



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



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**Faculté des Sciences**

**DEPARTEMENT de Biologie**

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Présentées par : Belkhiri Zahra et Belli Zoubida**

**DOMAINE : Biologie**

**OPTION : Parasitologie et interaction négatif**

### **Thème**

**L'effet d'un bio-insecticide sur les larves du quatrième  
stade des Culicidae cas du *Culiseta (Allotheobaladia)*  
*longiareolata* (Macquart, 1838)**

**Encadré par : M. Merabeti Brahim**

**Promotion : Juin - 2015**

عنوان المذكرة: تأثير المبيدات الحشرية الحيوية على اليرقات في المرحلة الرابعة لـ  
*Culicidae* حالة *Culiseta (Allotheobaladia) longiareolata* (Macquart, 1838)

بلي زبيدة و بلخيري الزهراء المؤطر: مرابطي ابراهيم

ملخص: البعوض يسبب امراض خطيرة بنسب وفيات مرتفعة في العالم من اجل هذا المكافحة ضد هذه الحشرات الضارة تعتبر احد الانشغالات حاليا و تبعا للمشاكل المطروحة بسبب المبيدات الحشرية العلم يبحث عن مستخلصات طبيعية لها نفس خصائص المبيدات مثل المستخلصات النباتية و استخدام المبيدات الحشرية الحيوية جميع هذه العناصر تطبق للمكافحة البيولوجية ضد هذه الحشرات لان لها تأثير سمي على البعوض ولهذا يتركز عملنا على اختبار مبيد حشري حيوي *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis* (Bti) في المرحلة النهائية لليرقات و تظهر النتائج الاولية من خلال قيم معايير السمية 50% دل و 90% دل ان لهذا المبيد الحيوي فعالية عالية

كلمات مفتاحية: المبيدات الحشرية الحيوية , السمية 50% دل و 90% دل .

Memory title :Effect of a bio-insecticide in the larval stage fourth of *Culicidae* case of *Culiseta (Allotheobaladia) longiareolata* (Macquart, 1838)

Belli zoubida et Belkheirizahra.: Directed by :Merabti Ibrahim

**Abstract:** Mosquitoes cause serious diseases to higher death rates in the world, why the fight against these insects is one of the most recent concerns now and following the problems with some synthetis insecticides, science is looking for other nature products to character insecticideAs, plant extract and the use of bio-insecticides. All of these are involved in the sense of biological control against these insects, as these actors show a toxic effect on mosquitoes. Our work tried treaty one of the very important control methods. Biological control through the use of a bio-insecticides for that our work is focused on the *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) is tested in the larval stage L4 of *Culiseta longiareolata*. From after The results shows that Bti is effective in the time of exposure time that the doses used in the toxicological parameters LD50 and LD90 calculated.

**Key words:** bio-insecticides, toxicological, LD50 and LD90.

Titre du mémoire : L'effet d'un bio-insecticide sur les larves du quatrième stade des *Culicidae* cas du *Culiseta (Allotheobaladia) longiareolata* (Macquart, 1838)

Belli Zoubida et Belkhiri Zahra. Encadreur: Merabti Ibrahim

**Résumé :** Les moustiques causent des maladies graves à des taux de décès plus élevé dans le monde, pour cela la lutte contre ces insectes est l'une des préoccupations les plus récentes actuellement et suite aux problèmes posés par certains insecticides de synthèse, la science est à la recherche d'autres produits naturels à caractère insecticide. Comme, des produits à extrait des plantes et l'utilisation des bio-insecticides, tous ces éléments sont impliqués dans le sens de lutte biologique contre ces insectes car ces acteurs montrent un effet toxique sur les moustiques. Nos travaux tenté de traité l'une des très importantes méthodes de lutte ; la lutte biologique par l'utilisation d'un bio-insecticide, pour cela nos travaux sont porté sur le *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) qui est testé sur le stade larvaire finale L4. D'après les résultats qui montre que le Bti est efficace au fur et au mesure de temps d'exposition que les doses utilisés d'après les paramètres toxicologique calculé DL50 et DL90.

**Mots clé :** bio-insecticide, toxicologique, DL50 et DL90.

# Remerciement

*Toute notre gratitude et remerciements au bon DIEU qui nous a donné la force, le courage et la volonté d'élaborer ce travail.*

*Nous adressons notre profond remerciement à Monsieur Merabti brahim pour avoir dirigé ce travail avec tant de bienveillance. Nous la remercions pour ses précieux conseils et sa disponibilité.*

*Nous remercions les membres du jury de nous faire l'honneur de juger notre modeste travail.*

*Nous remercions tous nos professeurs du département de Biologie.*

*Remerciement les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont aidé de Près ou de loin à accomplir notre travail.*

# LISTE DES ABREVIATIONS

---

## Liste des abréviations

**Bti** : Bacillus thuringiensis var. Israelensis.

**DL** : dose létale.

**D.P.A.T** : Direction de programmation et de l'aménagement du territoire.

**OMS** : Organisation mondiale de la santé.

**P.C.R** : polymerase chain réaction.

**P.p.d.s** : plus petite différence significative.

## Liste des tableaux

---

### Liste des tableaux

|                   |                                                                                             |           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau 01</b> | Maladies transmises par des moustiques (OMS, 1999).                                         | <b>16</b> |
| <b>Tableau 02</b> | liste des espèces inventoriées.                                                             | <b>23</b> |
| <b>Tableau 03</b> | Phénogramme des espèces de Culicidae dans la région de Laghouat (Décembre 2014-Mais 2015).  | <b>28</b> |
| <b>Tableau 04</b> | La mortalité observée chez les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traités avec le Bti. | <b>29</b> |
| <b>Tableau 05</b> | La mortalité corrigée par la formule d'Abbot.                                               | <b>30</b> |
| <b>Tableau 06</b> | les équations de corrélation (Dose/effet) calculées.                                        | <b>31</b> |
| <b>Tableau 07</b> | Les paramètres toxicologiques calculés et leurs limites de confiances.                      | <b>32</b> |

# Liste des figures

## Liste des figures

|                  |                                                                                                                   |           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure 01</b> | Situation géographique de la région Laghouat, Altitude de prise de vue : 898,76Km. (Google Earth, 2014).          | <b>03</b> |
| <b>Figure 02</b> | diagramme de GAUSSEN (Laghouat 2002-2012)                                                                         | <b>06</b> |
| <b>Figure 03</b> | Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Laghouat.                                                   | <b>07</b> |
| <b>Figure 04</b> | Corps d'un moustique.                                                                                             | <b>09</b> |
| <b>Figure 05</b> | différents types des nymphes (Anonyme. 2014).                                                                     | <b>10</b> |
| <b>Figure 06</b> | Cycle de vie des Moustiques (Boyer. 2006).                                                                        | <b>14</b> |
| <b>Figure 07</b> | Mortalité attribuée aux maladies à transmission vectorielle (OMS, 2004).                                          | <b>17</b> |
| <b>Figure 08</b> | Site d'El Maia (Tadjrouna) (google Earth, 2015).                                                                  | <b>19</b> |
| <b>Figure 09</b> | Site de Laghouat (google Earth, 2015).                                                                            | <b>20</b> |
| <b>Figure 10</b> | L'élevage des larves pour atteindre les stades utilisés à l'identification (originale 2015).                      | <b>21</b> |
| <b>Figure 11</b> | Les caractères d'identification de <i>Culex pipiens</i>                                                           | <b>24</b> |
| <b>Figure 12</b> | Les caractères d'identification de <i>Culiseta longiareolata</i>                                                  | <b>26</b> |
| <b>Figure 13</b> | Les caractères d'identification d' <i>Anophele.sp</i>                                                             | <b>27</b> |
| <b>Figure 14</b> | La mortalité observée chez les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> traitées par le <i>Bti</i> (StatistixV8.0) | <b>29</b> |
| <b>Figure 15</b> | Les graphes de corrélation (dose/effet)                                                                           | <b>32</b> |

