Belair, 1990). En partant de la mer (0m d'altitude) jusqu'aux monts de Djebel Ghorra (1200m d'altitude) on observe plusieurs formations géographiques: un cordon dunaire au Nord sur les côtes qui s'étend d'Ouest en Est sur une longueur de 40Km et se prolonge vers le Sud jusqu'à 24Km à l'intérieur des terres (De Belair, 1990).

De plus, le relief du P.N.E.K se caractérise par un pendage important. Il est constitué de 9% de pentes faibles, 10% de pentes moyennes et 80% de pentes fortes à très fortes. La région d'El-Kala est marquée essentiellement par les deux ensembles structurables formés lors des deux époques: Tertiaire et Quaternaire. L'actuelle structure morphologique résulte donc d'une activité tectonique datant du Tertiaire (il y'a 65 millions d'années) et du Quaternaire (il ya 2 millions d'années). Cette structure à été soumise à une érosion intense à la fin du Miocène, et se poursuit jusqu'à présent notamment grâce à une pluviométrie importante (Benyakoub, 1993).

2.1.3.2. Caractéristique climatiques:

Le P.N.E.K est caractérisé par un important complexe humide et un réseau hydrographique dense constitué par des Oueds dont les plus important sont : Oued El- Kebir, Oued El-Hout, Oued Ballouta, Oued Bougous, Oued Bouaroug; et les lacs dont certains sont d'importance internationale tel que le Lac Tonga (2700 ha), Oubéira (2200 ha), El-Mellah (800 ha)...etc. Bourdim et El-Bhaim comptent parmi les plus importantes.

Le climat de cette zone est de type méditerranéen (Emberger, 1971). Il est caractérisé par :

- **La température:**

La température est en général influencée par l'altitude, l'exposition, l'orientation du relief, l'éloignement de la mer, la réverbération au sol ainsi que par le couvert végétal. La région d'El -Kala se caractérise par des amplitudes thermiques élevées entre les extrêmes les plus froides (m)= 14,6 °C et les plus chauds (M) = 22,6°C (Chabi, 1998), ce qui la situe dans le méditerranéen chaud. Les températures les plus basses sont enregistrées en altitude durant l'hiver au Djbel Ghorra, avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures descendent très rarement à 0°C. Les mois les plus froids sont Janvier et Février, alors que Juillet et Août sont les mois les plus chauds (28°C et 29°C). Durant cette période, les températures élevées sont généralement dues au sirocco (De Blair, 1990).

Tableau 5 : Température moyennes mensuelles (T.M.) (°C), enregistrées au P.N.E.K pour l'année 2008/2009. (Station météorologique d'El-Kala).

Mois	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Ma.	Jui.	Juil.	Août.	Sep.	Oct.
T.M.(°C)	16	12,3	11,8	11,3	12,7	14,4	19,9	23,3	27,4	26,6	23,3	19,7

- **Les précipitations :**

Le Climat de la région est caractérisé par trois types de précipitations, d'une part un régime pluviométrique de type méditerranéen, avec une saison pluvieuse où le bilan hydrique est positif (Novembre à Avril). Elle est suivie par une saison sèche avec un bilan hydrique négatif (Mai à Octobre). d'autre part, la neige apparaît sur les sommets de plus de 700m d'altitude (Janvier et Février). Depuis 1913, les précipitations diminuent régulièrement, les moyennes mensuelles sont passées de 910mm par an entre 1913 et 1935 (Seltzer, 1946 in Boumezbeur, 1993), à 768,3 mm entre 1950 et 1988 (Chalabi, 1990), la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée entre 1986 et 1992 n'a été que de 672,4mm, enfin pour la période comprise entre 1986-2006 les moyennes mensuelles ont chuté pour atteindre 61,44 mm, soit un déficit de 848,56 mm, 706,86 mm et 610 mm par rapport aux trois périodes successivement citées. Ce phénomène de sécheresse peut être généralisé à l'ensemble du pays. (Ziane, 1999).

Tableau 6 : Précipitations mensuelles (mm) enregistrées dans la région d'El-Kala pour l'année 2008/2009. (Station météorologique d'El-Kala.)

Mois	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Ma.	Jui.	Juil.	Août.	Sep.	Oct.
Précipitations	113,6	140,4	187,2	184,3	86,7	171,6	25,6	/	5,3	1,9	127,6	128,8

- **Humidité:**

La proximité de la mer et des étendues des zones humides favorisent la nébulosité dans la région. La mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, tandis que les zones humides subissent une évaporation intense du fait de l'ensoleillement. Il en résulte une humidité atmosphérique élevée qui se transforme au début du printemps, en brumes qui recouvrent souvent les hauteurs de Djebel Ghorra ainsi que les vallées basses et les zones humides donc l'humidité relative de l'air est assez constante durant toute l'année et comprise entre 72% et 78% (Semadi, 1989).

Tableau 7 : L'humidité de la région d'El-Kala pour l'année 2008/2009 source la station météorologique.

Mois	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Ma.	Jui.	Juil.	Août.	Sep.	Oct.
H(%)	76	80	81	80	78	82	75	74	69	75	82	82

- **Vents:**

Les vents du régime Nord-Ouest durant la saison hivernale et une partie de la saison estivale. Ils accompagnent durant cette période, les dépressions atlantiques qui amènent les pluies d'automne, d'hiver et de printemps. A partir du mois de mai, les vents changent de régime. Ils s'orientent le plus souvent du Sud Ouest au sud-Est; surtout durant l'été. Ils accompagnent alors des dépressions sahariennes et deviennent particulièrement chaud. Ces derniers ont des conséquences néfastes sur la végétation dans la mesure où ils provoquent un réchauffement de l'atmosphère et facilitent les départs d'incendies de forêts (Benyakoub, 1993).

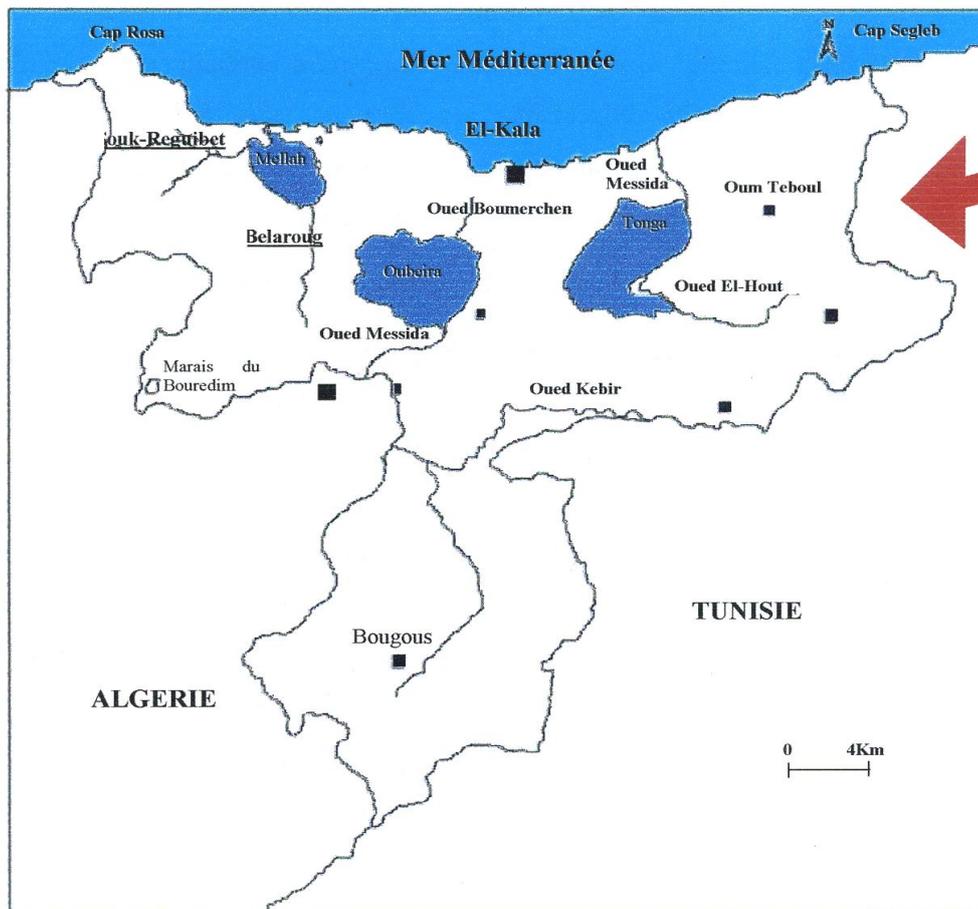
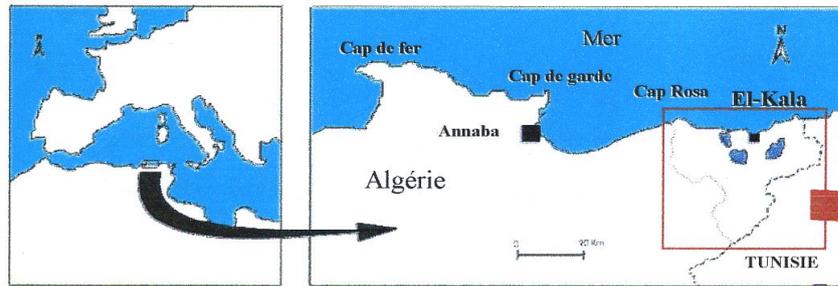


Fig. 2 : Situation géographique des zones humides du Parc National d'El-Kala (Benyakoub, 1996).

2.1.4. M'Daourouch:

La Zone d'étude comporte une seule station qui correspond à un gîte artificiel, Le site est situé à 50 km au sud de la wilaya de Souk Ahras. La ville et son agglomération compte environ 27000 habitants. Se caractérise par un climat continental rigoureux où les températures varient entre -0° en hiver et jusqu'à 42° en été. Direction de l'environnement

Tableau 8 : Température moyenne; pluviométrie; humidité; et vent enregistrée pendant la période décembre 2008 à Octobre 2009 dans la région de M'Daourouch (Station météorologique de Souk Ahras).

Mois	Dec											oct
T.M.(°C)	10, 7	7, 1	7,1	6,2	9,5	10,8	22, 6	27,6	25, 7	20, 0	15,4 0	13, 0
Pluviométrie (mm)	66, 5	76	190, 1	151, 2	93 5	244, 4	87, 9	néan t	4,4	31, 2	110, 5	108 ,
Humidité %	77	79	83	79	75	80	68	53	45	54	74	80
Vent (m/s)	4,1	3, 8	4,0	5,2	4,8	4,3	2,5	2,2	2,0	2,4	3,2	4,2

compte environ 80000 espèces et se place au quatrième rang après les Coléoptères (300000 espèces), les Lépidoptères (100000 espèces) et les Hyménoptères (100000 espèces).

Cependant il occupe la première place par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes (Virus, Protozoaires, Helminthes) de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres. Ce groupe d'insectes hématophage a bénéficié du plus grand nombre d'études dans le monde et dans le temps, (Teobalt, 1901-1910; Neveu-Lemaire, 1902; Lang 1920; Stone *et al.*, 1959 ; Sinegre, 1974; Guilvard, 1977; 1983; Lambert *et al.*, 1990; Brustus *et al.*, 1994; Brunhes *et al.*, 1992; 1997; 1998 a, b; 1999; 2000). Les Culicidae sont des Nématocères, Holométaboles, présentant des stades pré imaginaux aquatiques (œufs, larve, nymphe,) et un stade aérien (imago ou adulte).

2.2.1 Adulte ou imago :

Présente une taille de 5 à 20 mm, un corps composé de trois parties distinctes : tête, thorax, et abdomen.

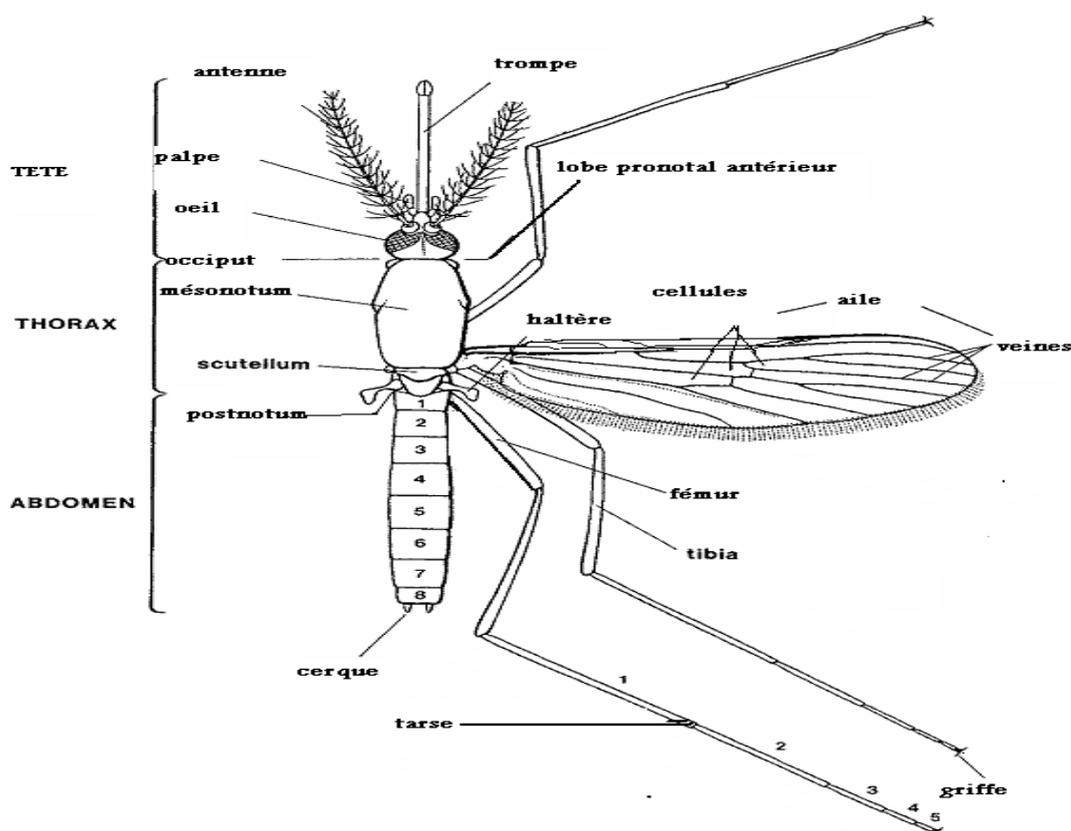


Fig. 4 : Morphologie générale schématique d'un moustique adulte (O.M.S., 1973).

- **Tête :**

Généralement de forme globuleuse, porte de yeux composés de nombreuses ommatidies, s'étendant sur les faces latérales, mais aussi sur une grande partie de la face

dorsale et une petite partie, sur la face ventrale, ils sont presque jointifs, séparés par une bande frontale étroite. Ocelles absents, le clypéus région où s'insère la trompe. Le front porte les antennes, la région, juxta oculaire appelée le vertex et l'occiput. Dans les échancrures du champ oculaire s'insèrent les antennes formées de 16 articles chez la femelle et 15 articles chez le mâle. Les deux premiers articles appelés respectivement scape et torus (chez *Anopheles* le scape est très réduit et le torus ou pédicelle est globuleux beaucoup plus gros chez le mâle). Les articles suivants forment le flagellum, portant à leur axe des verticilles de soies déterminant le sexe. Elles sont longues et nombreuses chez le mâle (antennes plumeuses), courtes et rares chez la femelle (antennes glabres). Les appendices buccaux de type piqueur suceur formant la trompe ou proboscis. Chez la femelle, ils comprennent des organes vulnérants, les stylets deux mandibules, deux maxilles. L'hypopharynx contenant un canal de petit diamètre (canal salivaire) et le labre en forme de gouttière, constitue, une fois fermée un canal de grand diamètre (canal alimentaire). Ces pièces buccales au repos sont protégées par une enveloppe souple, en forme de gouttière, le labium. Une paire de palpes maxillaires, formée de plusieurs articles et de longueur variable avec l'espèce et le sexe. Chez le mâle, certaines, de ces pièces buccales peuvent s'atrophier. Lors de la piqûre, le labium ne pénètre pas les téguments, mais se replie à leur surface (Rhodain & Perez; 1985) (Fig. 5).

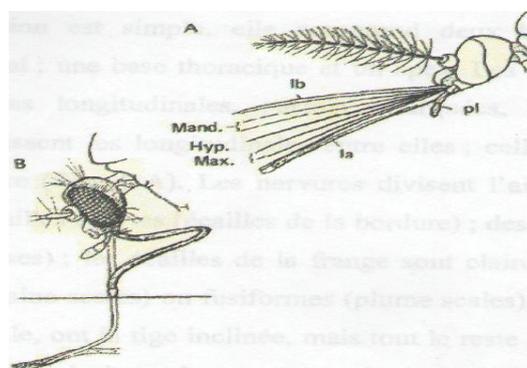


Fig. 5: Morphologie schématique de la tête chez les moustiques.

A: de profil, présentant les pièces buccales; hyp: hypopharynx; la: labium; Ib: labre; mand: mandibules; max: maxilles; pl:palpe maxillaire.

B: mécanisme de la piqûre, montrant l'insertion des pièces buccales dans un capillaire et le repli du labium à la surface de la peau. (Clements, 1963).

- **Thorax :**

Le thorax du moustique avec ses diverses sclérites a fait l'objet de nombreuses études; parmi les principaux auteurs, il faut citer (Howard *et al.*, 1912), Christophers (1915; 1933; 1960). Le thorax des moustiques adultes comprend trois segments soudés; le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chaque segment donnant naissance à une paire de pattes. Le premier, très réduit, comporte un notum qui comprend les lobes antérieurs (1) et postérieurs (2), sous le lobe antérieur se trouve le proépisternum. Le deuxième, très développé, porte une paire de stigmates, une paire d'ailes et un prolongement postérieur et dorsal: le scutellum. Le troisième, porte une paire de stigmates et une paire de balanciers (ou haltères). Chaque patte comprend, de sa base à l'extrémité distale, la hanche ou coxa, le trochanter indistinct, le fémur, le tibia, et un tarse de cinq articles (Rhodain & Perez; 1985). (Fig.6)

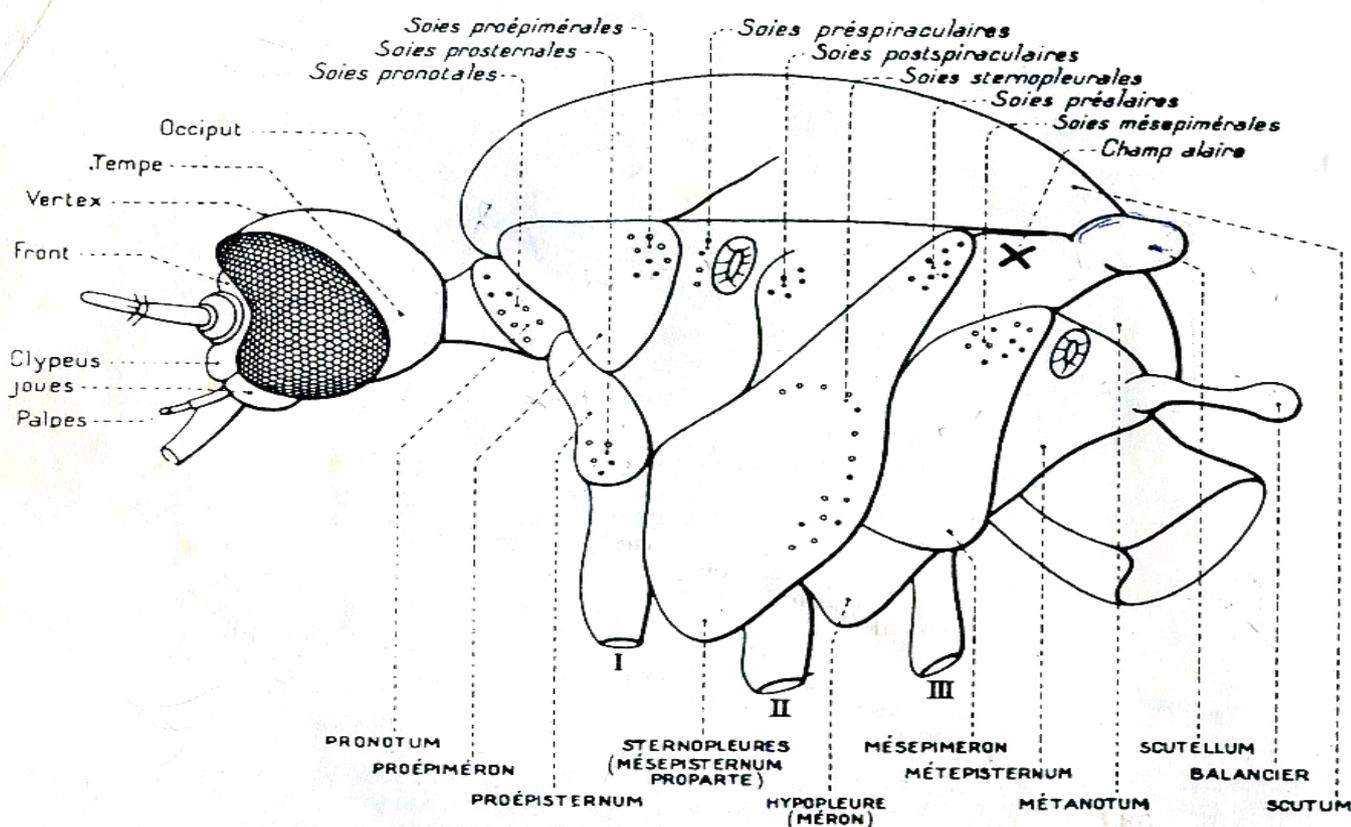


Fig. 6: Morphologie schématique du thorax chez les moustiques, indiquant l'emplacement des principaux groupes de soies (Rioux, 1958).

- **Aile :**

La nervation est simple, elle comprend deux bords, l'antérieur ou costal, le postérieur ou anal; une base thoracique et un apex. Les nervures sont très employées en

systematique : les longitudinales, parfois bifurquées, relient la base à l'apex; les transversales unissent les longitudinales entre elles; celles-ci sont numérotées de 1 à 6 d'avant en arrière. Les nervures divisent l'aile en cellules. La frange alaire comporte des écailles courtes (écailles de la bordure); des écailles lancéolées plus longues (écailles plumeuses); les écailles de la frange sont claires ou sombres elles peuvent être claviformes (squaine scales) ou fusiformes (plume scales). Les premières leur position est médiane et latérale, ont la tige inclinée, mais tout le reste de leur lamelle est parallèle à la surface, leur partie apicale est large, presque horizontale légèrement échancrée, tandis que les secondes sont étroites, lancéolées, à parti apicale effilée avec peu de nervures, et leur position est oblique par rapport à la surface alaire (Rhodain & Perez, 1985) (Fig.7).

Fig.7 :Morphologie de l'aile chez les moustiques : (A: nervation; C: la costale; Sc: la sous-costale; R: la radiale; M: médiane; Cu: cubitale; A: anale; B: nervation, écailles en place (Faran & Linthicum, 1981).

- **Pattes :**

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter; un fémur, un tibia et les tarsi comprenant cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres

réunis, le cinquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la première paire de pattes du mâle. Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux basaux, apicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique. Le dernier article porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles (Fig.8). (Bendali, 1989).

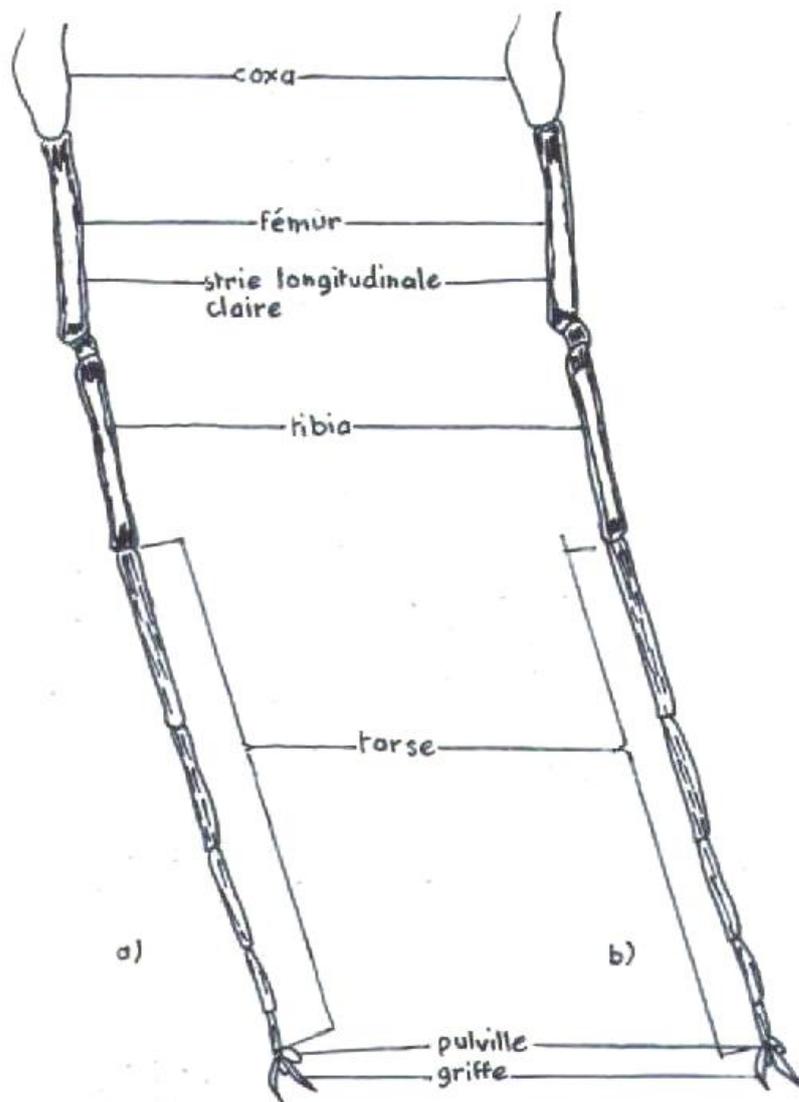


Fig. 8 : Morphologie des pattes (a: antérieures; b: postérieures). (Bendali, 1989).

- **Abdomen :**

Dans les deux sexes, l'abdomen comporte dix (10) segments, dont huit visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale; segment ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées (écailles absentes chez les Anophelinaes). Dernier segment abdominal constituant les appendices génitaux (génitalia), dont la morphologie très complexe, surtout chez les mâles, est très utilisé en systématique. L'appareil génital mâle (ou hypopygium), qui comprend les IXe et Xe segments, subit, comme c'est la règle chez beaucoup de Nématocères, un phénomène d'hémi rotation de 180°, amenant la face ventrale en position dorsale. Cette circumversion se produit 12 à 24 heures après l'émergence (Fig.9) e. (Rhodain & Perez, 1985).

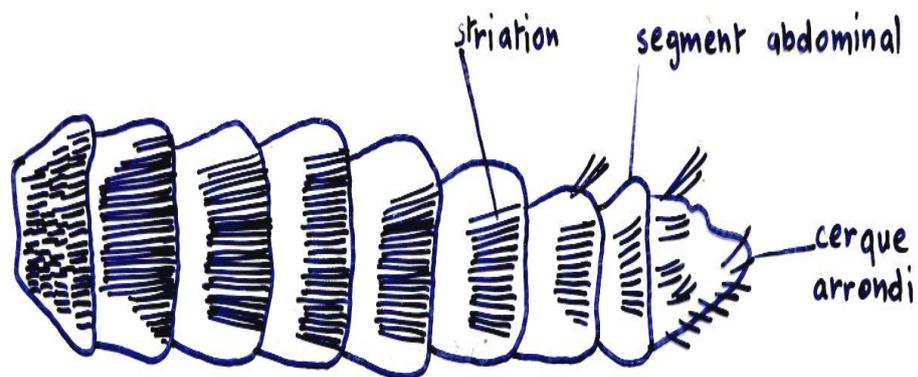


Fig.9 : Morphologie de l'abdomen (vue dorsale, femelle de *Culex pipiens pipiens*)
(Bendali, 1989).

- **Terminalia mâle :**

Les Terminalia des Nématocères sont très complexe et, comme ceux de la plupart des Ptérygotes, difficiles à comprendre. Les segments VIII et XI (segments génitaux) sont les plus modifiés, ils portent le gonopores et les organes externes d'accouplement. Chez le moustique les génitalia mâles se distinguent de ceux de la femelle par la présence de grands forceps. Les Terminalia mâles ont été étudiés par de nombreux auteurs, il faut citer Edwards, 1920, 1941; Christophers (1922), Christophers & Barraud (1931), Snodgass 1957, 1959; Harbach & Knight (1980). Terminalia mâle (ou hypopygium), comprend les neuvièmes et dixièmes segments, subit, comme c'est la règle chez beaucoup de Nématocères, un phénomène d'hémi rotation de 180°, amenant la face ventrale en position dorsale. Cette circulation se produit 4 heures après l'émergence. Très schématiquement, l'hypopygium se compose : coxite (présentant 2 ou 3 lobes : basal apical, éventuellement par basal), style et griffe et souvent deux claspettes. Le dixième segment, ou segment anal au niveau duquel se remarque le pénis (phallosome ou édéage) muni parfois d'apophyse et entouré de deux paramètres souvent des protubérances d'aspects très variés (en oursin chez les *Culex*), ainsi que deux bras latérobasaux, plus ou moins développés insérés à sa base (Rhodain & Perez; 1985). (Fig.10).

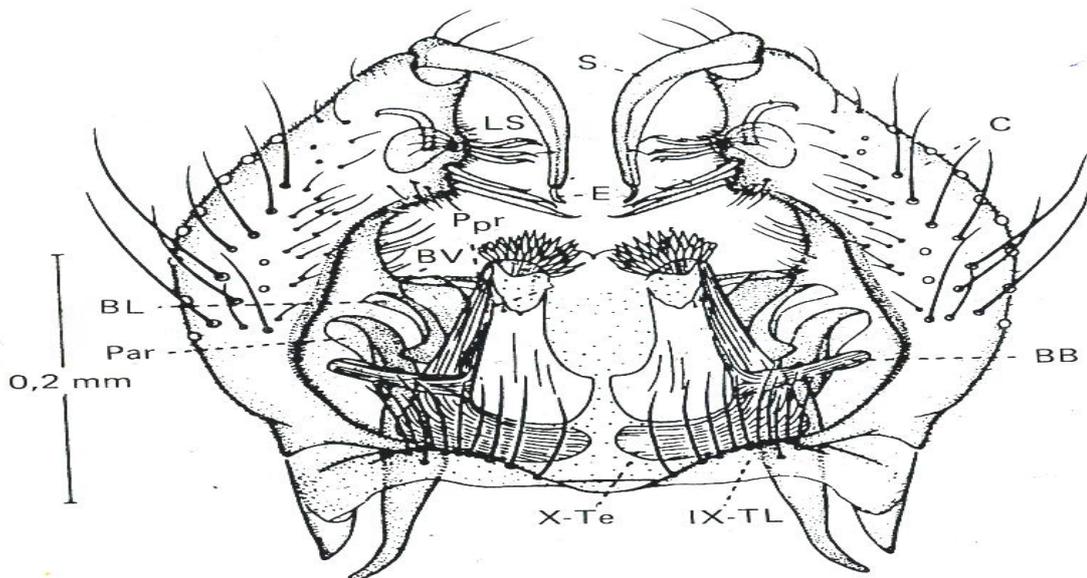


Fig. 10: Morphologie de l'hypopygium chez les moustiques mâles (genre *Culex*); **BB**: bras basal; **BL**: bras latéral; **BV**: bras ventral; **C**: coxite; **E**: épine du style; **LS**: lobe subapical; **par**: paramètre; **Ppr**: paraprocte; **S**: style; **IX-TL**: lobe du tergite IX; **X-Te**: tergite X (Harbach & Knight, 1980).

- **Terminalia femelle :**

L'étude des Terminalia femelle est basée surtout sur les travaux de: Macfie & Ingram (1922), Christophers (1923, 1960), Davis (1926), Gregbine (1966). Elles sont difficiles à interpréter que ceux des mâles, possédant une morphologie relativement simple et un rôle taxonomique mineur qui se présente dans la détermination du genre. Les Terminalia femelles diffèrent des terminalia mâles par les caractères suivants (pas d'inversion, les terminalia gardent leur position primitive, le segment IV est plus réduit et ne porte ni appendice, ni lobe ; le segment anal ou segment X porte une paire de cerques). Le segment génital est plus ou moins rétracté, il comprend le tergite IX (Dorsal) et porte d'autre part l'insula* et l'atrium** qui représentent la chambre génitale.

-Insula ou sternite IX petite plaque chitineuse, sur la ligne médio ventrale séparée par une mue de segment VIII portant des poils.

