

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار . عنابة.

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR . ANNABA



FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

*Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Biologie Environnementale*

**Option: Biologie et Ecologie animale**

**THÈME :**

Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte.

• **Présenté par :**

**M<sup>me</sup> : Tahraoui Chahrazed**

♦ **Devant la commission d'examen :**

* Président:	Pr. Bairi Abdelmadjid	Université de Annaba
* Examinatrice:	Dr. Chakri Khemissa	Université de Annaba
* Examineur:	Pr. Boudjlida Hamid	Université de Annaba
* Promoteur:	Pr. Ouakid M <sup>ed</sup> Laïd	Université de Annaba

Promotion 2011-2012

## *Remerciements*

*Je vous remercie vivement Monsieur **Bairi Abdelmadjid** de me faire l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*Je ne saurai trop remercier mon examinatrice Madame **Chakri Khemissa** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail.*

*Mes remerciements iront aussi à Monsieur **Boudjlida Hamid**, d'avoir pris de son temps et d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et mes très profondes gratitudee à Monsieur **OUAKID Mohamed Laid**, Professeur à l'Université d'Annaba. D'avoir proposé ce sujet et d'avoir accepté de le diriger. Vous m'avez consacré beaucoup de votre temps. J'ai pu apprécier votre disponibilité sans limite.*

*Un grand merci à **M<sup>lle</sup> Benhissen saliha** et **M<sup>lle</sup> Habbachi Wafa** pour leur générosité, leur gentillesse.*

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

# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2. MATERIEL &amp; METHODES</b> .....	4
2.1. Description de la zone d'étude.....	4
2.1.1. Caractéristiques géographiques .....	5
2.1.2 Caractéristiques climatiques.....	5
2.1.2.1 La Température.....	6
2.1.2.2. Les Précipitations.....	6
2.1.2.3. Humidité .....	7
2.1.2.4. Vents .....	7
2.1.3. Caractères bioclimatiques.....	8
2.1.4. Biodiversité de la région .....	9
2.1.4.1. Richesse floristique.....	9
2.1.4.2. Richesse faunistique .....	10
2.2. Présentation des sites d'étude.....	10
2.2.1. Site d'El-Mellah.....	11
2.2.2. Site de Brabtia .....	11
2.3. Description du modèle biologique.....	12
2.3.1. Systématique des Culicidae.....	12
2.3.2. Morphologie externe et biologie des Culicidae .....	13
2.3.2.1. Œufs .....	14

2.3.2.2. Larve .....	14
2.3.2.3. Nymphe.....	15
2.3.2.4. L'adulte .....	16
2.3.3. Cycle de développement .....	19
2.4. Echantillonnage .....	21
2.5. Technique d'élevage.....	21
2.6. Identification taxonomique des Culicidae.....	22
2.7. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques .....	22
2.7.1. Les indices écologiques de Composition .....	22
2.7.2. Les indices écologiques de structure.....	24
2.8. Traitement insecticide.....	26
2.8.1. Description de <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	26
2.8.2. Préparation des larves pour un essai de lutte par <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	27
2.8.3. Description du Daphné gnidium.....	27
2.8.4. Préparation des doses pour un essai de lutte par Daphné.....	28
2.9. Analyse statistique.....	28
<b>3. RESULTATS</b> .....	29
3.1. Structure de la faune Culicidienne .....	29
3.2. Inventaire des espèces de Culicidae récoltées dans la région d'étude .....	30
3.2.1. Composition de la faune Culicidienne .....	30
3.2.2. Répartition des espèces inventoriées dans les deux subéaies.....	31

3.2.3. Phénologie des espèces des Culicidae.....	32
3.3. Description des espèces inventoriées .....	34
3.4. Analyse des Résultats par les Indices écologiques.....	46
3.4.1. Les Indices écologiques de composition .....	46
3.4.1.1. La richesse spécifique .....	46
3.4.1.2. La richesse moyenne .....	46
3.4.1.3. Abondance relative ou fréquence centésimale.....	47
3.4.1.4. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae .....	48
3.4.2. Les Indices écologiques de structure.....	49
3.4.2.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver).....	49
3.5. Traitements insecticides sur les larves de <i>Culex pipiens</i> .....	50
3.5.1. L'effet des extraits du daphné sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	50
3.5.1.1. Etude des paramètres toxicologiques du daphné à l'égard des larves de <i>Culex pipiens</i> .....	51
3.5.2. L'effet du <i>Bacillus thuringiensis (Bt)</i> sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i> .....	51
3.5.2.1. Etude des paramètres toxicologiques du <i>Bt</i> à l'égard des larves de <i>Culex pipiens</i> .....	52
<b>4. Discussion</b> .....	<b>54</b>
4.1 Etude taxonomique.....	54
4.2 Etude toxicologique .....	59
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>61</b>

## Résumé

## 1. INTRODUCTION

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

Les insectes qui constituent plus de 50% de la diversité de la planète (Wilson, 1988) et près de 60% de celle du règne animal (Pavan, 1986) prennent de plus en plus d'importance dans la recherche. Appartenant à l'embranchement des Arthropodes ; les insectes jouent des rôles épidémiologiques variés, ce qui fait d'eux un problème majeur de santé publique (Berge, 1975 ; Jolivet, 1980).

L'étude des insectes piqueurs- suceurs de sang, a pris un intérêt de premier ordre lorsque les scientifiques furent convaincus qu'ils étaient des agents vecteurs d'un grand nombre de maladies infectieuses de l'Homme et des animaux (Senevet et Andarelli ,1956).

On entend par vecteurs tout organisme ou agent pathogène, ce sont généralement les insectes hématophages qui ingèrent un germe pathogène présent dans le sang qu'ils prélèvent sur un hôte infecté et l'injectent ensuite à un nouvel hôte à l'occasion de leur prochain repas sanguin. On connaît bien le rôle des moustiques dans la transmission des maladies mais d'autres diptères hématophage en sont également capables. Généralement, on considère également comme vecteurs des organismes qui n'appartiennent pas à la classe des Insectes comme les tiques (qui appartiennent à l'embranchement des Arthropodes). Les Culicidae sont sans doute les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin.

En France la faune Culicidienne est d'une vaste répartition et comprend 7 genres et 54 espèces représentées par les espèces montagneuses, les espèces méditerranéennes et nordiques (Rageau et al, 1970). Au Maroc, 50 espèces de moustiques réparties entre 7 genres et 15 sous genres, ont été signalées depuis le début de siècle, dix d'entre elles sont restées douteuses ou signalées d'une manière incertaine : *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anophèles hyrcanus*, *Anophèles gambae*, *Culex apicalis*, *Culex fatigans*, *Culex territens*, *Culiseta litorea* et *Culiseta morsitans* (Trari et al, 2003).

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

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

Dans 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) restent d'incontournables références. À l'Ouest du pays, des études bioécologiques ont été menées sur les moustiques de Tlemcen (Gourmala, 1991 ; Metge et Hassaine, 1998).

Dans la région d'Annaba les travaux de plusieurs auteurs sont à signaler (Abouzeitoune, 1991 ; Rehim, 1993 ; Bendali *et al*, 2001 ; Boudjelida *et al*, 2005 ; Bendali, 2006). À El-Kala nous pouvons citer (Bendali *et al*, 2001 ; Hassi et Khelaifia, 2004 ; Aouati, 2005 ; Berrezig, 2007 ; Tahraoui, 2008) ....etc...

La systématique des Culicidae peut être étudiée à l'aide des clés dichotomiques qui permettent l'identification des espèces en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis.

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

La dengue est actuellement l'arbovirose la plus répandue dans le monde (Kuno, 1995). Le nombre annuel de cas d'infection y est estimé à 20 millions, dont environ 24 000 décès (Gubler, 1998).

Malheureusement le principal vecteur de dengue, *Aedes aegypti*, a développé une résistance vis-à-vis des insecticides les plus couramment utilisés dans les différents programmes, que ce soit les organophosphorés ou les pyréthriinoïdes (Yébakima, 1991 ; Rosine, 1999 ; Brengues *et al*, 2003).

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

Les zones humides méditerranéennes, présentent un contexte particulièrement favorable aux développements de certaines maladies à transmission vectorielles; dans cette perspective nous avons élaboré cette étude relative à la connaissance des populations Culicidiennes des subéraies d'El-Kala.

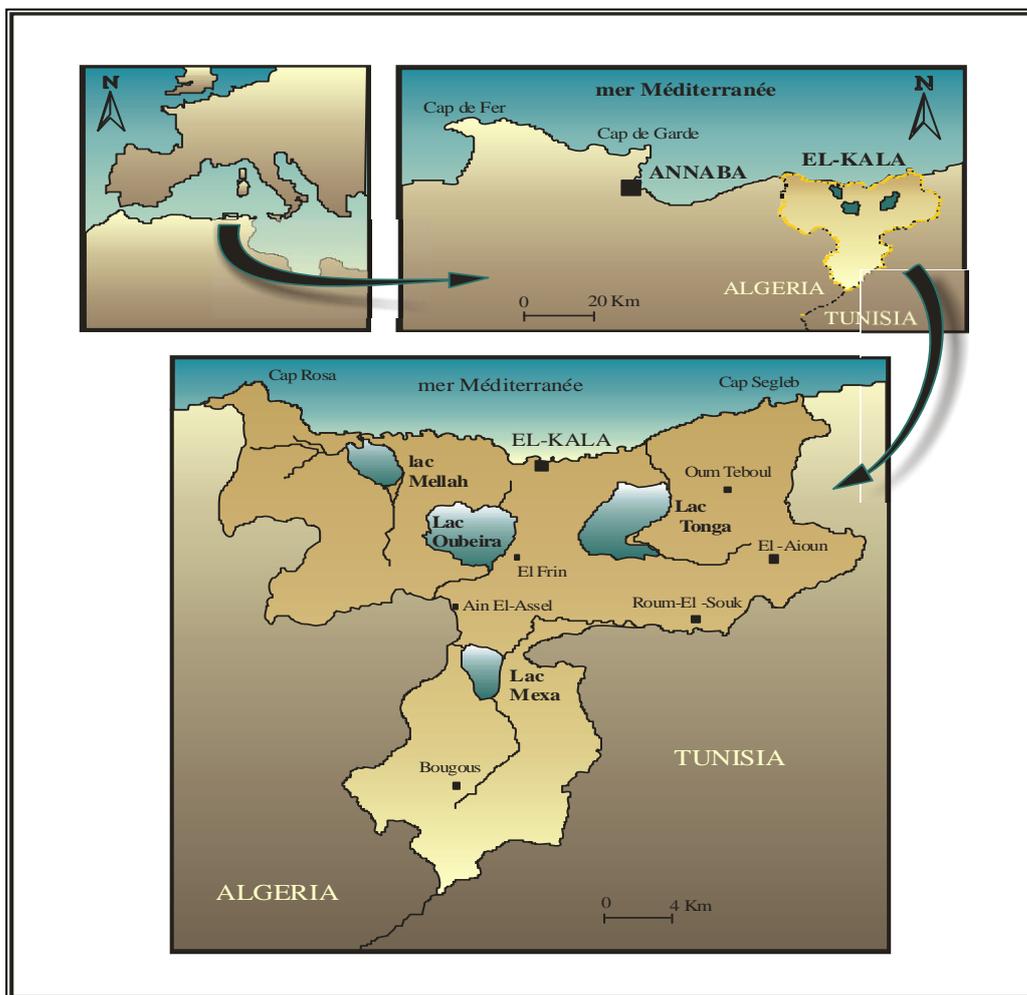
Cette étude est scindée en deux parties; le premier volet concerne une classification taxonomique d'après des clés dichotomiques de toutes les espèces de moustiques peuplant les subéraies d'El-Mellah et de Brabtia, ainsi que la caractérisation des structures du peuplement à l'aide des paramètres écologiques.

La deuxième partie concerne une étude toxicologique a été réalisé sur une espèce particulièrement plastique, très commune dans les villes « *Culex pipiens* », en utilisant deux bio-insecticides, des extrait aqueux de *Daphné gnidium* et différentes concentrations de *Bacillus thuringiensis*.

## 2. MATERIEL & METHODES

### 2.1. Description de la zone d'étude

Le Parc National d'El-Kala (P.N.E.K) est l'un des plus grands parcs d'Algérie et de Méditerranée occidentale. Créé en 1983, il constitue un véritable laboratoire naturel. Sa richesse biologique et paysagère lui a valu d'être érigé en réserve de biosphère par l'UNESCO. Le Parc National d'El-Kala se situe à l'extrême Nord-Est de l'Algérie et est inclus administrativement dans la Wilaya d'El-Tarf, d'une superficie d'environ 80 000 ha, il côtoie la mer méditerranéenne au Nord, les monts de la Medjerda (Djebel Ghorra) au Sud, les frontières Algéro-Tunisiennes à l'Est et les plaines d'Annaba à l'Ouest (Figure.01). Le Parc National d'El-Kala se caractérise par une mosaïque d'écosystèmes forestiers, lacustres, dunaires et marins, lui conférant une haute valeur biologique et écologique dans le bassin méditerranéen. (Benyacoub et *al*, 1998).



**Figure. 1:** Localisation géographique du Parc National d'El-Kala (Benyacoub et *al*, 1998)

### **2.1.1. Caractéristiques géographiques**

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 palustres 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 (0 m d'altitude) jusqu'aux monts de Djebel Ghorra (1200 m 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 40 km et se prolonge vers le Sud jusqu'à 24 km 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 y a 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 (Benyacoub, 1993).

Les sols de la zone d'étude sont en général des sols bruns forestiers pierreux, profonds, reposant sur une roche mère constituée principalement de grès numidien et d'argile (Tlili, 2003). Riches en humus et en éléments fins acides; ils sont marqués par la présence de sable fins, graviers, cailloux, ainsi que des affleurements rocheux formées principalement de grès.

### **2.1.2. Caractéristiques climatiques**

Le Parc National d'El-Kala est caractérisé par un important complexe humide et un réseau hydrographique dense constitué par des Oueds dont les plus importants sont : Oued El-Kebir, Oued El-Hout, Oued Bougous, Oued Ballouta, Oued Bouaroug ; et les lacs dont certains sont d'importance internationale tel que le lac Tonga (2700 ha), Oubeïra (2200 ha), El-Mellah (800 ha)...etc. Quant aux sources, elles sont nombreuses et réparties à travers tout le Parc ; les sources de Bouglez, Bourdim et El-Bhaim comptent parmi les plus importantes.

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

### 2.1.2.1. 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 chaudes «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 39 °C). Durant cette période, les températures élevées sont généralement dues au sirocco (De Blair, 1990).

**Tableau. 01** : Températures moyennes mensuelles (°C), enregistrées au PNEK pour l'année 2009-2010 (Station météorologique d'El-Kala).

Mois	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sept	Oct
Températures moyenne (°C)	16,9	14,3	12,5	13,4	14,25	15,7	18,5	20,1	23,3	24,7	20,2	20,05

### 2.1.2.2. 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 700 m 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 672,4 mm, 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. 02** : Précipitations mensuelles (mm) enregistrées au PNEK pour l'année 2009-2010 (Station météorologique d'El-Kala.)