# Sommaire

---

## Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Introduction.....                                           | 01        |
| Matériel et méthodes.....                                   | 03        |
| <b>2.1. Présentation de la région d'étude Laghouat.....</b> | <b>03</b> |
| <b>2.1.1. Situation géographies.....</b>                    | <b>03</b> |
| <b>2.1.1.1. Les reliefs.....</b>                            | <b>03</b> |
| <b>2.1.1.2. Le sol.....</b>                                 | <b>04</b> |
| <b>2.1.1.3. Hydrographie.....</b>                           | <b>04</b> |
| <b>2.1.2. Les facteurs climatiques .....</b>                | <b>04</b> |
| <b>2.1.2.1. Les précipitations .....</b>                    | <b>04</b> |
| <b>2.1.2.2. La température.....</b>                         | <b>04</b> |
| <b>2.1.2.3. L'humidité.....</b>                             | <b>05</b> |
| <b>2.1.2.4. Le vent.....</b>                                | <b>05</b> |
| <b>2.1.3. Synthèse climatique.....</b>                      | <b>05</b> |
| <b>2.1.4. Indice d'aridité de De Martonne.....</b>          | <b>06</b> |
| <b>2.2. Description de modèle biologique.....</b>           | <b>08</b> |
| <b>2.2.1. Le vecteur.....</b>                               | <b>08</b> |
| <b>2.2.2. Les moustiques.....</b>                           | <b>08</b> |
| <b>2.2.2.1. Le corps du moustique.....</b>                  | <b>09</b> |
| <b>2.2.2.2. La Morphologie de moustique.....</b>            | <b>09</b> |
| <b>2.2.3. Cycle de développement des moustiques.....</b>    | <b>13</b> |

# Sommaire

---

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.3.</b> L'intérêt écologique, médical et vétérinaire des Culicidae.....              | 15 |
| <b>2.4.</b> Les Maladies vectorielles.....                                               | 16 |
| <b>2.4.1.</b> La lutte contre les maladies à transmission vectorielle.....               | 17 |
| <b>2.4.2.</b> Les différents moyens de lutte antivectorielle .....                       | 18 |
| <b>2.5.</b> Méthodologie de travail .....                                                | 19 |
| <b>2.5.1.</b> Echantillonnage.....                                                       | 19 |
| <b>2.5.2.</b> Technique d'élevage.....                                                   | 20 |
| <b>2.5.3.</b> L'identification des espèces récoltées.....                                | 21 |
| <b>2.6.</b> Présentation de <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Israelensis</i> .....  | 21 |
| <b>2.7.</b> Préparation des larves pour un essai de lutte .....                          | 22 |
| <b>2.8.</b> L'analyse statistique des résultats .....                                    | 22 |
| Résultats                                                                                |    |
| <b>3.1.</b> Présentations des espèces des Culicidae utilisées.....                       | 23 |
| <b>3.1.1.</b> Description des espèces inventoriées.....                                  | 23 |
| <b>3.3.2.</b> Phénologie des espèces des Culicidae.....                                  | 28 |
| <b>3.3.</b> Traitement insecticide sur les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> ..... | 29 |
| <b>3.3.1.</b> La mortalité observée .....                                                | 29 |
| Discussion .....                                                                         | 34 |
| Conclusion.....                                                                          | 38 |
| Référence bibliographique .....                                                          | 39 |
| Annexes.....                                                                             | 45 |

# Introduction

---

## Introduction

La place importante qu'occupent les moustiques dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces Arthropodes un matériel d'étude important pour les biologistes (Bendali, 2009 ; Messai et *al.*, 2010 ; Tine-Djebbar et *al.*, 2011).

Les *Culicidae* causent de graves préjudices tant à l'homme qu'aux animaux par leur rôle vecteurs potentiels de maladies infectieuses, tel que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la filariose et la peste équine. La morphologie du moustique aussi est en rapport directe avec leur mode de vie. Cet insecte comporte une écophase aquatique concernant les stades pré imaginaires (larves et nymphe) alors que les adultes ont une vie aérienne (Rioux, 1958).

Selon certains auteurs la famille des *Culicidae* est scindée en trois sous familles : *Anophelinae* qui comprend le genre *Anophèle*, *Culicinae* qui comprend les genres *Culex* et *Aédes*, *Toxorhynchitinae* qui comprend le genre *Toxorhynchite* (Gutsevich et *al* 1974).

Ce sont des hôtes intermédiaires de virus, protozoaires et filaires, pouvant par le caractère hématophage des femelles transmettre à l'homme et aux animaux domestiques et sauvages divers maladies ; le paludisme par les *Anophèles*, la fièvre jaune par les *Aédes*, la filariose lymphatique ainsi qu'un certain nombre d'affections virales notamment le virus West Nile par les *Culex* (Nuttal, 1997).

En Algérie les *Culicidae* se trouvent dans différentes parties : les *Aédes* tel *Aédes punctor* (Senevet, 1939), *Aédessa egypti*, propres aux villes côtières (Senevet et Anderlli, 1954), les *Anophèles* à Mozaia dans le massif de Tigimount, au Sud-Est d'Alger (Clastrier, 1941) et le *Culex* dans les zones urbaines et suburbaines (Senevet et Anderlli, 1956 ; Benbadji et Larrouy, 1957 ; Berchi, 2000, Merabti et Ouakid ,2011).

C'est dans le cadre de la lutte contre les vecteurs de ces maladies parasitaires que des quantités très importantes de larvicides sous forme de produits chimiques de synthèse sont utilisées pour lutter contre les larves du moustique. Cependant, en dehors de leur toxicité, certains produits chimiques utilisés dans cette lutte sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certains moustiques (OMS ,1999).

# Introduction

---

La lutte biologique est souvent considérée comme la solution idéale aux problèmes posés par les insectes. Son émergence, ces dernières années, est non seulement dictée par des considérations écologiques, mais aussi par des nécessités économiques et épidémiologiques. Les populations de vecteurs sont déjà considérablement régulées dans la nature par des agents biologiques, prédateurs ou parasites. Depuis 25-30 ans, nombre de ces agents ont été isolés et étudiés dans le but soit de les implanter dans les écosystèmes vectoriels, soit de les produire en masse pour les utiliser en campagne de lutte comme un insecticide chimique.

Parmi l'arsenal d'agents potentiels de lutte (bactéries, champignons, protozoaires et virus) identifiés au cours des 20 dernières années, les plus efficaces et les plus prometteurs sur le terrain se sont révélés être deux bactéries sporulantes appartenant au genre *Bacillus* (W.H.O., 1984) : *Bacillus thuringiensis* sérovariété *israelensis* (plus communément désigné sous le terme de Bti ou désormais de Bt-H14) et *B. sphaericus*.

Dans la région saharienne de Laghouat particulièrement, les études menées sur l'activité insecticide des extraits végétaux vis-à-vis des larves de moustiques sont très limitées, c'est pour cet effet qu'on a tenté à travers cette étude de tester l'effet de *Bti* sur les larves du quatrième stade des moustiques de l'espèce de *Culiseta longiareolta*