-Atrium ou chambre génitale où s'ouvre l'oviducte, le conduit de la spermathèque et de la glande à mucus est un anneau clarifié entourant le gonopore. (Fig.11)

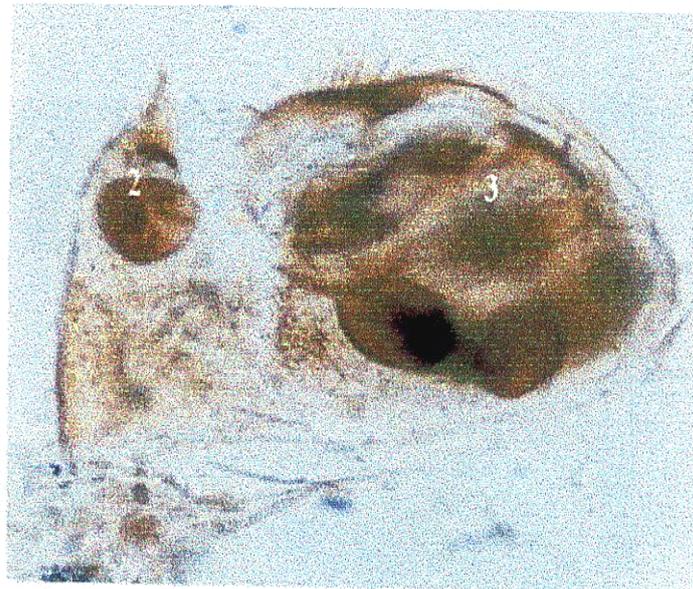


Fig.11 : Terminalia femelle de l'espèce *Culiseta longiareolata*.

2.2.2. Les Œufs :

Les œufs sont pondus habituellement à la surface de l'eau, soit isolément (genres *Aedes* et *Anopheles*), soit regroupés dans des masses ayant la forme de nacelle (genres *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*, *Orthopodomyia* et *Mansonia*), ils peuvent être déposés sur les substrats humides (*Aedes*) qui peuvent éclore après une période dessiccation. Les œufs flottent à la surface de l'eau soit du fait des phénomènes de tension superficielle, soit grâce à la présence de flotteurs latéraux (*Anopheles*) ou apicaux (*Culex*). La variation de forme, de taille et de coloration a parfois été utilisée en taxonomie (Fig. 12). (Rhodain & Perez, 1985).

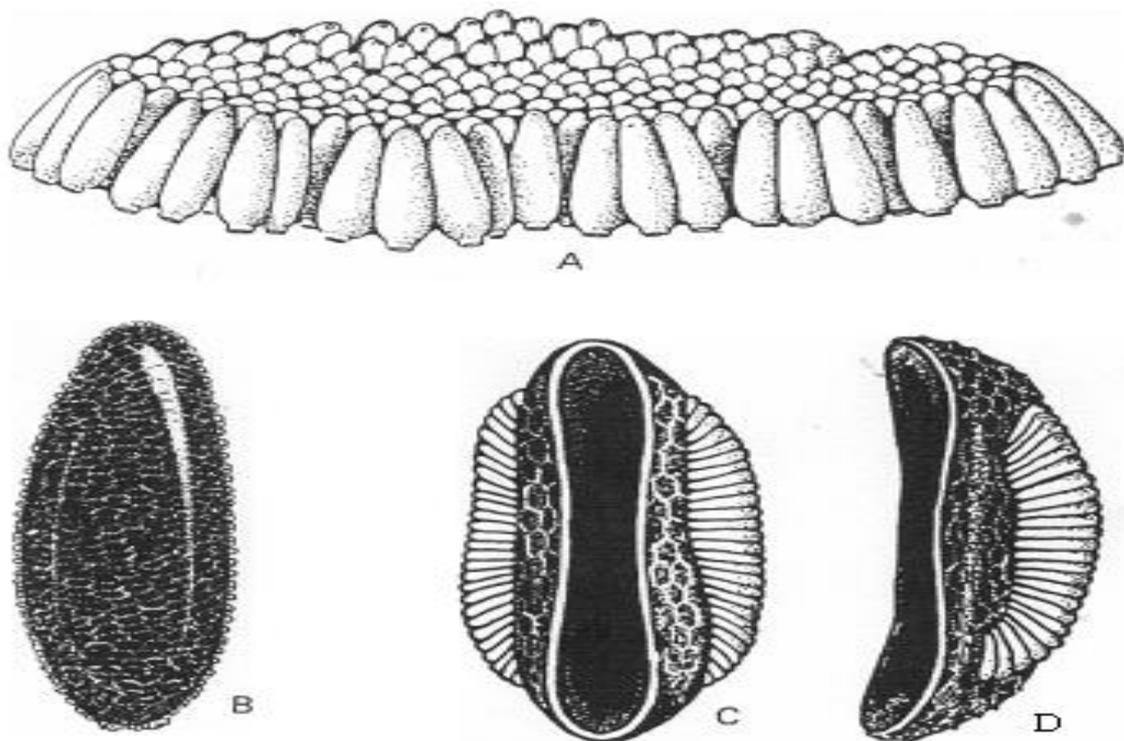


Fig. 12: Morphologie schématique de l'œuf chez les moustiques. A: œufs de *Culex* en radeau; B: œuf d'*Aedes*; C: œuf d'*Anopheles* (de face); D: œuf d'*Anopheles* (de profil) (Russell *et al.*, 1963).

2.2.2. Larve :

Le développement larvaire des Culicidae comporte quatre stades de morphologie comparable, hormis la taille (de 1 mm-1,5). Les caractères morphologiques utiles en systématique concernent le quatrième stade.

- La tête :

La tête de la larve des moustiques a fait l'objet de très nombreux travaux, parmi lesquels, il faut citer surtout ceux de Becker, 1938; Snodgrass, 1959; Chaudonneret, 1962; Gregbine, 1966. Formée par une plaque chitineuse médiane : le fronctoclypéus et deux latérales plaque antérieure (plaque épicroaniennes). Au fronctoclypéus est rattachée une plaque antérieure étroite (préclypéus) portant des brosses buccales. Les pièces buccales sont du type broyeur. Les plaques chitineuses (préclypéus et fronctoclypéus) portent des soies systématiques (soies préclypéales, clypéales, frontales, occipitales...). Latéralement on distingue deux tâches oculaires ainsi que les deux antennes. Ils ont un aspect variable suivant les groupes, spiculées sur toute la longueur chez les Anophelines mais portant toujours des soies caractéristiques.

- Le thorax :

Le thorax est représenté par une masse indivise de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorso-ventralement, le thorax est formé de trois segments soudés (prothorax, mésothorax et métathorax), dont la distinction se fait à l'aide de la chétotaxie. A l'angle antéro-dorsal, on distingue une paire de lobe transparent (notched organs) des Anglo-Saxons ou organes bilobés rétractiles, pas visibles sur tous les exemplaires. Entre les lobes de chaque paire, il y a une dépression en entonnoir. D'après (Snodgrass, 1959), les (notched organs) rappellent des vestiges de stigmates antérieurs de nombreuses larves de Nématocères. Les stigmates des stades successifs ne sont pas formés en dedans des stigmates précédents mais à partir des branches indépendantes de l'atrium stigmatique persistant, il serait possible que les trompettes respiratoires se rapportent de cette manière aux <<Notched organs>>.

- L'abdomen:

L'abdomen de la larve de moustique possède 10 segments : huit segments bien apparents, le neuvième pas évident, soudé au huitième, et un dixième segment forme le segment anal. Le dixième segment, selon (Snodgrass, 1959), serait le segment anal qui correspondrait au petit lobe anal et dorsal de la nymphe en arrière de l'anneau qui est le neuvième segment, et qui porte en plus, les nageoires. Chez les Anophelinae, les sept premiers segments sont semblables. Le neuvième combiné au huitième formerait un anneau complet, c'est lui qui porte la paire de stigmates superficiels dorsaux, et sur sa partie latérale un peigne. Chez les Culicinaes et les Toxorhynchitines l'extrémité apicale est munie d'un organe médian, chitinisé, de forme tronconique appelé siphon respiratoire. La longueur et la largeur sont caractéristique de l'espèce (indice siphonique, c'est le rapport de la longueur/largeur à la base, qui varie de 1 à 15) ce dernier porte latéralement une rangée d'épines appelée peigne du siphon et une ou plusieurs touffes de soies.

Le dixième segment est le segment anal, il porte quatre longues papilles anales (lobes anaux), une brosse ventrale et des soies caudales internes et externes, sa partie tergale comporte un sclérite en selle. (Fig.13).

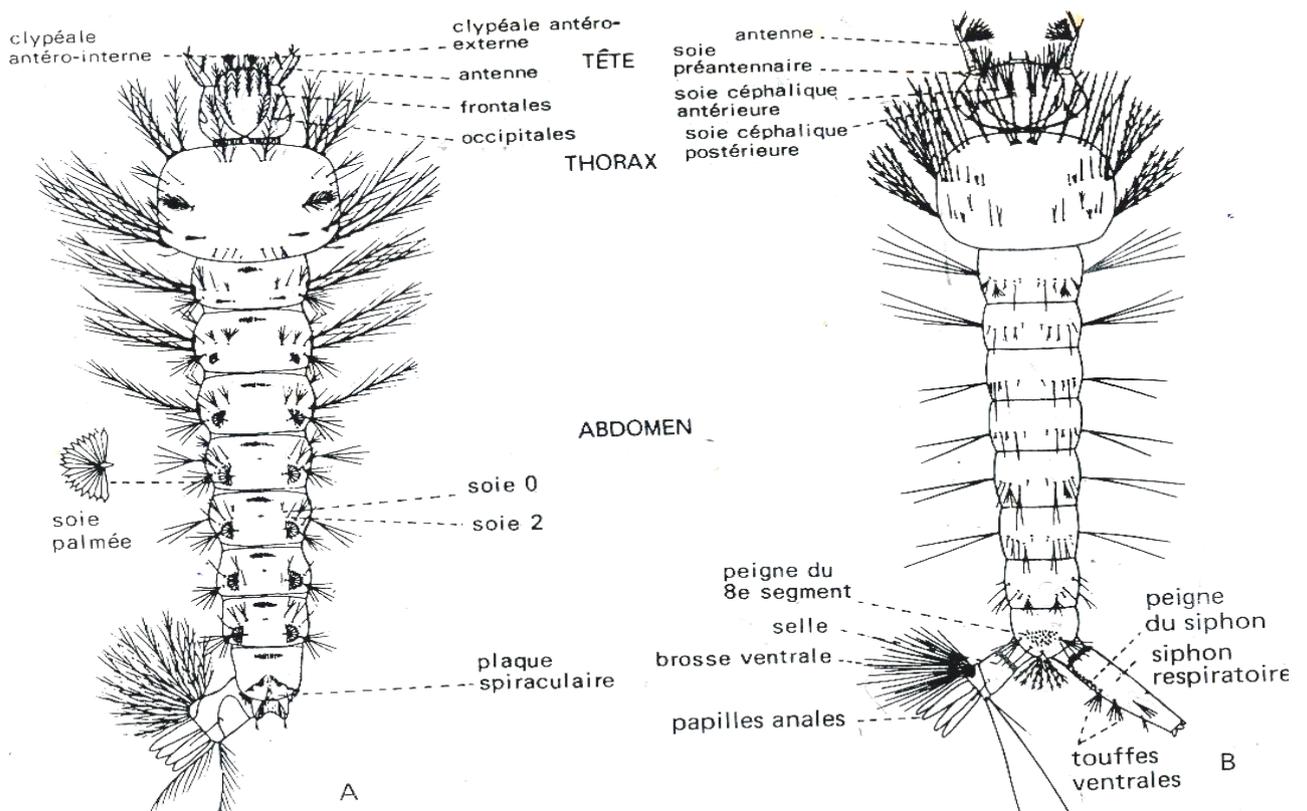


Fig. 13:Morphologie schématique de deux larves de moustique. (A) *Anopheles* et (B) *Culex*
(O.M.S., 1973)

2.2.3. Nympe :

A la fin du développement du quatrième stade, la larve ne se nourrit plus et devient une nympe. La tête et le thorax chez la nympe du moustique forment un volumineux céphalothorax, qui fait suite un abdomen étroit recourbé de forme générale en virgule ou en point d'interrogation: La nympe est formée dans l'exuvie larvaire. Les organes comme les trompettes respiratoires, les antennes, les pièces, buccales, les pattes, les ailes et des rudiments alaires métathoraciques se forment très tôt chez la larve. Dès le premier stade larvaire, on remarque les yeux nymphaux en avant des yeux larvaires ; ces yeux se développent surtout au quatrième stade, quand ils se pigmentent. Au quatrième stade larvaire, sous la cuticule, on voit la majorité des éléments nymphaux (Snodgrass, 1959). Les distinctions taxonomiques des nymphes sont fondées sur les caractères des trompettes respiratoires, la chétotaxie et les caractères des nageoires (Fig.14).

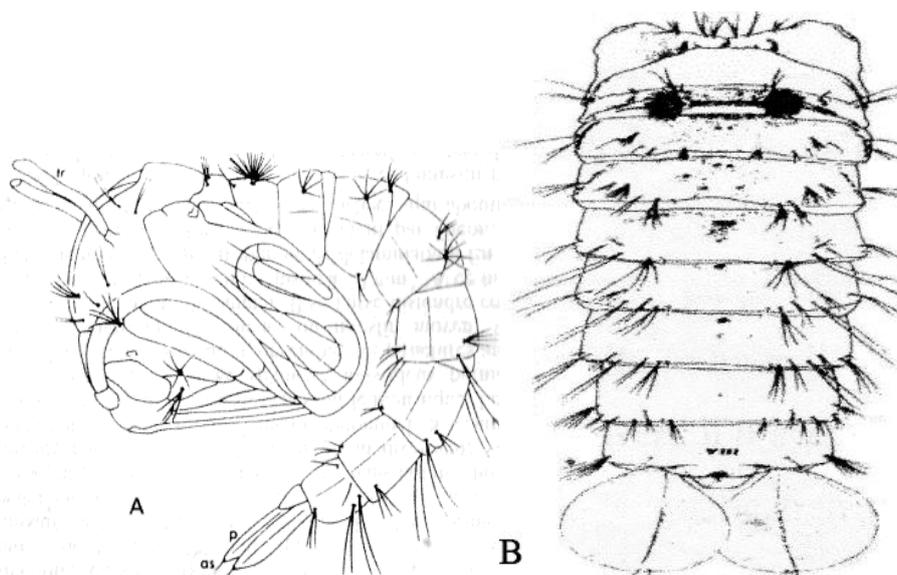


Fig. 15: Morphologie de la nymphe chez les moustiques (A: aspect général de profil; B: abdomen en vue dorsale) (Mattingly, 1971).

2.3. Echantillonnage :

L'échantillonnage couvre un site urbain et des sites ruraux. Chaque site est divisé en stations : les sites ruraux correspondent à des écuries et des stagnations temporaires des eaux pluviales. Les prélèvements ont été réalisés (100) à l'aide d'une louche de 500 millilitres cette dernière est plongée dans l'eau puis déplacée d'un mouvement uniforme en évitant les remous. Le triage des larves et des nymphes se fait au laboratoire, pour être utilisé ensuite dans la systématique. Au niveau de la ville d'Annaba, le choix des sites a été réalisé en collaboration avec les services d'hygiène et de la santé de la ville d'Annaba. Les sites de prélèvements des échantillons correspondent aux caves inondées, (soit d'eau potable ou d'eau usée provenant des écoulements des conduites). La capture des adultes a été réalisée au niveau des immeubles, à l'aide d'un tube en verre, que l'on pose délicatement sur le moustique en repos, qui s'envole et gagne le fond du tube, puis on les mets dans les cages cubiques.

2.4. Technique d'élevage :

L'élevage des moustiques se à différents stades:

A l'état adulte : L'élevage des moustiques à été réalisé au laboratoire dans des cages de forme cubique (30x30x30 cm) avec une armature en bois couverte de tulle. Sur le coté, existe un manchon de tissus, de 30 cm de long sur 18 cm de diamètre pourvu d'un élastique au bout pour permettre l'introduction de la main. Les Culicidae sont nourris de raisin sec et de datte. Le repas sanguin, indispensable à la ponte nécessite l'introduction d'un rat nouveau né dans les cages des cristallisoirs contenant de l'eau dont les quels les femelles pont des œufs en amas (*Culex*, *Uranotaenia*, *Culiseta*) ou isolément (*Anopheles*, *Aedes*, *Orthopodomyia*).

A l'état larvaire : Les œufs et les larves de moustique sont récoltés des différents sites d'échantillonnage. Les larves sont élevées dans des récipients contenant 150 ml d'eau

déchlorinée et nourris avec 0,04g du mélange biscuit 75% - levures (Bendali, 1989). L'eau est renouvelée chaque deux jour. 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). Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages où elles se transforment en adultes.

2.5. Techniques de conservation:

Actuellement, seules les larves ayant atteint le quatrième stade, font l'objet d'une identification fiable. Les larves une fois mortes, sont conservées dans de l'alcool à 60 à 70°, ce qui permet de les déshydrater partiellement. Le coton permet d'éviter les déplacements brutaux des bulles d'air qui, sans cela, endommageraient les larves pendant des dizaines d'années. Le tube porte une étiquette indiquant le lieu et la date du prélèvement et le numéro d'identification de la série de larve. Les nymphes sont élevées jusqu'à l'émergence, l'identification est faite également sur l'imago (Bendali, 2006).

2.6. Techniques de montage:

Pour faciliter la systématique des larves, la chétotaxie des thorax des adultes et pour distinguer les différentes pièces de l'hypopygium, et autre structure chitineuse, on a utilisé du NaOH 5%, qui rend la chitine transparente et détruit les tissus attachés aux cuticules. Les larves seront disposées toujours à la même place sur la lame porte-objet. Cette façon de faire évite les longues recherches sous le microscope des petits objets. On peut s'aider pour cela d'un guide constitué par une lame où sont dessinés le placement de la lamelle ainsi que de l'étiquette et de ces diverses indications. (Gutsevitch *et al.*, 1974 : in Bendali, 1989).

2.7. Clés d'identification des Culicidae :

La systématique des Culicidae de la région d'Annaba à été étudiée principalement à l'aide de logiciels d'identification (Schaffner *et al.*, 2001) et une clé dichotomique (Himmi *et al.*, 1995).

L'identification de la femelle repose sur la morphologie externe : répartition et couleur des écailles, structures de l'aile et celle de l'extrémité postérieure abdominale permettant la

distinction des genres et des espèces. Chez les mâles, la structure et la chétotaxie de l'hypopygium sont nécessaires pour la détermination du genre et des espèces. Les larves du quatrième stade sont très utilisées dans ce domaine, vu la facilité de leur pêche et leur chétotaxie qui permet l'identification des espèces et des sous-espèces.

2.8. Etude morphométrique et chétotaxique:

Plusieurs paramètres morphométrique et chétotaxique ont été pris en considération pour les larves du quatrième stade et les adultes mâles et femelles de quelques espèces inventoriées dans les régions d'étude. La biométrie des larves a concerné la longueur et la largeur de: la tête; le thorax; les huit segments de l'abdomen; le siphon et la trachée, ainsi que la chétotaxie du huitième segment.

D'autre part chez les adultes on a mesuré la longueur et la largeur de 32 mensurations: la tête, les palpes, le pronotum, les antennes, le thorax, Aile, patte 1, patte 2, patte 3, abdomen. Les adultes mâles et femelles ont subi une étude chétotaxique de la face latérale du thorax (répartition des soies).

2.9. Lutte bactériologiques:

Une lutte efficace contre les moustiques et les simules est possible tout en respectant l'environnement grâce à l'utilisation du *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14, Bactérie entomopathogène, commercialisé sous le nom de Vecto Bac WG (3000 ITU<<Unités Toxiques International.

La Bactérie a été testée sur les larves néonates et les adultes femelles d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*. La solution mère a été préparée à partir d'un demi – litre d'eau distillée additionnée à 25g de *B.th.is* après agitation de la solution pendant 10 minutes, on a procédé à la préparation des différentes concentrations pour les adultes (3,75 mg/ml, 10 mg/ml, 50 mg/ml), on a utilisé trois répétitions et un témoin (20 individus par répétition). Deux substrats alimentaires ont été utilisés pour nourrir les adultes femelles (les raisins secs et le miel dilué (1à4). Les raisins secs ont été trompés

dans les différentes doses pendant 5 minutes qu'on accroche par la suite au plafond des cages. D'autre part les mêmes doses ont été mélangées avec du miel dilué (10 ml/cage). La mortalité a été enregistrée après : 24h; 48h et 72h.

Le test bactériologique sur les larves néonates a été réalisé selon la méthode d'Ibarra & Frédéricki, (1987), la solution mère a été préparée à partir d'un demi – litre d'eau distillée additionnée à 0,01 mg de *B.th.is*, les larves d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et d'*Anopheles maculipennis sacharovi* (30 larves par répétition) ont été disposées dans 200 ml d'eau déchlorinée, additionné au différentes concentrations de *B.th.is* (1ug/ml, 2ug/ml, 3ug/ml) dans trois répétitions et un témoin, la mortalité à été calculée après 24h; 48h et 72h.

La position systématique de la bactérie est la suivante :

Embranchement	Fermicutes
Sous embranchement	Eubacterie
Classe	Bacilli
Ordre	Bacillales
Famille	Bacillaceae
Genre	<i>Bacillus</i>
Espèce	<i>thuringiensis</i>
Sous –espèce	<i>israelensis</i>

2.9. 1. Cycle biologique de la bactérie:

Comprend les phases suivantes:

Phase de germination : Basée sur la Réhydratation de la spore et production de la cellule végétative.

Phase active: Caractérisée par la croissance et la multiplication des cellules végétative, chaque cellule se divise en deux cellules génétiquement identiques, lorsque le milieu devient appauvri pour l'un des nutriments essentiels, la bactérie entre alors en phase stationnaire et s'engage dans un processus qui aboutit à la formation des spores, où elle subit des modifications physiologiques et biochimiques aboutissant aux formations des protéines cristal.

Phase de sporulation : Dans les conditions défavorables, les spores se forment et les membranes des cellules bactériennes s'éclatent en libérant la spore.

Période de dormance : La spore résiste aux conditions défavorables (Alimentation, température, PH), le cycle biologique reprend de par la transformation des spores en de nouvelles cellules bactériennes (Fig.16). (Lereclus *et al.*, année ??Honné & Visser, 1993 ; Mrgalith & Bn-dov, 2000).

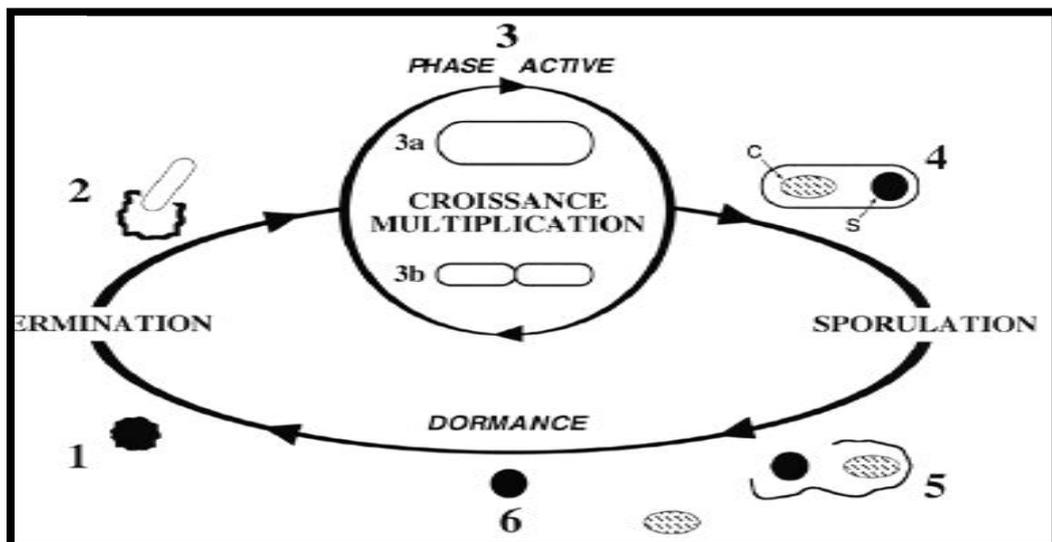


Fig.16 Schématisation d'un cycle vital d'un *Bacillus thuringiensis*
(Lacousiere & Boisvert, 2004)

1. Germination : réhydratation de la spore.
2. Production de la cellule végétative.
3. Croissance et multiplication.
4. Sporulation (S) formation de la spore, (C) l'inclusion.
5. Lyse.
6. Période de dormance.

2.9.2. Mode d'action

La bactérie produit une protéine cristallisée, qui est toxique durant l'étape de sporulation de son cycle de uniquement pour les larves de moustiques et de mouches noires. Ces cristaux microscopiques sont ingérés par les larves des insectes lorsque celles-ci se nourrissent. Dans le milieu alcalin de l'appareil digestif de ces insectes sensibles, les cristaux se dissolvent et se transforment en molécules protéiques toxiques qui détruisent les parois de l'estomac. Les insectes cessent habituellement de se nourrir dans les heures qui suivent leur exposition au *B.th.is* et meurent en quelques jours (Fig.17).

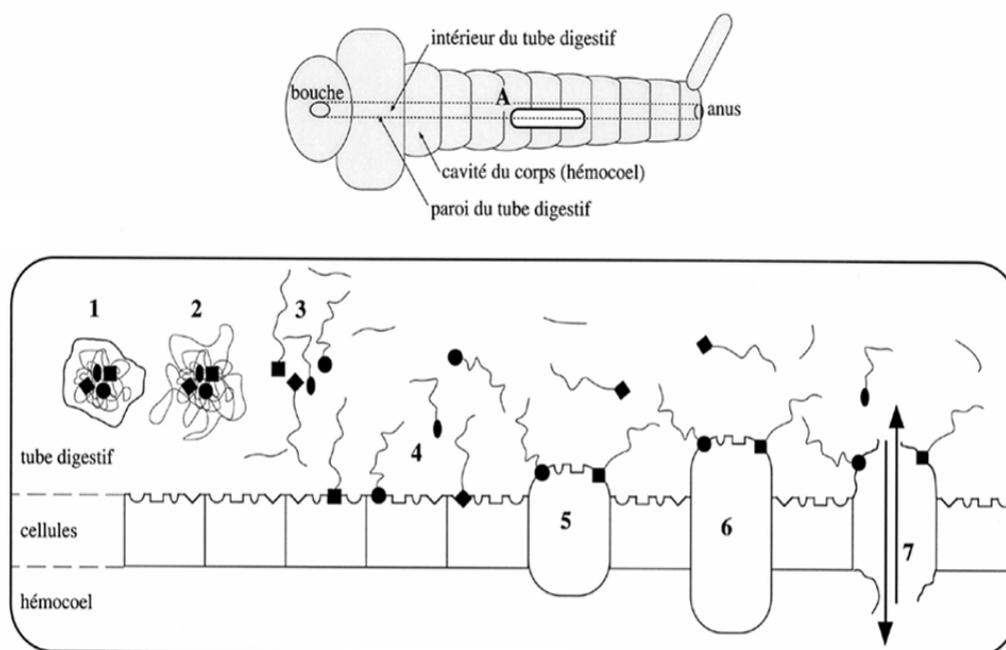


Fig. 17 : Représentation schématique du mode d'action des cristaux du *Bacillus thuringiensis israelensis* (Lacousiere & Boisvert, 2004).

- 1 - Dissociation des cristaux dans le liquide alcalin du tube digestif.
- 2 - Libération de longues chaînes de protéines.
- 3 - Sectionnement des protéines par des enzymes pour produire les segments toxiques.
- 4 - Fixation des enzymes sur des récepteurs spécifiques.

5-6-7 – Gonflement, éclatement des cellules affectées et perforation de la paroi du tube digestif.

2.9.3. Analyse statistique:

Une analyse statistique selon Ibarra & Fredirici, (1987) a été menée afin de déterminer l'effet du *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 à l'égard des larves et des adultes femelles d'*An.m.l* et *An.m.s* selon (Finney, 1971) d'estimer les concentrations létales DL₅₀ et leurs intervalles de confiance. D'autre par Les données de la biométrie, la chétotaxie, et la biochimie, représentées sous forme de moyennes et d'écart type, établi sur un effectif déterminé ont fait l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification, ANOVA sur (MINITAB 2003).

La Mortalité observée (%) :

$$\text{Mortalité observée (\%)} = \frac{\text{mortalité des individus morts après le traitement} \times 100}{\text{Nombre total d'individus traité}}$$

La Mortalité corrigée (%) :

La mortalité observée est corrigée par la formule d'Abbott, (1925), afin d'éliminés la mortalité naturelle, elle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Mortalité corrigée (\%)} = \frac{\text{mortalité des traités} - \text{mortalité des témoins}}{100 - \text{mortalité observés des témoins}} \times 100$$

Transformation angulaire :

Après transformation angulaire des pourcentages de mortalité selon Biliss, cité par Fisher et Yates, (1957) les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification réalisée grâce à un logiciel Minitab.

Analyse des probits :

Les pourcentages de mortalité corrigée subissent une transformation en probits (Finney, 1971). Les logarithmes des doses en fonction des probits nous permettent de déterminer la droite de régression, à partir de laquelle la concentration létale DL 50 est estimée.

La méthode de Swaroop, (1966) précise l'intervalle de confiance avec une probabilité de 95% deux paramètres sont nécessaires :

Le Slope, noté par (S),

$$S = \frac{DL_{84} / DL_{50} + DL_{50} / DL_{16}}{2}$$

F DL 50 est donné par la formule :

$$FDL50 = S^{2,77} / \sqrt{N}$$

N : effectif total des individus morts entre 16 % et 84 %

$$\text{Log F DL50} = \log S^{2,77} / \sqrt{N}$$

$$FDL 50 = \text{Anti log } \frac{2,77 \times S}{\sqrt{N}}$$

$$\text{Limite fiducile supérieure} = FDL 50 \times DL 50$$

$$\text{Limite fiduciale inférieure} = DL50 / FDL50.$$

2.10. Extraction et dosage des métabolites:

Les échantillons ont été prélevés chez les *Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*. L'extraction des différents métabolites (lipides, glucides, et protéines) de chaque individu a été réalisée selon le procédé de (Shibko *et al*, 1966) et dosés selon les méthodes décrites par (Soltani & Soltani –Mazouni, 1992). Un groupe de 5 individus est homogénéisé dans un 1 ml d'acide trichloracique (20%). Après une première centrifugation (5000 trs / min à 4°C pendant 10 min), le surnageant obtenu sert au dosage des glucides totaux selon la méthode de Duchateau & Florkin (1959), tandis que le culot est additionné du mélange en partie égale d'éther et de chloroforme. Une seconde centrifugation donne un autre surnageant destiné au dosage des lipides totaux (Goldsworthy *et al.*, 1972) tandis que le culot sera dissout dans de la soude (0,1N) et utilisé pour la quantification des protéines selon (Bradford, 1976). Les différentes étapes sont résumées dans la (fig. 1

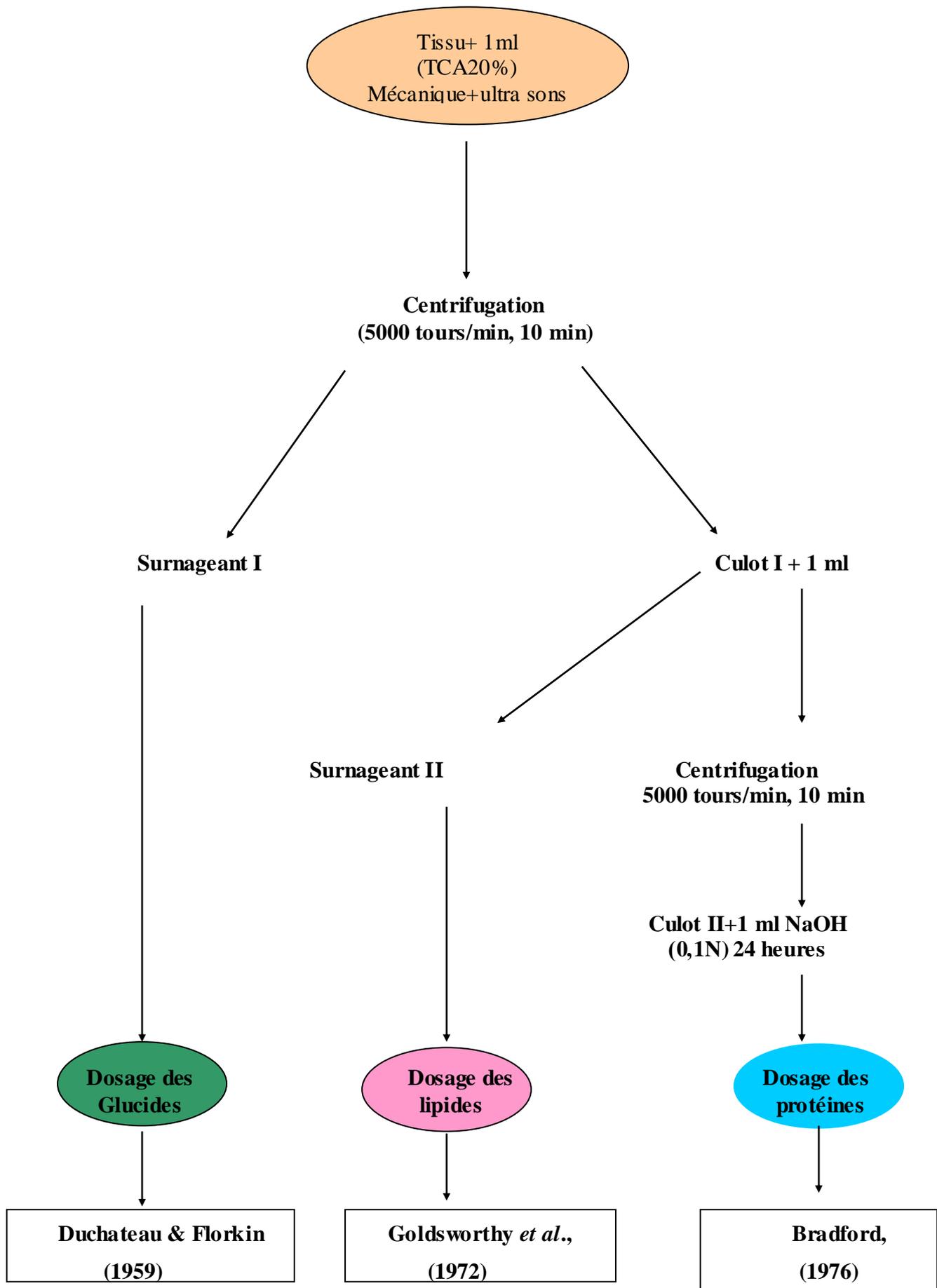


Fig.18: Principale étape d'extraction des métabolites : glucides, lipides, et protéines selon Shibko *et al.*, (1966).