Mois	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Août	Sept	Oct
Précipitation (mm)	83,2	105,8	146,5	104,8	94,3	28,8	64,4	47,2	0	4,5	84,1	149,1

### 2.1.2.3. Humidité

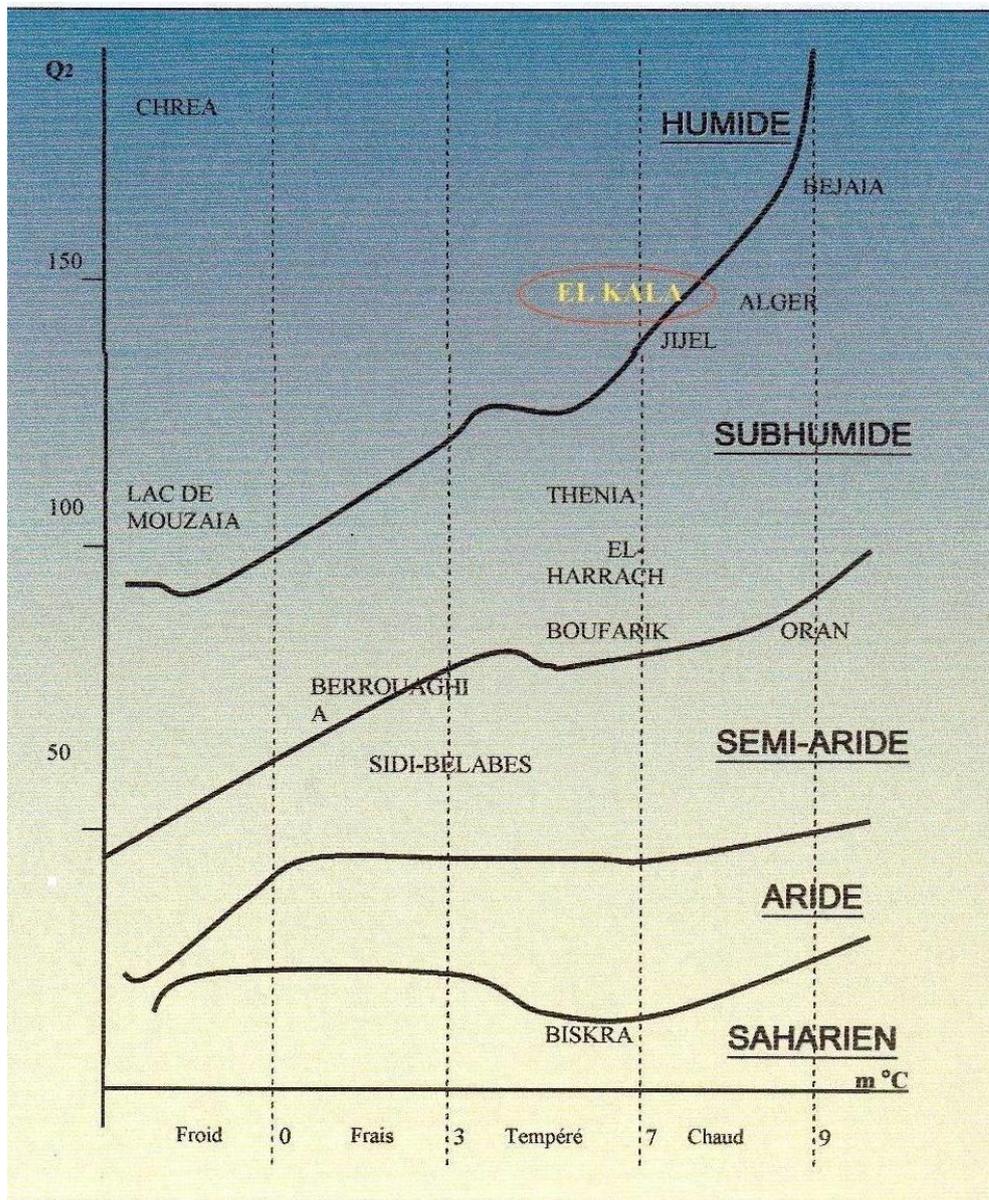
La proximité de la mer et des étendues de zones humides favorisent la nébulosité dans la région. La mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, tandis que les zones humides subissent une évaporation intense du fait de l'ensoleillement. Il en résulte une humidité atmosphérique élevée qui se transforme au début du printemps, en brumes qui recouvrent souvent les hauteurs de Djbel 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).

### 2.1.2.4. Vents

Les vents de la région sont de 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 chauds. 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 (Benyacoub, 1993).

### 2.1.3. Caractères bioclimatiques

La synthèse climatique des données précitées fait ressortir : une période sèche qui s'étend de la fin du mois d'Avril jusqu'au début Septembre, et une valeur de quotient pluviométrique d'Emberger égale à 122,25. Donc d'après le climagramme d'Emberger (1955), la région d'El-Kala se situe dans un étage bioclimatique sub-humide caractérisé par un hiver chaud (Figure. 2).



**Figure. 2:** Position de la région d'El-Kala sur le diagramme d'Emberger (1955) et répartition bioclimatique du chêne-liège.

La région se révèle être une véritable mosaïque d'étage bioclimatique et de végétation, ainsi du littoral au massif forestier de la Mejerda, on distingue trois étages bioclimatiques (Toubal, 1986).

**Etage sub-humide à hiver chaud :** Cet étage se localise au niveau de la partie Nord du Parc où se trouvent les plaines alluviales. Le cordon dunaire et les collines sublittorales se caractérisent par l'aire de l'Oléolentisque à Caroubier au niveau altitudinal supérieur (Toubal, 1986).

**Etage humide à hiver chaud à tempéré :** Se situe au-delà de la plaine alluviale. Il est caractérisé par la présence du chêne-liège (*Quercus suber L.*), du niveau le plus thermophile à basse altitude vers le moins thermophile à haute altitude, il est facile de constater deux groupements principaux : le groupement à *Quercus suber* et *Pistacia lentiscus* à basse altitude et le groupement à *Quercus suber* et *Cytisus triflorus* à haute altitude entre 500 et 700 m.

**Etage humide à hiver chaud à tempéré à frais :** il se manifeste au-delà de 800m à 900 m d'altitude et se caractérise par l'aire du Chêne-zeen (*Quercus Faginea*) qui se développe lorsque la pluviométrie est supérieure ou égale à 900 mm/an.

#### **2.1.4 Biodiversité de la région**

Le Parc National d'El-Kala est constitué d'une mosaïque d'écosystèmes marins, lacustres, dunaire et forestiers. Cette diversité écologique lui confère une valeur patrimoniale élevée tant au point de vue biodiversité que du point de vue agronomique (Oulmouhoub et Laboudi, 1999).

##### **2.1.4.1. Richesse floristique**

D'après De Belair (1990), il existe environ 850 espèces floristiques. Parmi celles-ci ont compte 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes dont 25 fougères, 110 champignons, 40 mousses, 70 algues et 50 lichens sont recensés.

Les espèces typiquement méditerranéennes constituent la trame de fond de la flore de la région d'El-Kala. Cette diversité a permis le développement d'une multitude de formations végétales dont certaines constituent un patrimoine à préserver soit pour leur rareté, leur fragilité, leur originalité, leur diversité ou encore pour leur valeur potentielle. Il s'agit de la

zeenaie d'altitude, des subéraies, des aulnaies, des ripisylves et de la cocciféraie du cordon dunaire.

#### 2.1.4.2. Richesse faunistique

Parmi les groupes systématiques rencontrés au sein du Parc, ce sont incontestablement les oiseaux qui constituent la richesse faunistique la plus spectaculaire avec 191 espèces d'oiseaux (Benyacoub et Chabi, 2000). Ce chiffre constitue environ 47% du nombre total d'espèces aviaires que compte le pays (Moali, 1998 *in* Oulmouhoub & Laboudi, 1999), selon Rouag (1999) il existe 23 espèces de reptiles et d'amphibiens, et selon Benyacoub et *al*, (1998), la faune mammalienne du Parc compte 37 espèces dont les plus abondantes sont : le Sanglier, le Chacal, la Mangouste, et le Cerf de Barbarie qui est le mammifère le plus précieux de la région (Alleg, 1986). Pour l'entomofaune de cette région il existe 40 espèces d'Odonates (Menai, 1993), 50 espèces de Syrphidés (Djellab, 1993), 45 espèces de Carabidés, 31 espèces du Rhopalocères (Belyagoun, 1998).

Les travaux de (Bellal, 2008) dans les forêts de chêne-liège d'El-Kala viennent compléter cette liste avec 74 espèces recensés et appartenant à 7 ordres : l'ordre des Coléoptères qui est le plus riche en espèces est composé de 18 familles et de 51 espèces.

#### 2.2. Présentation des sites d'étude



**Figure.3:** Situation géographique des sites d'études (Google earth).

### **2.2.1. Site d'El-Mellah:**

Au bord de la route départementale n°109, près de la station biologique d'El-Mellah. La subéraie d'El-Mellah se situe au Sud du lac Mellah, avec une orientation Sud-Est et occupe le versant Nord de la forêt Boumalek, l'altitude est de 15 m et la distance à la mer est de 6,5 Km, elle se trouve sur des grès de Numidie, cette station n'a jamais été incendiée, et présente de ce fait, un état climacique (Figure.4).

Elle est constituée de trois strates :

La strate arborée monospécifique à *Quercus Suber* dont les arbres ne dépassent pas les 8m.

La strate buissonnante caractérisée par la présence des espèces épineuses tel que le Calycotome et le Ciste, mais également de Myrte, d'Asphodèle, de Palmier nain et de Lentisque.

La strate herbacée caractérisée par sa faible abondance à cause de l'action du pâturage des bovins et caprins, elle est constituée essentiellement de graminées.

### **2.2.2. Site de Brabtia:**

Le site de Brabtia compte environ 30 ha, se présente sous forme d'un milieu hétérogène constitué de la juxtaposition d'un bocage, d'une ripisylve et d'une subéraie dégradée (Figure.5).

La subéraie occupe les piémonts d'oued Bouaroug. L'altitude est de 15 m, il est distant de la mer de 7,5 Km, l'orientation de la subéraie Sud-Est.

La strate arborée mono spécifique est composée essentiellement de sujets de chêne-liège *Quercus suber* d'une hauteur moyenne de 8m, leur recouvrement moyen est de 60%. Le sous-bois est constitué principalement de *Phillyrea angustifoliés*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Erica arboria*, *Erica scoparia*... Ces espèces forment un enchaînement de rameaux, de branches et lianes qui peuvent atteindre 4m de haut et se confondre avec les branches basses des arbres.



**Figure. 04:** Site d'échantillonnage : Subéraie d'El-Mellah



**Figure. 05:** Site d'échantillonnage : Subéraie de Brabtia

## **2.3 .Description du modèle biologique**

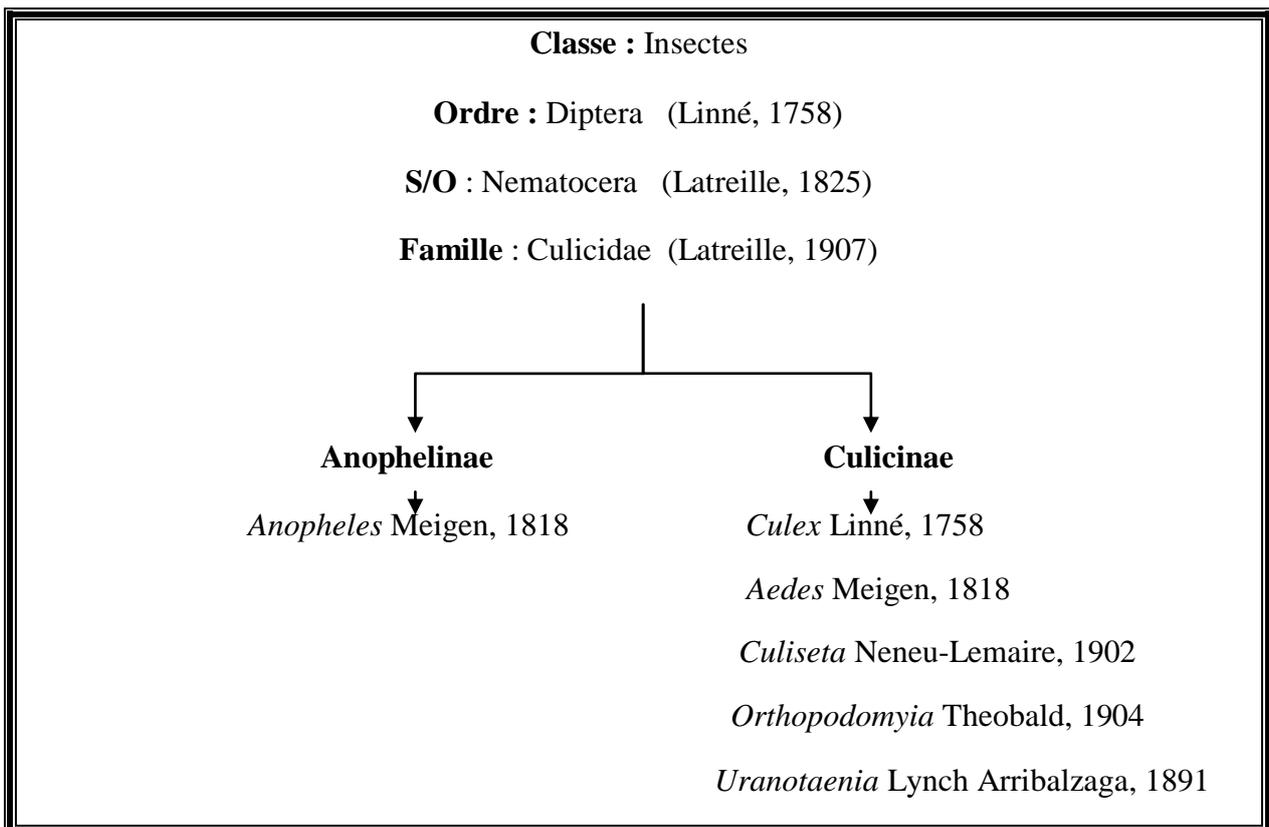
### **2.3.1. Systématique des Culicidae**

Les Culicidae ou moustiques font partie de l'ordre des Diptères et à la sous-famille des Nématocères. Selon (Seguy, 1951) les moustiques se distinguent des autres Nématocères piqueurs par leur trompe longue et la présence d'écailles sur les nervures alaires.

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

Environ 3000 espèces des Culicidae sont connues dans le monde (Knight et Stone, 1977),

En Algérie seules les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées (Kettle, 1990 in Berchi, 2000) avec six genres (fig.06).



**Figure. 06: Les genres représentés en Algérie Kettle (1990) in Berchi (2000)**

### 2.3.2. Morphologie externe et biologie des Culicidae

Les Culicidae sont des Insectes Mécoptéroïdes Diptères Nématocères remarquables par l'évolution progressive qui affecte parallèlement l'imago et la larve. L'ordre des Diptères compte environ 80.000 espèces et se place au quatrième rang après les Coléoptères (300 000 espèces). Les Lépidoptères (100 000 espèces) et les Hyménoptères (100 000 espèces). Cependant, il occupe la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes (virus Protozoaires, Helminthes) de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres.

### **2.3.2.1. Œufs :**

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

Au moment de la ponte il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur marron ou noire (Seguy, 1949).

Les œufs d'*Anopheles* sont pondus isolement à la surface de l'eau. Leur forme est plus ou moins ovoïde et pourvue latéralement de flotteurs leur permettant de conserver une position horizontale. Les œufs d'*Aedes* sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau. Les œufs de *Culex* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Pressat, 1905 in Lounaci, 2003).

### **2.3.2.2. Larve :**

Les larves sont aquatiques et leur évolution comporte IV stades de taille variant du mm au cm. Leurs téguments sont formés d'un certain nombre de strates dont la plus externe forme le revêtement chitineux.

Elles sont composées d'une tête très dure (car très chitinisée), d'un thorax et d'un abdomen moins chitinisé, plus mou. (Anonyme, 2004b).

#### **- La Tête :**

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

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

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

Les soies les plus intéressantes pour la diagnose se situent pour la majorité au niveau du clypeus. (Anonyme, 2004b).

Par ailleurs la tête est capable d'effectuer une rotation de 180° autour de son axe qui lui permet de se nourrir à la surface de l'eau. (Anonyme, 2004b).

#### **- Le thorax :**

Il fait suite au cou et sa forme est grossièrement quadrangulaire. Il est formé de 3 segments soudés : le prothorax, le mésothorax, le métathorax.

Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies dont les plus utilisées pour la diagnose sont la soie 1 métathoracique dorsale et les soies 9-12 méso et métathoraciques ventrales (soies pleurales) (Anonyme, 2004b).

#### **- L'abdomen :**

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

Chacun comporte :

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

A la partie dorsale du VIII<sup>ème</sup> segment se situent les orifices stigmatiques, le siphon chez les Culicinae et les sessiles chez les Anophelinae. Il porte également le peigne constitué d'un nombre variable d'épines.

Sur le IX<sup>ème</sup> segment s'insèrent les soies anales et les papilles anales, translucides. (Anonyme, 2004b).

#### **2.3.2.3. Nymphe:**

C'est une puppe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas. Elle est formée d'un céphalothorax globuleux sur lequel s'insèrent 2 trompettes respiratoires, D'un abdomen dont le VIII<sup>ème</sup> segment porte 2 palettes natatoires.