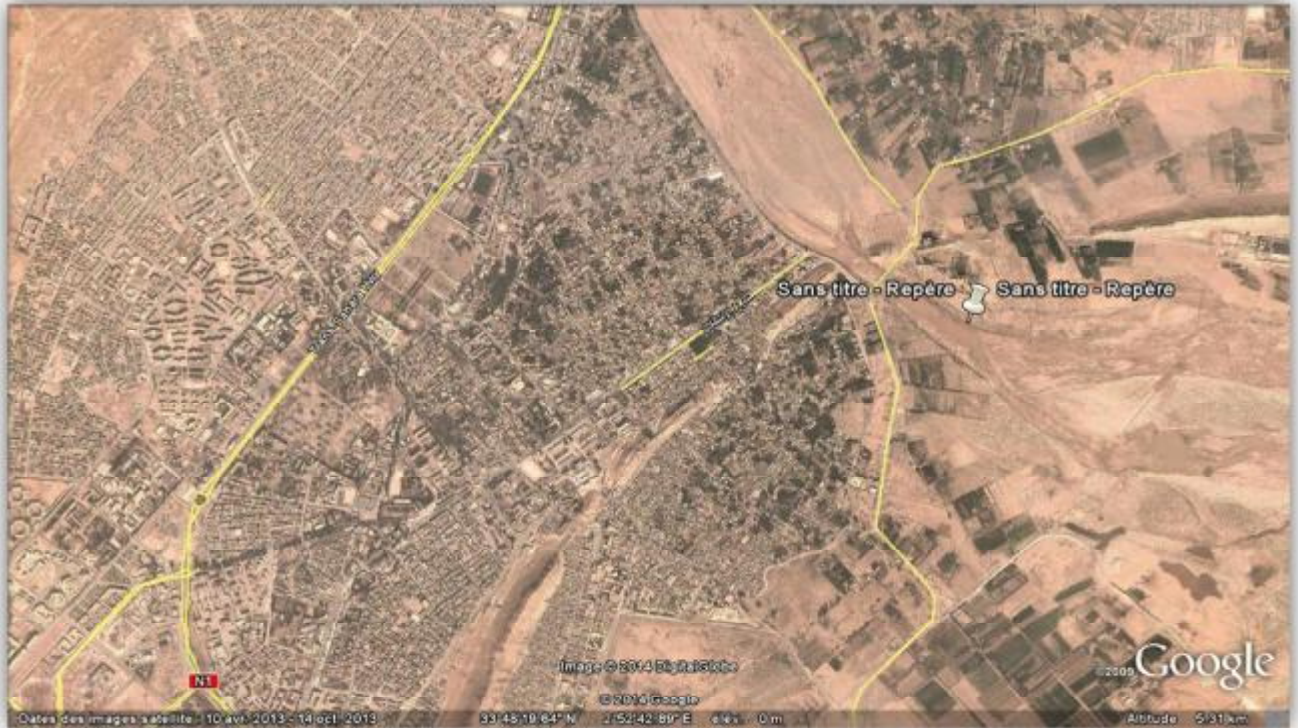
Notre manuscrit est divisé en trois parties, la première partie matériel et méthode qui s'intéresse par les caractéristiques de la région d'étude, le matériel biologique et la méthodologie de travail.

La deuxième partie présente les résultats menés, et une troisième partie qui présente une discussion générale des résultats.

## 2.1. Présentation de la région d'étude Laghouat

### 2.1.1 Situation géographiques

(Latitude Nord 33° 48' ET longitude EST de 02° 53') EST située en plain Centre du pays à 400km au sud de la capital Alger. Sa superficie totale est de 25052 Km<sup>2</sup>et elle est limitée au Nord-Est par la wilaya de Djelfa, à l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh, au Nord-Ouest par la wilaya de Tiaret et vers le sud par la wilaya de Ghardaïa (D.P.S.B,2012) (Cf. figure 01).



**Figure 01** : Situation géographique de la région Laghouat, Altitude de prise de vue : 898,76Km.  
(Google Earth, 2014).

#### 2.1.1.1. Les reliefs

La wilaya de Laghouat est traversée par la chaîne de l'Atlas Saharien avec des sommets qui dépassent les 2 000 mètres (Djebel Amour ; 2 200 mètres) et des altitudes allant de 1000 à 1700 m avec des pentes de 12,5 à 25 % dans la zone Nord-Ouest de la région (Aflou et Brida). Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha ainsi que de pacages et de parcours d'une superficie globale de 1.531.766 ha. Les hauts plateaux dans cette région sont constitués de vastes étendus steppiques (une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées) d'une superficie de 1 900 000 ha (D.P.S.B, 2012).

### **2.1.1.2. Le sol**

Les sols de Laghouat ont une texture légère, ils sont recouverts dans les espaces non cultivés de végétation d'alfa et d'armoise. Au Sud, les sols sont souvent sableux avec la présence des dunes. Au Nord, les sols sont plus structurés et plus lourds avec une proportion d'argile qui les constitue. (D. P. A. T, 2010).

### **2.1.1.3. Hydrographie**

Dans la région de Laghouat, les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien, leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oued sont : l'Oued M'Zi, l'Oued Touil et l'Oued Medsous. (D.P.S.B, 2012). Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50% ne sont plus fonctionnels (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

### **2.1.2. Les facteurs climatiques**

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, vent, reliefs et nature du sol (Dajoz, 2006).

#### **2.1.2.1. Les précipitations**

La région de Laghouat a une précipitation faible, elle varie entre 5,11 à 27,85. Les mois les plus arrosés sont septembre et octobre pour les deux régions (respectivement 27,85 ; 24,94mm) et les mois les moins arrosés sont juillet et février pour la région de Laghouat par contre les mois les moins arrosés de la région de Djelfa sont juillet et juin.

#### **2.1.2.2. La température**

La température est considérée comme étant le facteur le plus important agissant sur la répartition géographique de la flore et de la faune ainsi que sur leurs comportements.

Elle conditionne de ce fait les différentes activités de la totalité des espèces et des communautés vivant dans la biosphère. La variation de la température agissant aussi sur le comportement des différentes espèces d'invertébrés et de vertébrés (Dajoz, 1996).

La température moyenne annuelle de la région de Laghouat est de 18,83°C, avec une température minimale ; 7,91°C en janvier pour le mois le plus froid, et une température maximale ; 32,25°C en juillet pour le mois le plus chaud.

### 2.1.2.3. L'humidité

Selon Dreux (1980), l'humidité dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, la température, les vents et la morphologie de la station considérée (Faurie et *al*, 1980).

L'humidité moyenne annuelle de la région de Laghouat est de 54,12% avec d'énormes fluctuations passant de 31,4% à 75,3%. Alors que dans la région de Djelfa la moyenne annuelle enregistrée est de 59,9% avec un maximum de 81,8% et un minimum de 34,6%.

### 2.1.2.4. Le vent

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Il a une action très marquée sur la répartition de certaines espèces et sur leurs activités qui peuvent être gênées (Ramade, 1984). Dans nos régions, les vents dominants sont généralement orientés ouest-nord-ouest en saison humide (automne, hiver, début de printemps), alors que les vents secs et chauds du sud (siroco) se manifestent surtout pendant la saison chaude et même dès le début du printemps (Pouget, 1980).

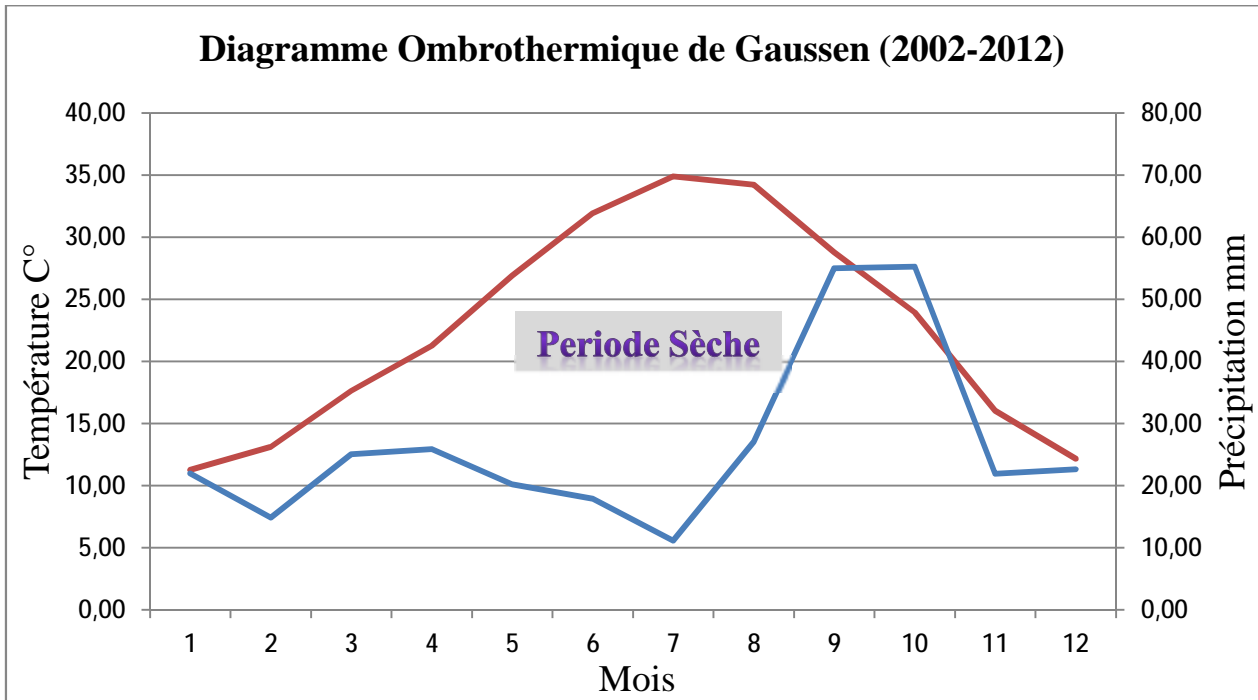
La vitesse moyenne annuelle du vent de la région de Laghouat sur 10 ans est de 3,63 m/s, avec des valeurs maximales enregistrées durant les mois d'Avril et Mars respectivement de 4,87 m/s, et 4,14 m/s.