2.10.1 Dosage des protéines totales:

Les protéines ont été dosées selon la méthode de (Bradford, 1976) qui utilise le bleu brillant de coomassie comme réactif (100 mg BBC+50 ml d'éthanol absolu +100 ml d'acide ortho phosphorique complété à 1000 ml avec de l'eau distillée) et le sérum d'albumine de bœuf (BSA, Sigma) comme protéine standard. La gamme d'étalonnage a été réalisée à partir d'une solution mère BSA (1 mg/ml) (Tableau). Les absorbances ont été lues dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc de gamme.

Tableau9 : Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Volume d'albumine ul	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (ul)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

2.10.2 Dosage des glucides totaux:

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon la méthode de (Roy, 1936) modifiée par Duchateau & Florkin, (1959). Elle consiste à additionner à 0,5 ml de la solution sulfurique contenue dans un tube à essai 4,5ml du réactif d'anthrone et de chauffer le mélange à 110°C pendant 13 min. Une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucide présente dans l'échantillon. La lecture de l'absorbance est faite à une longueur d'onde de 625 nm. La préparation du réactif d'anthrone se fait comme suit : peser 150 mg d'anthrone, 75ml d'acide sulfurique concentré et 25 ml d'eau distillée. On obtient une solution limpide de couleur verte qui est stockée à l'obscurité. La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de tréhalose (0,1 mg/ml).

Tableau 10: Dosage des glucides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de glucose (ug)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (ul)	100	80	60	40	20	0
Réactif d'anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4

2.10.3. Dosage des lipides totaux :

Le dosage des lipides totaux ont été déterminés selon la méthode de (Goldsworthy *et al.*, 1972) utilisant le réactif sulfophosphovanillinique. Le dosage se fait sur des prises aliquotes de 100 μ l des extraits lipidiques ou de gamme étalon aux quelles on ajoute 1 ml d'acide sulfurique concentré. Les tubes fermés sont agités et placés pendant 10 minutes dans un bain marie bouillant. Après refroidissement pendant 5 minutes, on prend 200 μ l de ce mélange auquel on ajoute 2,5 ml de réactif sulfophosphovanillinique et on agite vigoureusement. Après 40 minutes à l'obscurité, la densité optique est lue dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 530 nm. Les lipides forment à chaud avec l'acide sulfurique, en présence de vanilline et d'acide orthophosphorique, des complexes roses. Le réactif est préparé comme suit : dissoudre 0,38g de vanilline dans 55 ml d'eau distillé et ajouter 195 ml d'acide orthophosphorique à 85%. Ce réactif se conserve pendant 3 semaines à 4°C et à l'obscurité.

Tableau 11 : Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipides (μ l)	0	20	40	60	80	100
Ether / chloroforme (μ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif sulfophosphovanillinique (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

2.11. Indices écologiques :

Les indices écologiques qui retiennent notre attention pour l'exploitation de notre résultat sont la qualité de l'échantillonnage, la richesse totale et moyenne, la fréquence, la constance, l'indice de Shannon- Weaver et l'indice d'équirépartition.

2.11.1 Indices de composition (analyse des peuplements) :

Le peuplement est un ensemble d'individus appartenant à des espèces différentes mais qui vivent au sein d'un même espace.

Il est singularisé par conséquent, par certaines caractéristiques:

✓ **Richesse spécifique (ou totale) et moyenne :**

La richesse totale d'un peuplement est le nombre d'espèces (S) rencontrées au moins une fois au terme de N relevés (Blondel, 1975). Dans la région d'étude, tandis que la richesse moyenne (S') est le quotient du nombre total d'individu (k_i) pour chacune des espèces sur le nombre total de relevés (N) effectués, c'est - à- dire : $S' = K_i / N$.

✓ **Fréquence centésimale ou abondance relative**

La fréquence F est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total des individus (N) (Dajoz, 1971) C'est -à -dire si elle est commune, rare ou très rare. Elle est donnée par la formule suivante:

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

n_i : le nombre d'individus de l'espèce prise en considération.

N: le nombre total d'individus.

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

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

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

✓ **Indice de Shannon et Weaver :**

L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H'), est la quantité d'information apportée par un échantillon et sur les structures du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus y sont répartis entre diverses espèces (Daget, 1976). Il se calcule

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

H' : Diversité spécifique

N : Effectif total du peuplement

n_i : Effectif de l'espèce i

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

2.11.2. Equitabilité (équirépartition):

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

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

S : étant le nombre d'espèce formant le peuplement.

L'équitabilité permet de comparer les structures des peuplements. La valeur de E varie de 0 à 1; elle tend vers 0 quand les différentes populations ne sont pas en équilibre entre elles et lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentré sur une espèce, elle tend vers 1 quand il existe un équilibre entre les populations et lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

3. RESULTATS :

3.1. Inventaires et étude du peuplement des Culicidae:

3.1.1. Inventaires des Culicidae:

La liste des espèces de Culicidae, recensées dans les sites urbains et ruraux est adressée dans le tableau (12). L'examen des résultats permet de mettre en évidence l'existence de 7 espèces pour le site urbain, et 8 espèces identifiées au niveau des sites ruraux. En ce qui concerne le nombre d'espèces la différence n'est pas importante. Pour ce qui est de diversité, quelques espèces présentent au niveau du site urbain (*Uranotaenia unguiculata*; *Culex laticinctus*; *Culiseta ochroptera*) sont absentes au niveau du site rural. D'autre part quelques espèces présentes au niveau du site rural sont absentes au niveau du site urbain (*Culex theileri*; *Anopheles labranchiae*; *Anopheles sacharovi*; *Anopheles algeriensis*). C'est à dire que chaque site présente une particularité faunistique.

Tableau 12 : Inventaire des Culicidae des sites urbains et ruraux.

Espèces	Station	Site urbain	Sites ruraux
<i>Uranotaenia unguiculata</i>		+	-
<i>Orthpodomyia pulcripalpis</i>		+	+
<i>Culex pipiens</i>		+	+
<i>Culex pusillus</i>		+	+
<i>Culex theileri</i>		-	+
<i>Culex laticinctus</i>		+	-
<i>Culiseta ochroptera</i>		+	-
<i>Culiseta longiareolata</i>		+	+
<i>Anopheles labranchiae</i>		-	+
<i>Anopheles sacharovi</i>		-	+
<i>Anopheles algeriensis</i>		-	+
Nombre d'espèce		7	8

(+) : présence de l'espèce

(-) : absence de l'espèce

3.1.2. Richesse totale et moyenne :

Les résultats mentionnés dans le tableau (13), font ressortir que la richesse totale, varie en fonction des gîtes. La richesse totale est importante au niveau du site urbain Annaba avec 7 espèces, par contre, elle est moins importante au niveau des autres sites ruraux Lac Fetzara, El-Kala et M'Daourouch. (Fig.19).

Concernant la richesse moyenne et le nombre totale d'individus, le site Annaba marque des valeurs supérieures avec 600 et 1200 contre 100 et 200 dans le site M'Daourouch.

Tableau 13 : Richesse totale et moyenne de la famille des Culicidae dans les sites d'étude.

Paramètres	Sites			
	Annaba	El-Kala	Lac Fetzara	M'Daourouch
Nombre total d'individus N	1200	251	560	200
Nombres de relevés ni	2	2	2	2
Richesse totale S	7	4	2	5
Richesse moyenne S'	600	125,50	280	100

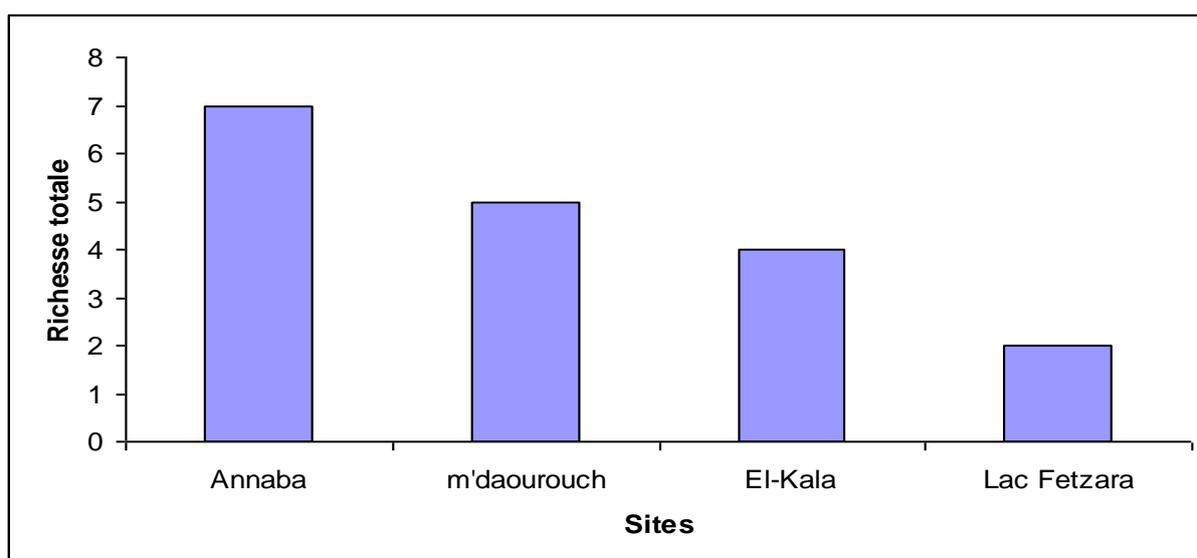


Fig.19: Richesse totale en espèces de Culicidae au niveau des sites d'étude.

3.1. 3. Indice de diversité et équitabilité:

Les résultats mentionnés dans les tableaux (14 et 15) présentent les valeurs de l'indice de diversité de Shannon Weaver (H'); de la diversité maximale (H' max) et d'équirépartition (E).

L'indice de diversité révèle des valeurs qui varient entre 0,49 pour la station du Lac Fetzara à 1,91 pour la station 3 (198 logement les allemands) cette valeur présente un peuplement riche en espèces (6 espèces), la première valeur explique que le nombre d'individus est élevé et le nombre d'espèce est faible (*Or. Pulcripalpis*; *Cx. pipiens*).

En ce qui concerne l'équitabilité, présente une valeur de 0,00 au niveau de la station du parc National ce qui explique que les populations ne sont pas équilibrés entre elles et la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce. Par contre elle tant vers 1 au niveau de la station 11 (Sidi Selem) avec une valeur de 0,97 ce qui explique un équilibre entre les populations.

Tableau 14 : Indice de diversité de Schanon - Weaver (H'), indice de diversité maximale (H' max) et l'indice d'équirépartition (E) dans le site urbain Annaba.

Station Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>U. unguiculata</i>	10	13	17	2	1					10		
<i>Or. pulcripalpis</i>	1	2	2	19	30	22	17	28	10	23	48	20
<i>Cx. pipiens</i>	57	64	43	50	49	46	50	44	50	51	52	60
<i>Cx. laticinctus</i>			4	9			5					
<i>Cx. pusillus</i>			4		10	10						
<i>Cs. ochroptera</i>	32	19	30	20	10	22	28	28		16		20
<i>Cs. longiareolata</i>									40			
Effectif / station	100											
H' / station	1,36	1,34	1,91	1,81	1,71	1,77	1,63	1,53	1,33	1,71	0,97	1,33
S/ station	4	4	6	5	5	4	4	3	3	4	2	3
H' max	2	2	2,58	2,32	2,32	2	2	1,58	1,58	2	1	1,58
E / station	0,68	0,67	0,74	0,78	0,73	0,88	0,81	0,96	0,84	0,85	0,97	0,84

- | | | | |
|------------------|-----------------|----------------|--------------------------|
| 1- Wed Forcha | 5- Fakharin | 9- Sidi Ammar | <i>Cx: Culex</i> |
| 2- pont blanc | 6- Zaafrania | 10- El Hadjar | <i>Cs: Culiseta</i> |
| 3- 198 logements | 7- El Bouni | 11- Sidi Selem | <i>Or: Orthopodomyia</i> |
| 4- 500 logements | 8- Cheikh Tahar | 12- Gassiou | <i>Ur: Uranotaenia</i> |

Tableau 15: Indice de diversité de Schanon- Weaver (H), indice de diversité maximale (H' max) et l'indice d'équirépartition (E) dans les sites ruraux.

Espèces	Stations		El - kala	
	M'Daourouch	Lac Fetzara	Parc National	Lac Obeira
<i>Culex pipiens</i>	40		1	36
<i>Culex theileri</i>	35			15
<i>Culex pusillus</i>	9			
<i>Anopheles sacharovi</i>		504		
<i>Anopheles labranchiae</i>			150	26
<i>Anopheles algeriensis</i>		76		
<i>Culiseta longiareolata</i>	100			23
<i>Orthpomyia pulcripalpis</i>	16			
Effectif/station	200	560	151	100
H'/ station	1,82	0,49	0,00	0,88
S/ station	5	2	2	4
H' max	2,32	1,00	1,00	2,00
E / station	0,78	0,49	0,00	0,44

3.1.4. Fréquence centésimale ou abondance relative des espèces de Culicidae

recensées :

Les résultats du tableau (16) montrent les différentes fréquences trouvées pour chaque espèce et pour chaque site. Concernant le nombre total d'individus par espèce et par gîte, nous remarquons que chaque site présente une espèce abondante, l'espèce *Culex pipiens* est abondante au niveau du site urbain avec 51,29%, l'espèce *Anopheles sacharovi* est abondante dans le site rurale Lac Fetzara avec 90,00 % *Anopheles labranchiae* est abondante au niveau du site d'El-Kala avec 70,11%.

Tableau 16 : Fréquence centésimale ou l'abondance relative des espèces inventoriées dans les sites d'étude.

Sites \ Espèces	Annaba	Lac Fetzara	El-Kala	M'Daourouch
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	4,39	-	-	-
<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	18,45	-	-	8,00
<i>Culex pipiens</i>	51,29	-	14,73	20,00
<i>Culex pusillus</i>	1,99	-	-	4,50
<i>Culex theileri</i>	-	-	5,97	17,50
<i>Culex laticinctus</i>	1,49	-	-	-
<i>Culiseta ochroptera</i>	18,71	-	-	-
<i>Culiseta longiareolata</i>	3,33	-	9,16	50,00
<i>Anopheles labranchiae</i>	-	-	70,11	-
<i>Anopheles sacharovi</i>	-	90,00	-	-
<i>Anopheles algeriensis</i>	-	13,57	-	-

(+) : présence de l'espèce

(-) : absence de l'espèce.

3.2. Description des espèces inventoriées :

✓ *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758):

Le taxon est actuellement considéré comme une espèce plastique, présentant deux formes : la forme *pipiens*, ornithophile, anautogène, eurygame et rurale, à diapause au stade imaginal, et la forme *molestus*, anthropophile, autogène, sténogame et urbaine, à développement continu (homodynamique). Ces formes ne sont pas isolées génétiquement, et résulteraient plutôt d'une sélection écologique. Le complexe *Culex pipiens* présente un problème taxonomique, écologique, génétique, et évolutif de grand intérêt, non encore suffisamment étudié (Mattingly, 1951, 1965; Pasteur, 1977; Miles & Paterson, 1979 In Urbanelli *et al.*, 1980).

Cette espèce multivoltine est très abondante pendant les mois d'été et d'automne. Les gîtes larvaires sont variés, constitués surtout par les mares permanentes ou temporaires, des terrains inondés ou les cultures irriguées; les bords de rivières, plus rarement les creux d'arbres ou les axiles de feuilles engainantes, certaines *Culex* abondant dans les gîtes domestiques (récipient de stockage d'eau, pneus); ou même en milieu urbain, dans les eaux très polluées (puisard d'eau usée, fosses d'aisances) (Rhodain & Perez, 1985). Les œufs sont déposés à la surface de l'eau assemblée en barquettes de 240 à 340 œufs, 30 à 40 pour les autogènes. Les larves se développent dans les 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 les gîtes dont l'eau est fraîche et pure. Les populations présentent dans les eaux polluées sont plutôt anthropophiles et autogènes alors que celles des eaux non polluées sont essentiellement ornithophiles. Dans le bassin méditerranéen les deux populations sont toujours mélangées, il semble cependant que la forme ornithophile soit dominante en attitude et dans les gîtes extérieurs non pollués. Ces larves apparaissent vers le milieu du printemps et disparaissent aux premières gelées.

Les larves se caractérisent par: la forme de la tête (Fig. 21), et les soies siphonales (Fig.20) le mentum contient 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent médiane (Fig.22) la touffe de l'antenne (Fig.23). Génitalia mâle est représenté par la (fig.24).



Fig.20: Les soies siphonales de *Cx.pipiens*.
1000).
(Gr: X 1000).

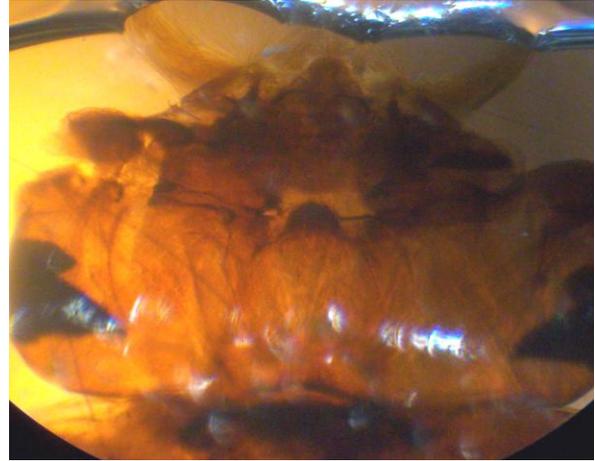


Fig.21: Tête de *Cx. pipiens* (Gr: X



Fig.22 : Mentum de *Cx. pipiens* (Gr:X 4000).
X1000)

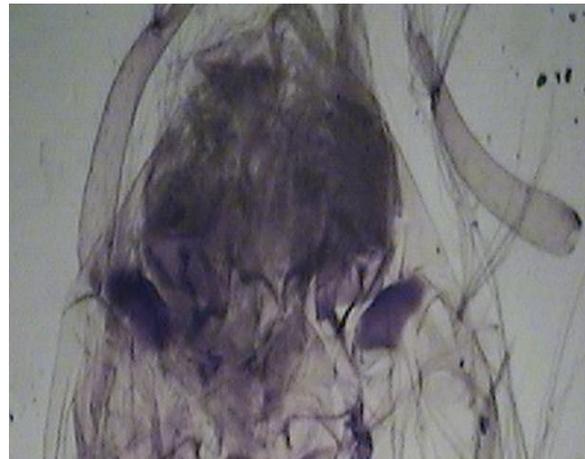


Fig.23 : Antenne de *Cx. pipiens* (Gr:



Fig.24 : Génitalia mâle de *Cx. pipiens* (Gr: X 1000)

Le tableau (18) présente une étude biométrique qui a porté sur la longueur et la largeur de la tête, du thorax, des huit segments abdominaux, du siphon et de la trachée des larves ainsi que la chétotaxie du huitième segment, du siphon, et la selle, qui sont présentés dans le tableau (19) et une étude chétotaxique du thorax des adultes mâles et femelles Tableaux (22 et 23).

L'étude biométrique des adultes et des larves donne une précision sur l'identification systématique de *Culex pipiens*. Les tableaux (20 et 21), représentent les valeurs biométriques de 32 descripteurs considérés comme important dans la taxonomie des Culicidae mâles et femelles. La longueur et la largeur de chaque critère sont représentées par la valeur moyenne et l'écart type suivie de la valeur minimale et maximale. Ces critères peuvent être utilisés dans l'identification systématique approfondie de l'espèce *Culex pipiens* de la région d'Annaba (monographie de l'espèce) ainsi que pour le dimorphisme sexuel.

Tableau 18: Biométrie des mensurations de 12critères déterminant la larve de *Culex pipiens* $m \pm s$ (N= 20; unité : μm).

Biométrie Critères	Longueur Moyenne - Ecart type (valeur minimale-valeur maximale)	Largeur Moyenne - Ecart type (valeur minimale-valeur maximale)
Tête	2535,67 \pm 272,46 (1865 -2909,40)	2551,32 \pm 296,03 (1865-2984)
Thorax	2443,14 \pm 544,64 (1865 -3543,50)	3131,33 \pm 464,06 (2424,5- 4103)
Abdomen S1	1113,40 \pm 278,41 (746 – 1678,50)	2141,00 \pm 294,54 (1865 – 2611)
S2	1100,35 \pm 241,27(559,50 - 1678,50)	2109,31 \pm 365,35 (1305,5 - 2611)
S3	1156,30 \pm 246,53 (746 – 1678,50)	2096,26 \pm 363,97 (1305 – 2611)
S4	1235,08 \pm 212,65 (932,50 - 1687,50)	2107,45 \pm 397,24 (1119 -2611)
S5	1299,55 \pm 361,67 (932,50 – 2492)	1967,57 \pm 384,95 (1119- 2424,50)
S6	1362,52 \pm 506,64 (932,50 - 3005,50)	1939,57 \pm 412,18 (1119 – 2611)
S7	1221,57 \pm 317,16 (746 – 2051,50)	1687,82 \pm 357,12 (1119- 2312,60)
S8	1137,65 \pm 199,77 (746 – 1492)	1471,48 \pm 399,99 (932,5- 2424,50)
Siphon	3202,04 \pm 320,59 (2797,50-3916,50)	1018,29 \pm 183,96 (932,5-1678,50)
Trachée	3002,15 \pm 365,03 (2461,80 – 3730)	619,18 \pm 619,18 (373- 1230,90)

Tableau 19 : Chétotaxie des deux derniers segments abdominaux des larves de *Culex pipiens*.

m±s (N=20)

Critères	Nombres m±s (v min - v max)
Epines du peigne du 8 ^{ème} Segment	55,20 ± 10,99 (38-77)
Epines du peigne siphonale	1,60± 4,28 (11-28)
Soies siphonale	12,90 ±3,29 (6-21)
Soies du sommet siphonal	7,30± 2,92 (3-12)
Branches de la selle	17,45 ± 1,79 (14-22)

Tableau 20: Biométrie des mensurations de 16 critères déterminant les adultes mâles de *Culex pipiens*. m±s (N= 20; unité : µm).

Biométrie Critères	Longueur	Largeur
	m±s (v min- v max)	m±s (v min- v max)
Tête	975,00±291,32 (750-1500)	790,00±167,48 (750-1250)
Pronotum	5202,50±558,30 (4250-7000)	137,50±27,50 (150-200)
Palpes	5492,50±787,61 (4500-8000)	110,00±20,51 (100-150)
Antennes	3367,50±607,03 (2500-4250)	50,00±0,00 (50-50)
Thorax	3026,25±441,69 (2250-4000)	3036,25±439,75 (2500-4250)
Aile	7887,50±1062,13 (6000-11250)	1782,50±226,68 (1500-2500)
Fémur patte1	4050,00±433,77 (3250-5500)	212,50±35,81 (150-250)
Tibia patte1	4450,00±475,44 (3750-6000)	140,00±34,79 (100-200)
Tarse patte1	4802,50±691,96 (3500-6500)	122,50±41,27 (100-250)
Fémur patte2	4522,50±814,90 (1750-5750)	237,50±45,52 (150-300)
Tibia patte2	4852,50±569,50 (3750-6250)	145,00±42,61 (100-250)
Tarse patte2	6642,50±745,65 (5500-9250)	100±0,00 (100-100)
Fémur patte3	4350,00±472,67 (3750-5500)	212,50±42,53 (150-250)
Tibia patte3	4680,00±790,80 (2250-6500)	150,00±32,44 (100-200)
Tarse patte3	10337,50±1709,79 (7500-15450)	102,50±11,18 (100-150)
Abdomen	6505,00±910,01 (5500-9500)	6505,00±910 (650-9500)

Tableau 21 : Biométrie des mensurations de 16 critères déterminant les adultes femelles de *Culex pipiens*. $m \pm s$ (N= 20; unité : μm).

Biométrie Critères	Longueur $m \pm s$ (v min- v max)	Largeur $m \pm s$ (v min- v max)
Tête	1217,84 \pm 250,15 (932,5-1865)	1161,89 \pm 259,91 (746-1678,5)
Pronotum	5134,34 \pm 720,97 (4103-6900,5)	158,52 \pm 46,67 (74,6-261,1)
Palpes	712,43 \pm 128,59 (559,5-932,5)	141,74 \pm 22,96 (111,9-186,5)
Antennes	4619,53 \pm 530,08 (3730-5408,5)	37,3 \pm 0,00 (37,3-37,3)
Thorax	3487,55 \pm 284,45 (2797,5-3916,5)	3655,4 \pm 259,55 (3170,5-4103)
Aile	10341,42 \pm 914,61 (8765,5-11936)	2735,95 \pm 224,02 (2051,5-3170,5)
Fémur patte1	4653,17 \pm 470,55 (3730-5595)	262,58 \pm 61,36 (186,5-373)
Tibia patte1	4923,6 \pm 724,59 (3730-6527,50)	169,71 \pm 22,56 (111,9-186,5)
Tarse patte1	6042,6 \pm 1135,89 (4103-8392,50)	136,14 \pm 21,90 (111,9-186,5)
Fémur patte2	5119,42 \pm 454,72 (4103-5968)	290,94 \pm 63,58 (186,5-410,3)
Tibia patte2	5706,9 \pm 719,52 (4662,5-7087,50)	171,58 \pm 25,38 (111,9-186,5)
Tarse patte2	6611,42 \pm 1137,62 (4103-9325)	206,74 \pm 293,34 (74,6-1449,2)
Fémur patte3	5061,61 \pm 296,46 (4662,5-5445,80)	277,88 \pm 52,02 (149,2-373)
Tibia patte3	5650,95 \pm 358,28 (5035,5-6341)	158,52 \pm 23,82 (111,9-186,5)
Tarse patte3	11443,64 \pm 2149,77 (8019,50-14547)	130,55 \pm 39,21 (74,6-261,1)
Abdomen	6797,92 \pm 546,17 (5222-7460)	1337,20 \pm 134,91 (1119-1678,5)

Tableau 22: Chétotaxie de la face latérale du thorax de *Culex pipiens*.

m±s (N=20).

Sexe Critères	Mâle m±s (v min-v max)	Femelle m±s (v min-v max)
Lss	0,75±0,44 (4-5)	6,3± 1,12 (5-8)
Mss	3,15±0,36 (3-4)	4,15 ± 1,13 (3-6)
Sfs	7,6±1,35 ((4-7)	7,85± 1,34 (6-10)
Sas	8,8±1,36 (7-11)	13,6 ±2,03 (9-17)
Ds	7,05±1,35 (6-10)	13,15± 2,13 (10-16)
Aps	14,1±2,4 (8-17)	12,1 ±2,55 (9-20)
Pesu	14,15±2,88 (10-21)	9,85 ± 3,31 (5-16)
PpS	4,6±1,23 (3-8)	5,5±1,27 (3-9)
PSs	0±0 (0-0)	0±0 (0-0)
Ps	0±0 (0-0)	0±0 (0-0)
Pas	9,8±1,96 (8-15)	10,05±3,21 (5-15)
Mksu	3,65±1,136 (3-7)	4,15±1,03 (3-6)
Mesu	9,6±2,23 (8-16)	9,0± 2,07 (5-13)
Mesl	1,3±0,8 (1-4)	1,95 ± 1,43 (1-5)
Mksl	4,75±1,40 (2-8)	8,7± 3,68 (4-15)

Lss: Soies latérales

Mksl: Soies sternopleurales

Mss: Soies seatal médianes

Mesl: Soies mésépimérales inférieur

Pesu: Soies prosternales

Sfs: Soies seatal fassales.

Pps: Soies épimérales

Pas: Soies préalaires

Ps: Soies post spiraculaires

Sas: Soies supra alaire

PSs: Soies préspiraculaires

Aps: Soies pronotales

Mksu: Soies sternopleurales.

Ds: Soies dorsocentral

Mesu: Soies mésopimérales

✓ ***Culiseta longiareolata* (Aitken, 1954):**

Culiseta longiareolata est une des espèces les plus communes de l'Afrique du Nord avec des centres Telliens et Sahariens.

Cette espèce est multivoltine peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelle (région froides) et chez les larves (région tempérées). Les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne. Les femelles sont sténogames et autogènes. Cette espèce à large répartition est présente dans le sud de la région paléarctique, dans les régions orientale et afro - tropicale. En Europe, elle est commune dans les pays du bassin méditerranéen. Quelques localisations sporadiques sont parfois signalées dans le nord de la France.

Les œufs sont solidarisés au moment de la ponte et forment une nacelle. Les gîtes larvaires sont de type très variés (bassin, abreuvoirs, puits abandonnés, trous de rocher, mares, canaux.....). Mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée. Un aussi large spectre de possibilités rend bien compte de la vaste répartition et de l'abondance de l'espèce.

Les larves descendent rarement au fond du gîte. La larve est caractérisée par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées.

Cette espèce a été capturée dans le Lac Obéira, Sidi Ammar et M'daourouch, une étude biométrique et chétotaxique a été réalisée sur les larves et les adultes.

Les femelles piquent surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considéré comme un vecteur de plasmodium d'oiseaux; elle peut transmettre expérimentalement le Virus West Nile. Compte tenu de ses préférences trophiques, son rôle de vecteur de parasitoses humaines ne peut être que des plus réduits. (Schaffner *et al.*, 2001).

Cette espèce a été capturée dans le Lac Obéira, Sidi Ammar et M'daourouch, une étude biométrique et chétotaxique a été réalisée. Les résultats expliqués dans les tableaux : (23), (24), (25), (26), (27).

Les (Fig.) (25,26,27,28) présentent les critères qui déterminent l'espèce *Culiseta longiareolata*.



Fig. 25: Antenne de la tête de (flèche)
Cs.longiareolata (Gr:X1000)



Fig.26 : Siphon de *Cs.logiareolata*
(Gr: X1000)

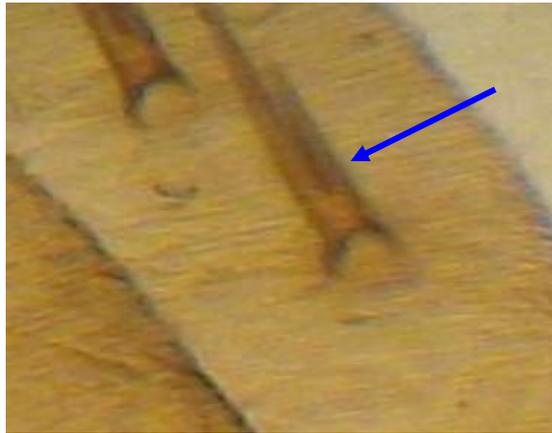


Fig. 27 : Epines du siphon (flèche)de *Cs.longiareolata*
(Gr:X1000).