Au fur et à mesure qu'approche la fin du stade nymphal, la morphologie de l'adulte contenu dans l'exuvie devient de plus en plus visible par transparence ; l'augmentation de la pression interne entraîne un déchirement médio-dorsal de la cuticule du céphalothorax, émettant l'émergence de l'imago. La dépouille nymphale va servir de radeau jusqu'au durcissement complet de l'adulte. (Anonyme, 2004b).

#### **2.3.2.4. L'adulte :**

Le corps est composé de 3 parties: la tête, le thorax et l'abdomen.

L'exosquelette est composé de plaques rigides (sclérites) reliées entre elles par des membranes chitineuses minces. Chaque segment du corps (métamère) est un anneau formé par : Le tergite sclérite (dorsal), le sternite (ventral) et les pleurites (latéraux).

Les téguments portent des ornements (soies ou écailles) qui jouent un rôle protecteur en ralentissant l'évaporation cutanée. La disposition, la couleur des écailles servent en taxonomie. (Anonyme, 2004b).

#### **- La tête :**

La tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit. Les yeux : très grands, réniformes sont composés d'yeux élémentaires (ommatidies) juxtaposés et occupent la majeure partie de la tête. Les antennes, implantées dans la région faciale sont formées de plusieurs segments et d'un bourrelet d'insertion globuleux, le scape. Un deuxième segment allongé, le torus renferme l'organe auditif de Johnston (plus développé chez le mâle). Une troisième partie, le flagellum ou flagelle est composé d'article en nombre variable selon les sexes. Entre chaque article s'insèrent des soies courtes chez les femelles (antennes glabres) et très longues chez les mâles (antennes plumeuses).

La trompe ou proboscis est un organe impair situé dans la partie inféro-médiane. Sa structure est différente selon les sexes :

Chez la femelle hématophage le proboscis est composé :

- de 3 pièces impaires qui sont de haut en bas : l'épipharynx, l'hypopharynx et le labium.
- de 4 pièces paires et symétriques représentées par deux mandibules en haut et deux maxilles en bas.

Toutes ces pièces pénètrent dans la plaie lors de la piqûre sauf le labium qui se coude. Ce dernier, forme la gaine de la trompe et enveloppe donc toutes les autres pièces.

Chez le mâle, qui ne se nourrit pas de sang mais de sucs végétaux, seuls persistent l'épipharynx et le labium. Les autres pièces buccales foreuses sont atrophiées.

Les deux palpes maxillaires situés de part et d'autre de la base de la trompe, sont des organes tactiles formés de 3 ou 4 articles. Elles sont de même longueur que la trompe; chez les mâles, l'extrémité distale est aplatie en raquette (Rioux, 1958).

#### **- Le thorax :**

Il est formé, de 3 segments fusionnés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chaque segment porte une paire de pattes. Le mésothorax est très volumineux et porte les ailes. Son tergite (sclérite dorsal) se subdivise d'avant en arrière en prescutum, seutum et scutellum (simple chez les anophélinés).

Le métathorax porte les balanciers (équilibre). Trois paires de pattes articulées et les ailes. Ces dernières, longues et étroites, sont formées par deux membranes accolées soutenues par des nervures longitudinales (nervures costales, sous-costale, radiales médianes cubitales anales) et transverse (humérale, radiomédiane, médiocubitale).

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

#### **- L'abdomen :**

Composé de dix segments dont huit seulement sont visibles extérieurement.

Les sept premiers sont identiques. Les pleurites sont souples et à leurs niveaux s'ouvrent les stigmates respiratoires. L'abdomen est généralement dépourvu d'écailles. Les segments terminaux sont hautement modifiés du fait de la présence des orifices génitaux et des appendices qui y sont annexés.

- Chez la femelle, le dernier segment porte les cerques. L'orifice anal est dorsal par rapport à l'orifice vaginal.

- Chez le mâle, il existe une rotation de  $180^\circ$  des segments VIII, IX et X. Ce phénomène décrit par Christopher en 1915 (Rioux, 1958), apparaît entre la 12<sup>ème</sup> et la 24<sup>ème</sup> heure, après l'éclosion. Ainsi l'orifice anal devient ventral, tandis que l'orifice génital devient dorsal.

Le IX<sup>ème</sup> segment est un simple anneau chitineux, sa partie ventrale présente une échancrure médiane entre deux lobes pourvus d'épines plus ou moins nombreuses. A la portion dorsale se trouve une paire de volumineux crochets articulés. Chaque crochet est composé de plusieurs parties :

- à la base, le coxite.
- la partie distale, le style

Le X<sup>ème</sup> segment est transparent. (Anonyme, 2004b).

#### ***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 gonopore 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 et Barraud, 1931), Snodgrass (1957, 1959), (Harbach et Knight, 1980). Terminalia mâle (ou hypopygium), qui comprend les 9 et 10<sup>ème</sup> 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 4 heures après l'émergence. Très schématiquement, l'hypopygium se compose : du IX<sup>ème</sup> segment qui porte notamment deux forcipules d'une part, formé chacun de trois parties : coxite (présentant 2 ou 3 lobes : basal apical, éventuellement parabaasal), 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 paramères et souvent des protubérances d'aspects très variés (en oursin chez les *Culex*). Deux latéraux basaux, plus ou moins développés insérés à sa base.

### ***Terminalia femelle***

L'étude des Terminalia femelle est basée surtout sur les travaux de (Macfie et Ingram, 1922), Christophers (1923, 1960), (David, 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 d'autre part l'insula et l'altrium qui représentent la chambre génitale.

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

- Atrium ou chambre génitale où s'ouvrent l'oviducte, le conduit de la spermathèque et de la glande à mucus est un anneau sclérifié entourant le gonopore.

### **2.3.3. Cycle de développement**

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze (12) à vingt (20) jours (Adisso et Alia, 2005) et comprend quatre (4) stades: l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux (2) phases :

#### **a) Phase aérienne**

Les sujets des deux (2) sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle dotée d'un caractère particulier, celui du maintien en vie jusqu'à la mort des spermatozoïdes, conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spermathèque). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (Darriet, 1998).

Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (Guillaumot, 2006).

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (Ayitchedji, 1990).

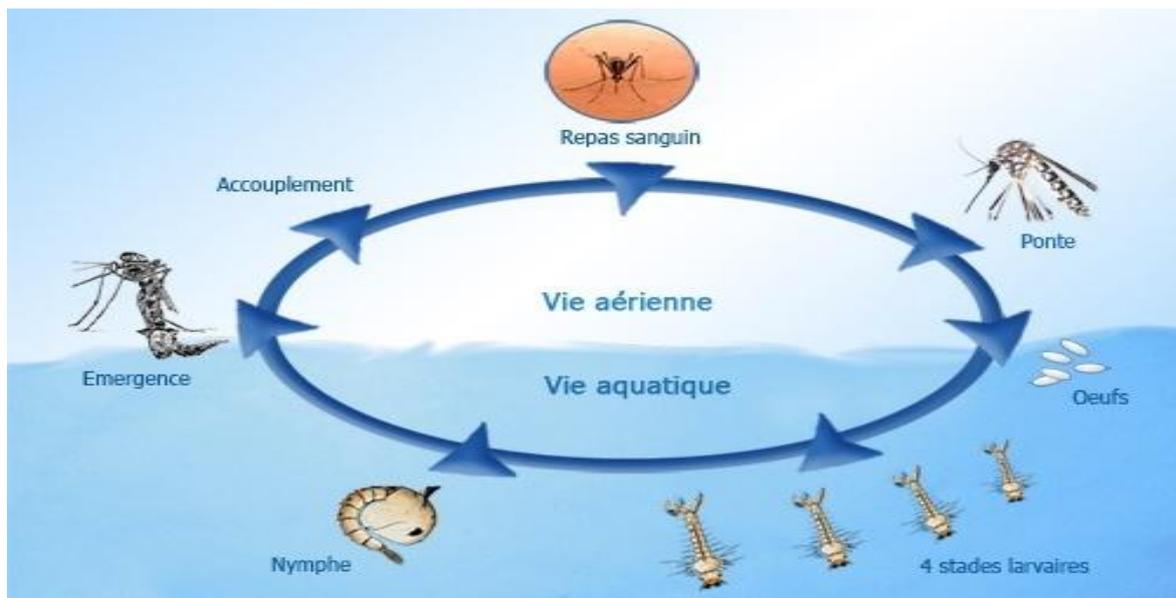
Le cycle de développement du moustique est schématiquement représenté par la figure 7.

#### **b) Phase aquatique**

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux (2) à trois (3) jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes

et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve stade 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen.

Au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe: c'est la nymphose (Guillaumot, 2006). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un (1) à cinq (5) jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée. A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze (15) minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (Rodhain et Perez, 1985).



**Figure 7:** Cycle de développement chez les moustiques

#### 2.4. Echantillonnage :

Notre travail consiste à recenser durant la période allant de Novembre 2010 à Juin 2011, les populations (larves et adultes) des Culicidae provenant de différentes stations afin d'avoir une idée globale sur la faune Culicidienne de cette région.

Le plan d'échantillonnage adopté consiste à faire des prospections bimensuelles régulières au sein des 2 subérais choisies, les pêches larvaires ont eu lieu dans des marres, des abreuvoirs, des collectes d'eau naturelle ou artificielle, des creux d'arbre (dendrothelmes) et aussi dans des gîtes artificiels volontairement installés dans les forêts.

La collecte des larves est réalisée à l'aide de louches d'une contenance de 500 ml (Bendali et al, 2001) puis elles sont triées par stade larvaire et leurs élevages sont maintenus au laboratoire en vue d'une étude taxonomique.

### **2.5. Technique d'élevage :**

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

Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages cubiques avec une armature en bois, couverte de tulle comportant sur le côté, un manchon de tulle de 20cm de longueur sur 12cm de diamètre pour permettre l'introduction de la main.

Les moustiques mis en cage sont nourris de raisins secs, attaché sur le côté supérieur de la cage sous forme de grappe. Une fois les mâles s'accouplent aux femelles, ces dernières prennent un repas sanguin fourni par un pigeon exposé pendant 30 minutes dans la cage, deux fois par semaine. (B.Trari, 2001)

Un récipient de 150ml devant servir à la ponte est introduit dans cette dernière. Dans ce récipient d'élevage les femelles pondent des œufs en amas, ceux-ci flottent à la surface de l'eau, une fois les œufs éclos les larves sont nourries tous les 2 à 3 jours d'un mélange de poudre de biscuit 75% et de levure sèche 25%.

### **2.6. Identification taxonomique des Culicidae**

La systématique des Culicidae de la région d'El-Kala à été étudiée à l'aide des clés dichotomiques principalement celle de (Himmi et *a.*, 1995), le logiciel d'identification des moustiques de l'Afrique méditerranéen (Brhunes et *al*, 1999) et d'un logiciel d'identification (Moustique d'Europe) (Shaffner et *al*, 2001) qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis.

## **2.7. Méthodes d'exploitation des résultats par des indices écologiques**

Les méthodes d'analyse des données sont diverses et variées. Elles dépendent des méthodes d'échantillonnage et de l'objectif qu'on veut atteindre. (Daget, 1976) et (Southwood, 1978, in Louadi, 1999) proposent pour l'étude des communautés animales, surtout celle des insectes, d'effectuer des analyses de la distribution d'abondance et des indices écologiques notamment de la diversité. C'est dans ce contexte que nous nous proposons d'exploiter nos résultats.

### **2.7.1. Les indices écologiques de Composition**

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

#### **Richesse totale (S)**

Par définition, la richesse totale est le nombre d'espèces que compte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Elle représente un des paramètres fondamentaux caractéristique d'un peuplement (Muller, 1985). Selon (Benyacoub et Chabi, 2000), la richesse est le nombre total d'espèces constatées au cours d'une série de  $n$  relevés dans un milieu. Pour la présente étude, la richesse totale est le nombre total des espèces obtenu à partir du nombre total des relevés.

#### **Richesse moyenne (Sm)**

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

$$Sm = \frac{\sum_{i=1}^R ni}{R}$$

$ni$  : nombre des espèces du relevé  $i$ .  
 $R$  : nombre total des relevés.

### Abondance relative

L'abondance d'un organisme est le nombre total de cet organisme ou le nombre d'organismes par unité d'espace. La seconde définition se réfère à la densité de la population de l'organisme. L'abondance, avec la répartition, est une mesure de base en écologie. Ces deux concepts reflètent l'influence qu'ont les facteurs biologiques et environnementaux sur un organisme. (Anonyme, 2008). L'abondance relative est le pourcentage des individus de l'espèce ( $ni$ ) par rapport au total des individus  $N$  toutes espèces confondues (Dajoz, 2000). Elle se calcule comme suit :

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

$ni$  : nombre d'individus d'une espèce  $i$ .  
 $N$  : nombre total d'individus toutes espèces confondues

### Constance ou indice d'occurrence :

La constance est exprimée par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total des relevés (Dajoz, 1982). La constance est calculée par la formule suivante :

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

$pi$  : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.  
 $p$  : nombre total des relevés effectués.

Selon la valeur de  $C$ , on distingue les catégories suivantes :

- Des espèces constantes si  $75\% \leq C \leq 100\%$ .
- Des espèces régulières si  $50\% \leq C \leq 75\%$ .
- Des espèces accessoires si  $25\% \leq C \leq 50\%$ .
- Des espèces accidentelles si  $5\% \leq C \leq 25\%$ .

### 2.7.2. Les indices écologiques de structure

Les indices de structure montrent l'aspect qualitatif de l'entomofaune étudiée. Il s'agit de la diversité de Shannon-Weaver, de l'équipartition, de l'indice de concentration.

#### Diversité spécifique :

La diversité peut s'exprimer par le nombre d'espèces présentes dans un milieu mais, ce nombre n'est pas toujours connu avec exactitude. Dans ce cas, divers indices de diversité sont proposés pour comparer des peuplements entre eux, de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et le temps. Nous avons utilisé dans l'interprétation de nos résultats, l'indice de diversité de (Shannon, 1963). Cet indice est défini comme étant la probabilité d'occurrence d'un événement et calculé selon la formule suivante (Ramade, 1984) :

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

$$P_i = n_i / N$$

$n_i$  : nombre d'individus d'une espèce  $i$ .

$N$  : effectifs ou nombre total d'individus de la collection.

La valeur donnée par cette formule est une information exprimée en bits. La diversité ne varie pas seulement en fonction du nombre d'espèces présentées mais aussi en fonction de leur abondance relative (Barbault, 1981). Elle est maximale quand toutes les espèces du peuplement sont représentées par le même nombre d'individus. Par contre, si la diversité est faible on parle d'un peuplement pauvre en espèces (Blondel, 1979).

#### L'équitabilité :

L'indice d'équitabilité (E) correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H' max) (Weesi et Belemsobgo, 1997). Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

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

$$H' \text{ max} = \text{Log } 2 S$$

S : La richesse totale

Cet indice varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 quand la quasi- totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement. Il tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade, 1984)

### Concentration et uniformité :

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

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

$n_i$  : nombre d'individus.

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

A partir de cet indice de concentration, (Greenberg, 1956) propose une autre formule pour mesurer la diversité spécifique (D) :  $D = 1 - C$  C : Concentration.

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

## 2.8. Traitement insecticide:

### 2.8.1. Description de *Bacillus thuringiensis*

Le *Bacillus thuringiensis* est un bacille à Gram positif, aérobic et sporulé qui est étroitement apparenté à la bactérie *Bacillus cereus*, il est pratiquement, présent dans tous les sols. Les cellules végétatives mesurent 1µm de largeur sur 5µm de longueur et sont pourvues de courts flagelles ciliés.

Le *B. thuringiensis* est un produit biologique d'origine naturelle constitué d'une bactérie qui vit dans le sol et les milieux aquatiques. Il est utilisé pour le contrôle des chenilles des lépidoptères nuisibles aux plantes cultivées et aux essences forestières.

Le *Bt* a été isolé pour la première fois en 1901 par le bactériologiste japonais S. Ishiwata à partir de vers à soie *Bombyx mori* (L.) infectés.

Le *Bt* est une bactérie ubiquiste qui se rencontre dans le sol, l'eau, l'air et sur le feuillage. Il se distingue du *B. cereus* par sa capacité de produire une protéine cristallisée durant la sporulation (Höfte et Whiteley, 1989 ; Martin, 1994).