### 2.1.3. Synthèse climatique :

Selon Dajoz (2006), la pluviométrie et la température sont les éléments les plus importants pour le développement des êtres vivants, il serait donc intéressant d'utiliser ces deux principaux facteurs climatiques pour construire le diagramme Ombrothermique de Gaussen.

- **Diagramme ombrothermique de Gaussen :**

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de comparer, mois par mois, la température et la pluviométrie. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviométrie, exprimée en (mm), est inférieure au double de la température, exprimé en (C°) (Dajoz, 2006). Le diagramme ombrothermique de la région de Laghouat révèle que la région est caractérisée par une période sèche qui s'étale durant toute l'année (figure 02).



**Figure 02 :** Diagramme de GAUSSEN (Laghouat 2002-2012)

### 2.1.4. Indice d'aridité de De Martonne

D'après Beltrando (2011), le climatologue de De Martonne, (1923), proposa le premier indice d'aridité (I) basé sur le rapport de la somme annuelle des précipitations moyennes (P) en (mm) à la température moyenne annuelle (T) en C° à laquelle on ajoute 10 : il est donné par la formule suivante :  $I = P / (T + 10)$ .

L'indice d'aridité de la région de Laghouat est égale à 5,86, le climat est très sec, alors que l'indice d'aridité de la région de Djelfa est égale à 12,14, le climat est donc sec.

- **Climatogramme pluviothermique d'Emberger :**

C'est un quotient pluviométrique pour la région méditerranéenne (Dajoz, 2006). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique  $Q_2$  en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses.

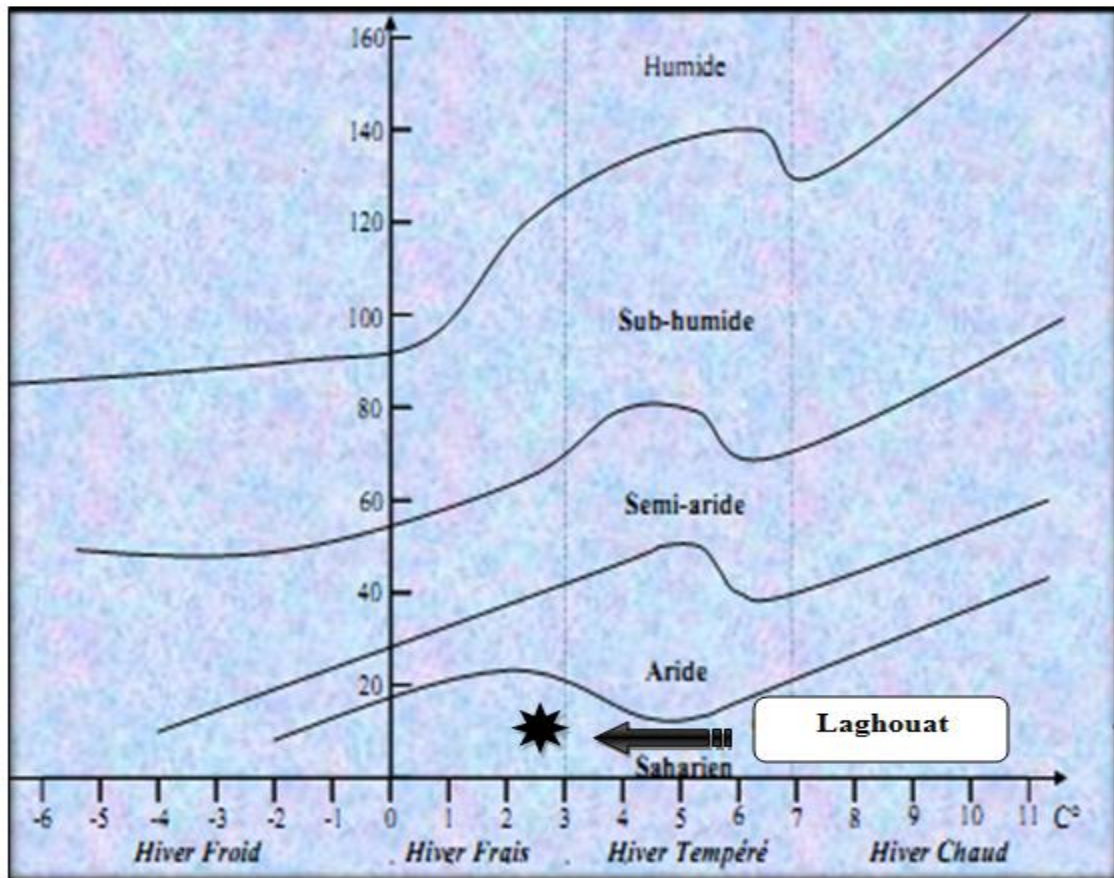
Il est défini par la formule simplifiée suivante :

$$Q_2 = 3,43 \times \frac{P}{M - m}$$

$Q_2$  : quotient pluviométrique ; P : moyenne des précipitations annuelles en mm M : moyenne des maximums du moi le plus chaud ; m : moyenne des minimums du mois le plus froid.

## Matériel et méthodes

Le quotient pluviométrique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 2006). D'après le climatogramme (Figure 3), le Q2 de la région de Laghouat est de 15,0 appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver frais.



**Figure 03** : Climatogramme pluviométrique d' Emberger de la région de Laghouat.

### 2.2. Description de modèle biologique

#### 2.2.1. Le vecteur

Le vecteur est par définition un arthropode hématophage qui, à l'occasion de relations écologiques, acquiert un agent pathogène et assure, par son comportement, la transmission biologique active (ou mécanique) de l'agent pathogène d'un hôte vertébré à un autre (Rodhain, 1985).

Parmi les 14600 espèces d'arthropodes hématophages effectuant plus ou moins régulièrement des repas de sang sur des vertébrés, y compris l'homme, seulement 2 à 3 % seraient des vecteurs de maladies de l'espèce humaine ou d'animaux domestiques (Ribeiro, 1995).

Les vecteurs interviennent de manière indispensable dans le cycle des pathogènes. La distribution des maladies à transmission vectorielle est ainsi restreinte à la distribution spatiale des vecteurs et des hôtes (Kitron, 1998).

#### 2.2.2. Les moustiques

Les moustiques sont des insectes de l'ordre des Diptères (deux ailes), du sous-ordre des Nématocères (antennes longues), et de la famille des *Culicidae* (corps fusiforme recouvert d'écailles). On dénombre plus de 3000 espèces de moustiques à travers le Monde, dont une centaine de vecteurs. Seuls les moustiques femelles peuvent être vecteurs de maladies puisqu'elles sont, à la différence des mâles, hématophages : les repas de sang sont nécessaires à la maturation de leurs œufs (Goislard.2012).

### 2.2.2.1. Le corps du moustique

Le corps du moustique se compose de trois parties qui sont la tête, le thorax et l'abdomen.