Fig. 28 : L'hypopygium femelle de *Cs.longiareolata*
(Gr: X1000)

Tableau 23 : Biométrie des larves de *Culiseta longiareolata*. $m \pm s$ (N= 20; unité : μm).

Biométrie Critères	Longueur	Largeur
	$m \pm s$ (v min- v max)	$m \pm s$ (v min- v max)
Tête	2685,6 \pm 258,98 (2051,5 – 3170,5)	2909,5 \pm 236,52 (2126,7 – 3357)
Thorax	3151,85 \pm 628,53 (2424,5– 4662,5)	3660,99 \pm 695,74 (2797,5- 4662,5)
Abdomen S1	1182,82 \pm 315,36 (746 – 1715,8)	2506,56 \pm 460,91 (1865- 3357)
S2	1370,77 \pm 338,38 (746 – 1865)	2506,56 \pm 424,69 (1856- 3357)
S3	1371,13 \pm 367,71 (932,5- 2051,5)	2549,45 \pm 465,76 (1305 – 3357)
S4	1551,68 \pm 460,24 (932,5 – 2424,5)	2547,59 \pm 409,51 (1678,5 – 3357)
S5	1501,32 \pm 500,70 (932,5 – 2611)	2428,23 \pm 326,27 (1566,6 – 2797,5)
S6	1361,45 \pm 449,15 (1119 – 2611)	2362,95 \pm 395,35 (1492- 3170,5)
S7	1445,37 \pm 336,21 (1119 – 2424,5)	2314,46 \pm 470,95 (1492 – 3170,5)
S8	1324,15 \pm 241,27 (1119 – 1865)	1997,41 \pm 460,25 (1119 – 2760,2)
Siphon	2741,55 \pm 397,24 (1865 – 3170,5)	1741,91 \pm 241,76 (1119 – 2424,5)
Trachée	1671,04 \pm 618,56 (932,5 – 2984)	1245,82 \pm 198,63 (932,5 – 1715,8)

Tableau24: Chétotaxie des deux derniers segments abdominaux des larves de *Culiseta longiareolata* $m \pm s$ (N=20).

Critères	Nombre
	$m \pm s$ (v min- v max)
Epines du peigne du 8 ^{eme} Segment	49,45 \pm 12,18 (21-77)
Epines peigne siphonale	11,40 \pm 2,11 (8-16)
Soies siphonale	0 \pm 0 (0-0)
Soies du sommet siphonal	11,05 \pm 2,96 (5-16)
Branches de la selle	19,65 \pm 3,06 (12-23)

Tableau 25: Biométrie des mensurations de 16 critères déterminant les adultes mâles de *Culiseta longiareolata*. $m \pm s$ (N= 20; unité : μm).

Biométrie Critères	Longueur $m \pm s$ (v min- v max)	Largeur $m \pm s$ (v min- v max)
Tête	1465,89 \pm 333,86 (932,50-2349,90)	1380,10 \pm 464,46 (186,50-2424,50)
Pronotum	8513,73 \pm 578,09 (7460,00-9698,00)	197,69 \pm 36,51 (149,2-261,10)
Palpes	9953,51 \pm 1216,09 (6341,00-61545,00)	240,59 \pm 59,87 (186,5-373)
Antennes	5408,5 \pm 484,07 (4289,50-6714,00)	74,6 \pm 0 (74,6-74,6)
Thorax	4348,58 \pm 311,19 (3730,00-5222,00)	4671,81 \pm 322,89 (3730,0-5408,5)
Aile	142315,5 \pm 741,3 (11936,00-15293,00)	3294,09 \pm 236,07 (2797,5-3730,0)
Fémur patte1	7534,60 \pm 575,31 (5968,0-8206,0)	320,78 \pm 47,49 (261,1-447,6)
Tibia patte1	12182,18 \pm 16473,12 (6154,5-83925,0)	205,15 \pm 19,13 (186,5-223,8)
Tarse patte1	8907,24 \pm 677,44 (7273,5-9884,5)	8662,93 \pm 808,36 (6900,5-10071)
Fémur patte2	17135,62 \pm 24948,19 (7460,00- 98845,00)	184,64 \pm 14,70 (149,2-223,8)
Tibia patte 2	17135,62 \pm 24948,19 (7460-98845,0)	205,15 \pm 25,67 (186,5-261,1)
Tarse patte 2	15175,75 \pm 22447,91 (933,0-110035,0)	184,64 \pm 14,70 (149,20-223,80)
Fémur patte3	8579,00 \pm 671,07 (7273,5-9698,0)	328,24 \pm 37,5 (223,8-373,0)
Tibia patte 3	9343,65 \pm 813,83 (7646,5-10257,5)	210,75 \pm 30,31 (186,50-261,10)
Tarse patte 3	15572,75 \pm 1738,50 (10817-1771,5)	186,50 \pm 12,10 (149,20-223,80)
Abdomen	11508,65 \pm 1702,68 (9325,0-177149,5)	1616,96 \pm 236,92 (1119,00-1976,90)

Tableau 26: Biométrie des mensurations de 16 critères déterminant les adultes femelles de *Culiseta longiareolata*. $m \pm s$ (N= 20; unité : μm).

Biométrie Critères	Longueur $m \pm s$ (v min- v max)	Largeur $m \pm s$ (v min- v max)
Tête	1588,38 \pm 484,81 (1119-2424,50)	1422,99 \pm 211,09 (1007,10-1865)
Pronotum	8345,87 \pm 1233,95 (5781,5-9698)	218,20 \pm 51,73 (111,9-335,70)
Palpes	7072,05 \pm 388,66 (969,8-2424,5)	212,61 \pm 45,44 (149,2-298,40)
Antennes	5361,87 \pm 818,26 (4476-7087)	61,54 \pm 32,64 (37,3-111,90)
Thorax	4752,02 \pm 685,04 (3357-5595)	212,67 \pm 701,67 (3730-5968)
Aile	14808,10 \pm 3321,58 (5222-18650)	4302,55 \pm 2648,3 (2648,3-5035,50)
Fémur patte1	7002,00 \pm 1118,36 (6341-9884,5)	356,21 \pm 79,79 (186,5-559,50)
Tibia patte1	8899,78 \pm 1380,2 (5595-10257,50)	238,33 \pm 42,79 (186,5-335,70)
Tarse patte1	9140,45 \pm 1464,53 (7833-12122,50)	324,51 \pm 539,20 (149,2-2611)
Fémur patte2	9140,45 \pm 1483,28 (5035,5-11190)	373 \pm 60,5 (298,4-484,90)
Tibia patte2	9533,88 \pm 1733,47 (5035,5-11376,5)	261,1 \pm 41,92 (186,5-373)
Tarse patte2	9533,88 \pm 1733,47 (5035,5-11376,5)	261,1 \pm 41,92 (111,9-335,7)
Fémur patte3	8765,5 \pm 1754,74 (5035,5-10630,5)	580,78 \pm 851,46 (261,1-4193)
Tibia patte3	9677,48 \pm 1986,39 (5408,50-12309,00)	266,69 \pm 51,73 (186,5-373)
Tarse patte3	15608,18 \pm 3135,89 (9698-19097,60)	223,8 \pm 54,12 (186,5-373)
Abdomen	10714,42 \pm 1718,35 (7087-13055)	1782,94 \pm 509,65 (186,5-2424,50)

Tableau 27 : Chétotaxie des thorax mâles et femelles de *Culiseta longiareolata* m±s (N=20).

Sexe Critères	Mâle m±s (v min- v max)	Femelle m±s (v min- v max)
Lss	13,45±1,53 (11-16)	16,55± 3,67 (10-28)
Mss	3±0 (3-3)	3,25± 0,71 (1-4)
Sfs	11,30±1,75 (9-15)	10,05± 1,53 (8-14)
Sas	9,40±2,25 (5-15)	12,8±2,89 (10-23)
Ds	8,45±2,54 (6-18)	10,5± 3,63 (7-23)
Aps	23,70±5,34 (12-35)	22,65± 4,25 (18-34)
Pesu	30,65±6,74 (20-43)	32,90± 8,14 (15-45)
PpS	6,55± 1,19 (4-9)	7,35± 1,26 (5-10)
PSs	4,55± 1,60 (3-9)	4,45± 0,94 (3-6)
Ps	0 ±0 (0-0)	0 ±0 (0-0)
Pas	22,10± 5,94 (14-41)	22,30± 6,68 (16-38)
Mksu	25,15± 9,45 (6-48)	20,6± 10,79 (6-38)
Mesu	19,75 ± 4,97 (11-33)	24,05± 5,19 (16-34)
Mesl	3,80±0,95 (3-6)	4,70 ±1,08 (3-7)
Mksl	7,35±1,59 (5-10)	10,35 ±1,56 (7-14)

✓ *Anopheles maculipennis labranchiae* (Falleroni, 1926) :

Anopheles labranchiae est multivoltin et eurygame. La diapause est incomplète; les femelles semi – hivernantes dans les abris obscurs (caves, étables, grottes...); elles pondent dès les premiers beaux jours. L'espèce a une aire de répartition limitée au bassin méditerranéen occidental. C'est le seul représentant du complexe *Maculipennis* présent en Afrique du Nord. Les membres du complexe *Maculipennis* sont extrêmement difficiles à séparer morphologiquement. L'observation de la chétotaxie, larvaire ou l'ornementation des œufs permet leur différenciation. Les œufs sont pourvus de flotteurs latéraux développés à membranes intercostales rugueuses; l'exochorion est orné de taches sombres mais sans bandes au niveau de l'extrémité des flotteurs.

Les gîtes larvaires sont des plus variés (marais, mares, marges de rivières, canaux, rizières, bassins, puits,...); l'eau peut être douce ou saumâtre (jusqu'à 10 g/l de chlorures), mais toujours exposée au soleil. La végétation horizontale y est généralement présente. Le développement larvo- nymphale dur 12 jours à 25°C. Les adultes au repos peuvent être capturés dans les anfractuosités de rocher ou dans les haies de roseaux. Les imagos forment des essaims pour l'accouplement. La digestion du sang dure 5 à 6 jours. La ponte est formée de 132 œufs en moyenne. La dispersion de l'espèce est de l'ordre de 2 à 5 km, jusqu'à 6,5 dans des conditions favorables. Les femelles sont très anthropophiles et essentiellement endophiles. On les rencontre dans les habitations et dans les abris pour animaux. Leur distance de vol peut être de 2 à 5 km. L'espèce a joué un rôle vectoriel important dans la transmission du paludisme en région méditerranéenne et notamment en Italie. (Schaffner *et al.*, 2001). Cette espèce a subi une étude biométrique des adultes et des larves expliquée dans les tableaux (28, 30, 31), et une étude chétotaxique tableaux (29,32, 33). Cette espèce se caractérise par les touffes de la selle (Fig.29) et la forme de la tête (Fig.30) et les génitalia mâle qui donne une identification précise de l'espèce (Fig.31).

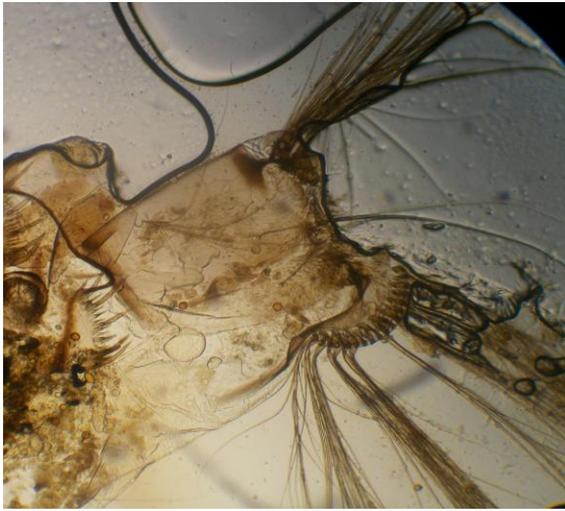


Fig. 29 : Branche de la selle d'*A.m.l.*(Gr:X 1000)



Fig. 30: Tête d'*A.m.l.* (Gr : X 1000).

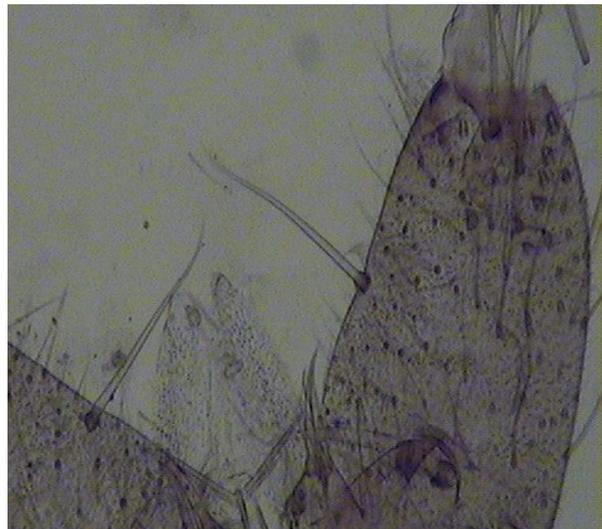


Fig. 31 : Génitalia mâle d'*A.m.l.* (Gr:X 1000).

Tableau 28 : Biométrie des mensurations de 12 critères déterminant la larve d'*Anopheles maculipennis labranchiae*. (N= 20; unité : μm).

Biométrie Critères	Longueur $m \pm s$ (v min- v max)	Largeur $m \pm s$ (v min- v max)
Tête	1906,44 \pm 346,12 (1865-2238)	2279,44 \pm 124,33 (1230,90-2611)
Thorax	2509,27 \pm 376,37 (2238-3357)	3841,90 682,13 (2797,5-5595)
Abdomen S1	1205,07 \pm 345,69 (746-1865)	2712,72 411,68 (1865-3357)
S2	1288,54 \pm 194,79 (932-1492)	2611,00 248,66 (1678,5-2984)
S3	1205,07 \pm 270,49 (932,5-1492)	2499,10 395,13 (1492-2984)
S4	1056,83 \pm 215,35 (746-1492)	2397,85 474,61 (1492-2984)
S5	1145,64 \pm 229,66 (932,5-1492)	2424,50 514,14 (1492-2984)
S6	1119,00 \pm 244,18 (746-1492)	2377,87 341,71 (1865-2611)
S7	1184,82 \pm 237,20 (932,5-1492)	2291,28 257,39 (1305-2611)
S8	1288,54 \pm 256,45 (1119-1492)	1807,61 335,22 (1119-2238)
Selle	1168,73 \pm 131,24 (932,5-1492)	1243,33 215,35 (932,5-1492)

Tableau 29: Chétotaxie des deux derniers segments abdominaux des larves d'*Anopheles maculipennis labranchiae*.

Critères	Nombres $m \pm s$ (v min- v max)
Epines du peigne du 8 ^{ème} Segment	18,5 \pm 4,98 (28-11)
Branches de la selle	16,15 \pm 3,04 (23-11)

Tableau 30 : Biométrie des mensurations de 16 critères déterminant les adultes mâles d'*Anopheles maculipennis labranchiae*. m±s (N= 20; unité : µm).

Biométrie Critères	Longueur m±s (v min-v max)	Largeur m±s (v min-v max)
Tête	1234,63± 202,82 (932,50-1566,60)	1199,19± 186,80 (932,50-1492)
Pronotum	6175,01± 2478,94 (596,80-9698)	147,33± 28,31 (111,9-186,5)
Palpes	6154,50 ± 592,86 (5222-7087)	151,06± 19,03 (111,9-186,5)
Antennes	3873,60 ± 2122,16 (410,30-6714)	80,19± 13,66 (74,6-111,9)
Thorax	3585,47± 176,14 (3170,5-3916,50)	4058,24± 243,12 (3543,50-4476)
Aile	10470,11± 3289,89 (1007,1- 12868,5)	2502,83± 201,01 (2163,40-2984)
Fémur patte1	5660,37± 545,70 (4849-6716)	199,55 ± 36,85 (149,2-298,4)
Tibia patte1	6965,77 ± 437,48 (5968,00-7646,50)	287,21 ± 358,81 (111,9-1119)
Tarse patte1	8114,87± 1781,75 (1136,5-11003,5)	87,65±18,25 (74,6-111,90)
Fémur patte2	6236,56± 518,34 (5371,20-7273,50)	188,36±35,23 (149,20-298,40)
Tibia patte2	6857,60± 461,20 (6154,50-7833)	128,68±22,59 (74,6-149,20)
Tarse patte2	10273,28±1615,61(8140,00- 14733,50)	80,19±13,66 (74,60-111,90)
Fémur patte3	6415,60 ± 594,09 (4476-7273,50)	167,85±19,13 (149,20-186,50)
Tibia patte3	7081,40± 537,03 (5968-7833)	160,43± 226,63 (74,60-111,90)
Tarse patte3	15837,58± 1144,13 (14174-17904)	456,09± 1635,94 (74,6-7406)
Abdomen	7946,76± 821,08 (6527,5-9138,5)	1266,33± 144,44 (1119-1566,60)

Tableau 31 : Biométrie des mensurations de 16 critères déterminant les adultes femelles d'*Anopheles maculipennis labranchiae*. m±s (N= 20; unité : µm).

Biométrie Critères	Longueur m±s (v min-v max)	Largeur m±s (v min-v max)
Tête	1458,43±152,07(1193,60-1865,00)	1372,64±129,55(1119,00-1678,50)
Pronotum	5928,84±462,64(4960,90-6900,50)	151,07±19,04 (111,90-186,50)
Palpes	5473,78±386,47(4849,00-6154,50)	170,36±226,62 (11,90-1119,90)
Antennes	3562,15±537,47(2984,00-4289,50)	59,68±22,31 (37,30-111,90)
Thorax	3612,64±146,01(3357,00-3916,50)	4119,79±236,67(3730,00-4476,00)
Aile	10975,35±2445,96(1190,0-12309,00)	3019,44±117,63(2797,50-3282,40)
Fémur patte1	5414,10±247,80(5035,50-5781,50)	223,80±43,63(149,20-298,40)
Tibia patte1	6471,55±250,22 (5968,00-6900,50)	165,99±19,04(149,20-186,50)
Tarse patte1	9373,49±932,55 (6341,00-10817,00)	443,87±1475,96(74,60-6714,00)
Fémur patte2	6188,07±822,82 (2984,00-6900,50)	192,10±18,25 (149,20-223,80)
Tibia patte2	6662,96±299,99 (5781,50-6975,10)	149,20±20,96 (111,90-186,50)
Tarse patte2	10449,60±730,05 (8019,50-11376,50)	119,36±15,31 (111,90-149,20)
Fémur patte3	6482,74±398,92 (5669,60-7087,00)	186,50±12,10 (149,20-223,80)
Tibia patte3	7066,49±251,96 (6341,00-7273,50)	132,42±19,04 (111,90-149,20)
Tarse patte3	16557,47±967,68 (14174,0-18388,90)	102,58±16,57 (74,60-111,90)
Abdomen	6223,51±1490,05(111,90-7273,50)	1607,63±304,69 (820,60-2163,40)

Tableau 32: Chétotaxie de la face latérale des thorax d'*Anopheles maculipennis labranchiae*.

m±s (N=20).

Sexe Critères	Mâle m±s (v min- v max)	Femelle m±s (v min- v max)
Lss	8,95± 3,17 (5-20)	6,55± 2,03 (4-12)
Mss	3,65± 0,98 (3-6)	9,25± 4,21 (3-16)
Sfs	15,10 ±2,42 (12-20)	18,25± 4,51 (10-28)
Sas	10,25± 1,55 (8-14)	9,20± 1,64 (6-12)
Ds	10,50±1,87 (7-13)	10,80±2,56 (7-18)
Aps	55,30±15,41 (20-73)	54,90± 9,62 (43-73)
Pesu	17,85± 5,61 (10-32)	10,20± 2,23 (8-16)
PpS	0± 0 (0-0)	0± 0 (0-0)
PSs	4,10± 1,58 (2-7)	4,55±1,97 (2-8)
Ps	0 ±0 (0-0)	0± 0 (0-0)
Pas	11,25± 3,10 (8-18)	10,55± 2,16 (7-14)
Mksu	7,35± 2,83 (4-13)	6,00± 1,65 (4-9)
Mesu	15,00± 3,26 (10-22)	21,35± 4,91 (12-32)
Mesl	1,40± 0,75 (1-3)	1,05± 0,22 (1-1)
Mksl	6,00 ± 1,25 (4-8)	5,50± 0,94 (4-8)

Les tableaux (33 et 34) montrent les résultats de l'analyse de la variance de la chétotaxie qui révèle une différence significative au niveau des soies sternopleurales, mésopimérales et sternopleurales au niveau des soies du sommet siphonale.

Tableau 33: Comparaison des caractères chétotaxiques d'*Anopheles maculipennis labranchiae*; *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* (Anova). m±s N=20.

Espèce Critères	<i>An. lab</i> - <i>Cs. lon</i>	<i>An.l</i> - <i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. pipiens</i> - <i>Cs. lon</i>
Epines du 8 segment	0,694	0,580	0,493
Epines du peigne siphonal	/	/	0,982
Soies siphonales	/	/	/
Soies du sommet siphonale	/	/	0,006*
Branches de la selle	0,265	0,2779	0,257

** : différence hautement significative.

Tableau 34: Comparaison des caractères chétotaxiques de la face latérale des thorax d'*Anopheles maculipennis labranchiae*; *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* (Anova). $m \pm s$

N=20

Espèces Critères	Mâles			Femelles		
	<i>Cx.p- Cs.l</i>	<i>Cx.p- An.l</i>	<i>An.l- Cs.l</i>	<i>Cx.p- Cs.l</i>	<i>Cx.p- An.l</i>	<i>An.l- Cs.l</i>
Lss	0,578	0,833	/	0,039*	0,535	0,9
Mss	0,549	0,301	0,885	0,621	0,325	0,359
Sts	0,584	0,161	0,408	0,681	0,203	0,843
Sas	0,600	0,600	0,169	0,096	0,254	0,025*
Ds	0,842	0,842	0,757	0,187	0,554	0,109
Aps	0,370	0,506	0,688	0,720	0,080	0,859
Pesu	0,768	0,683	0,535	0,198	0,269	0,809
Pps	0,808	/	/	0,877	/	/
PSs	/	/	0,865	/	/	/
Ps	/	/	/	/	/	/
Pas	0,519	0,247	0,734	0,269	0,299	0,270
MkSu	0,459	0,184	0,489	0,099	0,01*	0,617
Mesu	0,01*	0,066	0,058	0,469	0,937	0,508
Mesl	0,586	0,257	0,136	0,340	0,146	/
Mksl	0,939	0,760	0,980	0,318	0,614	0,468

* : différence significative

Cs.l: *Culiseta longiareolata*

An.l: *Anopheles labranchiae*

Cx.p : *Culex pipiens*.

✓ *Anopheles maculipennis sacharovi* (Favre, 1903):

Anopheles sacharovi est multivoltin (jusqu'à 6 générations) et caractéristique des zones à climat chaud. Il présente deux pics de populations adulte en mai- juin et en octobre - novembre. Les femelles hivernent en diapause incomplète dans les abris, leur activité peut être relancée si la température est élevée; la maturation des œufs reprend à 18°C. L'espèce est eurygame. La ponte est formée de 200 œufs en moyenne. Les œufs sont dépourvus de flotteurs latéraux développés; l'exo chorion est dépourvu de taches sombres.

Les larves se développent dans de petits stagnants colonisés par des plantes aquatiques, l'eau peut être saumâtre (1,5 à 2g/l de chlorures) ou courante (berges de rivières) ce sont des canaux d'irrigation, sources, estuaires, rizières, fossés et mares. Le développement pré imaginal dure 22 jours à 23°C.

Les imagos forment des essaims en vue de l'accouplement, à 1,5-2 m au dessus de l'eau ou d'un objet, et peuvent se disperser sur 3à5km, exceptionnellement jusqu'à 14 km. Les femelles attaquent volontiers l'humain et se rencontrent communément dans les étables, écuries et porcheries où elles persistent en hiver. L'espèce a joué un rôle important dans la transmission du paludisme, surtout au proche - Orient (Schaffner *et al.*, 2001) Cette espèce est caractérisé par les soies palmée (Fig.31) et la structure de la selle (Fig. 32) et de la touffe de l'antenne (Fig.33).



Fig.31 : Soies palmée d'*A.m.s.* (Gr:X1000).
(Gr:X1000).



Fig. 32: Soies de l'antenne d'*A.m.s.*

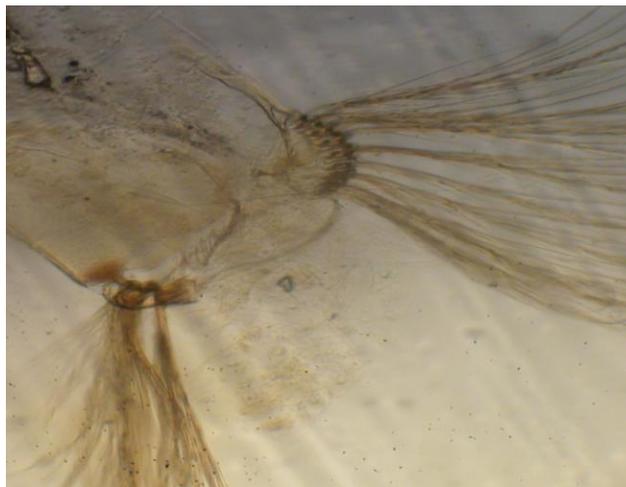


Fig.33: La selle d'*A.m.s.* (Gr:X1000).

✓ ***Culex laticinctus* (Edwards, 1913):**

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

Les femelles n'ont été observées ni dans les habitations ni piquant l'homme. *Culex laticinctus* est sans importance médicale. Les soies siphonales (Fig.34), le mentum de la larve de cette espèce est constitué de 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent médiane (Fig.35).

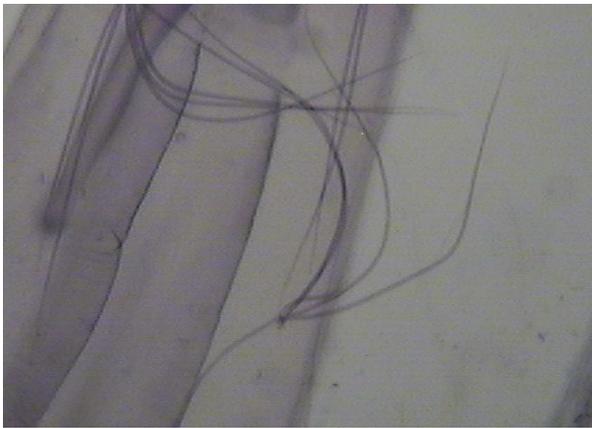


Fig. 34: Soies siphonales de *Cx.laticinctus*

1000).

(Gr:X1000)



Fig.35 : Mentum de *Cx. laticinctus* (Gr:X

1000).

✓ ***Culex theileri* (Théobald, 1903):**

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

Les larves de cette espèce peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gîtes dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée; cette eau peut être propre ou polluée.

Les gîtes présentent ou non une abondante végétation dressée, mares, marais, rivières, citernes, flaques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières. Les femelles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères. Elles piquent essentiellement en extérieur, mais peuvent entrer dans les maisons pour piquer l'homme.

Ce qui caractérise cette espèce c'est la dent distale du peigne siphonal de la larve qui est formée de 3 à 5 denticules basaux (Fig.36); le mentum est constitué de moins de 8 dents (Fig. 37).



Fig. 36:Dent distale de *Cx. theileri* (Gr: X1000).

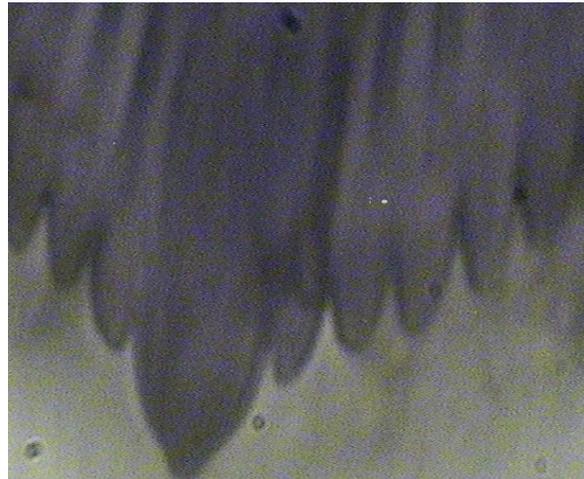


Fig. 37 : Mentum de *Cx. theileri* (Gr: X4000).

✓ ***Anopheles algeriensis* (Theobald, 1903):**

Anopheles algeriensis hivernent essentiellement au stade larvaire, mais des femelles peuvent également survivre à la saison froide. Les imagos sont surtout présents au printemps et en automne. Cette espèce est plus commune dans le bassin méditerranéen.

L'œuf est allongé, pointu aux extrémités. Sa face dorsale est noire, limitée par une frange et deux séries de flotteurs dans la région médiane. La face ventrale est fortement convexe et donne à l'œuf une forme de bateau. Les gîtes larvaires sont généralement des marécages et des ruisseaux lents encombrés de végétation; ils sont le plus souvent ombragés. L'eau des gîtes est toujours fraîche, elle peut être légèrement saumâtre.

Les imagos se tiennent dans les épaisses touffes de joncs. Elles pénètrent rarement dans les étables et les habitations. Ils portent des ailes dépourvues de taches d'écailles claires. Les femelles piquent l'humain et mes animaux sauvages, en extérieur et à proximité des gîtes. Le rôle d'un, *algeriensis* dans la transmission de parasitose est restreint; il a été négligeable pour ce qui concerne le paludisme, en raison de sa faible abondance. (Schaffner *et al.*, 2001) l'espèce est caractérisé par la capsule céphalique (Fig.38) et de l'ornementation inter oculaire (Fig.39).



Fig. 38: Capsule céphalique d'*A.algeriensis*
d'*A.algeriensis* (Gr:X 1000)



Fig. 39: Ornementation inter oculaire
d'*A.algeriensis* (Gr: X1000).

✓ *Uranotaenia unguiculata* (Edwards, 1913):

Cette espèce paléarctique se rencontre surtout dans la moitié sud de l'Europe. Quelques localisations sont mentionnées plus au nord, jusqu' en Allemagne. Les œufs sont effilés à une extrémité, légèrement élargis et concaves, ils présentent un exochorion orné d'un réseau de très petits hexagones et sont déposés en barquette.

Le segment VIII de la larve ne porte qu'une seule rangée de dents aux formes variables mais qui sont toujours implantées sur une plaque sclérifiée. Le siphon est développé et porte un peigne et une seule soie insérée distalement; la selle du segment anal forme un anneau complet. Chez la nymphe, la palette natatoire est profondément échancrée sur sa partie interne et basale, ses bords interne et externe sont souvent denticulés.

L'adulte est un petit moustique (environ 4 mm) Les femelles ne piquent pas l'humain ni les mammifères et semblent autogènes. L'espèce est sans importance médicale. (Schaffner *et al.*, 2001). Le critère important chez cette espèce est l'absence de la frange d'écaille (Fig.40) et de la couleur sombre du tarsomère 5 de la patte 3. (Fig.41).



Fig. 40: Absence de la frange d'écaille

d'*Ur.unguiculata* (Gr:X1000)



Fig.41:Couleur sombre du tarsoomère

5de la

patte 3d'*Ur.unguiculata* (Gr:X6000)

✓ ***Orthopodomyia pulcripalpis* (Rodani, 1872):**

Cette espèce paléarctique est présente dans la moitié sud de l'Europe.

L'œuf présente un réseau de dessins hexagonaux ainsi qu'une frange ajourée très originale qui se déploie dans le plan équatorial. Les œufs sont pondus isolément sur les parois du gîte; ils sont déposés au-dessus du niveau de l'eau avant d'être recouvert d'un enduit gélatineux.

Les larves se développent dans les cavités naturelles creusées dans les troncs d'arbres, qui retiennent longuement de l'eau de pluie, le chêne liège et le platane, qui se carient fréquemment, sont particulièrement fréquentés. L'eau de ces gîtes est chargée de tannins et de matière organique. Le siphon est grêle et opaque et ne porte pas de peigne d'épines.

Cette espèce ne pique pas l'humain et est sans importance médicale ou vétérinaire (Schaffner *et al.*, 2001). Parmi les caractéristiques de cette espèce le tarsomère 5 supérieur au tarsomère 4 au niveau de la patte 3 (Fig.42).