Le *Bt* produit un corps d'inclusion parasporal de nature cristalline durant la sporulation. Ce cristal est constitué de protéines. Un grand nombre de ces protéines cristallisées apparentées ont été identifiées. Un seul cristal peut renfermer plusieurs types de protéines. Pour dénouer une situation aussi confuse, (Höfte et Whiteley, 1989) ont proposés, d'une part, un système de classification qui repose sur la structure des protéines cristallisées et sur la gamme d'hôtes, et d'une autre part, les gènes codant leur synthèse. Plus de 14 gènes codant cette synthèse ont été décrits et d'autres protéines présentant des propriétés insecticides ont été identifiées récemment (Lereclus *et al*, 1993).

Les protéines cristallisées exercent leurs effets sur l'hôte en lysant les cellules épithéliales de l'intestin moyen et en provoquant la paralysie du tube digestif. L'insecte infecté cesse de se nourrir et finit par mourir s'il ne parvient pas à se rétablir. Une fois ingérés, les cristaux se dissolvent dans l'environnement alcalin de l'intestin moyen de l'hôte.

La protéolyse de la protéine cristallisée solubilisée ou protoxine produit le fragment toxique. Une fois liée à des récepteurs spécifiques présents sur les membranes des cellules épithéliales de l'intestin moyen, la toxine induit la formation de pores dans la membrane des cellules épithéliales et ce faisant, provoque la mort des cellules et de la larve infectée (Aronsonet *et al*,

1986 ; Höfte et Whiteley, 1989 ; Lereclus *et al*, 1993 ; Adang, 1991 ; Gill *et al*, 1992 ; Bauer, 1995).

### 2.8.2. Préparation des larves pour un essai de lutte par *Bacillus thuringiensis* :

Dans le but d'un essai de lutte par le *Bacillus thuringiensis*, on prépare quatre récipients de 200 ml contenant chacune 100ml d'eau de pluie ou eau de source, et dans chaque récipient on introduit 10 larves de stade L4 de *Culex pipiens*. Après des essais préliminaires, nous avons déterminé trois doses à administrer aux larves de L4 (25mg/l, 12,5mg/l et 6,25mg/l), chaque dose est appliquée à 3 répétitions, avec une préparation témoin, et on note la mortalité de 24 heures à 120 heures de traitement.

### 2.8.3. Description du Daphné:

Le daphné garou ou (*Daphne gnidium*) est un arbuste de la famille des **Thyméléacées**.

C'est un arbrisseau, de 2 m de haut ou plus, à feuilles persistantes ou caduques, à fleurs blanches petites et tubulaires, souvent odorantes en inflorescences terminales, aux baies rouge orangé. Plante de frange forestière et de sous-bois sur sables plus ou moins carbonatés.

Toutes les parties de la plante sont toxiques, vénéneuse par ses feuilles et ses fruits. Le contact de la sève avec la peau peut causer chez certaines personnes des dermatites. La présence sur tous les fruits d'une résine à haut pouvoir toxique pour les animaux comme pour les hommes, n'a pas empêché son usage traditionnel à diverses fins, surtout comme insecticide pour tuer puces, fourmis, etc. D'où les noms très imagés qu'il porte en Espagnol (littéralement: "Tue-puces").



**Figure 8:** *Daphne gnidium*: (lezaz)

### 2.8.3. Préparation des doses pour un essai de lutte par *Daphné gnidium*

Dans un contexte de préparer l'extrait du Daphné, on mélange 200g de feuilles avec 1L d'eau distillée après une décoction de 1H30 on obtient 400ml d'extrait.

Le traitement est réalisé par l'incorporation de l'extrait dans les préparations contenant 100 ml d'eau déchloruré et 20 larves de stade L4 de *Culex pipiens*.

Les doses utilisées sont : 50ml, 25ml, 10ml de l'extrait. Chaque dose est appliquée à 3 répétitions, avec une préparation témoin, et on note la mortalité de 24 heures à 72 heures de traitement.

### **.2.9. Analyse statistique:**

Pour le traitement au daphné et au *Bacillus thuringiensis*, on quantifie le taux de mortalité. Le taux de mortalité observé est corrigé par la formule d'Abbot qui permet de connaître la toxicité réelle de l'insecticide. Les différents taux subissent une transformation angulaire d'après les tables établies par Bliss. Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification.

Les taux de mortalité corrigés obtenus sont transformés en probits et permettent d'établir une droite de régression en fonction des logarithmes décimaux des doses utilisées, et le test  $\chi^2$  permet un bon ajustement de la droite.

Afin de caractériser le pouvoir insecticide de la molécule utilisée, nous avons déterminé, le temps léthal 50 % (TL 50) et 90% (TL90) selon les procédés mathématiques de Finney, Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme Stat View sue i Mac.

## **3. RESULTATS**

### 3.1. Structure de la faune Culicidienne :

Durant une période d'étude étalée sur huit mois dans la région d'El-Kala, nous avons établi une liste des espèces de Culicidae récoltées et déterminées.

Nous avons recensé durant la période d'étude 14 espèces de Culicidae réparties en deux sous famille : les Culicinae et les Anophelinae.

La sous-famille des Anophelinae se représente par 3 espèces par contre la sous-famille des Culicinae s'est distinguée par un plus grand nombre d'espèces : 4 genres : le genre *Culex* comporte 6 espèces, le genre *Aedes* comprend 2 espèces, le genre *Culiseta* comprend 2 espèces et le genre *Uranotaenia* une seule espèce.

#### 3.1.1 Liste des espèces de Culicidae inventoriées dans les deux subéraies d'El-Kala

##### Sous famille : Culicinae

###### Genre : *Culex*

- Espèces :** *Culex pipiens* Linnaeus, 1758  
*Culex martini* Medschid, 1930  
*Culex torrentium* Martini, 1925  
*Culex theileri* Theobald, 1903  
*Culex impudicus* Ficalbi, 1889  
*Culex hortensis* Ficalbi, 1924

###### Genre : *Aedes*

- Espèces :** *Aedes vexans* Meigen, 1830  
*Aedes vittatus* Bigot, 1861

###### Genre : *Culiseta*

- Espèces :** *Culiseta annulata* Schranck, 1776  
*Culiseta morsitans* Theobald, 1901

###### Genre: *Uranotaenia*

- Espèce:** *Uranotaenia unguiculata* Edwards, 1913

##### Sous famille : Anophelinae

###### Genre *Anopheles*

- Espèces:** *Anophèles labranchiae* Meigen, 1818  
*Anophèles claviger* Meigen, 1804  
*Anophèles macculipennis.s.s* Meigen, 1818

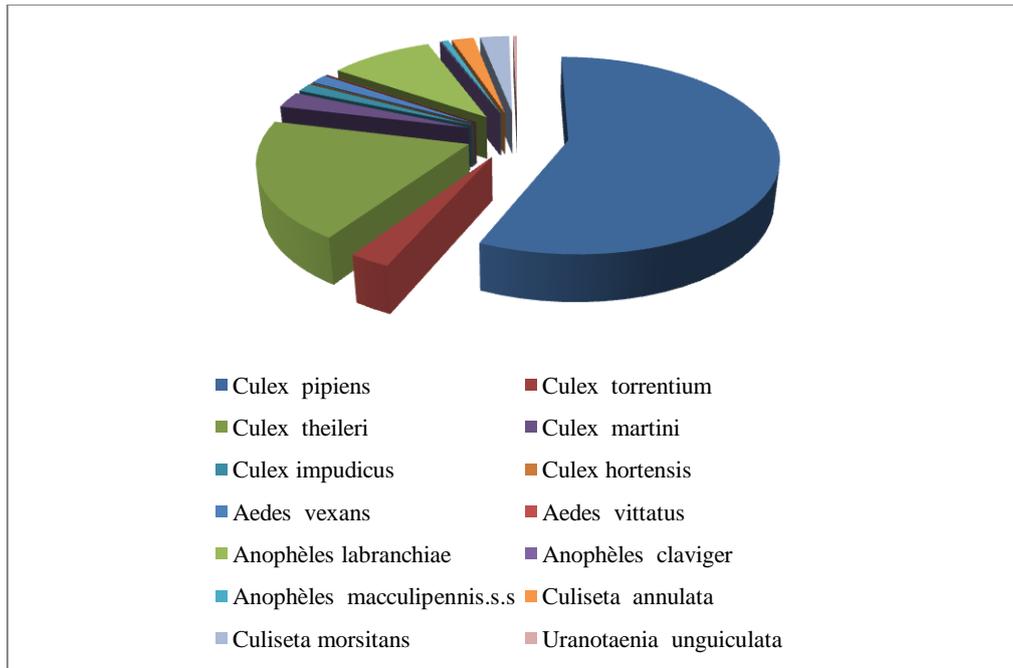
### 3.2. Inventaire des espèces de Culicidae récoltées dans la région d'étude

#### 3.2.1. Composition de la faune Culicidienne :

La composition de la faune des Culicidae est récapitulée dans le tableau 3 et la figure 9. Pour chaque espèce nous avons reporté la fréquence absolue (n ind) et la fréquence relative en pourcentage (N% ind) qui est le rapport de la fréquence absolue au nombre total (Ni) des individus observés multiplié par 100. Ces pourcentages expriment l'abondance relative de chaque espèce par rapport à l'ensemble de la faune des Culicidae. Au bout de 16 sorties sur terrain entre le mois de novembre 2010 et juin 2011 à raison de 2 sorties par mois, nous avons récolté un total de 1412 individus de Culicidae.

**Tableau. 3: Le nombre d'individus et la fréquence centésimale de chacune des espèces dans la région d'étude.**

N°	Espèces	(n ind)	(N% ind)
01	<i>Culex pipiens</i>	799	56,59
02	<i>Culex torrentium</i>	38	2,69
03	<i>Culex theileri</i>	276	19,55
04	<i>Culex martini</i>	38	2,69
05	<i>Culex impudicus</i>	20	1,42
06	<i>Culex hortensis</i>	01	0,07
07	<i>Aedes vexans</i>	22	1,56
08	<i>Aedes vittatus</i>	01	0,07
09	<i>Anophèles labranchiae</i>	135	9,56
10	<i>Anophèles claviger</i>	01	0,07
11	<i>Anophèles macculipennis</i>	09	0,64
12	<i>Culiseta annulata</i>	29	2,05
13	<i>Culiseta morsitans</i>	38	2,69
14	<i>Uranotaenia unguiculata</i>	05	0,35
<b>Total</b>		<b>1412</b>	<b>100</b>



**Figure.9 : Abondance relative des espèces inventoriées dans la région d'étude**

Nous avons recensé 14 espèces des Culicidae, l'espèce *Culex pipiens* s'est révélé la plus représentative dans les deux subéraies avec 799 individus et une fréquence de 56,59% elle est suivie par *Culex theileri* avec 276 individus et une fréquence de 19,55%, ensuite *Anophèles labranchiae* par 135 individus et une fréquence de 9,56%. Ces espèces semblent les plus dominantes dans notre région d'étude (Fig.9).

Notre analyse de l'abondance montre que les espèces : *Culex martini*, *Culex torrentium*, *Culiseta morsitans*, *Culiseta annulata*, *Aedes vexans*, *Culex impudicus* sont relativement peu abondantes.

Les espèces restantes sont représentées par quelques individus telle que : *Anophèles macculipennis*, *Uranotaenia unguiculata* ou même par un individu exemple: *Aedes vittatus*, *Anophèles claviger* et *Culex hortensis*.

### 3.2.2. Répartition des espèces inventoriées dans les deux subéraies :

Les résultats correspondant à la répartition spatiale des espèces des Culicidae sont consignés dans le tableau 4 avec les symboles (+) indiquant la présence et (-) l'absence. Il apparaît qu'il existe 09 espèces cosmopolites présentes dans les deux subéraies, ces espèces sont : *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex theileri*, *Culex martini*, *Aedes vexans*, *Anophèles labranchiae*, *Anophèles macculipennis*, *Culiseta annulata*, *Culiseta morsitans*.

D'autres espèces telles que : *Culex impudicus*, *Culex hortensis*, *Anophèles claviger* ne sont représentées que dans la subéraie de Brabtia et les deux espèces restantes : *Aedes vittatus*, *Uranotaenia unguiculata* dans la subéraie d'El-Mellah.

**Tableau. 4: Répartition des espèces inventoriées dans les deux subérais**

Sites Espèces	Subérais d'El-Kala	
	Subéraie d'El-Mellah	Subéraie de Brabtia
<i>Culex pipiens</i>	+	+
<i>Culex torrentium</i>	+	+
<i>Culex theileri</i>	+	+
<i>Culex martini</i>	+	+
<i>Culex impudicus</i>	-	+
<i>Culex hortensis</i>	-	+
<i>Aedes vexans</i>	+	+
<i>Aedes vittatus</i>	+	-
<i>Anophèles labranchiae</i>	+	+
<i>Anophèles claviger</i>	-	+
<i>Anophèles macculipennis</i>	+	+
<i>Culiseta annulata</i>	+	+
<i>Culiseta morsitans</i>	+	+
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	+	-

### 3.2.3. Phénologie des espèces des Culicidae

La détermination des phénogrammes des espèces des Culicidae est établie selon nos observations qui découlent de 8 mois. Cette phénologie est représentée dans le tableau 5.

L'apparition et la disparition des espèces des Culicidae au cours du temps semble indiquer une activité variable selon les espèces.

Le nombre d'espèces durant les mois peut ainsi varier. Certaines espèces apparaissent pour une longue période ou une période très limitée, d'autres peuvent disparaître pendant un temps puis réapparaître.



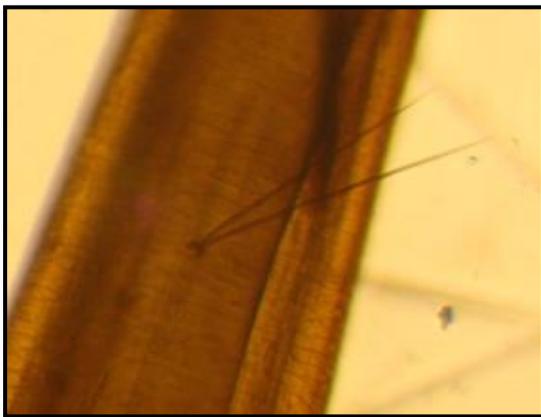
### 3.3. Description des espèces inventoriées

#### . *Culex pipiens*

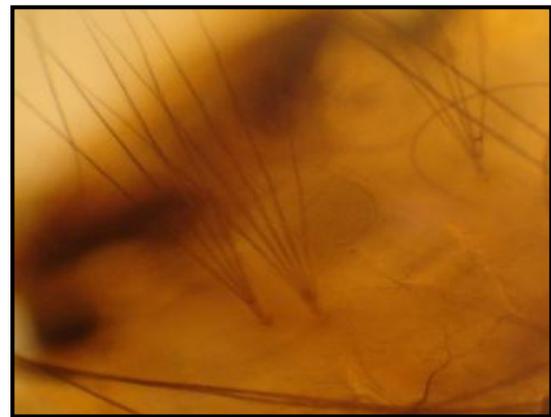
C'est une espèce multivoltine, très abondante, pendant les mois d'été et d'automne

Les imagos femelles hivernent dans les caves, étables, grottes et autres abris naturels.

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



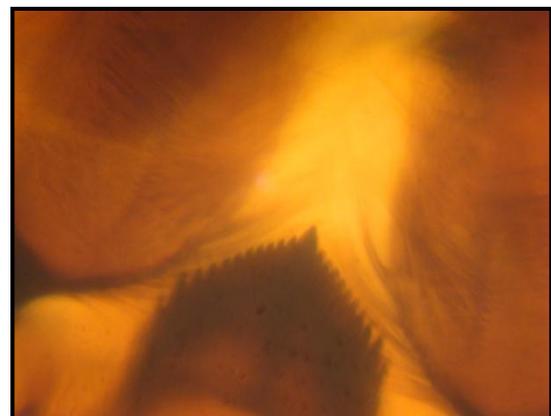
a- La soie latérale du Siphon (Gr×400) ×3



b- Les soies céphaliques (Gr×400) ×3



c- Les dents du peigne (Gr×1000) ×2



d- Le mentum (Gr×1000) ×2

Figure.10 : Caractères morphologiques de *Culex pipiens*

**. *Culex martini***

Les femelles hivernent dans les abris naturels (troncs d'arbres creux, grottes.....). Les larves se développent dans les prairies inondables, les marais à phragmites, le long des ruisseaux ombragés, dans les flaques résiduelles de rivières, l'espèce a également été trouvée dans un puits. L'eau des gîtes est fraîche, bien oxygénée ; la végétation dressée y est abondantes.