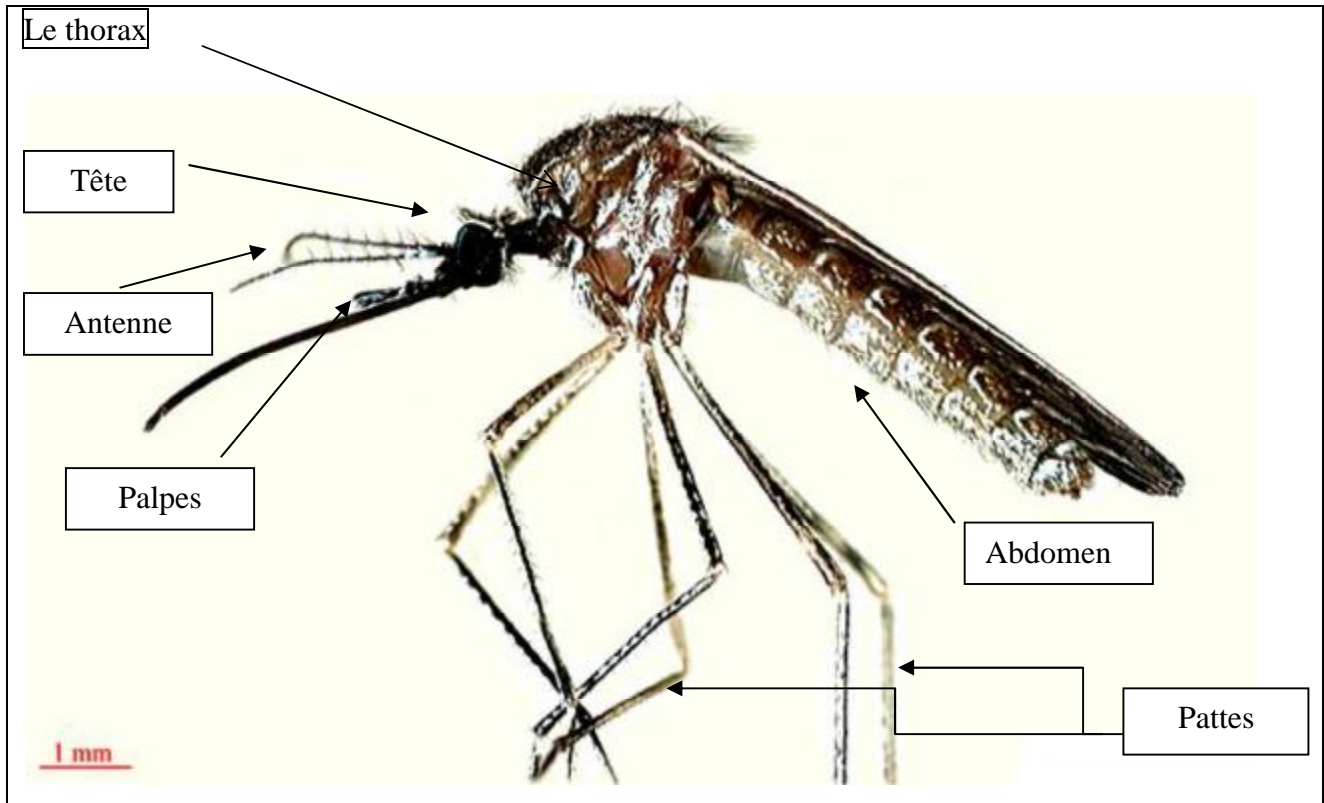


Figure 04 : Corps d'un moustique.

### 2.2.2.2. La Morphologie de moustique :

#### a- Les 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. 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. Selon (Holstein.1949), La couche externe de l'œuf porte des expansions latérales ou apicales caractéristiques des genres et espèces. Les œufs d'*Anophèles* sont pondus isolément 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 (Boulkenafet.2006).

### b- Les larves :

Les larves de moustique ressemblent à des vers et sont dépourvues de pattes et d'ailes. Les larves ont une croissance discontinue et subissent 4 mues, lui permettant de passer d'environ 2 à 12 mm du dernier sort une nymphe. Les larves sont le plus souvent détritiphages mais certaines sont prédatrices ou même cannibales. Elles se déplacent par saccades et se nourrissent généralement par filtration, soit à la surface, soit au fond du gîte larvaire.

#### § Les larves d'*Anophèles* :

- les larves d'anophèles respirent directement l'air extérieur par des stigmates dorsaux, ce qui leur impose une position de repos parallèle à la surface de l'eau.

#### § Les larves d'*Aedes* et de *Culex* :

- les larves d'*Aedes* et de *Culex* respirent par un siphon situé à l'extrémité de l'abdomen et sont donc obliques par rapport à la surface de l'eau (Anonyme. 2014)

### c- les nymphes :

Les transformations qui permettent au moustique de passer du milieu aquatique au milieu terrestre débutent à la fin du développement larvaire par la lyse des muscles et se poursuivent chez la nymphe par l'élaboration d'un système totalement nouveau. Ce stade est de courte durée : 24 à 48 heures (Anonyme. 2014).



**a- Nympe d'aedes b-Nympe d'anophèle**

**Figure 05** : différents types des nymphes (Anonyme. 2014)

Les nymphes qui ont la forme d'une virgule, restent généralement à la surface de l'eau mais plongent lorsqu'elles sont dérangées, en déployant et repliant l'abdomen terminé par deux palettes

## Matériel et méthodes

---

natatoires. Elles ne peuvent pas se nourrir et elles respirent à l'aide de deux trompettes situées sur le céphalote thorax et non au bout de l'abdomen comme chez la larve.

Au moment de l'émergence de l'adulte, la cuticule se fend longitudinalement. L'adulte se gonfle d'air et s'extrait de l'exuvie à la surface de l'eau (Anonyme. 2014).

### **d- L'adulte :**

Le corps est composé de 3 parties la tête : le thorax et l'abdomen. L'exosquelette est composé de plaques rigides 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) (Rioux. 1958).

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 :

- Ø De 3 pièces impaires qui sont de haut en bas : l'épi pharynx, l'hypo pharynx et Le labium.
- Ø 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 secoue. 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

## Matériel et méthodes

---

ou 4 articles. Elles sont de même longueur que la trompe; chez les mâles, l'extrémité distale est aplatie on 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 pré scutum, scutum 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, radio médiane, médio cubitale). 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(Boulkenafet.2006).

### **- 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° des segments VIII. IX et X. Ce phénomène décrit par Christopher en 1915 apparaît entre la 12ème et la 24ème heure, après l'éclosion. Ainsi l'orifice anal devient ventral, Tandis que l'orifice génital devient dorsal.

Le IX ème 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 ème segment est transparent (Anonyme. 2004).

### 2.2.3. Cycle de développement des moustiques :

#### **Phase aérienne :**

Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions végétales. Pourtant, une fois fécondées, 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). Selon Iroko (1994), le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud.