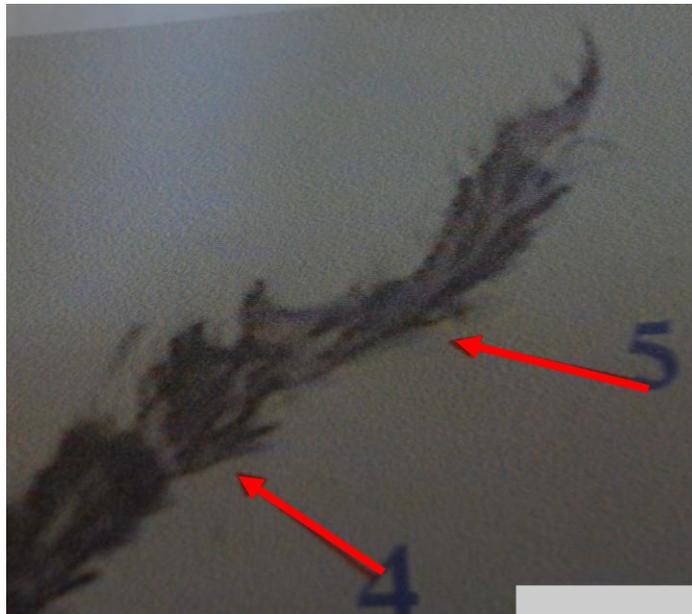


Fig. 42: Tarsomère 4 < tarsomère 5 de la patte 3 d'*Or.pulcripalpis*

(Gr: X 1000)

✓ ***Culex pusillus* (Macquart, 1850):**

Les imagos de cette espèce apparaissent au 1/2 ou à la fin de l'été; ils disparaissent au début de l'hiver. Cette espèce est présente dans la partie la plus méridionale de la région paléarctique: Bassin méditerranéen de l'Est, Asie de l'Ouest, Afrique du Nord.

Les larves, nettement halophiles, se développent dans de petites collections dont l'eau est légèrement saumâtre ou même franchement salée (la concentration en chlorures peut atteindre 30 g/l). On peut les rencontrer sur les berges encombrées de roseaux des marais saumâtres et dans les sources salées.

Les femelles, localement abondantes, ne sont pas agressives vis-à-vis de l'homme. Cette espèce n'a pas été impliquée dans la transmission de parasitoses humaines. (Schaffner *et al.*, 2001).

Les caractéristiques de cette espèce : la forme des touffes siphonales (Fig.43) et les soies céphaliques (Fig.44).



Fig. 43: Siphon de *Cx. pusillus*

pucillus

(Schaffner, 2001).

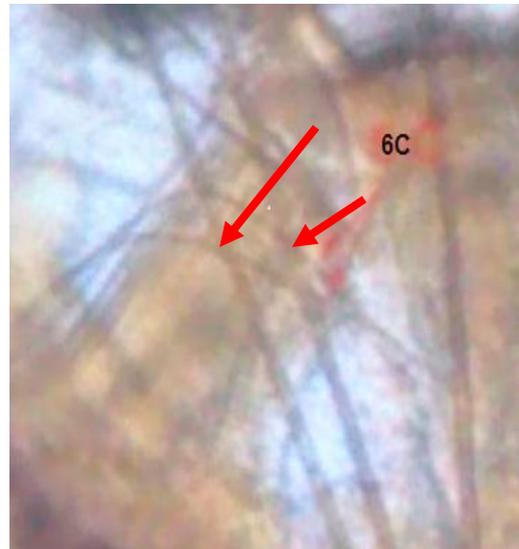


Fig. 44: Soies céphaliques C6 de *Cx.*

(Schaffner, 2001).

✓ ***Culiseta ochroptera* (Peus, 1935):**

Culiseta ochroptera semble deux générations annuelles. Les larves qui éclosent à la faveur des pluies d'automne présentent une diapause hivernale qui leur permet de passer l'hiver et de donner émergence aux premiers imagos au printemps. Une seconde génération de larves apparaît alors au début de l'été. Les œufs résistant à la dessiccation sont déposés sur le sol asséché des dépressions. Les larves se développent dans les marécages tourbeux ombragés, les bordures de lacs et le plus souvent dans des trous d'extraction de tourbe ou des fossés. La végétation (*carex*) peut être présente. Les femelles se nourrissent sur oiseaux et probablement sur reptiles, rarement sur mammifères ou humains. *Culiseta ochroptera* est sans importance médicale et vétérinaire (Schaffner *et al.*, 2001). Cette espèce est caractérisée par la structure de la tête (Fig.45) et de la forme du siphon (Fig.46).



Fig. 45: Tête de *Cs. ochroptera* (GX: 1000).
(Gr:X1000).

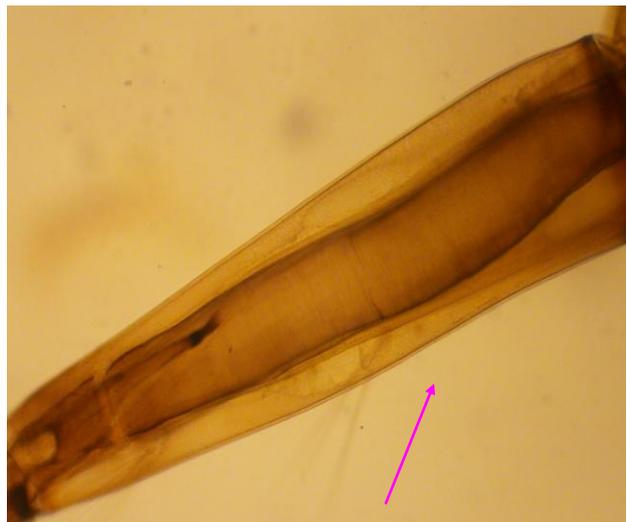


Fig. 46: Siphon de *Cs. ochroptera*

3.3. Lutte bactériologique:

L'activité biologique du *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 sur des larves néonates et les adultes de deux sous espèces *Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi* selon les concentrations respectives: 1; 2 et 3 µg/ml et 3,75; 10 et 50 mg/ml. Les mortalités corrigées enregistrées des différentes concentrations montrent que *B.th.is* a un effet sur la mortalité des larves des deux sous espèces (tableau:35) et des adultes des deux sous espèces selon les deux substrats (raisin sec; miel) et les concentrations utilisées, comparativement au témoin, on observe une augmentation des taux de mortalité en fonction du temps (tableaux: 40 et 63). Les valeurs corrigées, subissent une transformation angulaire (tableaux: 36, 38, 50, 61, 64, 66). L'analyse de la variance des données transformées montre l'impact des différentes concentrations utilisées, sur la mortalité des larves et des adultes qui révèle un effet dose.

Tableau 35: Mortalités corrigées des larves néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi* traitées par le *B.th.is*. Sérotype H14 (N=270).

Concentration	T		1 µg/ml		2 µg/ml		3 µg/ml	
	<i>An.m.l</i>	<i>An.m.s</i>	<i>An.m.l</i>	<i>An.m.s</i>	<i>An.m.l</i>	<i>An.m.s</i>	<i>An.m.l</i>	<i>An.m.s</i>
24h	0±0	0±0	1,48±1,08	0±0	1,72±0,76	0,24±0,17	2,22±1,68	0,74±0,3
48h	0±0	0±0	3,33±1,98	0±0	4,56±1,52	2,09±1,42	4,31±3,65	4,31±3,75
72h	0±0	0±0	6,41±2,44	0,86±0,46	7,52±2,44	5,55±2,47	6,78±2,53	5,30±3,84

An.m.l : *Anopheles maculipennis labranchiae*. *An.m.s* : *Anopheles maculipennis sacharovi*

Tableau 36 : Effet du *B.th.is* (µg/ml) sur les larves d'*An.m.s* transformation angulaire de la mortalité corrigée; n= 3.

Concentration	1 µg/ml			2 µg /ml			3 µg/ ml		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
R1	0	0	5,74	0	0	8,13	0	5,74	8,13
R2	0	0	0	0	5,74	14,18	0	5,74	8,13
R3	0	0	0	0	11,54	16,43	5,74	17,46	18,43
m ± S	0±0	0±0	1,91±2,7	0±0	5,76±4,71	12,91±3,5	1,91±2,7	9,64±5,52	11,56±4,85

Tableau 37 : Effet du *B.th.is* sur les larves néonates d'*An.m.s*: Transformation en probits des mortalités corrigée (%).

Dose	1 µg/ml			2 µg/ml			3 µg/ml		
Log dose	0			0,30			0,47		
Temps	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
M.corrigée	0	0	0,86	0,24	2,09	5,55	0,74	4,31	5,3
Probits	0	0	2,5911	2,1218	3,1043	3,4018	2,5427	3,2831	3,3836

La concentration létale DL₅₀ est déterminée à partir de la droite de régression (Fig. 47) dont 7,44 mg/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur est de 7,01 et le supérieur 7,88 mg/ml. L'analyse de la variance montre une différence non significative P= 0,071

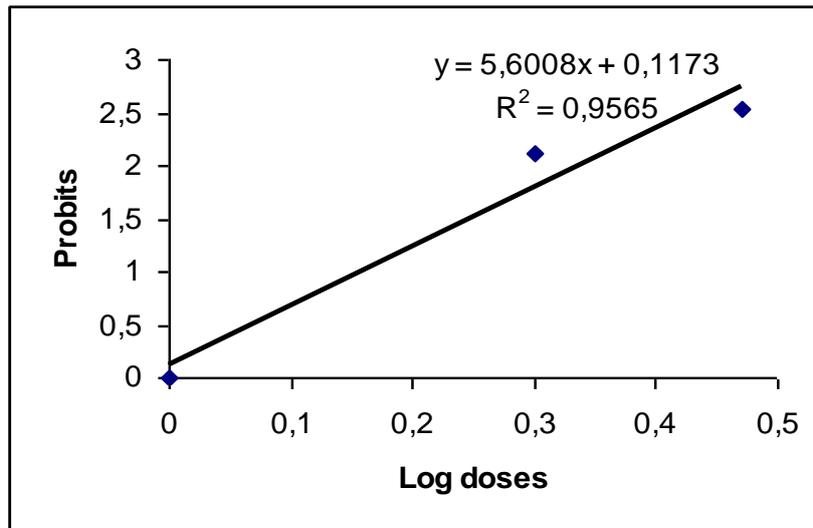


Fig.47: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (larves néonates d'*A.m.s* ; 24h). (R² = coefficient de détermination).

La concentration létale DL₅₀ est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.48) dont 4,42 mg/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur est de 4,25 et le supérieur 4,59 mg/ml. L'analyse de la variance montre une différence non significative P= 0,071

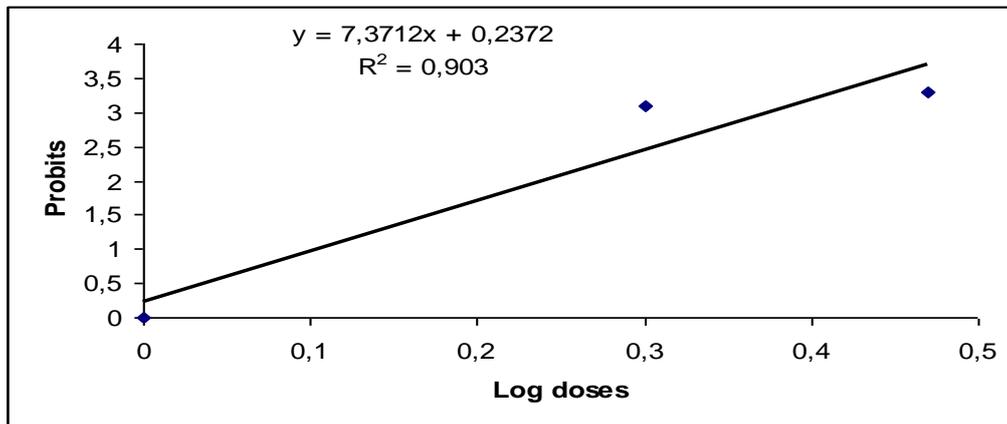


Fig. 48: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (larves d'A.m.s. ; 48h).

La concentration létale DL₅₀ est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.49) dont 19,78mg/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur égale à 16,48 et le supérieur 23,73mg/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative P= 0,405

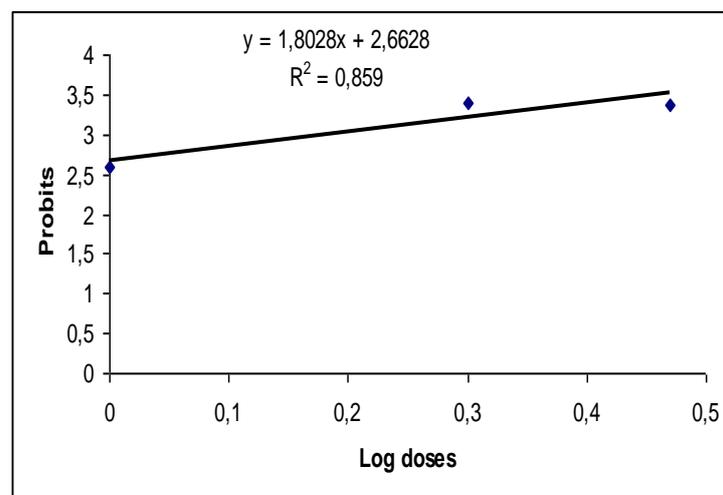


Fig.49: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (larves d'A.m.s. ; 72h).

Tableau 38 : Effet du *B.th.i* ($\mu\text{g/ml}$) sur les larves d'*An.m.l* transformation angulaire de la mortalité corrigée n= 3.

[]	1 $\mu\text{g/ml}$			2 $\mu\text{g/ml}$			3 $\mu\text{g/ml}$		
Répétitions	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
R1	0	5,74	9,97	8,13	14,18	17,46	0	5,74	12,92
R2	5,74	8,13	12,92	5,74	11,54	17,46	5,74	8,13	11,54
R3	8,13	12,92	17,46	0	8,13	11,54	11,54	16,43	18,43
m	4,62	8,93	13,45	4,62	11,28	15,48	5,76	10,1	14,29
\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
s	3,41	2,98	3,08	3,41	2,47	2,79	4,71	4,58	2,97

[] : Concentration.

Tableau 39 : Effet du *B.th.is* sur les larves néonates d'*An.m.l*: Transformation en probits des mortalités corrigée (%).

Dose	1 $\mu\text{g/ml}$			2 $\mu\text{g/ml}$			3 $\mu\text{g/ml}$		
Log dose	0			0,30			0,47		
Temps	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
M.corrigée	1,48	3,33	6,41	1,72	4,56	7,52	2,22	4,31	6,78
Probits	2,6737	3,1616	3,4780	2,8799	3,3046	3,5605	2,9859	3,2831	3,5015

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.50) dont 3,01 mg/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur égale à 2,67 et le supérieur 5,62mg/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative 0,333.

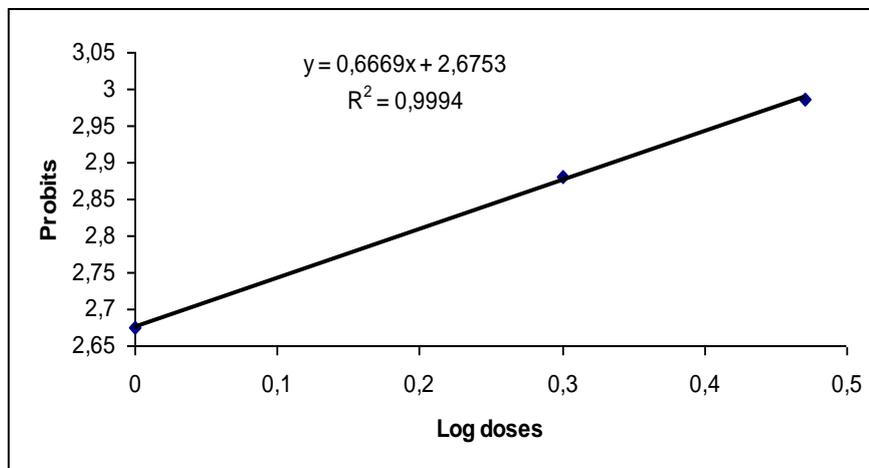


Fig.50: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (larves d'*A.m.l.* ;24h).

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.51) dont 0,1g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur égale à 0,07 et le supérieur 0,13g/ml, L'analyse de la variance montre une différence non significative $p = 0,333$.

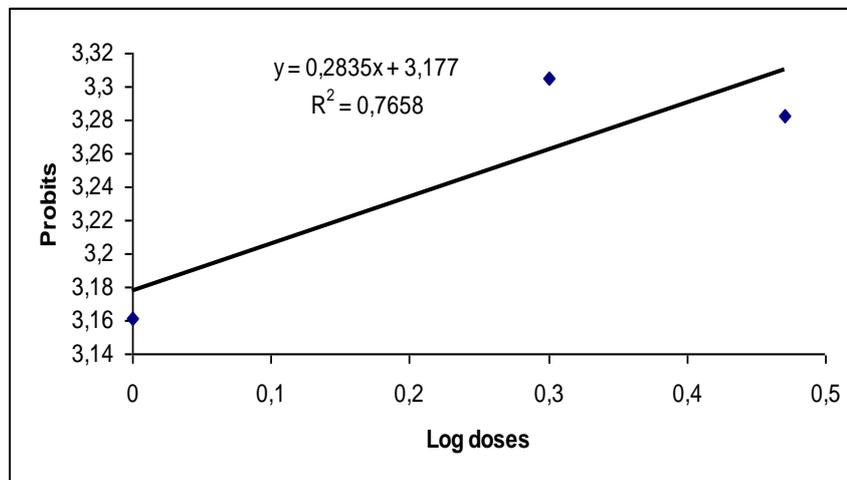


Fig.51: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (larves d'A.m.l. ; 48h).

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.52) dont 0,076 mg/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur égale à 0,044 et le supérieur 0,13 mg/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative $P = 0,333$.

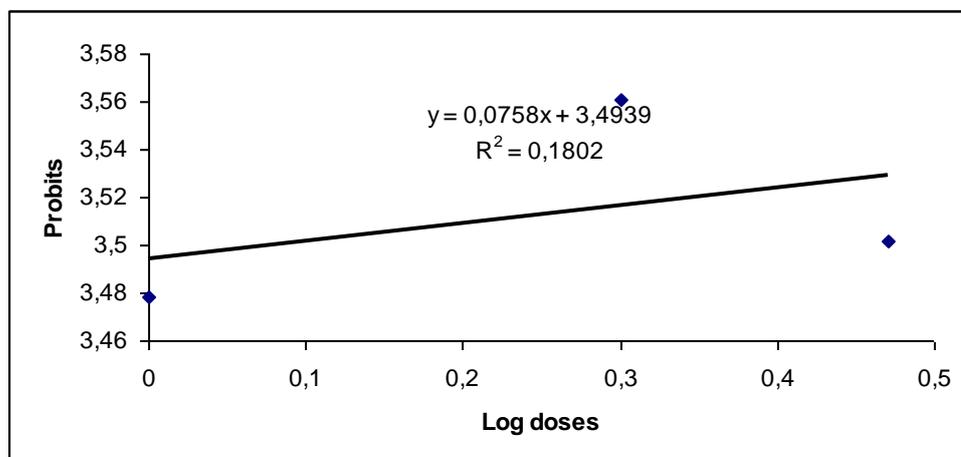


Fig. 52: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (larves d'A.m.l. ; 72h).

Tableau 40 : Mortalités corrigées des adultes femelles d'*Anopheles maculipennis sacharovi* traitées par le *B.th.is*. Sérotype H14 m ± s (N=300).

	Témoins		3,75 mg/ml		10mg/ml		50 mg/ml	
	M	R.S	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec
24h	/	/	1,29± 0,69	2,96± 1,38	1,29 ± 0,25	3,33± 1,97	4,44± 0,45	4,24± 1,14
48h	/	/	4,62 ± 2,32	4,62± 1,30	3,88 ± 1,57	8,14 ± 2,49	10,92±0,26	9,25± 1,59
72h	/	/	7,77± 2,07	6,47± 0,49	6,29± 0,25	9,99 ±1,57	12,03±0,26	10,18±1,31

M: miel; R.S: raisin sec

Tableau 50 : Effet du *B.th.is* (mg/ml) sur les adultes d'An.m.s transformation angulaire de la mortalité corrigée n= 3 substrat : miel.

Concentration	3,75 mg/ml			10 mg /ml			50 mg/ ml		
Répétitions	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
R1	0	9,97	16,43	5,74	8,13	14,18	11,54	19,37	20,27
R2	5,74	8,13	12,92	5,74	14,18	14,18	9,97	19,37	20,27
R3	8,13	15,34	18,43	5,74	8,13	14,18	12,92	18,43	19,37
m	4,62	11,14	15,92	5,74	10,14	14,18	11,47	19,05	19,97
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
s	3,41	3,05	2,27	0	2,85	0	1,2	0,44	0,42

Tableau 60 : Effet du *B.th.is* sur des adultes d'*An.m.s* : Transformation en probits des mortalités corrigée (%). Substrat miel.

Dose	3,75mg/ml			10 mg/ml			50 mg/ml		
Log dose	0			0,30			0,47		
Temps	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
M.corrigée	1,29	4,62	7,77	1,29	3,88	6,29	4,44	10,92	12,03
Probits	2,7429	3,3151	3,5745	2,7429	3,2256	3,4618	3,2940	3,7681	3,8250

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.53) dont 0,17 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance : 0,12 et 0,26 g/ml: l'analyse de la variance montre une différence significative $P= 0,018$.

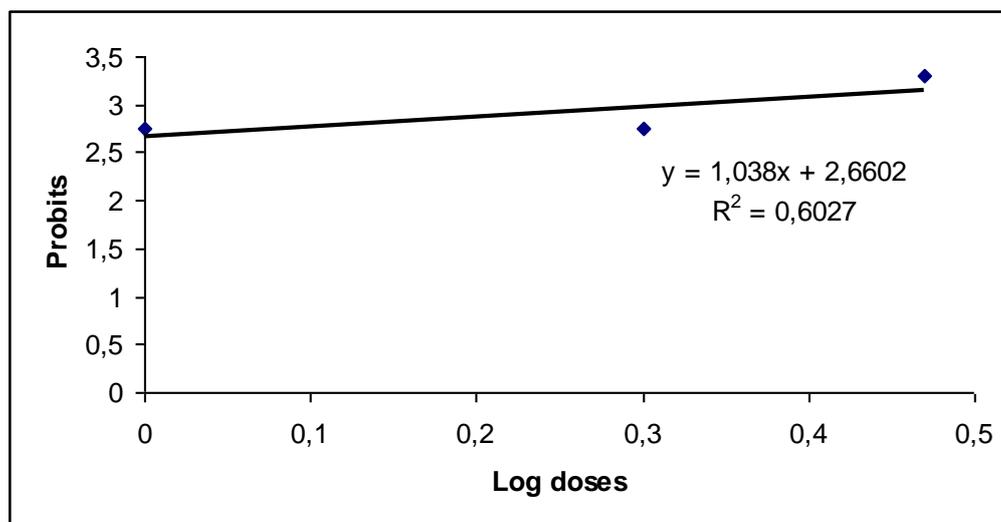


Fig. 53: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'*A.m.s* ; Miel ;24h).

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.54) dont 0,14g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance: 0,08 et 0,231 g/ml l'analyse de la variance montre une différence non significative $p = 0,145$.

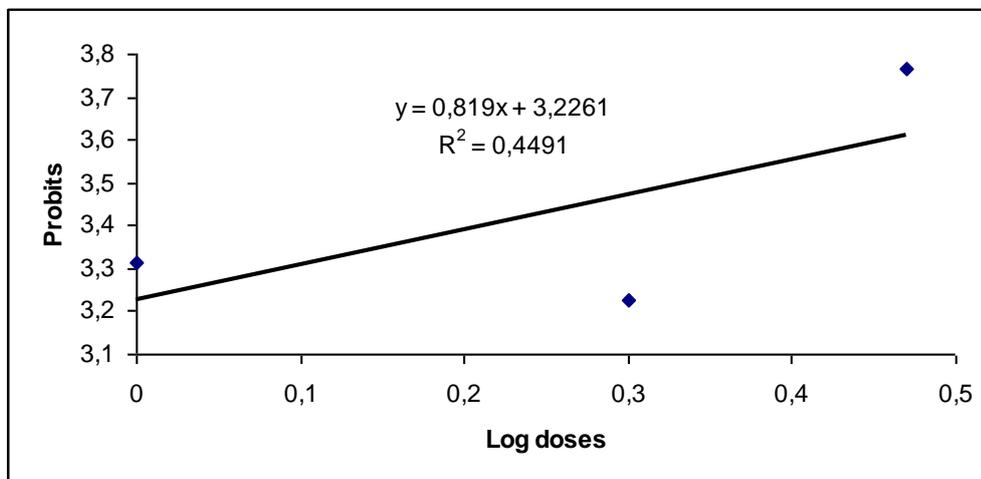


Fig. 54: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.s. ; Miel ;48h).

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.55) dont 0,79 g/l, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance : 0,079 et 0,235 g/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative $p = 0,269$.

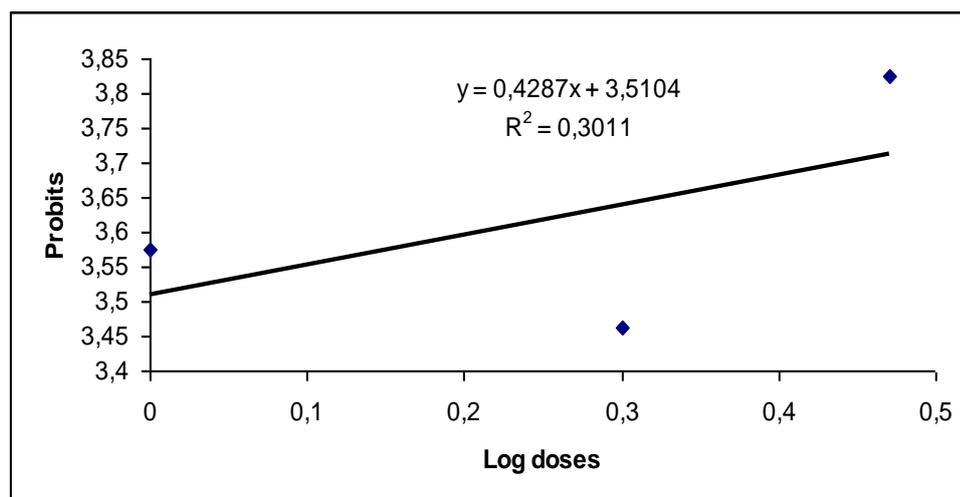


Fig.55: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.s. ; Miel ;72h).

Tableau 61 : Effet du *B.th.is* (mg/ml) sur les adultes d'*An.m.s* transformation angulaire de la mortalité corrigée n= 3; substrat : Raisin sec.

Concentration	3,75 mg/ml			10 mg /ml			50 mg/ ml		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
R1	5,74	8,13	14,18	8,13	16,43	19,37	11,54	15,34	16,43
R2	9,97	12,92	12,92	5,74	12,92	15,34	8,13	17,46	19,37
R3	11,54	12,92	15,34	14,18	19,37	19,37	12,92	19,37	19,37
m	9,08	11,32	14,14	9,35	16,24	18,02	10,86	17,39	18,39
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
s	2,44	2,25	0,98	3,55	2,63	5,71	2,01	1,64	1,38

Tableau 62 : Effet du *B.th.is* sur des adultes d'*An.m.s* : Transformation en probits des mortalités corrigée (%). Substrat raisin sec.

Dose	3,75 mg/ ml			10 mg/ ml			50 mg/ml		
Log dose	0			0,30			0,47		
Temps	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
M.corrigée	2,96	4,62	6,47	3,33	8,14	9,99	4,24	9,25	10,18
Probits	3,1043	3,3151	3,4780	3,1616	3,6016	3,7127	3,2721	3,6715	3,7241

La concentration létale DL₅₀ est déterminée a partir de la droite de régression (Fig.56) dont 6,52 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance : 2,78 et 14,83 g/ml l'analyse de la variance montre une différence significative p = 0,01.

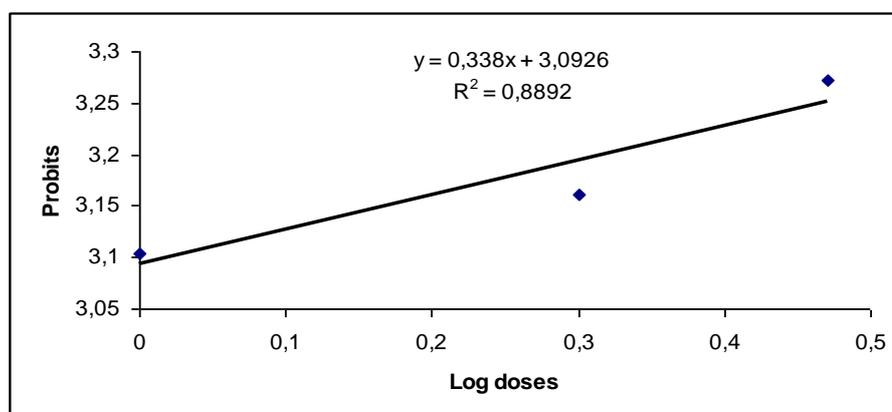


Fig.56: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'*A.m.s* ;raisin sec ;24h).

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.57) dont 0,137 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance: 0,079 et 0,235 g/ml l'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence significative $p=0,473$.

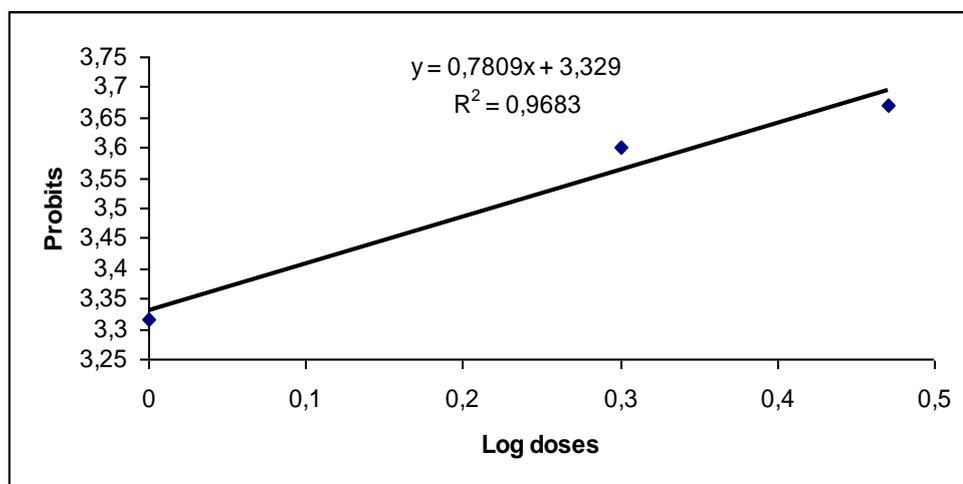


Fig.57: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.s. ; raisin sec ; 48h).

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.58) dont 0,5 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance: 0,23 et 1,07 g/ml l'analyse de la variance montre que le $p=0,537$.

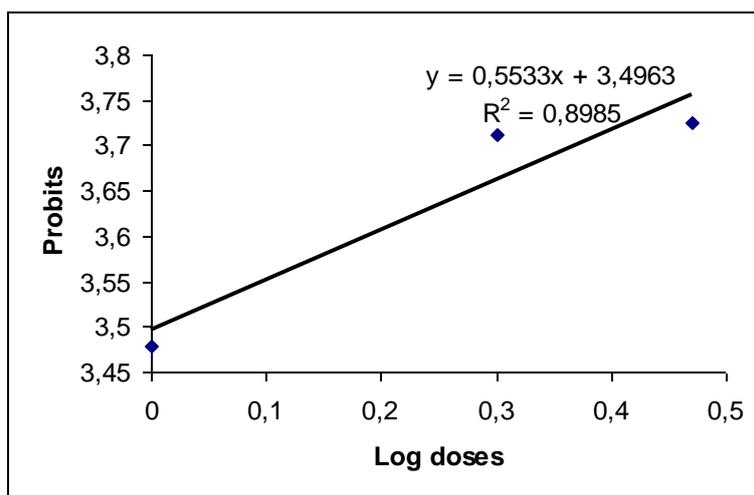


Fig.58: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.s. ; raisin sec ; 72h).

Tableau 63 : Mortalités corrigées des adultes femelles d'*Anopheles maculipennis labranchaie* traitées par le *B.th.is*. Sérotype H14 m ± s (N=300).

	Témoins		3,75 mg/ml		10mg/ml		50 mg/ml	
	M	R.S	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec
24h	/	/	2,4±0,94	1,85±0,52	2,21±0,55	2,95±0,26	2,77±0,45	3,14±0,69
48h	/	/	5,36±1,38	4,43±0,78	6,10±0,45	6,84±0,49	9,25±1,31	8,51±1,45
72h	/	/	5,16±1,24	8,7±1,46	9,81±1,04	9,44±1,63	10,73±0,26	10,36±0,69

Tableau 64 : Effet du *B.th.is* (µg/ml) sur les adultes d'*An.m.l* transformation angulaire de la mortalité corrigée n= 3 ; substrat : miel.