Les adultes, non anthropophiles et non attirés par la lumière, ont été capturés au filet à main alors qu'ils étaient au repos dans la végétation dressée bordant les marais. Comme les autres *Néoculex*, *Culex martini* se nourrit sur batracien. Cette espèce ne joue aucun rôle dans la transmission de parasitoses.



**a- La larve (Gr×40) ×2**



**b- L'épines préclypéale (Gr×400) ×3**



**c- le siphon (Gr×100)**



**d- Les soies céphaliques (Gr×400) ×3**

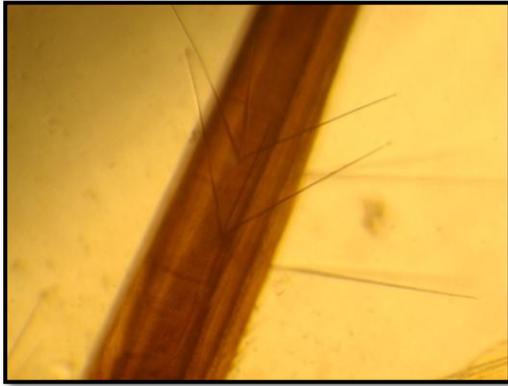
**Figure.11 : Caractères morphologiques de *Culex martini***

**. *Culex torrentium***

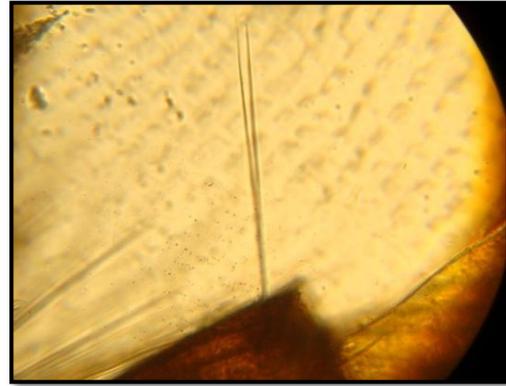
*Culex torrentium* est multivoltin. Les imagos femelles hivernent dans les abris hors-gel (troncs d'arbres, creux, les grottes, caves ....).

Les œufs sont déposés en barquettes de 180 à 200 œufs à la surface de l'eau des gîtes.

Les gîtes peuvent être des creux de rocher et mares rocheuses le long de torrents, des flaques d'eau et pneus, fûts et récipients. Dans les gîtes, l'espèce est souvent associée à *Culex pipiens* en pleine et seule en altitude.



a- les deux soies latérales (Gr×400) ×3



b- La soie caudale 1-X (Gr×400) ×3

**Figure.12 : Caractères morphologiques de *Culex torrentium***

**. *Culex theileri***

Présente 2 ou 3 générations annuelles. La densité de ses populations est très variable d'une zone à l'autre ; elle est très présente pendant les mois d'été et d'automne. Les larves de cette espèce peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gîte dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée ; cette eau peut propre ou polluée. Les gîtes présentent ou non une abondante végétation dressée : mares, marais, rivières, citernes, flaques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières.

Les femelles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères, elles piquent essentiellement en extérieur, mais peuvent entrer dans les maisons pour piquer l'homme.



a- L'épine préclypéale (Gr×400) ×3



b- la soie 4-C (Gr×1000) ×3

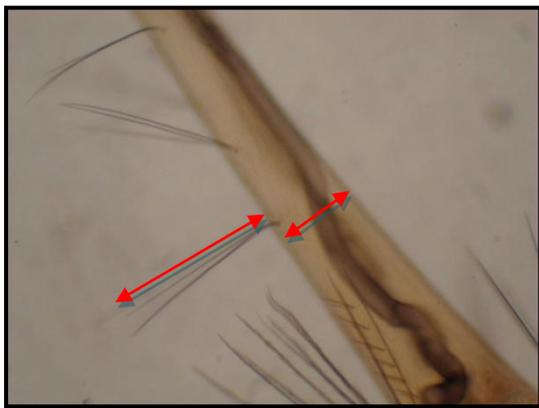
**Figure.13 : Caractères morphologiques de *Culex theileri***

### **.*Culex impudicus***

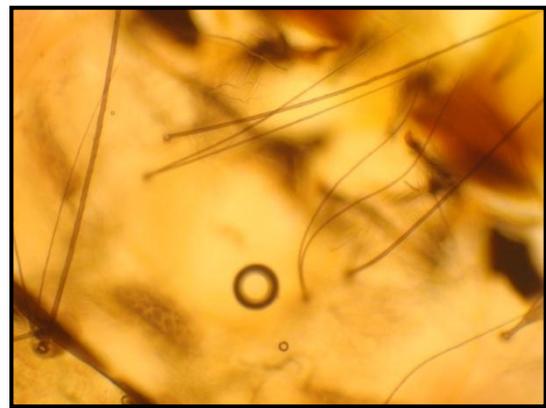
*Culex impudicus* se rencontre au stade larvaire essentiellement du début du printemps jusqu'en automne. Les femelles hivernent dans des cavités naturelles (grottes ou anfractuosités de rochers), elles pondent à nouveau au printemps.

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

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



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



**b- Les soies céphaliques (Gr×400) ×3**

**Figure.14 : Caractères morphologiques de *Culex impudicus***

### **.*Culex hortensis***

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

Les gîtes larvaires sont très variés. Les larves peuvent en effet se développer dans de petits gîtes dépourvus de végétation (creux de rocher, abreuvoir cimenté, flaque dans le lit de torrent) ou dans des gîtes encombrés de végétation (bords de marre, drains), l'eau de ces gîtes

peut être limpide ou riche en matière organique elle généralement douce, ensoleillé et stagnante.

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



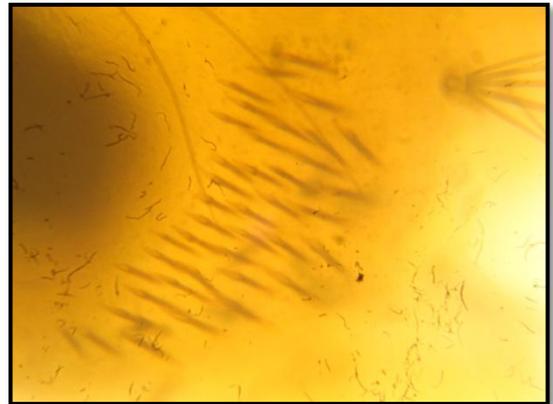
a- Epine subapicale 2-S (Gr×100) ×3



b- Le siphon (Gr×100) ×2



c- L'antenne (Gr×100) ×2



d- écailles du 8<sup>ème</sup> segment (Gr×400) ×3

**Figure.15 : Caractères morphologiques de *Culex hortensis***

#### . *Aedes vexans*

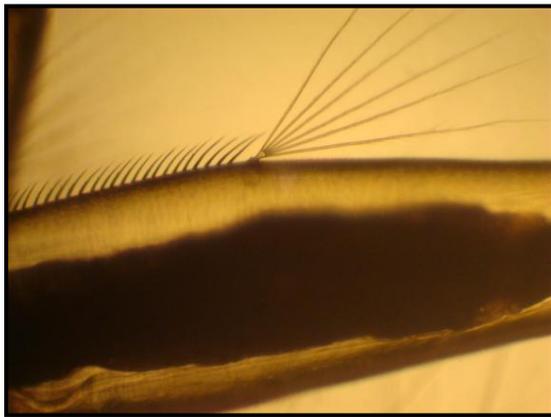
*Aedes vexans* est multivoltin, le cycle de développement est rapide, il dure de 4 à 25 jours selon la température et la l'abondance de nourriture.

Les œufs sont pondus sur la vase humide des mares partiellement asséchées. Après une incubation qui dure de 4 à 10 jours, ces œufs peuvent rester à sec pendant plusieurs années. Si

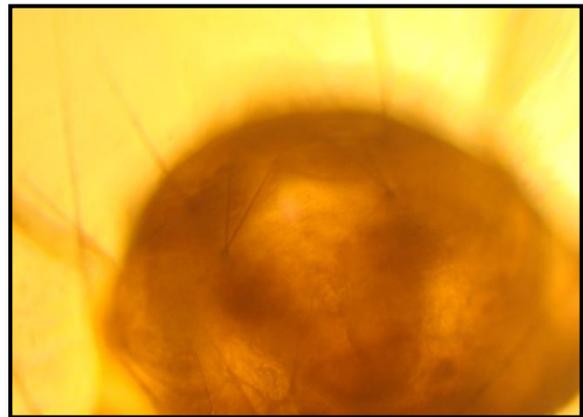
les conditions de température et d'éclairement sont favorables, ils éclosent de façon synchrone lors de la remise en eau du gîte. Les œufs résistent également au gel.

Les larves se développent généralement en grande quantité dans de nombreux gîtes temporaire, petits ou grands, avec ou sans végétation. On les rencontre surtout dans les prairies inondées, les rasières, les fossés, les mares, les bords d'oueds.

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



a- Le Siphon (Gr×100) ×2



b- La soie céphalique 6-C (Gr×400) ×3

**Figure.16 : Caractères morphologiques d'*Aedes vexans***

#### **. *Aedes vittatus***

*Aedes vittatus* est présent dans tout le bassin méditerranéen, dans la région éthiopienne et la région orientale.

Les larves se développent dans les creux de rochers et plus rarement les récipients, l'eau de ces gîtes est généralement douce et parfois saumâtre ; les gîtes sont permanents ou temporaires mais toujours ensoleillés. Le développement larvaire peut être rapide si l'eau est très chaude et la nourriture abondante ; il peut ainsi durer de 7 à 12 jours.

Les adultes ne s'éloignent pas des gîtes. Les mâles sont attirés par la lumière. Cette espèce est nettement sténogame. Les femelles piquent essentiellement pendant le jour et au crépuscule. Elles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères.

*Aedes vittatus* transmet *plasmodium gallinaceum* ; il est des vecteurs potentiels de la fièvre jaune en Afrique tropicale.



a- Insertion de la soie siphonale (Gr×100) ×3



b- L'épine préclypéale (Gr×100) ×2

**Figure.17 : Caractères morphologiques d'*Aedes vittatus***

**. *Anophèles claviger***

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

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

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



a- Mentum (Gr×100) ×3



b- ornementation inter-oculaire(Gr×100) ×2

**Figure.18 : Caractères morphologiques d'*Anophèles claviger***

### . *Anophèles labranchiae*

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

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

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



a- L'aile (Gr×40)



b- La soie antennaire 1-A (Gr×100) ×2

**Figure.19 : Caractères morphologiques d'*Anophèles labranchiae***

### . *Anophèles maculipennis*

*Anophèles maculipennis* est multivoltine et eurygame ; il présente une diapause hivernale complète des imagos femelles. Les œufs pourvus de flotteurs latéraux développés à membranes intercostales rugueuses : exochorion relativement rugueux, orné uniquement de 2 branches transversales sombres au niveau de l'extrémité des flotteurs, contrastées ; largeurs de l'œuf entre les flotteurs égale à 17% de la longueur.

Les larves se développent dans les eaux douces (cours d'eau) ou dans des eaux stagnantes permanentes fraîches (marges de rizières, fosses, rizières, mares, sources). Le développement pré-imaginal dure 19 jours à 23°C.

Les imagos forment des essaims pour l'accouplement, la ponte est formée de 200 œufs en moyenne, les femelles sont plutôt zoophiles, mais elles peuvent piquer l'humain, l'espèce n'a probablement joué qu'un très faible rôle dans la transmission du paludisme, elle pourrait être impliquée dans la transmission des virus Bâtai, Tahyna, West Nile, de filaires canines, de la myxomatose et de la Tularémie.



a- La soie 2-C (Gr×100) ×3



b- La soie palmée (Gr×100) ×3

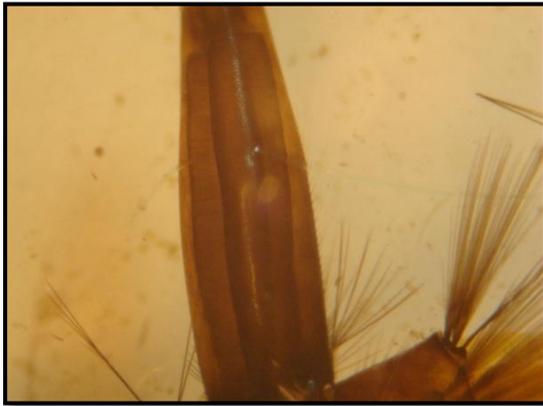
Figure.20 : Caractères morphologiques d'*Anopheles maculipennis*

### . *Culiseta annulata*

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

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

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



**a- Le Siphon (Gr×100)×3**



**b- Deux taches claires (Thorax) (Gr×40)×2**



**c- Adulte (Gr×20)**



**d- Abdomen (Gr×40)×2**

**Figure.21 : Caractères morphologiques de *Culiseta annulata***

### **. *Culiseta morsitans***

*Culiseta morsitans* est univoltin et passe l'hiver à l'état larvaire. Les adultes émergent à la fin du printemps et disparaissent en été.

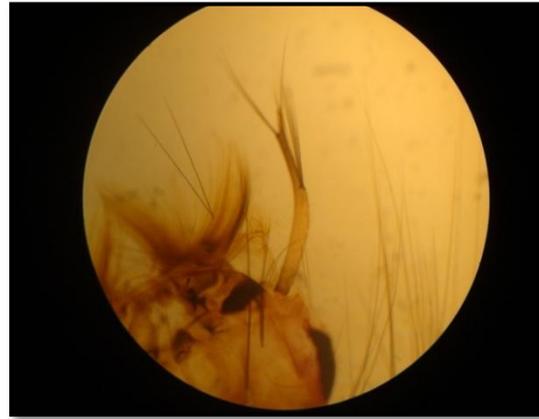
Les œufs sont déposés isolément dans les dépressions inondables dont le fond est tapissé de débris végétaux ou sur les berges des mares en cours d'assèchement. Les œufs éclosent en automne ou en hiver, lors de la mise en eau de ces gîtes.

Les larves se développent dans les mares temporaires mais aussi dans les drains encombrés de végétation dont l'eau peut être légèrement courante. Ces gîtes peuvent être ombragés ou ensoleillés. Les femelles semblent se nourrir essentiellement sur oiseaux et, contrairement à ce que pourrait laisser supposer le nom de l'espèce, elles sont peu agressives tout au moins vis-à-vis des mammifères

Cette espèce n'a pas été impliquée dans la transmission de parasitoses humaines.



**a- Les soies céphaliques (Gr×400) ×3**



**b- L'antenne (Gr×100)**



**c- Abdomen (Gr×100) ×2**



**d- Siphon (Gr×100) ×2**

**Figure.22 : Caractères morphologiques de *Culiseta morsitans***

**. *Uranotaenia unguiculata***

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

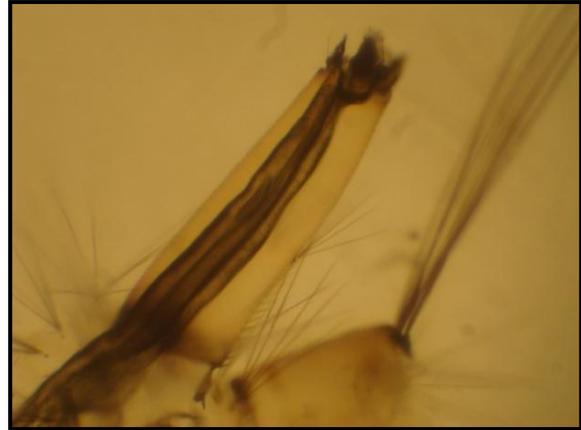
L'adulte est un petit moustique (environ 4 mm) facilement reconnaissable par l'ornementation très riche de la tête et des faces latérales du thorax. Les palpes courts dans les deux sexes ne dépassent pas le sixième de la longueur du proboscis.

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

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



**a- La larve (Gr×40)**



**b- Le siphon (Gr×100) ×3**



**c- Les dents de 8<sup>ème</sup> segment (Gr×400) ×3**



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

**Figure.23 : Caractères morphologiques d'*Uranotaenia unguiculata***

### 3.4. Analyse des Résultats par les Indices écologiques

#### 3.4.1. Les Indices écologiques de composition

##### 3.4.1.1. La richesse spécifique

La succession des prélèvements effectués tout au long de l'année fait apparaître des variations des peuplements échantillonnés. En effet, nous précisons les valeurs de la richesse totale dans les deux sites d'étude au cours des relevés effectués (Tab.6).