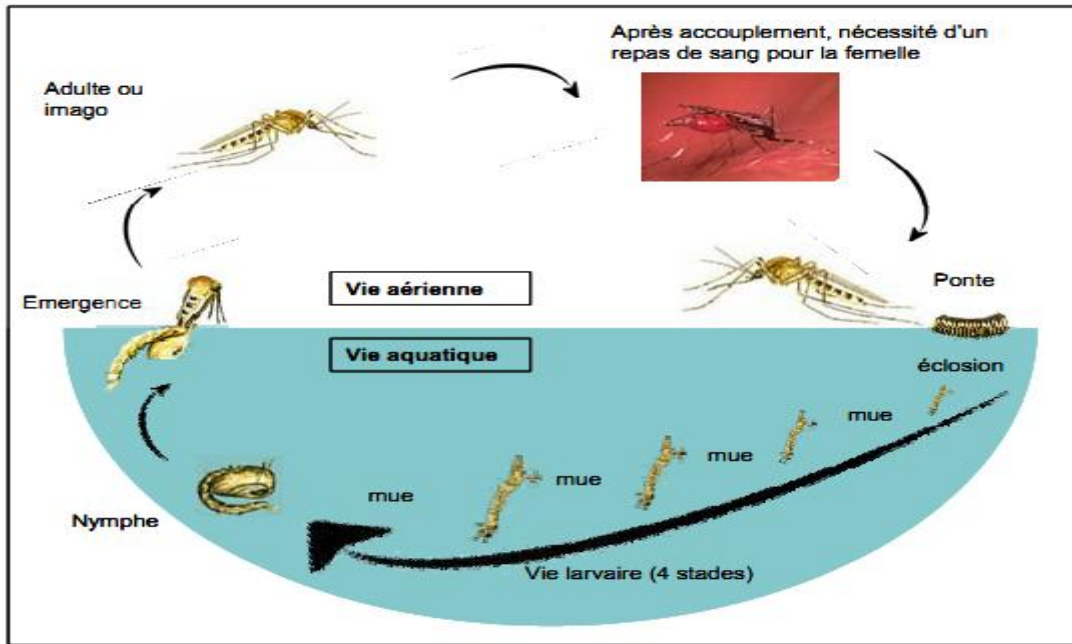
#### **Phase aquatique :**

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 à trois jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm (Rodhain et Perez, 1985).

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 à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe: c'est la nymphose (Guillaumot, 2006). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un à cinq jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée.

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (Rodhain et Perez, 1985).



**Figure 06:** Cycle de vie des Moustiques (Boyer. 2006).

### **2.3. L'intérêt écologique, médical et vétérinaire des Culicidae :**

Les Culicidae ont une grande importance tant médicale vétérinaire. Ils sont impliqués dans la transmission du paludisme, de la fièvre jaune et de la dengue, des nombreuses encéphalites arbovirales, divers filarioses (Rodhain et Perez., 1985).

#### **Le Paludisme :**

Le paludisme appelée aussi malaria, est une maladie infectieuse due à un parasite du genre plasmodium propagée par la piqueur des certaines espèces des moustiques Anophèles Avec plusieurs centaines des millions des personnes malades chaque année et entre un et trois million des décès par année, le paludisme concerne majoritairement les enfants de moins cinq et les femmes enceintes, 80 % des cas sont enregistrés en Afrique subsaharienne (Anonyme c .2010).

#### **La dengue :**

La dengue, anciennement appelée « grippe tropical » ou « le petit paludisme » est une infection virale, est transmise à l'homme par l'intermédiaire des moustiques « Aedes Egypti » et en des rares cas « Aedes Albopictus ». On la trouve en Asie du sud, en Afrique, en Polynésie Française et surtout l'Amérique du sud.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime 50 à 100 millions des personnes sont infectées dans le monde chaque année, entre 200,000 et 500,000 personnes souffrent de la forme hémorragique, qui tue 20 000 personnes par année (Anonyme d. 2010).

#### **La Fièvre jaune :**

La fièvre jaune, parfois appelée « vomir noir » ou « peste américaine » est une maladie virale aiguë, transmise d'homme à homme par piqueur d'un moustique de l'espèce « Aedes Egypti », Elle se tire son nom jaunissement de la peau et des yeux (jaunisse) qui servent lorsque le virus attaque le foie, on les retrouve dans les zones intertropicale d'Asie et D'Amérique et quelque cas a été noté dans les ports des pays tempérés (Schaffner.2004).

#### **La filariose :**

La filariose canine est causé par un helminthe (ver), les moustiques injectent les larves de ce ver qui se fixent sur la paroi du cours pour terminer son développement, là ils perturbent la circulation sanguin ce qui entraîne la mort du chien (Anonyme. 2010).

### 2.4. Les Maladies vectorielles :

Les maladies à transmission vectorielle (Tableau) maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré : homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (insecte, tique) hématophage. Ces maladies, notamment les maladies humaines comme le paludisme ou la dengue, contribuent de façon majeure à l'impact global des maladies dans le monde (OMS, 2004). La production animale est également souvent sérieusement affectée par des maladies vectorielles comme la trypanosomose animale, la fièvre de la vallée du Rift ou la fièvre catarrhale du mouton (OIE, 2003).

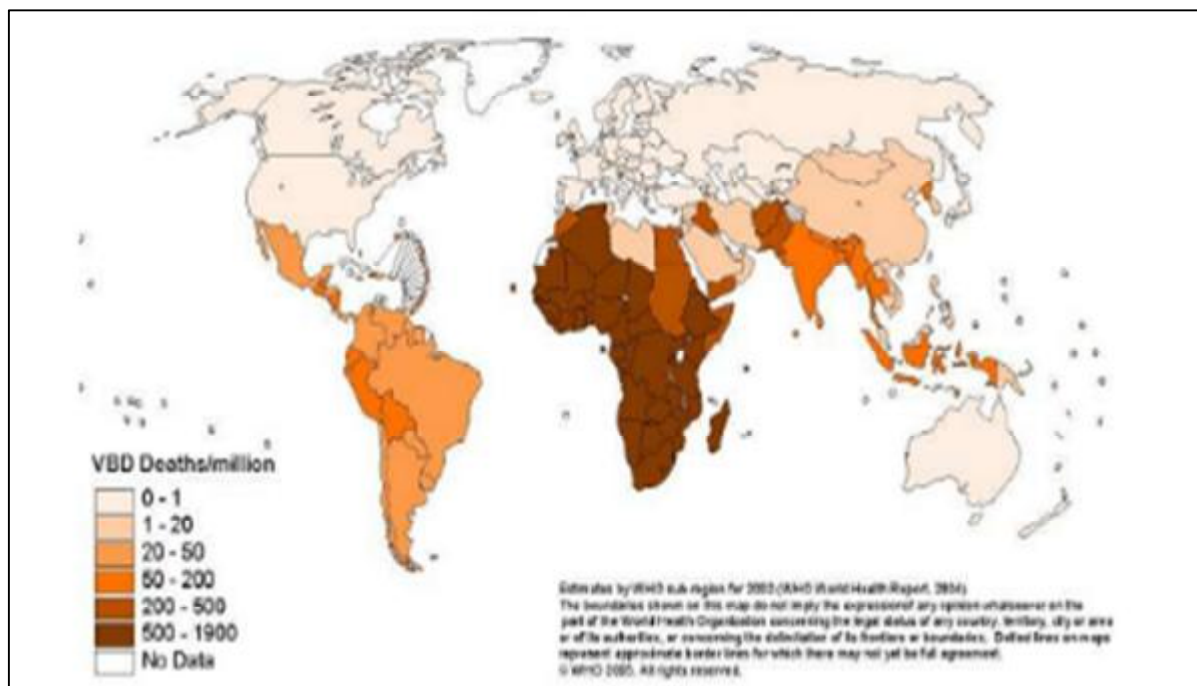
Ces maladies ont ainsi des effets non seulement sur la santé mais également sur le développement socio-économique des pays touchés.

D'autre part, aujourd'hui, nombre de maladies émergentes du fait notamment des changements écologiques tels le réchauffement climatique et la modification des écosystèmes, sont des maladies à transmission vectorielle. En effet, ces maladies sont particulièrement sensibles aux changements écologiques susceptibles de modifier l'aire de répartition de certains pathogènes et/ou vecteurs et de favoriser la propagation de la maladie.

Ainsi, le contrôle des maladies vectorielles constitue aujourd'hui un enjeu majeur. Ce contrôle passe par la compréhension des mécanismes de transmission de la maladie, qui sont généralement complexes du fait du mode de transmission indirect des maladies à transmission vectorielle faisant intervenir de nombreux acteurs : plusieurs vecteurs impliqués dans le cycle de transmission, éventuellement plusieurs hôtes, ou la présence d'un réservoir (population, vertébrée ou invertébrée), assurant le maintien de l'agent infectieux dans la nature (Rodhain *et al*, 1985).