Concentration	3,75 mg/ ml			10 mg/ ml			50 mg/ml		
Répétitions	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
R1	8,13	12,92	11,54	8,13	14,18	18,43	8,13	16,43	18,43
R2	5,74	9,97	11,54	5,74	12,92	16,43	8,13	19,37	19,37
R3	9,97	15,34	14,18	8,13	14,18	18,43	9,97	16,43	18,43
m	7,94	12,74	12,42	7,33	13,76	17,76	8,74	17,41	18,74
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
s	1,73	2,19	1,24	1,12	0,59	0,94	0,86	1,38	0,44

Tableau 65 : Effet du *B.th.is* sur des adultes d'*An.m.l* : Transformation en probits des mortalités corrigée (%). Substrat miel.

Dose	3,75 mg/ ml			10 mg/ ml			50 mg/ml		
Log dose	0			0,30			0,47		
Temps	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
M.corrigée	2,4	5,36	5,16	2,21	6,10	9,81	2,77	9,25	10,73
Probits	3,0226	3,3836	3,3648	2,9859	3,4536	3,7070	3,0732	3,6715	3,7574

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.59) dont 0,1 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance: 0,04 et 0,223g/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative $p=0,363$.

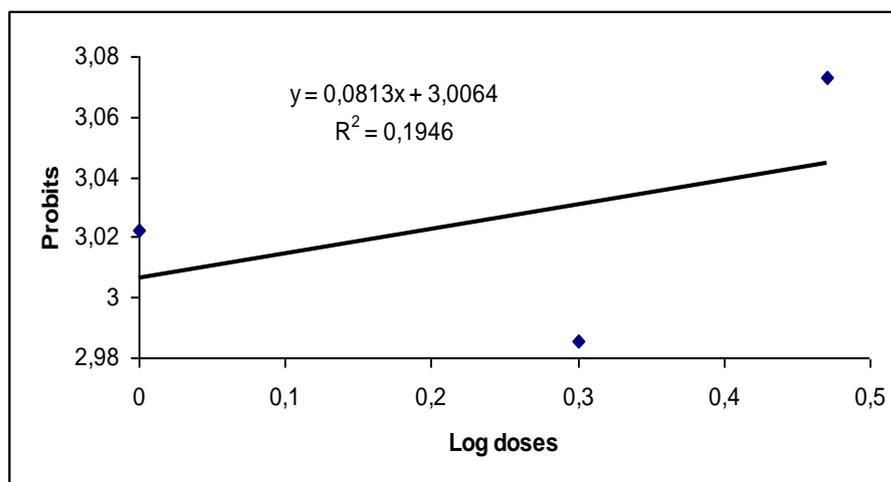


Fig.59: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.l. ; Miel ;24h)

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.60) dont 0,8 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance: 0,37 et 1,712 g/ml : l'analyse de la variance montre une différence significative $p=0,05$.

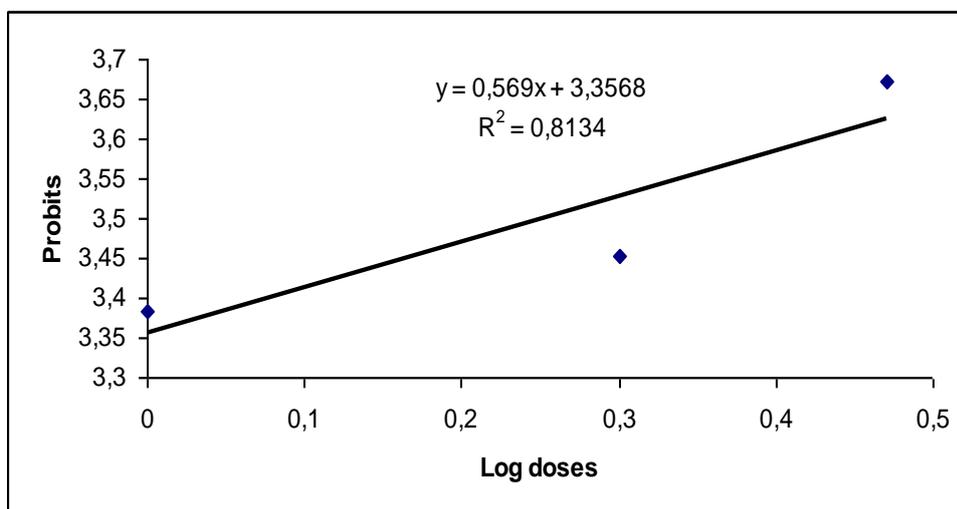


Fig.60: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.l. ; Miel ;48h).

La concentration létale DL₅₀ est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.61) dont 0,07 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance: 0,04 et 0,114 g/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative $p = 0,495$.

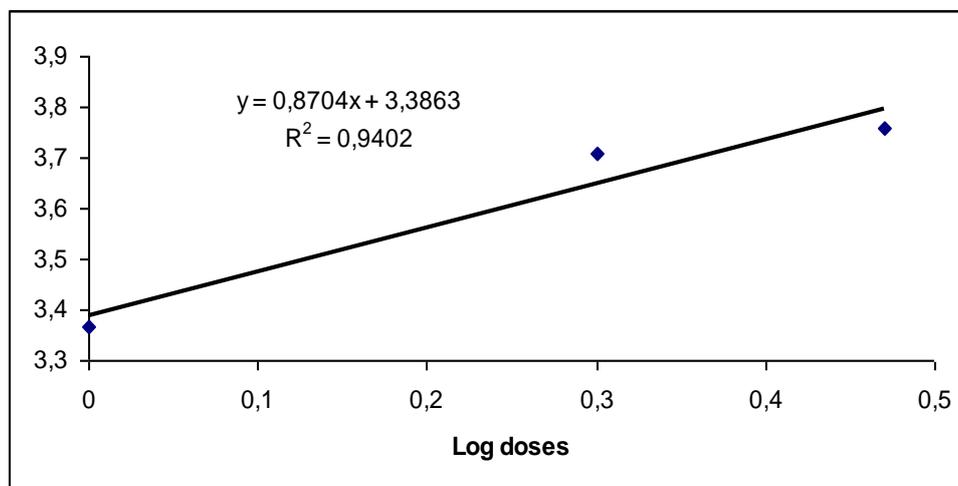


Fig.61: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'*A.m.l.* ; Miel ;72h).

Tableau 66 : Effet du *B.th.is* (mg/ml) sur les adultes d'*An.m.l* transformation angulaire de la mortalité corrigée n= 3 substrat : raisin sec.

Concentration	3,75 mg/ ml			10 mg/ ml			50 mg/ml		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
R1	8,13	9,97	14,18	8,13	15,34	19,37	8,13	15,34	18,43
R2	8,13	12,92	18,43	9,97	12,92	15,34	9,97	15,34	17,46
R3	5,74	9,97	17,46	8,13	15,34	18,43	9,97	18,43	19,37
m	7,33	10,95	16,69	8,74	14,53	17,71	9,35	16,37	18,42
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
s	1,12	1,39	1,81	0,86	1,14	1,72	0,86	1,45	0,77

Tableau 67 : Effet du *B.th.is* sur des adultes d'*An.m.l.*: Transformation en probits des mortalités corrigée (%). Substrat raisin sec.

Dose	3,75 mg/ ml			10 mg/ ml			50 mg/ml		
Log dose	0			0,30			0,47		
Temps	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
M.corrigée	1,85	4,43	8,7	2,95	6,84	9,44	3,14	8,51	10,36
Probits	2,9031	3,2831	3,6405	3,1043	3,5091	3,6835	3,1337	3,6278	3,7354

La concentration létale DL₅₀ est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.62) dont 0,18g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, 0,08 et 0,36 g/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative P= 0,599.

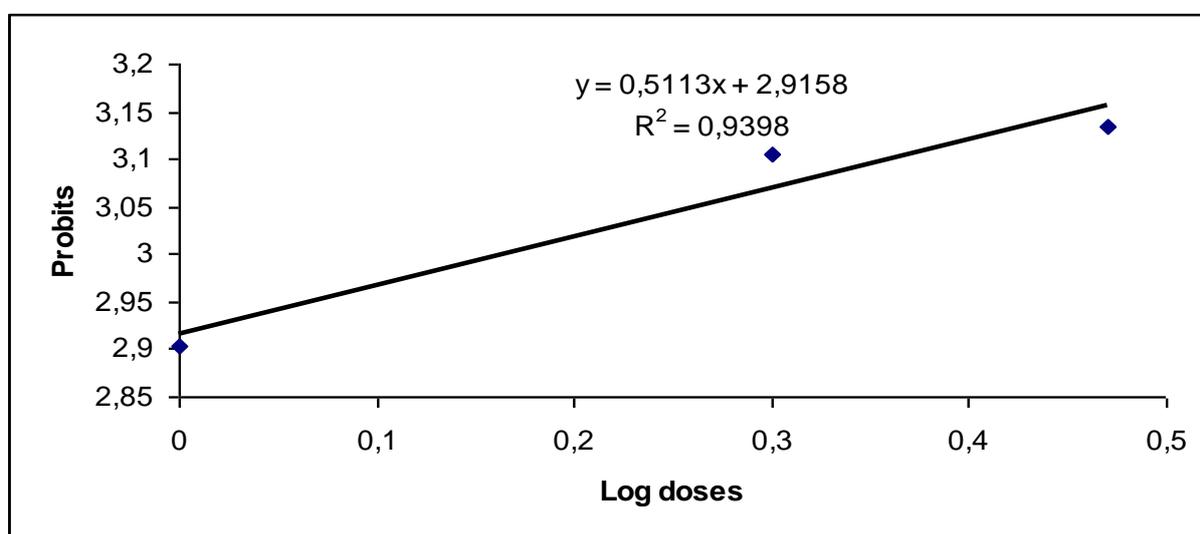


Fig.62: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'*A.m.l.* ; raisin sec ;24h)

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.63) dont 0,21 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance : 0,11 et 0,37 g/ml, l'analyse de la variance montre une différence non significative $p = 0,371$.

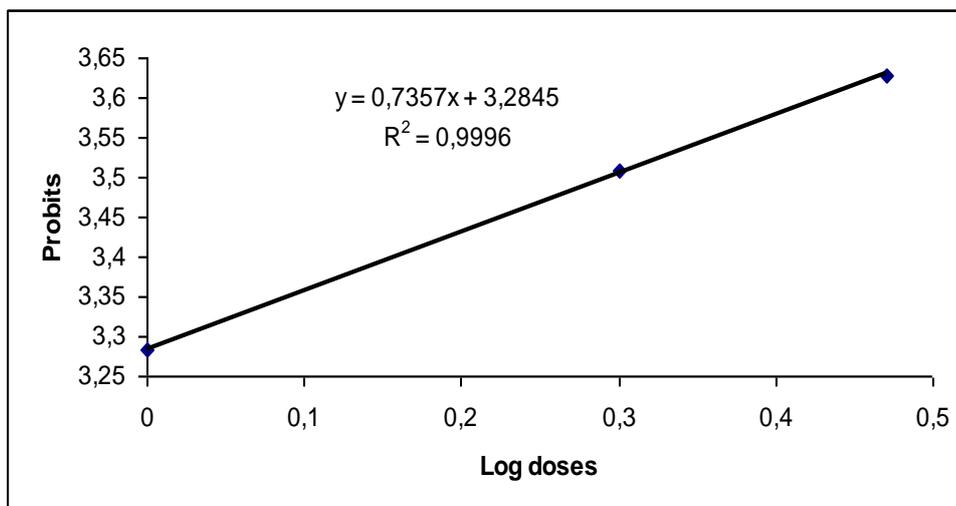


Fig.63: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.l. ; raisin sec ; 48h)

La concentration létale DL_{50} est déterminée à partir de la droite de régression (Fig.64) dont, 74 g/ml, la valeur est limitée entre les intervalles de confiance, l'inférieur égale à 5,38 et le supérieur 25,59 g/ml: l'analyse de la variance montre une différence non significative $p = 0,397$.

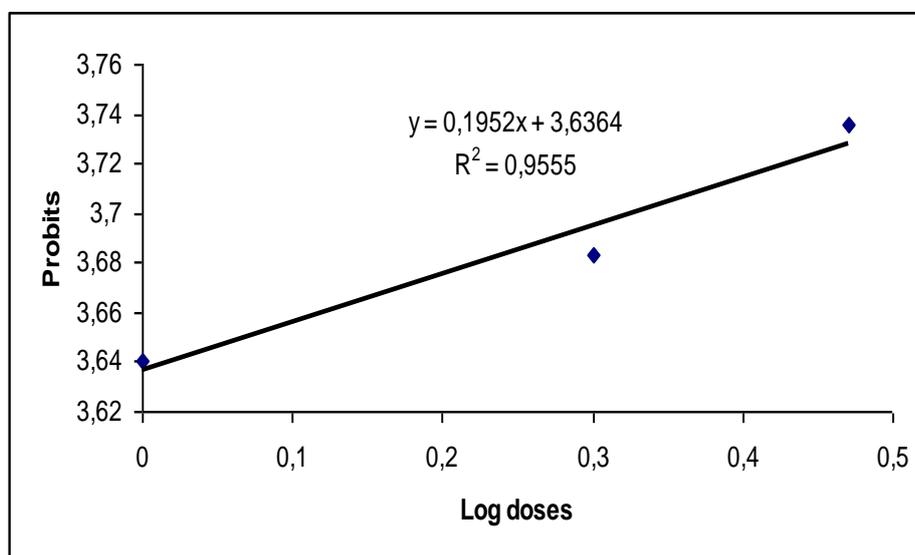


Fig.64: Courbe de référence exprimant la mortalité (en probits) en fonction des logarithmes décimaux des doses (adultes d'A.m.l. ; raisin sec ; 72h).

Les tableaux (68), (69), (70), (71), récapitulent les principales doses létales pour la mortalité des larves néonates et des adultes femelles des deux sous espèces, suivant la nourriture et le temps de traitement.

Tableau 68 : Récapitulatif des différentes doses létales du *B.th.is* à l'égard des larves d'*A.m.s* et d'*A.m.l*.

	24h		48h		72h	
	<i>A.m.l</i>	<i>A.m.s</i>	<i>A.m.l</i>	<i>A.m.s</i>	<i>A.m.l</i>	<i>A.m.s</i>
DL50	3,01mg/ml	7,44 mg/ml	0,1g/ml	4,42 mg/ml	0,076 mg/ml	19,78 mg/ml
FDL50	1,87	1,06	1,30	1,04	1,72	1,20
Intervalle de confiance	2,67 -5,62 mg/ml	7,01 – 7,88 mg/ml	0,07 – 0,13 g/ml	4,25 – 4,59 mg/ml	0,044 - 0,13 mg/ml	16,48- 23,73 mg/ml

Tableau 69: Récapitulatif des différentes doses létales du *B.th.is* à l'égard des adultes d'*A.m.l*.
Unité g/ml.

	24h		48h		72h	
	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec
DL50	0,1	11,74	0,8	0,21	0,07	0,18
FDL50	2,23	2,18	2,14	1,79	1,63	2,04
Intervalle de confiance	0,04 – 0,223	5,38 – 25,59	0,37 – 1,712	0,11 – 0,37	0,04 – 0,114	0,08 – 0,36

Tableau 70: Récapitulatif des différentes doses létales du *B.th.is* à l'égard des adultes d'*A.m.s*.
Unité g/ml.

	24h		48h		72h	
	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec	Miel	Raisin sec
DL50	0,17	6,52	0,14	0,137	0,79	0,5
FDL50	1,49	2,34	1,65	1,72	1,55	2,14
Intervalle de confiance	0,12- 0,26	2,78 – 14,83	0,08- 0,231	0,079– 0,235	0,38 – 0,16	0,23 – 1,07

Les résultats mentionnés dans le tableau (71) montre qu'il n'ya pas de différence significative entre deux substrats donc les deux peuvent être comme support de la bactérie.

Tableau 71 : Analyse de la variance à un seul critère de classification, de la mortalité des adultes des deux sous espèces nourries de miel et de raisin sec.

	P
<i>An.m.l.</i> (miel) – <i>An. m.s.</i> (miel)	0,96 NS
<i>An.m.l.</i> (miel) - <i>An.m.l.</i> (raisin sec)	0,60 NS
<i>An. m.s.</i> (raisin sec) - <i>An.m.l.</i> (raisinsec)	0,65 NS
<i>An. m.s.</i> (miel) - <i>An. m.s.</i> (raisin sec)	0,93 NS

3.4. Effet du *B.th.is* sur la composition biochimique des moustiques:

3.4.1. Effet sur le contenu en protéines:

Le contenu en protéines à été déterminé chez les larves néonates et des adultes femelles des deux sous espèces d' *An. m.s* et *An. m.l.* d'après une courbe de référence (Fig.65) et les résultats des dosages sont donnés dans les tableaux (72), (73), et la (Fig 66) : chez les séries témoins et traitées, la quantité en protéine est importante chez les larves et les adultes des deux sous espèces, témoins par rapport aux traitées.

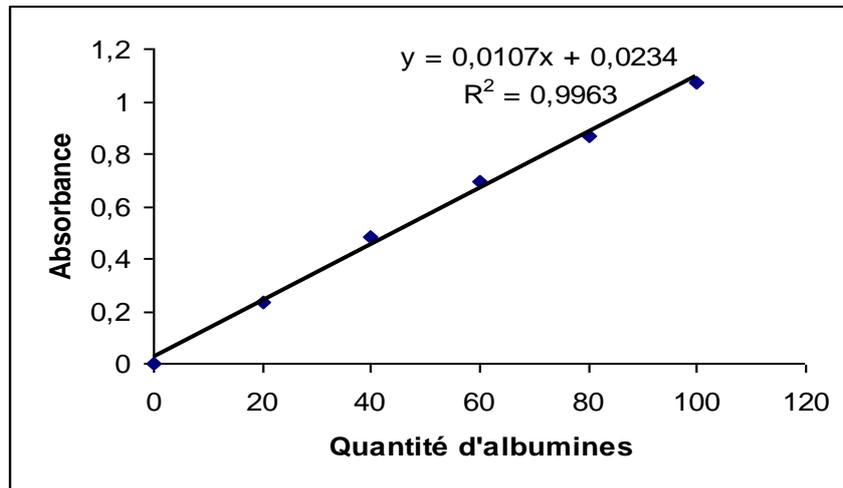


Fig.65: Dosage des protéines totales chez les moustiques : courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité d'albumine (μg) (R^2) = coefficient de détermination).

Tableau 72 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) des adultes d' *An.m.l* et *An. m.s* des deux substrats, après 3 jours du traitement. ($m \pm s$; $n=3$).

	<i>An.m.s. raisin sec</i>	<i>An.m.s Miel</i>	<i>An.m.l raisin sec</i>	<i>An.m.l miel</i>
Témoins	28,03±23,92	19,57 ± 10,13	26,5±8,87	26,73 ±9,90
D1	15,32±10,97	4,71±1,89	13,66±6,91	14,62±10,01
D2	26,81±26,73	13,59±12,25	25,32±2,83	10,22±6,99
D3	15,66±14,67	9,48±3,84	19,96±6,56	26,89±17,01

D: dose.

Tableau 73 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) des larves d' *An.m.l* et *An. m.s* . ($m \pm s$; $n=3$).

	<i>Anopheles sacharovi</i>	<i>Anopheles labranchiae</i>
Témoins	10,77±7,67	6,77±1,28
D1	10,01±2,14	12,4±2,8
D2	3,13±0,5	6,73±2,61
D3	10,4±2,14	6,65±0,7

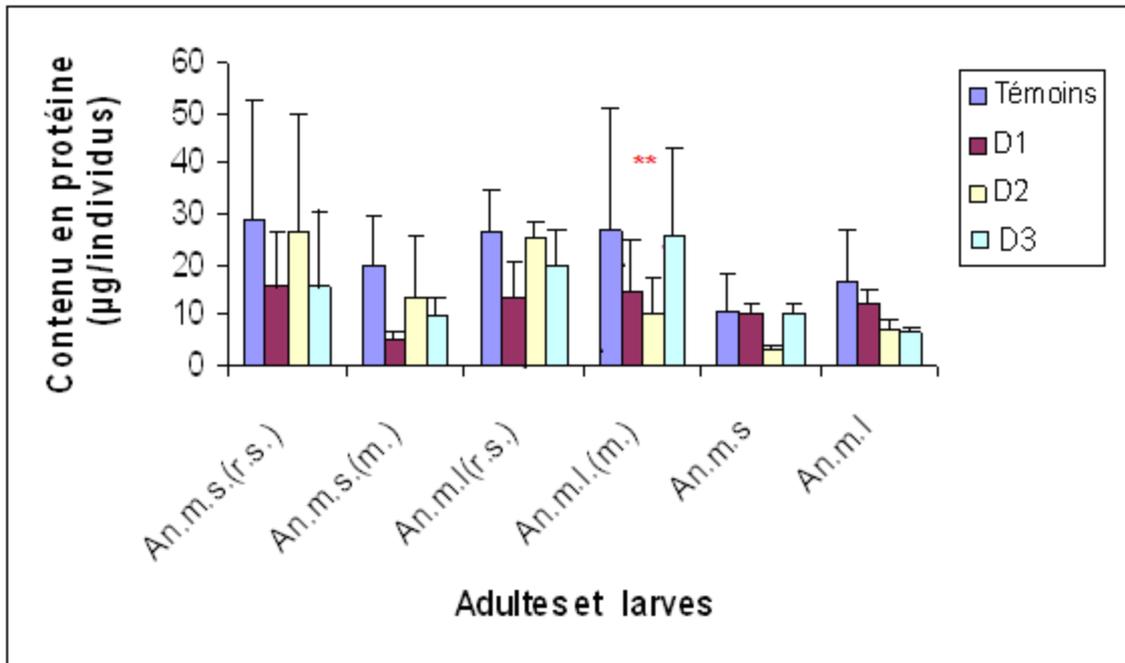


Fig.66 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) des adultes et des larves néonates d'*An.m.l.* et *An. m.s.*

3.4.2. Effet sur le contenu en glucides:

D'après la courbe de référence présentée dans la (Fig.67), on a pu déterminer le contenu en glucides des adultes et des larves traitées. Les résultats obtenus sont enregistrés dans les tableaux (74), (75), et la (Fig. 68). Chez les séries témoins des adultes et des larves, le contenu en glucide présente des valeurs non significatives et une différence très hautement significative chez les larves d'*A.m.s.* pour la première dose.

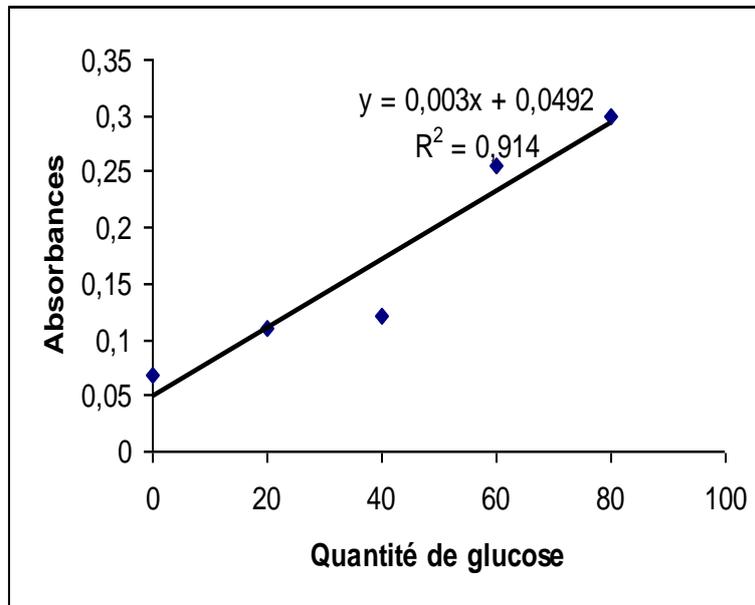


Fig.67: Dosage des glucides chez les moustiques : courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité de glucose (μg) (R^2 = coefficient de détermination).

Tableau 74 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en glucides ($\mu\text{g}/\text{individus}$) des adultes d' *An.m.l.* et *An. m.s.* des deux substrats, après 3 jours du traitement. ($m \pm s$; $n=3$).

	<i>An.m.s. raisin sec</i>	<i>An.m.s Miel</i>	<i>An.m.l raisin sec</i>	<i>An.m.l miel</i>
Témoins	38,58±13,35	43,58±25,30	38,29±30,94	54,33±13,14
D1	32,73±14,64	27,96±8,07	22,12±12	27,78±1,60
D2	34,24±11,74	23,43±8	32,03±1,63	21,07±3,04
D3	34,44±2,84	28,84±4,87	27,29±8,16	27,25±6,40

Tableau 75 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en glucides ($\mu\text{g}/\text{individus}$) des larves d' *An.m.l* et *An. m.s.* ($m \pm s$; $n=3$).

	<i>Anopheles sacharovi</i>	<i>Anopheles labranchiae</i>
Témoins	25,83 \pm 1,24	29,93 \pm 14,45
D1	2,88 \pm 4,08	11,35 \pm 2,85
D2	8,24 \pm 2,23	7,2 \pm 1,87
D3	5,14 \pm 3,29	10,74 \pm 5,15

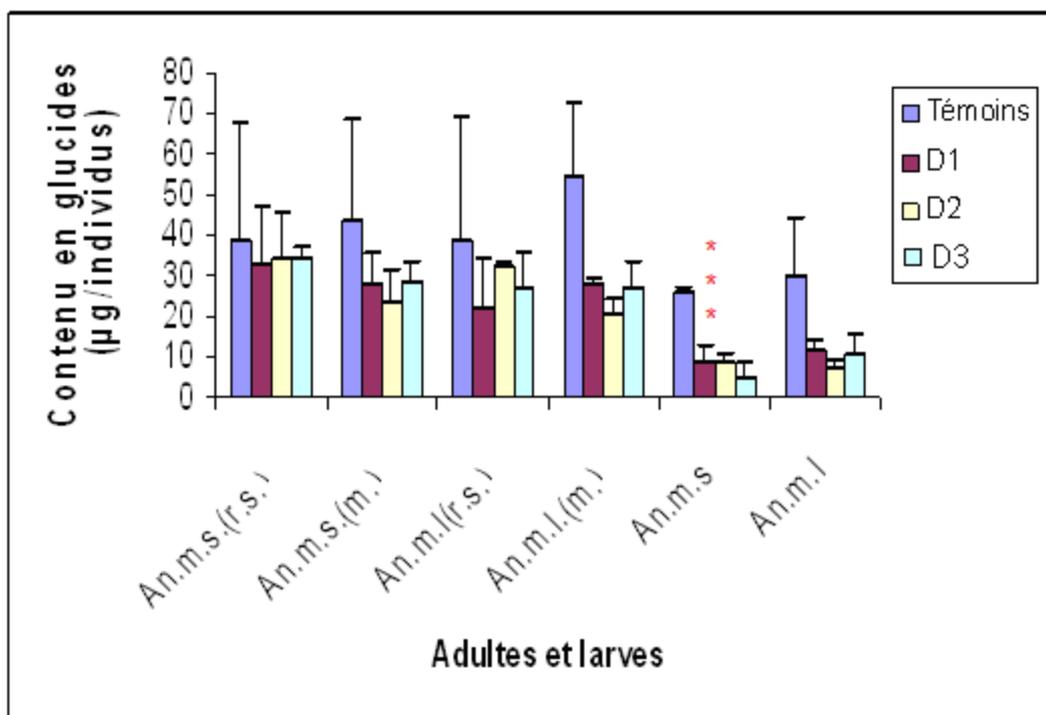


Fig.68 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en glucides ($\mu\text{g}/\text{individus}$) des adultes et des larves néonates d'*An.m.l.* et *An. m.s.*

3.4.3. Effet sur le contenu en lipides:

La courbe de référence mentionnée dans la (fig.69), les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau (76), (77), et la (fig.70), on remarque des quantités importantes chez les témoins des deux sous espèces à l'état adulte et à l'état larvaire, seulement il existe une différence supérieur dans la quantité de lipide chez les adultes, des deux sous espèces nourries de miel. Par contre les larves présentent une faible quantité.

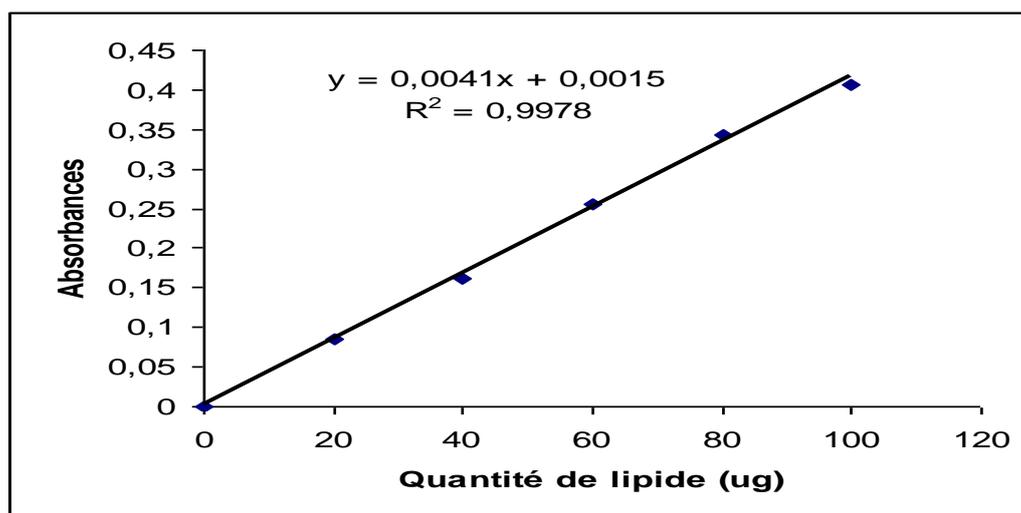


Fig.69: Dosage des lipides chez les moustiques : courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité de lipides (μg) (R^2 = coefficient de détermination).

Tableau 76: Effet du *B.th.is* sur le contenu en lipides ($\mu\text{g}/\text{individus}$) des adultes d' *An.m.l* et *An. m.s* des deux substrats, après 3 jours du traitement. ($m \pm s$; $n=3$).

	<i>An.m.s.</i> raisin sec	<i>An.m.s</i> miel	<i>An.m.l</i> raisin sec	<i>An.m.l</i> miel
Témoins	75,14 \pm 26,27	49,91 \pm 8,06	97,09 \pm 49,78	38,99 \pm 6,88
D1	28,41 \pm 5,37	32,99 \pm 3,04	27,87 \pm 5,21	34,67 \pm 3,74
D2	29,77 \pm 6,92	34,38 \pm 0,81	27,84 \pm 1,52	35,06 \pm 0,67
D3	32,14 \pm 3,22	32,11 \pm 3,12	31,34 \pm 2,63	36,15 \pm 2,23

Tableau 77: Effet du *B.th.is* sur le contenu en lipides ($\mu\text{g}/\text{individus}$) des larves d' *An.m.l* et *An. m.s* ($m \pm s$; $n=3$).

	<i>Anopheles sacharovi</i>	<i>Anopheles labranchiae</i>
Témoins	22,15±10,18	20,80±15,36
D1	0,68±0,5	6,2±1,27
D2	5,12±0,41	6,13±1,46
D3	5,31±0,33	4,59±0,26

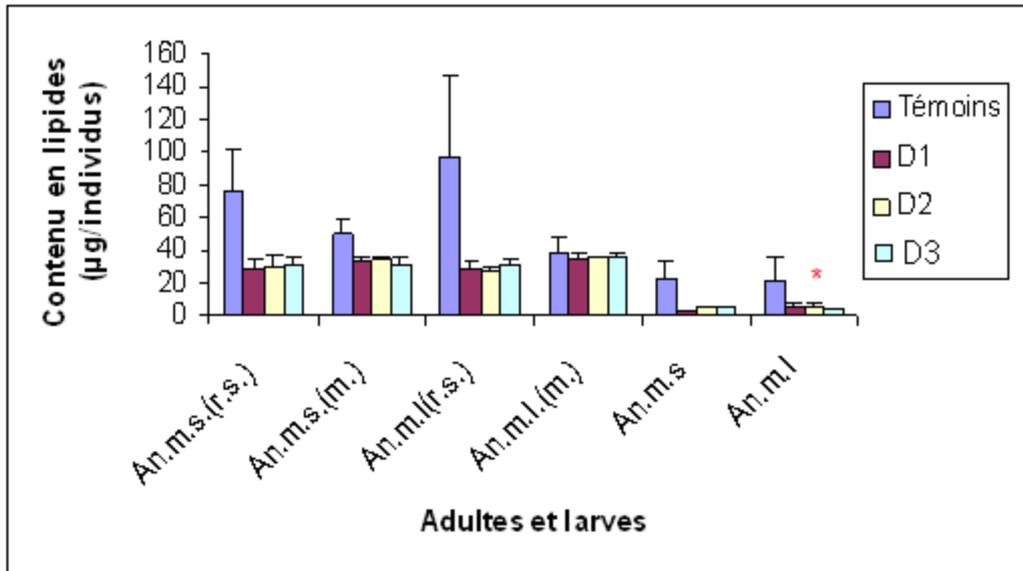


Fig.70 : Effet du *B.th.is* sur le contenu en lipides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) des adultes et des larves néonates d'*An.m.l.* et *An. m.s.*

Pour comparer la quantité des différents métabolites chez les larves néonates et des adultes femelles des deux sous espèces, suivant la nourriture et le temps, les tableaux (78), (79), (80), montre les résultats de l'analyse de la variance des différentes doses qui révèlent une différence significative avec les adultes *A.m.l.* nourries de miel de la dose 2 avec le témoin. Concernant les larves d'*A.m.s* on note une différence très hautement significative pour la dose 1 et significative pour la dose 2 (glucides). D'autre part chez les larves d'*A.m.l.* (Lipides).