**Tableau.6 : La richesse spécifique (S) des deux sites d'études**

Sites	Subéraie d'El-Mellah	Subéraie de Brabtia
<b>Richesse spécifique (S)</b>	11	12

Le traitement des résultats portés dans le tableau 7, montre que la richesse spécifique varie en fonction des saisons. Cependant nous constatons que dans les deux sites (El-Mellah et Brabtia) la richesse spécifique marque des valeurs élevées en hiver et au printemps, elle diminue pendant la saison d'automne (El-Mellah: **04** espèces, Brabtia: **03** espèces) et au printemps (**03** espèces pour les deux sites).

**Tableau.7 : La richesse spécifique des Culicidae évaluée par saisons dans les deux subéraies**

	Saisons	Automne	Hivers	Printemps	Eté
<b>Subéraie d'El-Mellah</b>	Richesse spécifique saisonnière	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
	Richesse spécifique annuelle	<b>23</b>			
<b>Subéraie de Brabtia</b>	Richesse spécifique saisonnière	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
	Richesse spécifique annuelle	<b>19</b>			

##### 3.4.1.2. La richesse moyenne

D'après le tableau 8 nous remarquons que la richesse moyenne la plus élevée est signalée dans la subéraie d'El-Mellah comparativement à la subéraie de Brabtia.

**Tableau.8** : La richesse moyenne dans les deux subéraies

Sites	Subéraie d'El-Mellah	Subéraie de Brabtia
<b>Richesse moyenne (sm)</b>	3,12	2,25

**3.4.1.3. Abondance relative ou fréquence centésimale**

Les résultats de l'abondance relative des différentes espèces de Culicidae sont présentés dans le tableau 9.

**Tableau. 9:** L'abondance relative de chaque espèce dans les deux subéraies

Sites Espèces	Subéraie d'El-Mellah		Subéraie de Brabtia	
	<b>N ind</b>	<b>A.R</b>	<b>N ind</b>	<b>A.R</b>
<i>Culex pipiens</i>	604	57,47	195	54,02
<i>Culex torrentium</i>	34	3,23	04	1,11
<i>Culex theileri</i>	196	18,65	80	22,16
<i>Culex martini</i>	35	3,33	03	0,83
<i>Culex impudicus</i>	-	-	20	5,54
<i>Culex hortensis</i>	-	-	01	0,28
<i>Aedes vexans</i>	17	1,62	05	1,38
<i>Aedes vittatus</i>	01	0,09	-	-
<i>Anophèles labranchiae</i>	127	12,08	08	2,22
<i>Anophèles claviger</i>	-	-	01	0,28
<i>Anophèles macculipennis</i>	02	0,19	07	1,94
<i>Culiseta annulata</i>	19	1,81	10	2,77
<i>Culiseta morsitans</i>	11	1,05	27	7,48
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	05	0,48	-	-
<b>Total</b>	1051	100%	361	100%

**N ind** : Nombre des individus    **A.R** : Abondance relative    - : Absence de l'espèce

Les résultats cumulés dans le tableau 9 montrent les valeurs des abondances relatives varient d'une espèce à l'autre et d'un gîte à l'autre. Selon les effectifs, nous remarquons que l'espèce



L'analyse des résultats du tableau 10 dans les deux sites montre que parmi les 11 espèces récoltées dans la subéraie d'El-Mellah, une seule espèce est qualifiée constante, il s'agit de *Culex pipiens* avec 87,5% alors que: *Culex torrentium*, *Culex martini*, *Aedes vexans*, *Culiseta annulata* sont qualifiées d'espèces accessoires, les autres sont classées selon l'ordre suivant: les espèces régulières : *Anophèles labranchiae*, *Culex theileri* et les espèces accidentelles : *Aedes vittatus*, *Anophèles macculipennis*, *Culiseta morsitans*, *Uranotaenia unguiculata*.

En revanche, dans le site de Brabtia on remarque qu'il y a une espèce régulière (*Culex pipiens*) et la majorité des espèces restantes sont des espèces accidentelles sauf *Culex theileri*, *Culex impudicus*, *Anophèles labranchiae*, *Culiseta annulata* sont des espèces accessoires.

### 3.4.2. Les Indices écologiques de structure :

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

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

Si l'on considère l'indice de (**H'**) par site, la subéraie de Brabtia donne la valeur la plus forte (**2,01 bits**) que la subéraie d'El-Mellah (**1,95 bits**).

Ce résultat indique que le peuplement des Culicidae de la subéraie de Brabtia est le plus diversifié par rapport au peuplement de la subéraie d'El-Mellah.

**Tableau.11:** Indices écologiques de structure dans les deux subérais

Sites	Subéraie d'El-Mellah	Subéraie de Brabtia
Paramètres		
Indice de Shannon et Weaver ( <b>H'</b> )	<b>1,95</b>	<b>2,01</b>
Equitabilité ( <b>E</b> )	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>
Concentration ( <b>C</b> )	<b>0,38</b>	<b>0,34</b>
Diversité spécifique ( <b>D</b> )	<b>0,62</b>	<b>0,66</b>

### 3.5. Traitement insecticide sur les larves de *Culex pipiens*

#### 3.5.1. L'effet des extraits du *Daphné gnidium* sur les larves L4 de *Culex pipiens*

Les résultats de l'étude toxicologique montre que les extraits de Daphné ont un effet insecticide sur les larves L4 de *Culex pipiens*. La mortalité a été déterminée de 24 à 72 heures

L'analyse de la variance des moyennes de la mortalité corrigée des larves montre des différences hautement significative avec le temps.

**Tableau.12 :** Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par le Daphné (50 ml de l'extrait)

	T1=24h	T2=48h	T3=72h	Valeur-F	Valeur-P
R1 corrigé	40	63,16	100	15,04	0,01
R2 corrigé	60	84,21	100		
R3 corrigé	60	100	100		

**Tableau.13 :** Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par le Daphné (25 ml de l'extrait)

	T1=24h	T2=48h	T3=72h	Valeur-F	Valeur-P
R1 corrigé	20	47,37	68,42	51,09	0,001
R2 corrigé	30	78,95	89,47		
R3 corrigé	30	63,16	73,68		

**Tableau.14 :** Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* traitées par le Daphné (10 ml de l'extrait)

	T1=24h	T2=48h	T3=72h	Valeur-F	Valeur-P
R1 corrigé	5	5,26	21,05	7,23	0,05
R2 corrigé	0	21,05	63,16		
R3 corrigé	0	10,53	26,31		

### 3.5.1.1. Etude des paramètres toxicologiques du Daphné à l'égard des larves de *Culex pipiens*

Les larves exposées à la dose de 50ml d'extrait présentent des moyennes corrélées des temps d'exposition.

La droite de régression est de la forme :  $Y = -5,08 + 7,11 X$ ,  $R^2 = 0,81$ , le TL50 est de 1,09 j et le TL90: 1,66 j.

En ce qui concerne les résultats du traitement avec la dose de 25ml d'extrait, la droite de régression est de la forme :  $Y = 0,42 + 2,88 X$ ,  $R^2 = 0,99$ , le TL50 est égale à 1,62 j et le TL90: 4,66 j.

Les résultats du traitement avec la dose de 10 ml d'extrait, la droite de régression est de la forme:  $Y = -2,22 + 3,67 X$ ,  $R^2 = 0,99$ , le TL50 est de 3,88 j et le TL90: 8,70j.

**Tableau.15** : Les Paramètres toxicologiques du Daphné à l'égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens*

Les doses	Droit de régression	TL50	TL90
50ml d'extrait	$Y = -5,08 + 7,11 X$	1,09 j	1,66 j
25ml d'extrait	$Y = 0,42 + 2,88 X$	1,62 j	4,66 j
10ml d'extrait	$Y = -2,22 + 3,67 X$	3,88 j	8,70 j

### 3.5.2. L'effet du *Bacillus thuringiensis* (Bt) sur les larves L4 de *Culex pipiens*

Les résultats de l'étude toxicologique montre que le *Bacillus thuringiensis* a un effet insecticide sur les larves L4 de *Culex pipiens*. La mortalité a été déterminée de 24h à 120h.

L'analyse de la variance des moyennes de la mortalité corrigée des larves montre des différences significative entre les temps.

**Tableau.16 :** Taux de mortalité corrigée ayant subi une transformation angulaire des larves de *Culex pipiens* traitées par *Bt* (25 mg/l)

	<b>T1=24h</b>	<b>T2=48h</b>	<b>T3=72h</b>	<b>T4=96h</b>	<b>T5= 120h</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
R1	0	0	26,57	26,57	33,21	2,08	0,16
R2	0	26,57	39,23	39,23	45		
R3	18,43	26,57	39,23	39,23	45		

**Tableau.17:** Taux de mortalité corrigée ayant subi une transformation angulaire des larves de *Culex pipiens* traitées par *Bt* (12,5 mg/l)

	<b>T1=24h</b>	<b>T2=48h</b>	<b>T3=72h</b>	<b>T4=96h</b>	<b>T5= 120h</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
R1	18,43	18,43	26,57	26,57	26,57	2,14	0,15
R2	18,43	26,57	33,21	33,21	45		
R3	26,57	33,21	33,21	33,21	45		

**Tableau.18 :** Taux de mortalité corrigée ayant subi une transformation angulaire des larves de *Culex pipiens* traitées par *Bt* (6,25mg/l)

	<b>T1=24h</b>	<b>T2=48h</b>	<b>T3=72h</b>	<b>T4=96h</b>	<b>T5= 120h</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
R1	18,43	26,57	26,57	26,57	33,21	3,98	0,03
R2	0	0	0	18,43	26,57		
R3	0	0	0	18,43	33,21		

### 3.5.2.1. Etude des paramètres toxicologiques du *Bt* à l'égard des larves de *Culex pipiens*

Les larves exposées à la dose de 25mg/l présentent des moyennes corrélées des temps d'exposition.

La droite de régression est de la forme :  $Y = -0,14 + 2,42 X$ ,  $R^2=0,96$ , le TL50 est de 5,49 j et le TL90: 18,61 j.

En ce qui concerne les résultats du traitement avec la dose de 12,5 mg/l, la droite de régression est de la forme:  $Y = 2,34 + 1,09 X$ ,  $R^2=0,91$ , le TL50 est de 11,47 j et le TL90: 169,74 j.

Les résultats du traitement avec la dose de 6,25 mg/l, la droite de régression est de la forme:  $Y = 0,96 + 1,52 X$ ,  $R^2= 0,81$ , le TL50 est égale à 19,05 j et le TL90: 131,76 j

**Tableau.19** : Les Paramètres toxicologiques du *Bt* à l'égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens*

Les doses	Droit de régression	TL50	TL90
25 mg/l	$Y = -0,14 + 2,42 X$	5,49 j	18,61 j
12 mg/l	$Y = 2,34 + 1,09 X$	11,47 j	169,74 j
6,25 mg/l	$Y = 0,96 + 1,52 X$	19,05 j	131,76 j

## 4. DISCUSSION

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

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

### 4.1 Etude taxonomique

L'analyse des résultats des deux sites étudiés au cours d'une période de 08 mois dans la région d'El-Kala, montre que la faune Culicidienne est largement représentée avec 14 espèces, appartenant à deux sous-familles: la famille des Culicinae et celle des Anophelinae. Il apparaît d'après les résultats trouvés qu'il y a une prédominance de la sous-famille des Culicinae.

Dans la sous-famille des Anophelinae, nous avons identifié 3 espèces: *Anophèles labranchiae*, *Anophèles claviger*, *Anophèles macculipennis*.

Pour la sous- famille des Culicinae, nous avons récolté 11 espèces réparties dans quatre genres : le genre *Culex*, *Aedes*, *Culiseta* et *Uranotaenia*.

Pour le genre *Culex* qui est le mieux représenté dans cette sous-famille, nous avons identifié 06 espèces ; *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex theileri*, *Culex martini* *Culex hortensis* et *Culex impudicus*.

Le genre *Aedes* est représenté par 2 espèces ; *Aedes vexans* et *Aedes vittatus*.

Le genre *Culiseta* est représenté par 2 espèces: *Culiseta morsitans* et *Culiseta annulata*, Enfin le genre *Uranotaenia* par une seule espèce ; *Uranotaenia unguiculata*.

Des travaux dans la région d'El-Kala (Aouati, 2009) signalent la présence de *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex theileri*, *Culiseta annulata*, *Anophèles claviger*, *Anophèles macculipennis*. (Senevet et Andarelli, 1960) rapporte la présence de cinq espèces d'*Anopheles*, cinq espèces d'*Aedes*, deux espèces de *Culiseta* et huit espèces de *Culex* à Oran. (Hamaidiai, 2004) signale la présence de 15 espèces de Culicidae dans la région de Souk-Ahras, dont trois appartenant au genre *Anopheles*, 3 au genre *Culiseta* et 9 au genre *Culex*. Le même auteur signale la présence de 12 espèces dans la région de Tébessa, appartenant aux genres *Culex*, *Culiseta* et *Aedes*.

(Senevet et Andarelli, 1960) rapporte aussi la présence 4 espèces d'*Anopheles*, 3 espèces du genre *Aedes*, 2 espèces de *Culiseta* et 6 espèces de *Culex* à Constantine. 8 espèces d'*Anopheles*, 4 espèces d'*Aedes*, 2 espèces de *Culiseta* et 8 espèces de *Culex* sont identifiées au Sahara Algérien.

(Bebba, 2004) a noté la présence de 13 espèces dans la région de Oued-Righ, il s'agit de 4 espèces de *Culex*, 7 espèces d'*Aedes*, une seule espèce de *Culiseta* et une seule espèce d'*Anopheles*.

Notre présente étude qui a porté également sur le calcul d'indices écologiques ; affiche une richesse totale qui est de douze espèces dans la subéraie de Brabtia contre onze pour celle d'El-Mellah.

Le recensement des moustiques montre une dominance de deux espèces : *Culex pipiens* qui représente 56,59% de la faune totale, elle suivi par *Culex theileri* avec 27,6%, puis par *Anophèles labranchiae* avec 9,56%. Les espèces *Culex torrentium*, *Culex martini*, *Culiseta morsitans* sont bien représentée avec 2,69% de chacun. Cependant l'espèce *Culiseta annulata* avec la valeur de 2,05%, *Aedes vexans* avec 1,56% et *Culex impudicus* 1,42%. *Anophèles macculipennis.s.s*, *Uranotaenia unguiculata* sont représentés avec respectivement des taux de 0,64% et 0,35%.

Par ailleurs, certaines espèces semblent très rares dans la région d'El-Kala telle que : *Aedes vittatus*, *Anophèles claviger* et *Culex hortensis* qui sont présentés avec 0,07% de chacun.

L'ensemble des organismes vivants (animaux, végétaux) jouent un rôle dans la vie des larves des Culicidae, en leur fournissant la matière organique indispensable à leur développement, ces matières peuvent être considérées comme un facteur stimulant le développement des stades préimaginaux mais, elles pourraient selon ces qualités, être néfastes et favoriser le parasitisme de certains stades larvaires (Benkhalfate El-Hassar, 1991). De ce fait, la présence des larves des *Culex pipiens* dans des eaux riches en matières organiques a été signalée par Rioux, 1958, (Ramdani, 1986), (Bouallam, 1992), (Louah, 1995) et (Kerboua et Merniz, 1997).

De même, les populations préimaginales des *Culex pipiens* semblent influencées par des facteurs abiotiques comme la température qui est un élément très important dans la répartition de la faune Culicidiénne. D'après (Gashen, 1932), l'augmentation de la vitesse du développement larvaire de *Culex pipiens* est en fonction de l'élévation de la température et par conséquent l'abaissement de la température peut diminuer le développement de cette larve.

Lors de nos prospections, le moustique le plus fréquemment récolté est *Culex pipiens* qui montre une plasticité au niveau de deux sites. Les larves de cette espèce sont rencontrées dans les gîtes les plus divers comme, les gîtes permanents à eau douce pauvre ou riche en végétations, gîtes temporaires à eau douce riche en végétations.