**Tableau 1** : Maladies transmises par des moustiques (OMS, 1999).

| Vecteurs (Culicidés) | Moustiques       | Maladies                                                                         |
|----------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                      | <i>Anopheles</i> | Paludisme, filariose lymphatique                                                 |
|                      | <i>Culex</i>     | Filariose lymphatique, encéphalite japonaise, autres viroses                     |
|                      | <i>Aedes</i>     | Fièvre jaune, dengue, dengue hémorragique, autres viroses, filariose lymphatique |
|                      | <i>Mansonia</i>  | Filariose lymphatique                                                            |



**Figure 07.** Mortalité attribuée aux maladies à transmission vectorielle (OMS, 2004).

### 2.4.1. La lutte contre les maladies à transmission vectorielle :

La lutte contre les maladies à transmission vectorielle nécessite une approche intégrée dirigée à la fois contre les pathogènes et contre les vecteurs. Aujourd'hui deux méthodes complémentaires de lutte sont développées :

1 - la réduction de la charge parasitaire à travers le dépistage et/ou le diagnostic afin de mettre en place un traitement adapté chez les personnes infectées.

2 - la réduction des populations de vecteur et du contact homme-vecteur à travers la lutte anti-vectorielle (Poinignon, 2008).

#### **Objectif :**

La lutte anti vectorielle s'appuie sur des méthodes qui diffèrent selon les vecteurs et selon les contextes épidémiologiques et socio-économiques. Elle inclut la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte physique, l'action sur l'environnement, l'éducation sanitaire, la mobilisation sociale et l'évaluation permanente de toutes ces méthodes. Son objectif aussi est de contribuer, au côté d'autres actions de santé publique, à minimiser les risques d'indemnisation (installation durable d'une maladie dans une région) ou d'épidémisation, à diminuer la transmission d'agents pathogènes par des vecteurs, à gérer les épidémies de maladies à vecteur, le tout dans un cadre stratégique

formalisé ;L'objectif général de cette lutte est donc la réduction de la morbidité due aux maladies à transmission vectorielle, par la mise en œuvre d'objectifs spécifiques :

- Ø Eliminer autant que possible les sites de développement larvaire des vecteurs.
- Ø Réduire l'abondance et la longévité des vecteurs.
- Ø Réduire le contact humain-vecteur (Cnev.2012).

### **2.4.2. Les différents moyens de lutte antivectorielle :**

L'objectif principal de la lutte antivectorielle est la diminution de la morbidité et de la mortalité palustre grâce à l'abaissement du taux d'inoculation entomologique. L'inoculation nécessitant la présence du vecteur infecté, les méthodes actuelles visent principalement la réduction du contact homme vecteur, la densité du vecteur et la durée de vie du vecteur adulte (OMS, 2004a).

#### **a- Lutte biologique**

L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement par l'utilisation de forces naturelles animées ou inanimées (OMS, 1974).

La lutte biologique consiste à introduire dans le biotope des moustiques, des espèces qui sont leurs ennemis, tels que microorganismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques ; les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques et les poissons larvivores.

#### **b- La lutte physique**

Par l'expression très générale d'action physique on entend toute modification intentionnelle du milieu qui vise soit à faire disparaître ou réduire par des moyens physique les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent, soit à provoquer des modifications physique du milieu qui rendent l'eau impropre à la reproduction des moustiques.

L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux, d'aménagement de l'écoulement ou de modification physique par d'autres moyens (OMS ,1974).

#### **c- La lutte chimique**

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimique de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustiques.

Les composés utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent

## Matériel et méthodes

par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (Philogene, 1991).

### 2.5. Méthodologie de travail :

#### 2.5.1. Echantillonnage :

Notre travail consiste à recenser durant la période allant de Décembre à Mai 2015, les populations (larves et adultes) des Culicidae provenant de différentes stations afin d'avoir une idée globale sur la faune Culicidienne de cette région.

Les prélèvements et l'échantillonnage des individus ont été faits en deux sites différents le premier site dont la région de Tadjrouna (Baraje de Lelmaya 120 km Sud-Ouest de chef lieu de la Wilaya) avec une position géographique  $33^{\circ}25'32.28''$  N et  $1^{\circ}59'56.63''$  E, alors que l'Altitude est de l'ordre de 914 m. Pour le deuxième site Laghouat (fontaine d'université Amar Thelidji) avec une position géographique  $33^{\circ}47'40.08''$  N et  $2^{\circ}50'53.63''$  avec une Altitude de 765m.

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



**Figure 08** : Site d'El Maia (Tadjrouna) (google Earth., 2015)



**Figure 09** : Site de Laghouat (google Earth., 2015).

### 2.5.2. 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 dates, 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 (Trari, 2001). Lorsque les conditions sont défavorables, on n'atteint pas l'étape d'accouplement.



**Figure 10** : l'élevage des larves pour atteindre les stades utilisés à l'identification (originale 2015)

### 2.5.3. L'identification des espèces récoltées

Seules les larves ayant atteint le quatrième stade font l'objet d'une identification fiable. Les larves sont conservées l'alcool éthylique à 70° glycérimé.

Les échantillons font l'objet d'un éclaircissement par le KOH, après lavage à l'eau distillée puis on procède au montage entre lame et lamelle avec une goutte de la glycérine enfin on observe la lame préparée sous microscope optique à différents objectifs.

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

### 2.6. Présentation de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

C'est en Israël qu'à l'été de 1976 une bactérie démontrant des propriétés hautement larvicides pour les moustiques fut découverte dans une petite mare du désert du Néguev, au cours d'un inventaire des parasites et des pathogènes naturels de ces insectes (Goldberg et Margalit 1977).

Le *Bacillus thuringiensis* est un bacille à Gram positif, aérobie 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.

Ces bactéries forment au cours de leur phase de sporulation, une ou plusieurs inclusions parasporales ou "cristaux" toxiques pour les larves aquatiques de plusieurs espèces de moustiques et de simulies après ingestion. Ces cristaux contenant les endotoxines constituent le principe actif de ces bio-insecticides.

Les larves se nourrissent en filtrant l'eau et ingèrent indistinctement toute particule en suspension de taille inférieure à 100-150 nm (Dadd, 1971). Les spores des bactéries entomopathogènes ingérées de cette façon s'accumulent dans l'intestin des larves. Les cristaux sont alors digérés, ce qui entraîne la libération des endotoxines provoquant à terme la mort de la larve.

La bactérie *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) produit des toxines très actives pour tuer, après ingestion les larves. Elle est sans danger pour les autres insectes, poissons, homme et animaux supérieurs aux doses normales et suivant la formulation employée, peut être utilisée dans les eaux d'irrigation des cultures vivrières et dans les eaux de boisson (OMS , 2003)

### 2.7. Préparation des larves pour un essai de lutte :

Dans le but d'un essai de lutte par des insecticides, on prépare quatre récipients de 200 ml contenant chacune 100 ml d'eau de pluie ou eau de source, et dans chaque récipients on introduit 20 larves de stade L4 du *Culiseta longiareolata*. Après des essais préliminaires, nous avons déterminé six doses à administrer aux larves de L4 (0,05 mg/l ; 0,1 mg/l ; 0,2 mg/l ; 0,5 mg/l, 1 mg/l et 2 mg/l) chaque dose est appliquée à 3 répétitions dans trois récipients différents, avec un lot témoin sans traitement. Après 24, 48 et 72 heures de traitement, on note toute mortalité ou malformation apparue par rapport au témoin.

### 2.8. L'analyse statistique des résultats :

La variable mesurée correspond au taux de mortalité des larves. Les taux de mortalité sont corrigés par la formule d'ABBOT (1925) qui permet de connaître la toxicité réelle de l'insecticide. Les différents taux subissent une transformation angulaire d'après les tables établies par Bliss (FISHER et YATES, 1938). Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à un seul critère de classification, Le calcul de la plus petite différence significative (p.p.d.s) permet le classement des différentes concentrations utilisées.

Afin de caractériser le pouvoir insecticide des molécules utilisées, nous avons déterminé, la dose létale 50 % (DL 50) ou sa dose d'inhibition de 50 % (DI 50). 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. Le test  $\chi^2$  permet un bon ajustement de la droite. A l'aide de la courbe, on détermine toutes les doses remarquables, selon les procédés mathématiques de FINNEY (1971). La méthode de SWAROOP (1966), permet le calcul de l'intervalle de confiance de la DL50 et de la DI 50.