Tableau 78 : Comparaison de la quantité des métabolites après trois jours du traitement selon les doses des adultes d'*A.m.s.*

		<i>A.m.s.</i> (r.s.) – <i>A.m.s.</i> (m.)	<i>A.m.s.</i> (r.s.) - T	<i>A.m.s.</i> (m.) – T
Protéines	D1	0,899	0,522	0,696
	D2	0,563	0,448	0,957
	D3	0,165	0,523	0,570
Lipides	D1	0,594	0,401	0,929
	D2	0,488	0,319	0,741
	D3	0,108	0,875	0,701
Glucides	D1	0,577	0,997	0,997
	D2	0,233	0,289	0,273
	D3	0,500	0,332	0,45

Tableau 79 : Comparaison de la quantité des métabolites après trois jours du traitement selon les doses d'*A.m.l.*

		<i>A.m.l.</i> (r.s.) – <i>A.m.l.</i> (m)	<i>A.m.l.</i> (r.s.) - T	<i>A.m.l.</i> (m) – T
Protéines	D1	0,667	0,079	0,284
	D2	0,869	0,835	0,007*
	D3	0,230	0,466	0,392
Lipides	D1	0,883	0,965	0,973
	D2	0,751	1,000	0,999
	D3	0,311	0,239	0,532
Glucides	D1	0,308	0,328	0,775
	D2	0,220	0,508	0,867
	D3	0,701	0,631	0,808

Tableau 80: comparaison de la quantité des métabolites après trois jour du traitement selon les des larves *A.m.s.* et *A.m.l.*

		<i>A.m.s.</i>	<i>A.m.l.</i>	<i>A.m.s.</i> et <i>A.m.l.</i>
Protéines	D1	0,144	0,125	0,932
	D2	0,942	0,578	0,419
	D3	0,439	0,687	0,120
Lipides	D1	0,323	0,709	0,777
	D2	0,821	0,534	0,597
	D3	0,663	0,041*	0,919
Glucides	D1	0,000***	0,760	0,341
	D2	0,084	0,212	0,537
	D3	0,686	0,325	0,878

4. Discussion:

4.1. Etude taxonomique et écologiques:

Dans le passé, lorsque les moustiques étaient simplement considérés comme des bestioles importunes, on leur accordait peu de place dans les collections d'histoires naturelle. Les explorateurs consacraient plus de temps à les éviter, ou à les détruire qu'à les adresser à des musées, pour étude ultérieure. Les moustiques sont en outre des insectes fragiles, dont l'étude intéressait peu de spécialistes. Cette attitude changea brusquement lorsque l'on découvrit, à la fin du siècle dernier, qu'ils pouvaient transmettre des maladies. A partir de ce jour plusieurs études ont été consacrées à leurs égards. La systématique est l'étude scientifique des organismes de leur diversité et de toutes leurs interrelations "Systématique is the scientific study of the Kinds and diversity of organisms and of any and all relation ship among: them" (Simpson, 1961).

La taxonomie est l'étude théorique de la classification des organismes, y compris ses bases, principes, procédures et règles" Taxonomy is the theoricol study of classification, including its bases, principales, procédures, and rules", Simpson, 1961).

A l'intérieur de la famille des Culicidae (moustiques les plus petites catégories dont l'existence soit reconnue par le code international de nomenclature zoologique), (Stoll & Coll., 1961: in Bendali, 2006), sont les genres, sous genres, espèces et sous-espèces, les catégories infrasub spécifique ne sont pas reconnues.

Après avoir identifié et inventorier les espèces dans les différents sites urbains et ruraux en utilisant la clé de (Schaffner *et al.*, 2001) et de Himmi *et al.* , 1995), la systématique de la composition du peuplement des Culicidés révèle l'existence de 11 espèces appartenant à 2 sous familles celle des Culicinae (*Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex theileri*, *Orthpodomomyia pulcripalpis*, *Culex pusillus* ,*Culex laticinctus* ,*Culiseta ochroptera*) et celle des Anophelinae (*Anopheles labranchiae*, *Anopheles sacharovi*, *Anopheles algeriensis*). Les espèces inventoriées ont été signalées dans les travaux de Senevet & Andarelli, (1959), dans son encyclopédie : les moustiques d'Afriques du Nord et du bassin Méditerranéen et dans des travaux plus récents de Hassain, (2001) réalisé dans l'extrême Ouest de l'Algérie. Seulement le complexe *Culex pipiens* a été signalé pour la première fois par Bendali, (1989).

Dans la région de Constantine, Berchi, (2000a) a noté la présence de 7 espèces de Culicidae appartenant à 2 deux sous familles, celles des Anophelinae et celle des Culicinae, il s'agit de *Culex pipiens*, *Culex laticinctus*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culiseta longiareolata*, *Anopheles labranchiae*, *Uranotaenia unguiculata*, parmi ces espèces nos résultats confirme l'existence de quatre espèces dans la région Nord-Est Algérien.

Le genre *Anopheles* : a été inventorié dans les sites d'étude est représenté par le complexe *Anopheles maculipennis*; deux sous espèces ont été identifiées (*sacharovi* et *labranchiae*), et *Anopheles algeriensis*, leurs abondances est respectivement, 504, 150, 76, individus au niveau des sites ruraux; (El-Kala et Lac Fetzara).

Nos résultats viennent confirmer les résultats de plusieurs inventaires, réalisés au niveau de la région d'étude, l'existence du complexe *Anopheles maculipennis* au niveau du site d'étude El-Kala, avec la sous espèce d'*Anopheles maculipennis labranchiae*, et au niveau du Lac Fetzara *Anopheles maculipennis sacharovi*, ce qui ne convient pas avec les travaux de Senevet & Andarelli., (1955) qui note la présence en Algérie, du complexe *Anopheles maculipennis* mais avec une seule variété (sous espèce) *labranchiae*.

Au cours de notre échantillonnage, le genre *Culex* a été présenté par quatre espèces *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. laticinctus*, *Cx.pusillus*, et c'est *Cx. pipiens* qui affiche l'abondance la plus élevée au niveau du site urbain Annaba ville, avec 547 individus et 77 individus au niveau des sites ruraux à cause de sa grande élasticité écologique et son aptitude à coloniser différents milieux. Cette espèce dite typiquement urbaines, très commune dans les villes, est décrites comme accidentelle des creux d'arbres par (Seguy, 1921, in: Rioux, 1958) et (Gaud, 1953). L'espèce *Culex pipiens* présente une fréquence centésimale de 51,29 au niveau du site Annaba c'est-à-dire que l'espèce est communément présente dans plus de 50% de relevé.

Nos résultats viennent confirmer les travaux de (Bendali, 1989), (Hassain, 2002), (Lounaci, 2003), qui ont décrit l'espèce et confirment son existence dans les différentes stations de leurs études Annaba, Alger et Tizi ousou (Hamaidia, 2004). Djebbar, (2009), a

collecté cette espèce dans divers gîtes éparses de la région de Souk Ahras et Tébessa, mais aussi les travaux de Bendali, (2006), qui décrivent l'espèce comme typiquement urbaine.

Concernant l'espèce *Culex theileri* a été récolté au niveau des sites ruraux (Lac Obeira et m'daourouch) respectivement avec une fréquence de (1,99 et 4,50) l'espèce est très rare parce qu'elle présente moins de 50% de relevé. Les travaux de (Lounaci, 2003) indique sa présence dans le marais de Réghaia; Bendali (2006) l'a également inventorié parmi les vingt espèces collectées dans le marais de Obéira; par ailleurs, les travaux de (Salmi, 2007) et (Zaidi, 2008) confirme sa présence dans la région de Tébessa et ceux de (Berrezig, 2007) et (Tahraoui, 2008) indiquent la présence de cette dernière dans la région d'El-Kala ce qui confirme notre résultat.

Le genre *Orthopodomyia* a été récolté au niveau du site urbain : Annaba (dans toute les stations d'étude) et dans le site rural (M'Daourouch), avec une fréquence centésimale respectivement de (18,45; 8,00) moins de 50% de relevé c'est-à-dire que l'espèce est très rare. La seule espèce *Orthopodomyia pulcripalpis* est décrite par tous les systématiciens comme typique des forêts de chêne liège et de platane. Cette espèce a été récoltée pour la première fois par Husson, (1908), en Tunisie et par (Rioux *et al.*, (1964), en Algérie. Clastrier la signala en 1941 dans le Sud-Ouest d'Algérie, puis dans le même site elle a été récoltée par Senevet & Andarelli, (1963) elle a également été signalée par Bailly & Choumara, (1965), et figure parmi les espèces inventoriées par Bendali, (2006) au niveau du Parc National d'El-kala dans le Lac Oubeira.

Les espèces Culicidiennes retrouvées simultanément dans la région Ouest d'Algérie et la région orientale de l'Algérois sont : *Aedes caspius*, *Anopheles labranchiae*, *Culex modestus*, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*. Ces espèces sont représentées à la fois dans les régions caractérisées par un climat semi-aride comme celui de Tébessa, et les régions situées dans l'étage bioclimatique sub humide. Senevet & Andarelli (1959), ont affirmé l'existence de ces espèces également dans le Tassili et le Sahara Algérien. De son côté, Brunhes *et al.*, (2000), rapportent que la faune Culicidienne d'Algérie est riche de 48 espèces. Cette diversité réside dans la climatologie et la diversité des biotopes offerts au développement des Culicidae. De plus, 50 espèces de Culicidae, répartie entre sept genres et 15 sous-genres, ont été signalées au Maroc depuis le début de ce siècle. Cependant, dix d'entre elles sont restées douteuses ou signalées d'une manière incertaine. Les travaux réalisés par Himmi *et al.*, (1995), ont permis de mettre en évidence 47 espèces. Dans la région de

Rabat (Maroc), 9 espèces de Culicidae ont été inventoriées, ce sont: *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Cx. impudicus*, *Cs longiareolata*, *Cx. subochrea*, *U. unguiculata*, *An. labranchiae*, *Ae. caspius* et *Ae. detritus*.

De même, Khalili & Kataba Badre (2000) : in Djebbar, 2009), ont recensés 8 espèces nouvelles de Culicinae et d'Anophelinae, ce sont *An. fluviatilis*, *Ae. caspius*, *Cx. pucillus*, *Cx. deserticola*, *Cx. territans*, *Cs. longiareolata*, *Cs. annulata* et *U. unguiculata*. De même Schaffner, (1999): in Bendali, 2006) signale 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). Bourasa *et al.*, (1992), ont inventorié dans le Sud du Québec (Canada) six espèces de Culicidae colonisant les creux d'arbres et les pneus usagés.

Le genre *Uranotaenia* a été inventorié au niveau des immeubles du site urbain Annaba avec une fréquence de 4,39 l'espèce est très rare. Selon Schaffner *et al.*, (2001) Les femelles ne piquent pas l'humain ni les Mammifères, ceux qui ne convient pas avec nos résultats cette espèce a été récoltées au niveau des immeubles.

Le genre *Culiseta* : deux espèces ont été inventoriées *Culiseta longiareolata* et *Culiseta ochroptera* l'espèce *Cs. ochroptera* a été capturée dans le site urbain avec une abondance de 225 individus, et *Cs. longiareolata* avec une abondance de 40, 100, 23 respectivement à Annaba, M'Daourouch et au niveau du Lac Oubeira. Nos résultats confirment les travaux de Senevet & Andarelli, (1959), qui notent l'espèce *Culiseta longiareolata* parmi les espèces les plus communes de l'Afrique du Nord. Les deux espèces ont été capturée au niveau des immeubles ce qui ne convient pas avec les travaux de Schaffner *et al.*, (2001), qui note que les femelles piquent surtout les oiseaux, très rarement l'humain, compte tenu de ses préférences trophiques, son rôle de vecteur de parasitoses humaines ne peut être que des plus réduits. Donc la présence des adultes mâles et femelles, ainsi que les larves au niveau des caves inondées, prouve que le cycle biologique se déroule au niveau des immeubles, et le repas sanguin a été prélevé à partir des humains (les habitants de l'immeuble).

D'après Blondel (1979), lorsque les conditions de vie dans un milieu sont favorables, on trouve de nombreuses espèces. Dans ce cas, H' est alors élevé, dans le cas de d'Annaba qui présente 10 espèces différentes et M'daourouch avec 5 espèces différentes; dans le cas contraire, on n'observe qu'un petit nombre d'espèces, le cas du Parc National et du Lac Fetzara avec deux espèces inventoriées. D'après les résultats de Brunel *et al.*, (1990), l'indice de diversité de Shannon-Weaver

appliqué aux Diptères dolichopodides le long d'un transect milieu humide / milieu sec au niveau de la vallée de la somme (France), montre qu'en milieu humide H' est égal à 4,01 alors qu'en milieu sec

H' est de 2,98. L'indice décroît nettement du milieu le plus humide vers le milieu le plus sec, ce qui traduit l'affinité très marquée des dolichopodides pour les zones humides.

Concernant l'équitabilité, quant celle-ci tend vers 0, elle traduit un déséquilibre entre les effectifs des différentes espèces le cas du Parc National, Lac Obeira et Lac Fetzara, E tend vers le 0. D'autre part le contraire est marqué au niveau des stations du site urbain Annaba l'équitabilité tend vers 1 ce qui explique l'effectif des espèces présente, un équilibre entre les espèces.

4.2. Etude biométrique et chétotaxique:

Depuis le début du XXI^e siècle, le mot biométrie est utilisé également dans le sens plus restrictif de l'identification des personnes en fonction de caractéristiques biologiques telles que les empreintes digitales, les traits du visage, etc. L'analyse morphologique peut se pratiquer avec les empreintes digitales, l'iris, les réseaux veineux de la rétine, les réseaux veineux de la paume de la main, la morphologie de la main, le poids, ainsi qu'avec les traits du visage. La biométrie est une technique globale visant à établir l'identité d'une personne en mesurant une de ses caractéristiques physiques. Il peut y avoir plusieurs types de caractéristiques physiques, les unes plus fiables que d'autres, mais toutes doivent être infalsifiables et uniques pour pouvoir être représentatives d'un et un seul individu. Dans le règne animal l'identification systématique des espèces est fondamentale pour toute étude biologique.

De nos jours Beaucoup de biologistes s'intéressent à la biodiversité des espèces, et à la taxonomie vu la disparition des espèces. Pour déterminer avec précision l'identification des espèces qui présentent un intérêt médical et vétérinaire, on a recourt à une étude biométrique et chétotaxique. Bien que le concept morphologique de l'espèce trouve des problèmes, de ce fait les Zoologistes sont amenés à observer deux phénomènes opposés telles que des variations morphologiques intra spécifiques importantes, et des isolements reproductifs entre les populations sympatriques de morphologie pratiquement identique. De ces constatations est née la notion d'espèce jumelle au sein d'un même complexe, on remarque des différences d'ordre physiologique ou écologique. L'existence de ces complexes pose de délicats problèmes dans la mesure où les

capacités vectorielles de chaque sous-espèce peuvent être très différentes. Il est donc formellement nécessaire de connaître ces complexes et d'identifier les espèces qui les composent. Devant l'impossibilité d'utiliser les critères morphologiques utilisés dans la clé on doit avoir recours à d'autres techniques plus élaborées, comme l'analyse biométrique, la chétotaxie (Bendali, 2006). Cependant notre étude biométrique a concerné différents descripteurs morphologiques au niveau de la tête, du thorax et de l'abdomen on tenant compte des éléments qui les constitue. Concernant la comparaison de la chétotaxie des deux derniers segments d'*An. labranchiae* et de *Cx. pipiens*. Les soies du sommet siphonale révèle une différence hautement significative entre les deux espèces. D'autre part la chétotaxie de la face latérale du thorax a donné une différence significative au niveau des soies mésopimérales entre les *Culex* et *Culiseta* et des soies supra alaire ; sternopleurales et des soies mésopimérales. Grejebine, (1966), a consacré son étude à la description des différentes structures morphologiques de l'adulte mâle et femelle, des larves et des nymphes de l'espèce complexe *Anopheles gambiae* de la région malgache. Ce pendant notre étude a porté sur les sous espèces constituant le complexe, *Anopheles maculipennis* : *Anopheles maculipennis sacharovi* et *Anopheles maculipennis labranchiae* ; *Culex pipiens* ; *Culiseta longiareolata*. Les descripteurs ainsi mesurés présentent des résultats originaux qui collaborent à mettre en évidence les mensurations spécifiques des espèces existant dans l'extrême Nord de l'Algérie et d'établir ainsi, une banque de données morphométriques et chétotaxiques des espèces de Culicidae de la région d'étude, car le taxonomiste peut définir ses descripteurs selon deux niveaux de précision, soit sous forme de variables qualitatives ou de variables quantitatives,

4.3. Etude toxicologique:

La lutte biologique est un élément de la stratégie de contrôle intégré. Parmi les méthodes de lutte biologique l'utilisation d'une bactérie entomopathogène, le *B.th.is.* H14 isolé à partir du sol après ingestion et suite à l'élaboration de la cellule des endotoxines qui agissent sur les cellules de l'intestin moyen après évolution sporadique provoque l'éclatement de la cellule hôte. D'après Dejoux *et al.*, (1985) l'utilisation du *B.th.is.* H14 comme moyen de lutte anti vectorielle, avec application en milieu aquatique, ne semble pas devoir entraîner de risques écologiques tout au moins à court et moyen terme. Des expériences ont été réalisées dans notre laboratoire sur les populations Culicidiennes. Nous avons réalisé une lutte intégrée avec le *B.th.is.* en présence d'hydracariens. La bactérie a montré son efficacité à l'égard des Culicidae, et sans effets sur les hydracariens (Bendali, 1989; 2006). D'après Arshad *et al.* (1994) l'utilisation de *B.th.is.* provoque chez les larves d'*Aedes*

taeniorhynchus, 75% de mortalité après neuf 9 jours. L'application du Vecto Bac WG se fait avec des pulvérisateurs, par voie terrestre ou aérienne, après mis en suspension dans l'eau, une efficacité très rapide, observable dans les heures suivant l'application.

Sous ce contexte nous avons procédé dans un premier lieu, à un test préliminaire pour déterminer les concentrations des doses à utilisées. Nous avons traité les larves néonates selon la méthode d'Ibarra & Frédirici, (1987), d'*Anopheles maculipennis* les essais ont comporté trois doses et quatre répétitions et un témoin pour chacune d'elles. La mortalité a été enregistrée après 24h, 48h et 72h de traitement. Cependant, nos essais ont portés sur les larves néonates et les adultes femelles des deux sous espèces d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*, trois doses avec trois répétitions et un témoin ont été utilisé, la mortalité a été enregistrée après 24h, 48h et 72h. Les résultats ont révélé une mortalité significative. Le *Bacillus thuringiensis israelensis* H14 a été largement utilisé depuis sont isolement par De- Barjac, (1978), comme larvicide. Actuellement les recherches sont orientées vers son application à l'égard des adultes, il a été utilisé contre les adultes d'*Aedes aegypti* (Klowden *et al.*, 1983).

La spécificité de ce biocide et sa haute toxicité ont été constaté dans nos essais contre les larves et les adultes d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*, Cette constatation concorde avec les résultats de Larget & Barjac (1981) qui ont étudié le pouvoir larvicide de 22 variétés de *B.th.* Berliner représentant 15 sérotype H sur les

larves L4 d'*Aedes aegypti* (L) *Cx.p.p.* (Linne) et *Anopheles stephensi*. Les travaux de Norberd *et al.*, 1994 ont certifié que l'efficacité de la bactérie change avec le changement des types de matière interne toxique, et avec les genres de moustiques, ils ont trouvé une différence significative, de l'effet toxique lors du traitement des larves des moustiques : *Aedes cantans*, *Culex pipiens* et *Aedes vexans* utilisant trois types différents de bio insecticide.

Après avoir testé le *B.th.is.* sur les larves du quatrième stade, les travaux de Ati, (2008) sur les L4 des *Culex pipiens* montre l'efficacité de la bactérie qui provoque une mortalité très hautement significative. Notre étude au laboratoire a concerné le traitement des néonates avec trois doses de *B.th.is.* ainsi que les adultes femelles d'*An.m.l* et *An.m.s.* avec deux substrats support de la Bactérie (raisin sec et miel) ; les résultats montrent qu'il n'y a pas de différence entre les deux substrats qui ont été utilisés. Donc les deux substrats miel et raisin sec, peuvent être utilisée comme substrat support au *Bacillus thuringiensis israelensis* H14 dans la lutte biologique à l'égard des Anophèles adultes. Nos résultats concernant les larves néonates, l'analyse de la variance montre une différence

significative pour les adultes d'*A.m.s.* nourries de miel après 48h ($p= 0,018$) et des adultes nourries de raisin sec avec une différence significative ($p= 0,01$). La différence est significative concernant les adultes d'*A.m.l.* nourries de miel ($p= 0,05$).

4.4. Aspect biochimique:

Après le test toxicologique réalisé sur les larves néonates et des adultes femelles des deux sous-espèces d'*Anopheles*, un dosage biochimique de différent métabolites protéines, glucides et lipides a été fait sur les mêmes espèces (qui ont subit l'étude toxicologique) après trois jours du traitement.

Le dosage des principaux métabolites réalisés dans le corps entier des individus (adultes femelles et les larves) témoins et traités chez *Anopheles* révèle une modification de la composition biochimique après traitement. Chez les insectes l'hémolymphe subit des modifications diverses, au cours du développement (larve, pupa et adulte). En effet, ces fluctuations sont liées aux différents états physiologiques de l'insecte tels que la mue, la nymphose et la diapause (Nowosielski & Patton, 1965). Les mêmes auteurs ont remarqué de forts changements les concentrations de protéines, d'acides aminés, et de lipides dans

l'hémolymphe d'un cricket *Acheta domesticus* L. à différents âges. Selon Galois (1987), les fortes variations des différents métabolites s'observent pendant le cycle de mue, la vitellogénèse et l'embryogénèse. En effet, durant ses différents stades évolutifs (Stades larvaire, nymphale, imaginal), des modifications métaboliques intenses liées aux différents systèmes hormonaux et neurosécrétoires sont observées (Buck, 1953 ; Lamy, 1964a ; Lamy 1964 b; Marty, 1968 ; Lamy, 1969).

Le dosage des principaux constituants biochimique réalisés dans le corps entier des larves néonates et des adultes femelles révèle que Les protéines et les acides aminés jouent un rôle primordial dans l'organisme de toutes les espèces biologiques vivantes connues, car ils sont caractérisés par des niveaux très élevés (Chen, 1966). Les protéines jouent un rôle dans l'organisme de toutes les espèces biologiques vivantes connues (Mahler *et al.*, 1969). Ces dernières entrent dans diverses réactions et peuvent assurer la catalyse biochimique, la régulation hormonale et s'intégrer dans la cellule en tant qu'éléments structuraux en même temps que les glucides et les lipides (Jacob, 1961). Les protéines proviendraient d'une part de la digestion des couches procuticulaires

profondes de l'ancienne cuticule et d'autre part, d'une origine exogène, alimentaire par exemple (Munoz & Sevilla, 1982; Munoz & Ceccaldi, 1987. La production d'œufs chez les insectes dépend des protéines. Chez les moustiques autogènes, les protéines stockées aux stades larvaires sont utilisées pour l'oogénèse. Ce pendant, chez les moustiques anautogènes, le repas sanguin représente la principale source des protéines nécessaires (Briegel, 1985). Les travaux réalisés sur des Lépidoptères *Diatraea grandisella* (Chippendale, 1970) et *Pieuris brassicae*, indiquent que les fortes concentrations de protéines sont observés au cours du stade larvaire et diminuent par la suite au stade nymphal (Van Der Geet & Borgsteede, 1969). Par ailleurs, on remarque une accumulation des réserves protéiques au cours du stade larvaire chez *Cydia pomonella* (Sieber & Benz, 1978). En effet, les vecteurs élevées des protéines enregistrées durant le stade larvaire sont en rapport probablement au transport important de ces protéines dans l'hémolymphe et à une mobilisation des réserves, pour la synthèse de la nouvelle cuticule (Bourguet & Exbrayat, 1977). Des résultats similaires sont observés chez la mouche domestique car les protéines proviendraient en grande partie des réserves du tissu adipeux accumulées au cours de la vie larvaire (Weismann, 1963). Les travaux de Stemberger & Gilbert (1985, 1987). Ont montré que le contenu en protéines est faible quand le volume corporel des espèces est petit.

Les observations de nos résultats montrent que la quantité en protéines est importante chez les larves et les adultes des deux sous espèces, témoins par rapport aux traitées.

Les glucides forment un groupe de composés très importants. Certains représentent une source d'énergie pour les organismes vivants, soit immédiatement utilisable (tréhalose), soit sous forme de réserves (glycogène); d'autre ont un rôle structural (cellulose, chitine, acide hyaluronique). Les taux de glycogène et de tréhalose dans les tissus sont étroitement liés aux événements physiologiques tels que le vol, la mue, et la reproduction (Wiens & Gilbert, 1967). Le tréhalose est la fraction la plus importante des glucides circulants. Il joue un rôle métabolique de premier plan dans le cycle de développement (Steel, 1981) et constitue une source énergétique essentielle en libérant le glucose sous l'action d'une enzyme, tréhalase (Wyatt, 1967). Sa concentration dans l'hémolymphe est déterminée par la vitesse de deux processus : son retrait pour les besoins énergétiques de l'insecte et son stockage dans le corps gras. Chez l'abeille, le glucose constitue la plus grande fraction des glucides hémolympatiques circulants. La concentration de glucose chez les ouvrières d'*Apis mellifera carnica* est importante dans l'hémolymphe et varie avec l'âge des abeilles et les saisons (Beaker & Leher, 1974; Bounias, 1978). Chez la mouche *Musca domestica*, la glycémie

varie selon l'âge (Lebras & Echaubard, 1980). La quantité de glycogène varie largement selon le stade, l'état nutritionnel et les besoins énergétiques de l'insecte. Nayar & van handel (1970) ont trouvé que le glycogène est utilisé comme combustible pour le vol. L'étude biochimique réalisée sur deux sous- espèces de moustiques, *Cx. pipiens pipiens* et *Cx. pipiens molestus*, a permis de mettre en évidence des différences des contenus en principaux métabolites et une augmentation de ces teneurs du premier stade larvaire au stade nymphal (Bendali *et al.* , 2001). Concernant le contenu en glucides chez les témoins des larves et des adultes des deux sous espèces est plus important que chez les traitées.

Les lipides représentent la principale source d'énergie chez les insectes (Beenakers *et al.*, 1985). Ils sont transporté du corps gras, site de leurs synthèse et stockage (Keely, 1985; Van Hensden & Law, 1989) vers les organes utiliteurs, notamment les ovaires (Kilby, 1963; Wigglesworth, 1972; Chino *et al.*, 1981) via l'hémolymphe pour être utilisés lors de la vitellogénèse (Downer, 1985; Keely, 1985). Plusieurs études ont démontrées que les triglycérides, dont le corps gras est le site majeur de stockage chez les insectes, ont une

réserve métabolique importante. Dans le cas des lipides, on remarque des quantités importantes chez les témoins des deux sous espèces à l'état adulte et à l'état larvaire, seulement il existe une différence supérieure dans la quantité de lipide chez les adultes, deux sous espèces nourries de miel. Par contre les larves présentent une faible quantité. Chez *Tribolium confusum* (Beaudoin & Lemonde, 1970), les résultats indiquent que le maximum d'acide gras est observé au stade larvaire et au stade adulte. C'est justement à ces deux âges que l'activité métabolique est la plus intense. En effet, en plus du métabolisme basal chez la larve, il n'y a une activité locomotrice; chez l'adulte il y a activité locomotrice et maturité sexuelle. Les résultats obtenus sur *Bombyx mori* montrent que le contenu en lipides augmente durant la métamorphose. Notons aussi qu'il y a relativement peu de variations durant la période larvaire, alors que chez les pupes on note une forte diminution. Sachant que cet âge correspond à la période où l'insecte commence à utiliser ses réserves lipidiques. Chez *Schistocerca*, les deux tiers de l'énergie dépensée pendant un vol proviennent du catabolisme lipides. Briegel (1990), a trouvé que les femelles de moustiques avec un grand volume corporel synthétisent plus de lipides que les petites femelles. Les études de Van Handel (1984) ont montré qu'en absence de repas sanguin, les besoins énergétiques pour le métabolisme de base sont fournis par l'oxydation des lipides.

5. Conclusion et Perspectives:

La réalisation d'inventaire faunistique s'inscrit dans le cadre de la conservation de la biodiversité qui consiste un enjeu planétaire et qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. A ce titre la première partie a été consacrée à l'identification systématique et à l'étude morphométrique des espèces de Culicidae. Des inventaires ont été effectués dans le site urbain: Annaba; et des sites ruraux : El-kala; Lac Fetzara; et M'daourouch, les prospections menées sur terrain, ont permis d'inventorier 11 espèces de Culicidae. Cependant une étude biométrique de plusieurs critères concernant le stade L4 et les adultes mâles et femelles des espèces qui présentent soit un intérêt médical (*Culex pipiens*; *Anopheles maculipennis labranchiae*) soit une importance vétérinaire (*Culiseta longiareolata*) a été réalisée. La région d'Annaba (extrême Nord Est de l'Algérie) se caractérise d'un climat méditerranéen (chaud et humide) et riche en réserve hydrologique, favorise le développement des Culicidae. Ce qui permet aux chercheur dans cette thématique de prendre la région en main, et de réalisée des inventaires saisonniers et annuel pour donner un listing des espèces de la région.

L'étude chétotaxique concernant la face latérale du thorax des adultes mâles et femelles, ainsi que les deux derniers segments abdominaux des larves L4 est une initiative contribuable en systématique. D'autre par les génitalia femelles présentent de nos jours, un élément biologique important dans la taxonomie et surtout l'identification des sous espèces. Actuellement peu de travaux lui ont été contribués. Nous proposant en perspective de réaliser une étude chétotaxique et biométrique des différentes structure chitineuses de cet organe génital.

D'autre part une étude morphométrique et chétotaxique fournisse beaucoup de précision concernant l'identification systématique des espèces, l'étude nous a permis de mentionner 15 critères pour les adultes et 12 critères chez les larves, et une étude chétotaxique de la face latérale des thorax et des deux derniers segment abdominaux.

Les essais toxicologique nous ont permis de déterminer les DL50 et les intervalles de confiance du *B.th. is. H14* à l'égard des larves néonates et des adultes d'*A.m.l.* et *A.m.s.* Les résultats ont révélé un effet toxicologique, il sera mieux de tester son action sur d'autres

espèces considérées comme dominantes et de l'intégrer dans la lutte biologique anti adulte et à grande échelle.

L'étude biochimique a permis de déterminer les teneurs et les taux des différents métabolites (protéines, glucides et lipides) chez les larves néonates et les adultes femelles d'*Anopheles maculipennis labranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*, les résultats ont révélés un effet de la bactérie sur les différents métabolites. Il est nécessaire d'effectuer les dosages des acides nucléiques, le séquençage et enfin la réalisation des coupes histologiques du mésentéron des adultes pour déterminer l'action de la bactérie.

Résumé :

Les travaux effectués sur terrain et au laboratoire nous ont permis de réaliser une étude systématique a porté sur les Culicidae capturées aux stades adultes et larvaires au niveau des sites d'étude urbains (Annaba) et ruraux: (M'daourouch, El-Kala, et Lac Fetzara). Le genre *Culex* est dominant dans le site urbain, *Anopheles maculipennis* est dominant dans les sites ruraux. Les espèces d'importance médicale (*Culex pipiens*, *Anopheles maculipennis*) et vétérinaire (*Culiseta longiareolata*) ont fait l'objet d'une étude biométrique des larves et des adultes mâles et femelles, ainsi une étude chétotaxiques a concernée le thorax des adultes mâles et femelles et les deux derniers segments abdominaux. Des indices écologiques nous ont permis de mettre en évidence les espèces dominantes pour chaque site.