*Culex pipiens*, est une espèce à répartition mondiale, elle a été retrouvée en Amérique du Nord, en France (Rioux, 1958 ; Rageau et al, 1970). Cette même espèce, est également très répandue en Afrique du Nord (Roubaud, 1939). D'après Senevet et Andarelli c'est l'espèce la plus banale de l'Afrique du nord et d'Algérie. Plusieurs recherches récentes indiquent la même observation, citons parmi elles, ceux de Metge et Belakoul, 1989 (Maroc) et de Berchi, 2000b (Algérie).

Par ailleurs, plusieurs autres travaux citent l'espèce comme (Bendali, 1989), (Hassain, 2002), (Lounaci, 2003) qui ont décrit l'espèce et confirmé son existence dans les différentes stations d'Alger et Tizi-Ouzou, mais aussi les travaux de (Bendali, 2006) qui décrivent l'espèce comme typiques des faubourgs et quartiers de la ville d'Annaba et ses communes. (Berchi, 2000b) confirme l'existence de cette espèce dans les milieux urbains et sub-urbains de Constantine et plus particulièrement dans les gîtes riches en matière organique. Il est de même pour (Kerboua et Merniz, 1997), (Boudrihem, 2001), (Lounaci, 2003), (Hamaidia, 2004) et (Bebba, 2004) qui ont trouvés cette espèce dans des gîtes très divers.

Concernant l'espèce *Culex theileri* inventoriée dans la subéraie d'El-Mellah et Brabtia, les travaux de (Lounaci, 2003) indique sa présence dans le marais de Réghaïa ; (Bendali, 2006) l'a également inventorié parmi les vingt espèces collectées dans le marais de Oubéira ; et ceux de (Berrezig, 2007) et (Aouati, 2009) indiquent la présence de cette dernière dans la région d'El-Kala.

Par ailleurs, les travaux de (Salmi, 2007) et (Zaïdi, 2008) confirment sa présence dans la région de Tébessa (Hamaidia, 2004) l'a rencontré dans les régions de Souk-Ahras et Tébessa, (Berchi, 2000) à Constantine. (Lounaci, 2003) affirme que cette espèce préfère les gîtes naturels. (Clastrier et Senevet, 1961), signale l'existence de l'espèce dans deux régions de Sahara algérien, El Golea et Ain Emgeul et (Bebba, 2004) dans la région de Oued-Righ.

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

Le genre *Anophèles* qui a été également inventoriées dans notre région d'étude est représenté par 3 espèces; *Anophèles labranchiae*, *Anophèles macculipennis* et *Anophèles claviger*. Ce genre typiquement inféodées aux forêts et d'un grand intérêt médicale et vétérinaire, puisque vecteur de paludisme, de malaria, de dengue et d'un grand nombre de parasitoses humaines et animales a fait l'objet de plusieurs travaux depuis (Guy, 1959), il y a ceux de (Senevet et Andarelli, 1960) qui rapportent la présence de cinq espèces d'*Anophèles*, en passant par les travaux de (Hassi et Khelaifia, 2004) dans la région d'El-Feidh El-Guebli à El-Kala ; ceux de (Bendali, 2006) qui rapportent la présence d'*Anophèles Claviger* et *Anophèles macculipennis* dans le lac Oubéira et finalement ceux de (Aouati, 2005), (Berrezig, 2007) et (Tahraoui, 2008). (Berchi, 2000a) qui a collecté quatre espèces d'*Anophèles* dans la région de Constantine, ceux de (Hassaine, 2002) sur les *Anophèles* de la région Ouest d'Algérie.

D'après (Benmansour, 1972), *Anophèles labranchiae* se classe parmi les principales espèces de la faune Anophélienne du Maroc. Cette espèce est la seule identifiée en Afrique du Nord (Guy, 1959 ; Senevet et Andarelli, 1960 ; Brunhes et al, 1999). Elle s'observe dans toute l'Afrique (Tell, Hauts plateaux et Atlas Saharien).

La larve de cette espèce a été rencontrée dans des mares résiduelles à végétation verte et au niveau du lit des Oueds (Andarelli, 1954). (Brunhes et al, 1999) montre que l'eau de ces gîtes peut être douce ou légèrement saumâtre, mais toujours exposée au soleil. (Berner, 1974) a rencontré cette espèce dans les gîtes permanents et dans les rizières. (Lounaci, 2003) a capturé cette espèce dans le parc de l'Institut agronomique d'El-Harrach et à Oued Saboun (Tizi-ouzou), (Berchi, 2000b) signale la présence de cette espèce dans des marécages, situés près de Constantine. (Hamaidia, 2004) a capturé cette espèce à Souk-Ahras et à Tébessa. (Bebba, 2004) a capturé cette espèce à Oued-Righ, dans des gîtes permanents et temporaires à eau stagnantes riche ou pauvres en végétation.

*Anophèles claviger*, représentée seulement dans la subéraie de Brabtia est présente dans les régions montagneuses du pourtour méditerranéen, elle a été signalé au Maroc en Tunisie et en Algérie (Brunhes et al, 1999). (Boulkenafet, 2006) mentionne cette espèce dans la région de Skikda, (Aouati, 2009) dans la région d'El-Kala et (Benhissen et Madi, 2009), dans la région de Souk-Ahras.

*Aedes vittatus* transmet le Plasmodium gallinaceum, il est l'un des vecteurs potentiel de la fièvre jaune en Afrique. Elle est présente dans tout le bassin méditerranéen, dans la région Ethiopienne et la région Orientale. Dans le nord d'Afrique, il a été récolté du Maroc à la Tunisie (Brunhes et al, 1999). Cette espèce est signalée dans la région de Biskra par (Benhissen et Madi, 2009).

Selon nos investigations, le genre *Uranotaenia* ne se manifeste que d'une seule espèce : *Uranotaenia unguiculata* qui a été identifié au niveau de subéraie d'El-Mellah. Les travaux de (Nouri, 2009) indiquent sa présence dans les régions d'Annaba et Skikda, (Benhissen et Madi, 2009) dans la région de Ouled-Djellal (Biskra).

En ce qui concerne le genre *Culiseta* inventorié avec la présence de deux espèces ; *Culiseta annulata* et *Culiseta morsitans* dans les deux subérais. (Boulkenafet, 2006) dans la région de Skikda, Les travaux de (Bendali, 2006), (Berrezig, 2007), (Tahraoui, 2008), et (Aouati, 2009) viennent confirmer la présence de *Culiseta annulata*, dans le lac Oubéira, les subérais d'El-Mellah et Brabtia. (Salmi, 2007) dans la région de Tébessa et El-Hammamet.

Par ailleurs, les travaux de (Bebba, 2004) confirment la présence de *Culiseta annulata* dans la région de Oued-Righ.

## 4.2 Etude toxicologique

Parmi les nombreux groupes d'insectes piqueurs, les Culicidae sont, sans doute, les plus connus et les plus redoutés tant pour le désagrément causé par leurs piqûres que par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin.

En effet l'aire de répartition des Arthropodes impliqués dans la transmission de ces maladies n'a cessé de s'étendre, plaçant ainsi de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection. On assiste depuis une trentaine d'années à la réémergence dramatique de parasite, de virus et de maladies infectieuses qui avaient été efficacement contrôlés dans certaines régions du monde tels que le paludisme, la malaria, l'encéphalite japonaise et vient s'ajouter à ça la résurgence de nouvelles pathologies fièvre de la vallée du Rift, le West Nile et la dengue.

Pour faire face à ce type de maladies ; le seul moyen est le recours à la lutte contre le moustique vecteur par plusieurs méthodes : méthode chimique faisant appel à des analogues synthétiques d'hormones d'insectes (hormone juvénile, ecdysole) qui perturbent l'éclosion des œufs, méthodes génétiques dont la plus connue est la stérilisation des mâles, les méthodes écologiques consistent à rendre le milieu défavorable au développement de l'insecte, et la lutte biologique qui reste la plus sûre, la plus sélective.

Parmi les méthodes de lutte antivectorielle, figure l'utilisation d'insecticides qui est sans doute le meilleur moyen pour lutter contre ces espèces potentiellement dangereuses, ces insecticides peuvent être soit biologiques ou extraits de produits naturels; tel le spinosad, le *Bacillus thuringiensis (Bti)*, le *Bacillus sphaericus (Bsp)*, soit des insecticides chimiques appartenant à différents groupes comme les organophosphorés, les régulateurs de croissance, les pyréthrinoïdes et les carbamates.

Parmi les insecticides naturels les plus couramment utilisés, figure le spinosad, l'Azadiractine, le *Bacillus thuringiensis (Bti)* et le *Bacillus sphaericus (Bsp)*, présentant chacun des mécanismes d'actions singuliers et faisant l'objet d'un certain nombre de travaux, comme ceux de (Tomlin, 2000) qui stipulent que le *Bti* est considéré comme larvicide de référence pour les opérations de lutte contre les moustiques, ceux de (De Barjac, 1978) sur l'effet du *Bacillus thuringiensis* et ceux de (Bendali, 2006) qui ont porté sur l'effet de

*Bacillus thuringiensis* var *israelensis* sérotype H14 et le *Bacillus sphaericus* 1593 à l'égard des larves de *Culex pipiens*

Dans notre présente étude toxicologique Nous avons utilisé les extraits de Daphné et le *Bacillus thuringiensis* sur les larves L4 de *Culex pipiens*.

L'utilisation de Daphné montre un effet larvicide sur les larves de *Culex pipiens*.

Après 72h la mortalité indique un taux allant jusqu'à 100% pour la dose la plus élevée, ceci traduit une mortalité corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition.

Les travaux de (Benhissen et Madi, 2009) confirment l'efficacité du Daphné sur les larves de *Culex pipiens*, La mortalité atteint plus de 60% pour les doses les plus fortes, cette mortalité est enregistrée 24h après le traitement.

Le *Bacillus thuringiensis* a montré une activité larvicide sur les larves L4 de *Culex pipiens* étudiées, La mortalité atteint plus de 50% pour la dose la plus forte, ceci traduit une mortalité corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Abouzeitoune M.H, 1991-** Evaluation de la lutte biologique des larves de *Culex pipiens* (Diptères : Culicidae) à l'aide de *Gambusia affinis* (poisson téléostéen).

**Adang M.J, 1991-** *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal proteins: gene structure, action, and utilization. In: Biotechnology for biological control of pests and vectors (Edited by K. Maramorosch). CRC Press, London. pp: 3-23.

**Adisso D.N., Alia A.R, 2005-** Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net ® et Permanet ® dans les conditions de terrain. *Mémoire de fin de formation en. ABM-DITEPAC-UAC, Cotonou. 79p.*

**Alarie Y, 1990-** Taxonomie assistée par ordinateur. Annale. Univ. Laurentienne.

**Alleg O, 1986-** Etude du Cerf de Barbarie- *Vervus elephatus* (Benett, 1833) dans le parc national d'El-Kala. Thèse. Ing. INA. Alger. 75p.

**Andarelli L, 1954 -** Les Anophelinés et les Culicinés de L'Aurès, la lutte antipaludique en Algérie (Campagne 1953). Alger, Gouvernement générale de l'Algérie. Direction de santé publique, 133-141, Parasit. Paris 45(9): 385-386.

**Anonyme 2004a-** Les vecteurs. Adresse URL : [http:// www. ind.ucl.ac.be/ stages/hygtrop/wery/ vecturs/ wery](http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery) 2008. Html.

**Aouati A, 2005-** Etude de la biodiversité des Culicidae du marais Lac des oiseaux. Mémoire d'ingénieur. Univ. Annaba.

**Aouati A, 2009-** Inventaire des Culicidae des zones humides et des forêts de chêne-liège. Caractérisation systématique par les profils des hydrocarbures cuticulaires. Essais de lutte. Mémoire de Magister. Univ. Annaba.

**Aronson A.I., Beckman W., Dunn P, 1986-** *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. Microbiol. Rev. 50: 1-24.

**Ayitchedji A.M, 1990-** Bioécologie de *Anopheles melas* et de *Anopheles gambiae* s.s. Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin. *Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou. 76p.*

**Barbault R, 1981-** Ecologie des populations et peuplements. Ed. Masson, Paris, 200p.

**Bauer L.S, 1995-** Resistance: a threat to the insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. Florida Entomol. 78(3): 414- 442.

**Bebba N, 2004-** Etude comparative des effets d'insecticides sur les populations larvaires des Culicidae de Constantine et Oued Righ. Univ de Constantine.

**Beegle C.C., Yamamoto T, 1992-** History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. Can. Entomol. 124: 587-616.

**Bellal W, 2008-** Inventaire de l'entomofaune du chêne-liège dans la subéraies du Nord-est Algérien, Mémoire de magister Univ. Annaba. 77p

**Belyagoum I, 1998-** Contribution à l'inventaire des lépidoptères dans le parc national d'El-Kala. Thèse. Ingénieur. 36 p.

**Blondel J, 1979-** Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p.

**Bendali F, 1989-** Etude de *Culex pipiens*. Anatomie, systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israelensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et d'espèces d'hydracariens. Mémoire en vue de l'obtention de magister.

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

**Bendali F, 2006-** Etude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale. Univ. Annaba.

**Benhissen S., Madi H, 2009-** Inventaire de la faune Culicidienne dans un écosystème aride (Ouled-Djellal) et dans un écosystème semi-aride (Souk-Ahras). Mem. Master en écophysiologie Animale. Univ. Annaba.

**Benkhalfate El-Hassar C, 1991-** Cartographie de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) en milieu urbain (ville de Tlemcen) ; recherche des causalités de la dynamique démographique des stades préimaginaux. Thèse de magister, Univ. Tlemcen: 143 pp.

**Benmansour N, 1972-** Note sur la faune Anophelienne du Maroc. Bull. Inst. Hyg. Maroc, 52(1) : 103-112.

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

**Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., Benhouhou S., Chalabi B., Haou F, Ziane N., Rouag R, 1998-** Plan directeur de gestion du Parc National d'El-Kala et du complexe de zones humides. Projet. G.E.F- Banque mondiale. 220+28 cartes.

**Benyacoub S & Chabi Y, 2000-** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Composition, statut de répartition. Synthèse n : 7 Juin 2000. Revue des sciences et technologie, Univ. Annaba.

**Berchi S, 2000a-** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens* (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). *Bull. Soc. Ent.* France. 105(2) :125-129.

**Berchi S, 2000b-** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse doc. Es – science, Université de Constantine, Algérie: 133p.

**Berge T, 1975-** International Catalogue of Arboviruses, including certain other viruses of Vertebrates. US Depart. HLth. Educ ; And Welfare .Public .N°75-8301,2 Edit.

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

**Bigot J.M.F, 1861-** Trois Diptères nouveaux de la Corse. *Annales de la société Entomologique de France* (4<sup>ème</sup> séries), 1 : 227-229

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

**Bouallem S, 1992-** Le paludisme et les moustiques dans la région de Marrakech. Ecologie et cycles biologiques des espèces Culicidiennes. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle. Univ. Cadi Ayyad. Fac. Sciences. Marrakech: 115 pp.

**Boudjelida H., Bouaziz A., Soin T., Smaghe G & Soltani N, 2005-** Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. Thèse de doctorat. Univ. Annaba.

**Boudrihem R, 2001-** Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans quelques gites situés dans la région de Touggourt. Mém. de DES. Univ. Constantijne, 20p.

**Boulknafet F, 2006-** Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes ( Diptera : Psychodidae ) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae ) dans la région de Skikda. Thèse de magister. Univ. Constantine.

**Bregues C, Hawkes N.J., Chandre F., Mc Carrolls L., Duchon S., Guillet P., Manguin S, Morgan J.C & Hemingway J, 2003-** Pyrethroid and DDT cross-resistance in *Aedes aegypti* is correlated with novel mutations in the voltage-gated sodium channel gene. *Medical and Veterinary Entomology*, 17: 87-94.

**Brunhes I., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P, 1999-** Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.D., édition.

**B.Trari -** Tests de sensibilité des moustiques vis à vis des pesticides. Séminaire de formation sur l'Elevage et la Lutte contre les Arthropodes Rabat, 15 et 16 mai 2001.

**Chabi Y, 1998-** Biologie de la reproduction des mésanges dans les chênaies du Nord- Est de l'Algérie. Thèse de doctorat. Univ. 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. I.N.A. El-Harrach.

**Christophers S.R, 1922-** The development and structure of the terminal segment and hypopygium of the mosquito with observation on the homologies of the terminal segment of the larva. Indian j. Med. Res., 10: 530- 572.

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

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

**Christophers S.R, 1960-** *Aedes aegypti* (L.), The yellow fever Mosquito. Its life history, Bionomics and Structure. Cambridge. Univ. Press, 739pp.

**Clastrier J, 1941-** La présence en Algérie d'*Orthopodomyia pulchripalpis*. Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg. 19 (4) : 443-446.

**Clastrier., G. Senevet, 1961-** Les moustiques de Sahara Central. Edi Institut Pasteur d'Algerie et Laboratoire d'Entomologie der Service Antipaludique de la Délégation Générale du Gouvernement en Algérie. t. XXXZX, no 2, juin 1961.

**Daget J, 1976-** Les modèles mathématiques en écologie. Coll. D'écologie. Ed. Masson, Paris, 172p.

**Dajoz R, 1971-** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434 p.

**Dajoz R, 1982-** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 503 p.

**Dajoz R, 2000-** Précis d'écologie. 7<sup>ème</sup> Ed. Dunod, Paris, 433 p.

**Darriet F, 1998-** La lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies, Khartala-orstom, Paris. 91 p.

**David N.C, 1926-** Notes on the femal hypopygia of Anopheline mostiquitoes , with special reference to som Brazilian species. J. Hyg. 6: 1-122.

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

- Duchauffour P., 1976-** Atlas écologique des sols do monde. Ed. Masson, Paris, 178p
- Edwards F.W, 1913-** Diptera of the Lake of Tiberias and Damascus. *Journal of the Asiatic Society of Bengal* (New series). 9: 48-51.
- Emberger L, 1955-** Travaux botanique et d'écologie. Monsson et Compagnie. Paris p 469.
- Emberger L, 1971-** Travaux de Botanique et d'Ecologie. Masson et Compagnie, Paris.
- Ficalbi E, 1889-** Descrizione di una spicie nuova. Zanzora di colorito modesto, 21: 93-94.
- Gashen H, 1932-** Influence de la température et de la diminution larvaire sur le développement de *Culex pipiens* (race autogène). Bull. Soc. Path. Exot., 25 : 577-581.
- Gill S.S., Cowles E.A., Pietrantonio P.V, 1992-** The mode of action of *Bacillus thuringiensis*  $\delta$ -endotoxins. Ann. Rev. Entomol. 37: 615-636.
- Gourmala S, 1991-** Principe et élaboration d'une carte écologique du peuplement à Culicidae (*Aedes, Culex, Culiseta*) sur la wilaya de Tlemcen (Algérie).
- Gregbine A, 1966-** Biologie et taxonomie des *Anophèles* de Madagascar et des ils voisinent. Impression Laura 487 p.
- Gubler, D.J 1998-** Dengue and dengue hemorrhagic fever. *Clinical & Microbiology Revue*, 11: 480-496.
- Gubler D.J, 2004 -** Cities spawn epidemic dengue viruses. *Nature Medicine*, 10: 129-130.
- Harder, HH., Riley, SL., McCann, SF. & Irving. S.N. 1996. *DPX-MP062: a novel broadspectrum*, environmentally soft, insect control compound. Proc. Brighton Crop. Prot.Conf. 449.
- Guillaumot L, 2006-** Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p. Article. Site: Institut Pasteur. Date de consultation : 04.07.2008.
- Gutsevich A.V., Monchadskii A & Sktakel' berg A.A, 1974-** fauna of Diptera. U.S.S.R., Department of Commerce National Technical information VA. 22151: Family Culicidae, III, 408 p.

**Guy Y, 1959-** Les *Anopheles* du Maroc. Mém. Soc. Sc. Nat. Phys. Maroc, Zool., Nouv. Série, 7, pp. 1-235.

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

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

**Hassain K, 2002-** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptère : Nématocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspui*, *Aedes detritus*, *Aedes mariae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale Algérienne Thèse doc D'état. Univ Tlemcen.203 p.

**Hassi A., Khelaifia S, 2004-** Etude systématique et épidémiologique d'*Anopheles claviger* Vecteur du paludisme. DES en biologie animale.

**Himmi O., Dakk M., Trari B., Elagbani M.E, 1995-** Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologique et écologique. Travaux de l'institut scientifique (N44).Rabat(Maroc).

**Höfte H., Whiteley H.R, 1989-** Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. Microbiol. Rev., 53: 242-255.

**Jolivet, 1980-** Les insectes et l'homme.PUF, collect. Que sais-je,128 PP.

**Kerboua F., Merniz N, 1997-** Contribution à l'impact de quelques paramètres physicochimiques des eaux, sur la prolifération des Culicidae (Diptera) en zone préurbaine (Wilaya de Constantine). Cas particulier de *Culex pipiens* L. Mém d'Ing D'Etat en écologie.

**Kuno G, 1995-** Review of the factors modulating dengue transmission. *Epidemiological Revue*, 17: 321-335.

**Lereclus D., Delécluse A., Lecadet M.M, 1993-** Diversity of *Bacillus thuringiensis* toxins and genes. In: *Bacillus thuringiensis*, an Environmental Biopesticide: theory and practice (Edited by P.F. Entwistle, J.S. Cory, M.J. Bailey and S. Higgs). Wiley, New York. pp. 37-69.

- Linnaeus C, 1758-** Systema naturae per regna tria naturae. Edition 10. Vol.1. Holmiae:824p
- Louadi K, 1999-** Systématique, Ecoéthologie des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) et leur relation avec l'agrocénose dans la région de Constantine. Thèse Doc.es-Sciences Univ Constantine : 220 pp.
- Louah M.A, 1995-** Ecologie des Culicidae (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger. Thèse Doc. Es-sciences, Faculté des sciences Tetouane (Maroc): 266 pp.
- Lounaci Z, 2003-** Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptéra –Nématocera) en milieu rural et agricole. Thèse de Magister.INA., El Harrach.
- Lynch Arribalzaga F, 1891-** Dipterologia argentina. *Rivista del museo de la plata*, 1: 345-377 ; 2: 131-172.
- Macfie J.W.S., Ingram A, 1922-** On the génitale armature of the female mosquito .Ann trop .Med . Parasite, 16 : 157-188.
- Martin P.A.W, 1994-** An iconoclastic view of *Bacillus thuringiensis* ecology. Am. Entomol. 40(1): 85-90.
- Martini E, 1925-** Zwei bemerkenswerte Culiciden Von einem eigenartigen Biotop. Int. Revue gras Hdrobiol, 12 : 333-337.
- Matille L , 1993-** Les diptères d'Europe occidentale. Introduction, technique d'étude et morphologie. Nématocères, Brachycères, Orthoraphes et Aschizes. Ed. Boubée, T1, Paris : 439p.
- Medschid E, 1930-** *Culex martini* n. sp *Archiv fur schiffs- und Tropfen hygiene*, 34 :364-369.
- Meigen J.W, 1804-** *Klassifikation und Beschreibung der europaischen zweiflugeligen Insekten* (Diptera Linn). Vol. 1. Braunschweig, Reichard: xxviii+ 125 p.
- Meigen J.W, 1818-** *Systematische Beschreibung der bekannten europaischen zweiflugeligen Insekten*. Vol. 1. Aachen Forstmann: xxxvi+334p.
- Meigen J.W, 1830-** *Systematische Beschreibung der bekannten europaischen zweiflugeligen*. Vol. 6. Ham, Schulz: xi+ 401p.

**Metge G., Belakoul N, 1989-** Colonisation d'un nouvel habitat par *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) : le creux d'arbre des subéraies en pays Zaer, Maroc. Ann. Limnol., 25(1), 73-80.

**Metge G, Hassaine K, 1998-** Study of the environmental factors associated with oviposition by *Aedes detretus* along a transect in Algeria. J., AMCA, 14(3) : 213-244.

**Muller Y, 1985-** L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord. Sa place dans le contexte médio-Européen. Thèse de Doctorat Sci, Univ. Dijon, 318 p.

**Nouri N, 2009-** Etude Bioécologique et Épidmiologique des Culicidae dans la région Annaba et Skikda. Mémoire de Magister. Univ. Annaba.

**Oulmouhoub S & Laboudi B, 1999-** Etude synchronique et diachronique d'une subéraie incendiée dans la région d'El-Kala. Thèse. ING. Gro. INA. Alger.86 p + annexes.

**Pavan M, 1986 -** Una revolutione. Cultural. Europea .La carte sugli invetebrate .Univ. Pavia 33 :1-15.

**Rageau J., Mouchet J & Abonnenc E, 1970-** Répartition géographique des Moustiques (Diptera : Culicidae) en France. Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Ent. Med. Parasitol.Vol. XII(3): 289-303.

**Ramade, 1984-** Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw - Hill, Paris, 397 p.

**Ramdani M, 1986-** Ecologie des Crustacés (Copépodes, Cladocères et Ostracodes) des mares temporaires (Dayas) marocaines. Thèse es-Sciences. Univ. Aix-Marseille, 217pp.

**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. Univ. Annaba.

**Rehimi N., Soltani N, 1999-** Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor, against *Culex pipiens pipiens* L. (Diptera: Culicidae): effects on development and cuticule secretion. J. Appl. Entomol. 123:437-441.

**Rioux J.A, 1958-** Les Culicidae du midi méditerranéen. Le chevalier, Paris, 303p.

**Rodhain F., Perez C, 1985-** Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. *Maloine, s.a.* 114 p.

**Rouag R, 1999-** Inventaire de l'écologie des reptiles et amphibiens du parc national d'El-Kala (Nord –Est Algérien). Mem. Magister. pp 64.

**Roubaud E, 1939-** Le pouvoir autogène chez le biotope Nord Africain de moustique commun *Culex pipiens*. Bul., Soc., Path., exot, 28, 443-445.

**Salmi H, 2007-** Bioécologie des espèces de Moustique dans la région de Tébessa : Inventaire, répartition, indices écologiques et caractérisations morphométriques et biochimiques. Thème de Magister en physiologie animale et humaine, Univ. Tébessa.

**Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaiem A., Brunhes J, 2001-** Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement. IRD. Logiciel d'identification.

**Schrank F.P, 1776-** *Beitrag zur Natur geschichte*. Leipzig. Fritsch. 137p.

**Seguy E, 1951-** Nouvelle Atlas d'entomologie des Diptères de France, Belgique et Suisse. Tomes 1 et 2 .Ed. N. Boubée, pp 19-83,67 et 84-109.

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

**Seltezer P, 1946 in Boumezbeur A, 1993-** Caractérisation de l'avifaune aquatique nicheuse de la région d'Annaba, El-Kala. Thèse de Magister, Univ. Annaba. 56p.

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

**Senevet G, Andarelli L, (1954) :** Le genre *Aedes* en Afrique du Nord, I : Les larves. Arch. Inst. Past. Algérie, 32, pp. 310-351.

**Senevet G ; Anderlli L, 1956-** Les *Anophèles* de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. Encycl. Ent. Paris, 33,280 p, 666fig.

**Senevet G ; Anderlli L, 1960-** Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. Arch. Inst. Pasteur Algérie, t. XXXVIII (2) : 305 – 326.

**Shannon C.E; Weaver W, 1963-** The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Press, Illinois: 117 – 127.

**Snodgrass R.E, 1957-** Arevised interpretation of the external reproductive organs of mal insect. 143(6) 1- 89.

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

**Southwood T.R.E, 1978-** Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Chapmanet Hall, 2<sup>nd</sup> Ed : 420-455.

**Tahraoui C, 2008-** Abondance saisonnière et biodiversité des Culicidae dans les subéraies d'El- Kala. Mémoire d'ingéniorat.

**Theobald F.V, 1901-** *Amonograph of the Culicidae or mosquitoes*.Vol. 2. London, British Museum (National history): viii+ 391p.

**Theobald F.V, 1903-** *Amonograph of the Culicidae or mosquitoes*.Vol. 3. London, British Museum (National history): xvii+ 359p.

**Tlili N, 2003-** Etude synchronique de la dynamique post-incendie dans les subéraies de plaine du parc national d'El-Kala (Wilaya d'El-Tarf). Mémoire Ing. Agro. Univ d'El Tarf. 53P+ annexes.

**Tomlin C. 2000-** *The pesticide manual*. 12th ed. British Crop Protection Council, London, United Kingdom.

**Toubal B.O, 1986-** Phytoécologie, biogéographie et dynamique et principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord Prientale). Cartographie au 1/25000.US.T.M Univ. Grenoble. these. doct. 3<sup>ème</sup> cycle.111p.

**Trari B., Dakki M., Himmi O., Elgabani M, 2003-** Les Moustiques (Diptera : Culicidae) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 95(4) : 329-334.

**Weesi et Belemsobgo v, 1977-** Les rapace diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alouda* 65(3) :263-278.

**Wilson O, 1988-** Biodiversité .P.3-18. Washington D C National Academy press. Parasitologie. Ornithologia, Entomologia. Institute of ecology, Vilnius. ISSN 13926 .

**Yébakima A, 1991-** Recherches sur *Aedes aegypti* et *Culex quinquefasciatus* en Martinique : écologie larvaire, résistance aux insecticides, application à la lutte. Thèse de l'Etat, Univ. Montpellier II : 210 pages.

**Zaidi L, 2008-** Etude systématique et lutte biologique avec le *Bacillus thuringiensis Vectobac* (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. Univ. Annaba, 107 p.

## RESUME

Dans le but d'améliorer nos connaissances sur la biodiversité des Culicidae, nous avons mené une série de récoltes dans deux subéraies : El-Mellah et Brabtia de la région d'El-Kala.

Au cours d'une période d'étude allant du mois de Novembre 2010 jusqu'au mois de Juin 2011, l'inventaire faunistique des espèces de Culicidae dans les deux subéraies d'El-Kala a aboutit au recensement de 14 espèces appartenant à 5 genres *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* et *Uranotaenia*. Le genre *Culex* est de loin le mieux représenté particulièrement avec l'espèce *Culex pipiens*.

Cet inventaire est complété par une analyse écologique concernant la structure et la composition de ces populations.

Dans la seconde partie de cette étude, nous avons également procédé à des essais de lutte à l'égard des larves L4 de *Culex pipiens* et ce conformément aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Nous avons utilisés deux biopesticides, le *Bacillus thuringiensis* et les extraits du *Daphné gnidium*. Les résultats obtenus restent très encourageants et à approfondir.

**Mots clés :** Culicidae, subéraies, Indices écologiques, *Bacillus thuringiensis*, *Daphné gnidium*.

## Abstract

In order to improve our knowledge on the biodiversity of Culicidae, we conducted a series of sampling, two cork forests in El-Mellah and Brabtia the region of El-Kala.

During a study period from November 2010 until the month of June 2011, the inventory of Culicidae fauna species in both cork oak forests of El-Kala leads to the census of 14 species belonging to five genera *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* and *Uranotaenia*. The *Culex* is by far the best represented with particularly *Culex pipiens*.

This inventory is complemented by an ecological analysis on the structure and composition of these populations.

In the second part of this study, we also conducted tests to fight against L4 larvae of *Culex pipiens* and as recommended by the World Health Organization. We used two biopesticides, *Bacillus thuringiensis* and extracts of *Daphne gnidium*.

**Keywords:** Culicidae, cork forests, ecological indices, *Bacillus thuringiensis*, *Daphne gnidium*.

## ملخص:

أجرينا من أجل تحسين معرفتنا بشأن التنوع البيولوجي للبعوضيات، سلسلة من أخذ العينات، في غابتي من غابات الفلين في منطقة القالة : الملاح و البرابطة

خلال فترة الدراسة من نوفمبر 2010 حتى شهر جوان 2011، أحصينا وجود أصناف من فصيلة *Culicidae* في كل من غابتي الفلين توصلنا إلى إحصاء 14 نوعا تنتمي إلى خمسة أجناس (*Culex, Aedes, Anopheles, Culiseta* et *Uranotaenia*).

حيث أن جنس *Culex* حتى الآن أفضل ممثل مع نوع *Culex pipiens* خاصة.

ويكمل هذا الإحصاء عن طريق تحليل بيئي على بنية وتركيبية تلك العشائر.

في الجزء الثاني من هذه الدراسة، أجرينا اختبارات لمحاربة يرقات (*Cules pipens* (L4) وفقا لما أوصت به منظمة الصحة العالمية. استعملنا اثنين من المبيدات الحيوية، *Bacillus thuringiensis* ومستخلص من *Daphné gnidium*.

**الكلمات المفتاحية:** غابات الفلين، *Culicidae*، المؤشرات البيئية، *Bacillus thuringiensis*، *Daphné gnidium*.