L'étude toxicologique à différentes concentrations testé sur les larves néonates (1µg/ml, 2µg/ml, 3µg/ml) et des adultes d'*Anopheles maculipennis labbranchiae* et *Anopheles maculipennis sacharovi*. (3,75mg/ml, 10mg/ml, et 50 mg/ml) a montré l'évaluation de l'effet du *Bacillus thuringiensis israelensis* H14 sur les néonates et les adultes des deux sous espèces.

L'étude biochimique des différentes métabolites ; protéines, lipides et glucides dans le corps entier ont mis en évidence des différences significatives dans la composition biochimique des deux sous espèces d'*Anopheles maculipennis*. L'ensemble des résultats acquis confirme le mode d'action de cette bactérie.

Mots clés: Culicidae, Systématique, Morphométrie, Ecologie, Biochimie, lutte biologique.

Abstract

The main this study which has been conducted in the field and the laboratory is the know the types of mosquito's family Culicidae with a taxonomic study of mosquitos at varions stages: larvae, and adults in several places in the r Annaba, El-Kala, Fetzara, and M'Daourouch. The species of medical, (*Anopheles maculipennis*, *Culex pipiens*) and veterinary (*Culiseta longiareolata*) importance have been subjected to a morphometric study. For a better taxonomy. One also conducted the chetotaxy of the neonate and adults. The environmental indicators have been identified to determine the prevailing type and how mosquito species are distributed.

The toxicology test with a different concentration (1ug/ml, 2µg/ml, 3µg/ml) have been used for neonates larvae and adults (3,75mg/ml, 10mg/ml, 50mg/ml), to two species of *Anopheles maculipennis*, results show that the bacteria has an effect on the neonates and adults.

The bio insecticide with a *Bacillus thuringiensis israelensis* H14 has significantly decreased the levels of protein, carbohydrates and lipids of the neonates and adults *Anopheles maculipennis labranchiae* and *Anopheles maculipennis sacharovi*.

The majority of results confirm the action of this bacteria.

Key words: Culicidae, Taxonomy, Morphometry, Ecology, Biochemistry, biological control.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

Abbot W.B., 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Ent., 18: 265- 267.

Abouzeitoune M. H., 1991. Evaluation de la lutte biologique des larves de *Culex pipiens pipiens* (Diptère: Culicidae) à l'aide de *Gambusia affinis* (Poisson Téléostéen). Effet de *Simotéphalus vitalus* (Crustacea: Cladocera). Thèse de magistère en Biologie et physiologie des Invertébrés, option Arthropodologie, Université de Annaba.

Ati S, 2008. Activité biologique du *Bacillus thuringiensis israelensis* sur les larves de *Culex pipiens*, Effet sur plusieurs aspects biochimiques et reproduction .Magistère en Biologie et Physiologie Animale option : Reproduction Animale. Université Annaba .

Amankar, S.V., Rao, A.S. & Narayaman, N., 1988. Application of *Bacillus sphaericus* in the control of *Culex fatigans*. International symposium on changing perspectives in glochemicals isotopies 24-11-1987, Vienne: 277-287.

Andrean J., Gilbert L. et Régine F., 1981_Dictionnaire de Biochimie alimentaire et de nutrition
Technique et documentation P,21 Paris Cedex 08.

Barker R.J. & Lehner Y., 1974 – Influence of diet on sugars found by thin- layer chromatography
in thoraces of honeybees, (*Apis mellifera*). J.Exp. Zool. 188: 157- 164.

Bailly – Choumara H. 1965. Présence au Maroc d'*Orthopodomyia pulcripalpis* Rondani, 1822. (Diptera: Culicidae). Bull. Soc. Sc. Nat. Phys. Maroc. 45: 39- 42.

Beenakers A.M.T.H., Vander host D.G. & Van Marrewijk W.J.A., 1985 – Insect lipids and lipoproteins and their role in physiological processes. *Prog, lipid. Res*, 24: 19-67.

Becker E., 1938. The mouth apparatus of the Anopheles larva and its movements in feeding upon organisms of the surface films-water. Zool. Zh., 17 (13): 427-440 (en russe).

Bendali ., 1989. Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène. Systématique et lutte Bactériologique *thuringiensis israelensis* sérotype H14. *B. sphaericus* 1953 et deux espèces d'hydracariens. Thèse de Magister en Arthropodologie Université d'Annaba.

Bendali F., Jebba F. & Soltani N., 2001 – Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*. 57 (4) 255- 265.

Bendali S.F., 2006 - Thèse de Doctorat d'Etat en science Naturelle : Etude bioécologique, Systématique et Biochimique des Culicidae (Diptera- Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne.

Benyakoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., Benhouhou S., Boulahbal R., Calai B., Haou R., Ziane N., 1998: Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zone Humides (Wilaya d'El Tarf), 300P.

Bentakooob S, 1993- Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala.(Nord-Est Algérien). Thèse de Bourgogne, Dijon.

Berchi S. 2000 a. Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptera, Culicidae) dans la région de constantine et perspective de lutte. Thèse Doc. Es. Science. Université de constantine.

Berrezig W, 2007- Inventaire des Culicidae dans les subéraies de Brabtia au niveau du Parc National d'El-Kala.

Blondel J., 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux. Element d'un diagnostic écologique. La méthode d'échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). Rev. Ecol. Terre et vie, 29 (4): 533-589.

Boudjellida H., Bouaziz A., Soin T., Smmaghe G & Soltani N. 2005. Effects of ecdysone halofenozide against *Culex pipiens*. *Pest. Biochem and physiol.* 83: 115-123.

Bounais M., 1978 – Intra- glycémie relations occurring the development of honeybee workers (*Apis mellifera*). *Comp. Biochemi. Physiol.* 61 A: 13-18.

Bourguet J. P. & Exbrayat J. M., 1977- Quelques aspects de la croissance, du développement sexuel et du métabolisme chez *P. Japonicus*. Influence des facteurs externes et interne. Thèse doctorat de spécialité. Université USTL, Montpellier France 128P.

Bouzeriba L., 2001: Contribution à la caractérisation du peuplement des Lépidoptères Hétérocères dans le Parc National d'El-Kala. Mémoire ingénieur, Univ. Annaba (Algérie), 41p.

Bradford M.M. 1976. Arapide and sensitive method for the quantitation microgram quantities of protein dye binding. *Analyt. Biochem.*, 72: 248- 254.

Briegel H., 1985- Mosquito reproduction: incomplete utilization of the blood meal protein for oogenesis.J. *Insects physiol.* 31: 15- 21.

Briegel H., 1990 a- Metabolic relation ship between female body size. Reserves and Fecundity of *Aedes aegypti*. *Journal of Insect physiology* 36: 165- 172.

Brustus L. et al., 1994. Mise en évidence de deux espèces jumelles a et b du complexe *Aedes détrit*us (Halliday, 1833), sur le littoral atlantique français parasite, 1, pp 167-170.

Brunhes j. & Dufour C., 1992. Etudes structurales et dynamiques sur les écosystèmes de tourbières acides. II-Le peuplement des tipulides (Diptera, Tipulidae). *Bull.Ecoll.*, T. 23 (1-2) : 17-26.

Brunhes j., Le goff G. & Geoffroy B., 1997. Anopheles Afro-tropico. I-Description d'espèces nouvelles et changement de status taxonomique (Diptera, Culicidae). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 33 (2) : 173-182.

Brunhes J., Le Goff G., Manga L. & Geoffroy B., 1998a. Anopheles Afro-tropicaux.

II-Description. Mise au point sur les espèces de la sous- région malgache (Diptéra, Culicidae).Bull. Soc. Ent. France, 103 (2) : 139-152.

Brunhes J., Le Goff G. & Geoffroy B., 1998b. Anopheles Afro-tropicaux. IV- Mise au point sur le complexe Anopheles moucheti réhabilitation d'*Anopheles multcinctus* et d'*Anopheles garnhami* Basilewskyi (Diptéra, Culicidae). Ann.Soc. Entomol. Fr. (N.S.), 33 (2), 397-405.

Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G & Hervy J.P., 1999. Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).

Brunhes J., Hassaine K., Rahaim A. & Hervy j.P., 2000. Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Liste et répartition des espèces. Bulletin de la société Entomologique de France 8 (2): 91-100.

Buck J.B. 1953. Physical properties and chemical composition of Insect blood. *Insect. Physiol.* (ED, by Roeder K.D). *John Wiley. New York.* 147-190.

Chabi Y, 1998- Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord-Est de l'Algérie. Thèse de doctorat. Université d'Annaba, 162p.

Chalabi B, 1990- Contribution à l'étude des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune, cas du lac Tonga, Parc National d'El-Kala. Thèse de Magister. L.N.A. El-Harrach.

Casida J. E. & Quistad G..B., 1998- Golden age of insecticide research: Past, present, or future. Annual Review of Entomology 43: 1-16.

Chaudonneret 1962. Quelques dispositifs remarquables dans les organes de l'ingestion chez la larve de moustique (Diptera, Nematocera). Ann. Sci. Nat., Zool., 4 (3) : 473-488.

Chauvet G. 1978. Lutte biologique contre les vecteurs d'affections humaines et tropicales. Moyens actuels et perspectives. Med. Trop. 38 (6), 651-657

Chino H., Katase H., Downer R. C. & Hard Takahashi K., 1981- Diacylglycerol-carrying lipoprotein of hemolymph of the American cockroach: Purification, characterization and function. *J.Lipid Res.*, 22: 7- 15.

Chippendale G. M., 1970- Metamorphic changes in Fat body proteins of the south western corn border, *Diatraea grandiosella* . *J. Insect physiol.* 16: 1057 -1068.

Christophers G.M., 1915. The male genitalia of *Anopheles*. *Indian j. med.Res.*, 3:371

Christophers S. R., 1922. The development and structure of the terminal segments and hypopygium of the mosquito with observations on the homologies of the terminal segments of the larva. *India J. Med. Res.*, 10: 530-572.

Christophers S. R., 1923. The structure and development and of the female genital organs and hypopygium of the mosquito. *Indian J. Med. Res.*, 10: 698-720.

Christophers S. R. & Barraud P.J., 1931. The eggs of Indian *Anopheles*, with descriptions of the hitherto undescribed eggs of a number of species. *Rec. Malar. Surv. Indian*, 2: 161-192.

Christophers S. R., 1933. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. *Diptera* 4. *Culicidae*. Tribe *Anophelini*, 371p., illus. London.

Christophers S. R., 1960. *Aedes aegypti* (L.), the yellow fever Mosquito. Its life history, Bionomics and structure. Cambridge Univ.Press, 739PP.

Clements, A.N. 1963. The physiology of mosquitoes, avec la permission de pergamon Press, Ltd.).

Daget P. 1976. Les modèles mathématiques en écologie. (ed). Masson. Paris. P 172.

Dajot R. 1971. Précis d'écologie. (ed). Dunod. Paris. P434.

Darriell F et Corbel V , 2006_ Laboratory evaluation of pyriproxyfen and spinosad , alone and in combination , against *Aedes aegypti* mosquito larvae. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 2: 57 -60.

Davis N. C., 1926. Notes on the female hypopygia of Anopheline mosquitoes, with special reference to some Brazilian species. *American. J Hyg.*, 6: 1-22.

De Belaire, 1990- Structure et fonctionnement et perspective de gestion de quatre éco complexes lacustres et marécageux (El-Kala), est Algérien). Thèse Doct- Univ. Univ. U.S.T.L.Montpellier France.

De- Barjach., 1978. A.une nouvelle variété de *Bacillus thuringiensis* très toxique pour les moustique : *B. thuringiensis* var. *israelensis* serotype H 14. *C.R.Hebd Seance. Acad. Sci. (D)*, Paris. 286: 797- 800.

Dejoux C., Gibon F.M., Yaméogo L., (1985). Toxicité pour la faune non – cible de quelques insecticides nouveaux utilisés en milieu aquatique tropical. *Revue hydrobiologique tropical* 18 (1) 31- 49.

Dhadialla T.S. & Raikhel A.S., 1994- Endocrinology of mosquito vitellogenesis. In: Davey, K. G., Peter, R. E., Tobe S. S. (Eds), *Perspectives in comparative Endocrinology*. Nat. Res. Council of Canada, Ottawa, pp: 275-281.

Djebbar F. 2000. Composition biochimique et profil hormonal (20 hydroxyscdysone) des stades larvaires et nymphal chez 2 sous espèces de moustiques: *Culex pipiens pipiens* et *Culex pipiens molestus*. Thèse de Magister, Université d'Annaba.

Djebbar F .2009 . Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateur de croissance (halofenzide et methoxyfenzide) a l'égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiarolata* : toxicologie , morphométrie , biochimie et reproduction . Doc .es . Sciences, Université d' Annaba 170 p.

Downer R.G.H., 1985 –Lipid metabolism. In *comprehensive Insect physiology, Biochemistry and pharmacology*. Vol. 10 (G.A.Kerbert. & L.I. Gilbert, eds). Pergamon Press, Oxford, PP: 77-113.

Duchateau G & Florkin M. Sur la tréalosémie des insectes et sa signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem.* 67: 306-314.

Edwards F. W., 1920. Notes on the mosquitoes of Madagascar, Mauritius and Reunion. *Bull. Ent. Res.*, 11: 133-138.

Edwards F. W., 1941. Mosquitoes of the Ethiopian Region, part III: Culicinae adults and pupae, *Brit.Mus. Nat. Hist.*, London, 449p .

Emberger L, 1971- *Travaux de Botanique et d'écologie.* Masson et compagnie, Paris

Farah w., 2005. -Qualité physico-chimique des eaux sont arrivais du lac Fetzara. (Nord-Est Algérien, diplôme d'ingénieur d'état en écologie et environnements. Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.

Faran M.E., & Nthicum, K.L, 1981, *Mosq. Syst.*, 13,(1), 12.

Finney D.J. 1971. *Probit analysis (3 rd Edn)* ,Cambeidage University. Press. London. 318 p.

Fisher R.A & Yetis' F. 1957. *Statistical tables of biological, agricultural and medical research.* Fifth edition; Oliver and Royd. Edinburgh Tweed dale. Court. London. 39 A. Welberck Street. W.1.pp. 64 -70.

Galois R. 1987. Les lipids neuters chez les crustacés Décapodes : métabolisme et besoins. *Oceanis. Fasc.* 2(13): 197- 215.

Gaud J .1953: Notes biogeographique sur les Culicidae du Maroc. *Arch. Inst. Past. Maroc*, IV, 7, PP. 443- 490.

Goldsworthy A.C., Mordue W & Guthkelch J. 1972. Studies on insect adipokinetic hormone. *Gen. Comp. Endocrinol.* 18:306-314.

Gourmala S. 1991. Principe et élaboration d'une carte écologique du peuplement de Culicidae (*Aedes*, *Culex*, *Culiseta*) sur la wilaya de Tlemcen (Algérie)

Gregbine A., 1966. Biologie et taxonomie des Anophelinae de Madagascar et des îles voisines. Impression Laure. 487p.

Guilvard E., 1977. Modalité et détermination de la vitellogénèse chez les moustiques (Diptera, Culicidae); Hématophages et autogénèse dans le complexe *Aedes O. detritus* (Holiday, 1833);
Etude écophysiologique. These Doct. Spec. Sc. Biol. B. A. Acad. Montpellier Univ. Sc. Tech. Languedoc, 149p.

Guilvard E., 1983. Le complexe *Aedes* (Ochlératus) détritrus (Holiday, 1833) en camargue. Contribution à l'étude écophysiologique de l'autogénèse dans l'espèce A. Thèse d'état Univ. Sc. Tech. Languedoc Académie, Montpellier, 252p.

Hamaidia H, 2004. Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptéra-Nématocéra) dans la région de Souk Ahras et de Tébessa (Algérie). Thèse de Magister. Université de Constantine.

Harbach, R.E & Knight, K. L., 1980. Toxonomists glossary of mosquito anatomy. Plexus publishing Inc new- gersy 415 pp.

Hassain K, 2002- Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptéra: 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.

Himmi O., Dakki M., Trari B & Elagbani M.a. 1995. Les Culicidae du Maroc. Clés d'identification avec données biologiques et écologiques. *Trav. Inst. Sci., Zool.*, 44, Rabat: 50 p.

Honné G & Visser .1993 . The mode action of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins . *Entomologie expérimentales et Appliquée .*, **69** :145-155

Howard L. O., Dyar H. G. & Knab F., 1912. The mosquitoes of North and Central America and the West Indies. Vol. I. A general consideration of mosquitoes, their Habitat and their relations to the human species. Carnegie Inst. Of Wash. p. 172-75.

Husson A. D, 1908- Rapport sur la campagne anti paludisme en Tunisie pendant l'année 1907. Arch.Inst. pasteur. Tunis. 3: 85-89.

Ibarra G. & Frédéricici B. A., 1987. Neonat larvae bioassy. Journal of the American Mosquito Control Association. 3 (2): 187-192.

ICIPE., 1994- Annual Report International centre of Insect physiology and Ecology P. O. Box 30772,Nairobi, Kenya ISBN 9290640 gl x.

Jacob F. & Monod J., 1961- Geneic regulatory mechanism in the synthesis of protein.J. Biol. Med., 3: 318- 321.

Jason, A. & Obeta, N., 1986. Field evaluation of *Bacillus sphaericus* stain 1593 as mosquito biocide. Journal of Invertebrate Pathology. 48, 2: 133—138.

Karch, S. & Hougard, J. M., 1986. Etude comparative au laboratoire du devenir de la matière active et des spores de *Bacillus sphaericus* 2362 et de *Bacillus thuringiensis* H14 en milieu aqueux. Cahier. O.R.S.T.O.M. Ser. Ent. Med. Et parasitol. 24, 3: 175- 179.

Kelly L.L., 1985 – Physiology and biochemistry of Fat body PP. 211 -248. INGA Kerkut et L.I. Gilbert (eds): Comprehensive Insect Biochemistry, physiology and pharmacology, vol. 3, Pergamon press, oxford.

Kilby B.A., 1963 – The biochemistry of the insect Fact. *Adv.Insect physical.*, 1: 112-174.

Klowden, M. J., Held, G. A. and Bulla, L.A, JR., 1983. Toxicity of *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* to adults *Aedes aegypti* mousquitoes. Applted and Environnemental Mic-Robiology. 46, 2: 312-315.

Koller C.H. & Raikhel .,1991_Initiation of vitellogenin uptake and protein synthesis in the mosquito , *Aedes aegypti* , ovary in response to a blood meal .*J.Insect Physiol.* 37:703_711.

Lacey L.A. & Orr B., 1994. The role of biological control of mosquitoes integrated vector control. *American Journal of tropical Medicine et Hygiene*, 50 (6 Suppl.): 97- 115.

Lang D.W., 1920. Ahmed book of British mosquitoes. Brit.Mus. Nat. His., 125p

Lambert B., Pasteur N., Rioux j. A., Delabre A. et Halac y 1990. *Aedes caspius* (pallas, 1771) et *Aedes dorsalis* (Meigen, 1830). Diptera Culicidae. Analyse morphologique et génétique de deux populations sympatriques, preuves de l'isolement reproductif. *Ann. Soc. Ent. Fr. (NS)*, 26,3,pp.381-398.

Lamy M., 1964a- Etude par électrophorèse en gel d'amidon des protéines de l'hémolymphe du Bombyx mou normal ou privé de ces gonades, *C. R. Acad. Sciences Fr*, 259: 1905- 1908.

Lamy M., 1964b- Electrophorèse des protéines de l'hémolymphe de la piéride du chou (*Pieris brassicae*) au cours de son cycle biologique et de sa diapause nymphale, *P. V.*

Lamy M., 1969- Etude électrophorétique des protéines de l'hémolymphe chez les lépidoptères, Thèse DC. Nat. Fac. Sciences Bordeaux, 241- 246.

Lanciani C. A., & Boyt A. O., 1977. The effect of a parasitic water mite, *Arrenurus pseudotennicollis* (Acrid; Hydracuellae) on the survival and reproduction of the mosquito *Anopheles crucians* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.*, 14:10-15.

Larget I., & De Barjac H., 1981 – Activité comparée de 22 variétés de *Bacillus thuringiensis* sur trois espèces de Culicidae. *Entomophaga* 26 (2): 143- 148.

Lebras S., Echaubard M., 1980 – Effet des agents stérilisants hempa et rayons X sur les glucides de l'hémolymphe de la mouche domestique *Musca domestica* (Dipt: Muscidae) *Annls.Soc.ENT. Fr.* 17 (1) : 89- 97.

Lecoindre G. 2001. Hervé Le Guyader, Classification phylogénétique du vivant, Belin.
Arthropodes Wikipedia.

Lereclus D., Deleclus . A & Lereclus .M . 1993 . Diversity of *Bacillus thuringiensis* toxins and gens. Pp: 37-30. Dans *Bacillus thuringiensis* an environmental biopesticide : Heary and Patric. P.F.entwistle, J.S. cory ,M.bailey j .Higg. S (Eds) , Jon W et Sons Ltd.

Lounaci Z, 2003- Biosystématique et bioécologique des Culicidae (Diptera – Nématocera) en milieux rurale et agricole. Thèse de Magister. INA., El Harrach.

Laouabdia-Sellami N 1992. Lutte biologique contre *Culex pipiens pipiens* (Diptera: Culicidae) : effet de la reculture et de la conservation de *Bacillus sphaericus* sur la toxicité à l'égard des moustiques. Mémoire de Magistère en Biologie et physiologie des invertébrés, Option Arthropodologie. ISN, Université d'Annaba.

Macfie J.w.S. & Ingram A., 1922. On the genital armature of the female mosquito. Ann. Trop.Med.
Parist., 16: 157-188, illus.

Mahler H. & Cordes E., 1968- Biological chemistry, Harper and Row.

Manjas & J.N. & Sard A., 1986. Laboratory observations on the toxiicity of Swartzia madagascariensis (Legumimosal) extract to mosquito larvae.

Mattingly, P.F. 1971. Contributions to the mosquito fauna of southeast Asia. 12: Illustrated Keys of the genera of mosquitoes (Diptera, Culicidae). Contrib. Of the American Entomological Institue, 7, (4), 1-84.

Marthy R., 1968- Recherches écologiques et biochimiques sur les orthoptères des Pyrénées, Thèse Doc. ESSC. Nat, Fac. Sc. Toulouse. N° 326.

Matge. G & Hassaine K. 1998. Study of environmental factors associated with oviposition by *Aedes detritus* along a transect in Algeria. J; AMCA. 14 (3): 213-244.

Morin. A 2002. Note de cour: les Arthropodes. Biologie U.d'Ottawa.

Mrgalith Y & Bn-Dov .E .2000. Biological control by *Bacillus thuringiensis subsp . israelensis* Pp . 243- 301 . Dans insect pest management, techniques for environment protection. F.E. rechcigl et N.A . rechcigl (ED) CRC pres.

Munoz P. & Sevilla P., 1982- Contribution à l'étude de l'hémolymphe de *Penaeus Kerathurus* et p. Japonicus (Crustacés, Décapodes). Thèse Doctorat 3^{ème} Cycle Occéanologie Université Aix Marseille II, France 142p.

Munoz P. & Ceccaldi H.J., 1987- Variation des protéines de l'hémolymphe pendant le cycle de mue, chez *P. Kerathurus*. 15 (2) : 263-267.

Neveu –Lemaire M., 1902. Sur la classification des Culicidae. C. R. Soc. Biol., IV, pp. 1329 -1334.

Norbert B & Rettich F.1994 .Protocol for the introduction of new *Bacillus thurngiensis var israelensis* products into the routine mosquito control program in Germany. *Journal of the American mosquitos control association*, **10 (4):**527-533.

Nowosielski J.W & Patton R.L. 1965. Variation in the hémolymphe protein, amino acid, and lipid levels in adult house crickets, *Acheta domesticus* L., of different ages. *J.Insect. Physio.* 11: 263- 270.

OMS., 1973. Lutte antivectorielle en santé internationale. Genève, 156 pp.

Orr B.K. & Resh VH., 1992- Influence of *Myriophyllum aquaticum* cover on a mopheles mosquito abundance, oviposition and larval microhabitat. *Oecologia* 90: 474- 482.

Pantuwatana, S., Maneeroj, R. & Upatham, E.S., 1989. Long residual activity of *Bacillus spharicus* 1593 against *Culex quinquifasciatus* larvae in artificial pools. *Southeast Asian Journal of tropical medicine and Public Health.* 20, 3: 421- 427.

- Ramade F. 1984.** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. *Ed. Mac. Graw Hill, Paris.* P 397.
- Raikhel A.S. & Lea A. O., 1991-** Control of follicular epithelium development and vitelline envelope formation in the mosquito role of juvenile hormone and 20- hydroxyecdysone. *Tissue and cell* 23: 577-591.
- Rehimi N., 1993.** Activité biologique de trois molécules dérivées de la benzoylurée (Dart, Andalin Alsystin) à l'égard de *Culex pipiens pipiens*. Thèse de Magister en Biologie et physiologie des Invertébrés, option Arthropodologie. ISN Université d'Annaba.
- Rhodain F., & Perez C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris: MaloinS. A., 458p.
- Rioux, J.A. 1958.** Les Culicides du Midi Méditerranéen. P. Lechevalier, édit., 303p.
- Rioux J.A., Juminer B & Kchouk M. 1964.** *Anopheles (A) plumbeus* stephens 1928, *Aedes (O) berlandi* Séguy 1921, *Aedes (F) geniculatus* Olivier 1791, Culicidés nouveaux pour la Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur. Tunis.* 41: 5-22.
- Roy D.N., 1936.** On the role of the blood in ovulation in *Aedes aegypti*. *Bull. Entomol. Res,* 27: 423- 429.
- Russell PUFFS.; West L.S.; Manwell, R.D. & McDonald, G. (1963),** Practical Malariology, 2^{ème} édition, Oxford University Press, 750 p.
- Salmi H, 2007** – Bioécologie des espèces de moustiques dans la région de Tébessa: Inventaire, répartition, indices écologiques et caractérisations morphométriques et biochimiques. Thème de Magister en physiologie Animale et Humaine, Centre Universitaire de Tébessa.
- Schaffner F.1992.** Les moustiques de Haute – Alsace .1.Systématique . Thèse DRS , Conseil Général du Haut-Rhin .295 p.

Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaïem A. & Brunhes J. 2001.

Moustique

d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification

Seltezer P, 1946- Le climat de l'Algérie. La typo. Lith. 220 p.

Semadi A, 1989- Effet de la pollution atmosphérique (fluorée et plombique) sur la végétation dans la zone d'Annaba. Thèse de doctorat d'état, Université Pierre et Marie Curie.

Senevet G. & Andarelli L., 1955 A propos d'*Anophèles algeriensis*. Arch. Inst.Past. Algérie, XXXIII, 3, pp269-270.

Senevet G. & Andarelli L., 1959. Les Culicidae de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen : Le genre *Culex*, *Uranotaenia*, *Theobaldia*, *Orthopodomyia*, et *Mansonia*. Ed. Paul Le Chevalier, Paris : 383p.

Senevet G. & Andarelli L., 1963a.-Les Moustiques de groupe B l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen, III :les *Aedes*, 1^{er} partie :les généralités Arch. Inst.Past.. Algérie, XXXXI, pp115-141,17fig

Shadduck, J.A., Singer, S. & Lause, S., 1980. Lack of mammalian pathogenicity of entomological isolates of *Bacillus sphaericus*. Environ. Entom. 9: 403- 406.

Shibko S., Koivistoinen P., Tratnyneck C., New Hall & Feidman L. 1966. A method for the sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, Lipid and glucogen from a single rat liver homogenate or from a sub cellular fraction.

Simpson G.G. 1961. Principles of animal taxonomy. Oxford University Press, London, 247 pp.

Sinégre G., 1974. Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (O) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera- Culicidae). Eclosion, dormance, développement, fertilité. Thèse es Sciences, univ. Sci. Tech. Languedoc, 285p.

Slatin S. L., Abrahams C.K. & English L., 1990. Delta-endotoxins from cation- selective channels in planar lipid bilayers. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 169: 765-772.

Smidley D.P., & Ellar D.J., 1996. Mutagenesis of three surface-exposed loops of a *Bacillus thuringiensis* insecticidal toxin reveals residues important for toxicity, receptor recognition and possibly membrane insertion. *Microbiology* 142: 1617- 1624.

Smidley D.P., Armstrong G., & Ellar D.J., 1997. Channel activity caused by a *Bacillus thuringiensis* δ - endotoxin depends on the method of activation. *Mol. Membr. Biol.* 14, 13-18.

Smith G.P., & Ellar D.J., 1994. Mutagenesis of two surface- exposed loops of a *Bacillus thuringiensis* Cry IC δ -endotoxin affects insecticidal specificity. *Biochem. J.*302: 611-616.

Snodgrass R. E., 1957. A revised interpretation of the external reproductive organs of the male insects. *Smithes. Misc. Coll.*, 135 (6), 60 pp.

Snodgrass R. E., 1959. The anatomical life of the mosquito. *Smiths .misc. Coll.*, 139(8), 1-87.

Soltani – Mazouni N & Soltani N. 1992. Effets du Diflubenzuron sur les métabolites hémolymphatiques et ovariens chez *Tenebrio molitor* au cours de la maturation sexuelle. *Mem. Soc. R. Belg. Ent.* 35: 743 – 747.

Soltani N., Rehim H., et Bendali F., 1999 _ Activité du Triflumuron sur *Culex pipiens pipiens* pallens (Diptira : Culicidaea) et impacts sur 2espèces larvivores non visés .Ann . Soc . Ent .France .Departement de Biologie Animal, Université de Annaba, 23000 _ Annaba (Algérie).

Steel J; E., 1981- The role of carboxydrate metabolism in physiological function, PP: 103 – 133. IMR. G.H. Downer (ED.): Energy metabolism in insects Plenum press, New York

Stemberger & Gilbert., 1985- Body size, Food concentration and population growth in planktonic rotifers. *Ecology* 66 (4): 1151-1159.

Stemberger & Gilbert., 1987 – Rotifer threshold food concentration and the size efficiency hypothesis Ecology 68(1) : 181- 187.

Sewart G. S.A.B., Johnstone K., Hagelberg E., & Ellar D. J., 1981. Commitment of bacterial spores to germinate. Biochem. J.198, 101-106.

Stone A., Knight K. L. & Starcke H., 1959. A synoptic catalog of mosquitoes of the world. Ent. Soc. America, Ed. Washington, 358p.

Swaroop S.1957. Statistical methods for malaria eradication programs (World Health Organisation) Geneva .Switzerland

Swaroop S., 1966. Statistical methods in malaria eradication. WHO, Geneva, Monograph n°. 51, 164 pp.

Tahraoui C, 2008- Abondance saisonnière et biodiversité des Culicidae dans les subéaies d'El-Kala. Mémoire d'ingénieur.

Theobald F. V (1901-1910). A monograph of the Culicidae or mosquitoes. British Muséum London, 5 vol.

Timmermann S.E., Briegel H., 1999- Larval growth and biosynthesis of reserves in mosquitoes. Journal of Insect physiology 45: 461-470.

Toubal B.O, 1986- Phytoécologie, biogéographie et dynamique et principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord Orientale). Cartographie au 1/ 25000. U.S.T.M. Univ. Grenoble. Thèse. doc. 3^{ème} cycle . 111p.

Van Heudsen H. Cand law JH., 1989- An Insect transform particle promotes lipid loading from fat body to lipoprotein J. Biad. CHEM. 264: 17287 -17292.

Weismann R., 1963 – Untersuchungen Über den larvalen and imaginalen Fettkörper des mago
Von *Muxo domestica* L. Mitt. Schweiz. Ent. Ges., 35: 185 – 210.

Wiens A. W. & Gilbert T., 1967- Regulation of carbohydrate mobilisation and utilization in
leucophaco maderae J. Insect physiol. 13: 779- 794.

Wigglesworth, 1972. The principal of Insect physiology. Chapman and Hill. London, NY.

Wilson O., 1981: The current state of biological diversity; in m E . O.

Wilson O., 1988 (ed) . Biodiversity. P.3_ 18. Washington D C m National Academy press
.Parasitologia , Ornithologia , Entonologia .Institut of ecology , Vilinus . ISS N 13926.

Wyatt G. R., 1967- The biochemistry of sugars and polysaccharides in insects – Adv. Insect
physiol 4: 287- 360.

Zaidi L, 2008 – Etude systématique et lutte biologique avec le *Bacillus thuringiensis*
israelensis Vecto Bac (DWG) contre les moustiques.

Ziane N, 1999- Le peuplement d'Anatidés hivernants dans la région d'El-Kala; Chronologie
d'hivernage et rythme d'activité. Mémoire de Magister. Université d'Annaba, 107p.