## Matériel et méthodes

---

Formule d'ABBOT :

$$X - Y/X \times 100$$

X= Nombre de vivants dans le lot témoin

Y= Nombre de vivants dans le lot traité

Le paramètre Slope, noté S est donné par la formule :

$$S = DL84/DL50 + DL50/DL16 / 2$$

La limite supérieure de la DL50 =  $DL50 \times \sqrt[2]{DL50}$

La limite inférieure de la DL50 =  $DL50 / \sqrt[2]{DL50}$ . ( $\sqrt[2]{DL50} = S^{2,77} / \sqrt{N}$ ).

La limite supérieure de la DL90 =  $DL90 \times \sqrt[2]{DL90}$

La limite inférieure de la DL90 =  $DL90 / \sqrt[2]{DL90}$ . ( $\sqrt[2]{DL90} = S^{2,77} / \sqrt{N}$ ).

## Résultats

### 3.1. Présentations des espèces des *Culicidae* utilisées :

Les espèces inventoriées dans 2 sites prospectées sont mentionnées dans le tableau 02.

**Tableau 02** : Liste des espèces inventoriées.

| Espèces                       | Site EL MAIA<br>(TADJROUNA) | Site Laghouat (bassin<br>d'irrigation) |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
| <i>Culiseta longiareolata</i> | +                           | +                                      |
| <i>Culex Pipiens</i>          | +                           | +                                      |
| <i>Anophelessp</i>            | +                           | -                                      |

D'après le tableau 02, on peut dire que pendant la période de six mois presque, on a pu déterminer la présence des trois espèces dans le site de El Maia (Tadjrouna) dont *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* et *Anopheles sp.* Pour le site de Laghouat, on a signalé la présence des deux espèces seulement (*Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*).

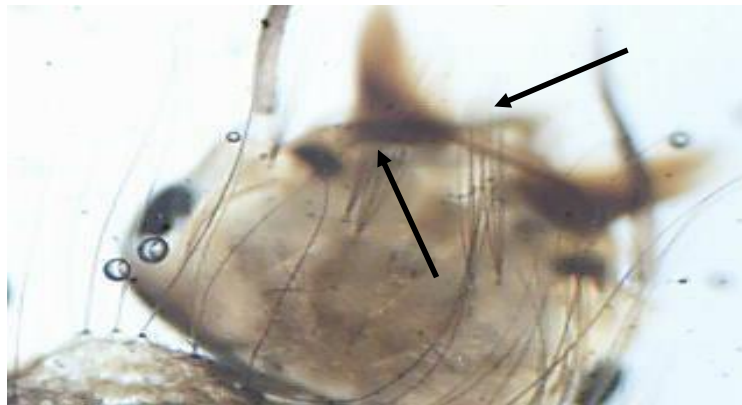
#### 3.1.1. Description des espèces inventoriées

- *Culex pipiens* (linné, 1758)

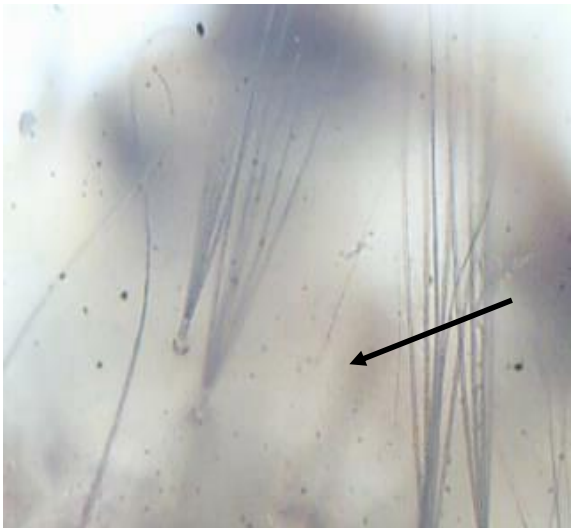
C'est une espèce multivoltine, très abondante, pendant les mois d'été et d'automne. Les imagos femelles hivernent dans les caves, étables, grottes et autres abris naturels.

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)

## Résultats



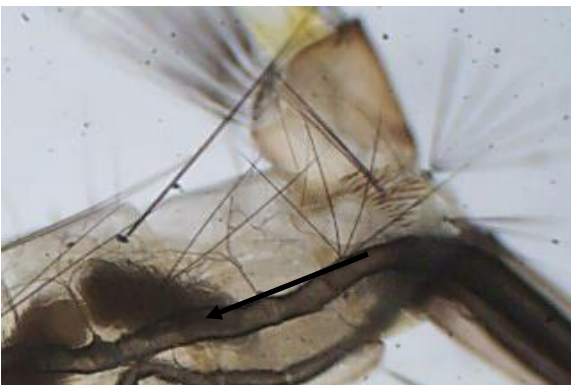
**A : (Gr × 40)**



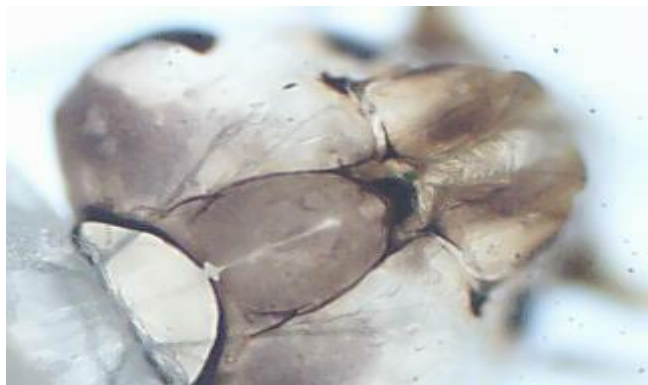
**B: (Gr × 100)**



**C : (Gr × 40)**



**D: (Gr × 40)**



**E : (Gr × 40)**

**Figure 11 : A :** Aspect générale de la tête et le nombre des branches des soies 5-C et 6-C **B :** forme de soie 4-C de la tête. **C :** la forme et la position des soies Antennaire **D :** nombre de branche de la soie abdominale 6-VI. **E :** la suture hypostomale et mentum

## Résultats

---

- *Culiseta longiareolata* (Macquart, 1838)

L'identification de cette espèce ne présente pas de difficultés ; ses antennes non spéculées et son siphon court, presque conique, sont caractères très originaux.

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

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

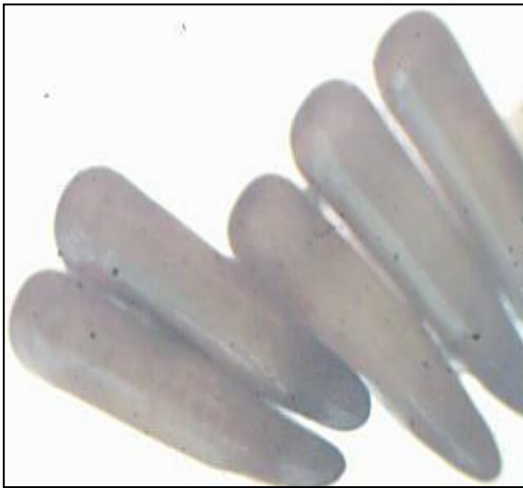
Les larves sont carnivores et peuvent hiverner mais sans subir de vraie diapause. Au Maroc, elles sont présentes de l'automne au printemps et le développement larvaire dure entre 2 et 8 semaines selon la température.

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

*Culiseta longiareolata* ne pique pas l'homme et son rôle de vecteur de parasitoses humaines ne peut être que des plus réduits. En Algérie, Senevet & Andarelli ; 1959. relatent une variation du cycle annuel d'une région à l'autre : dans le Tell, l'espèce est présente toute l'année, avec un maximum au printemps ; sur les hauts plateaux, elle abonde surtout en automne, alors que dans les régions sahariennes, elle est plutôt hivernale et printanière.

## Résultats

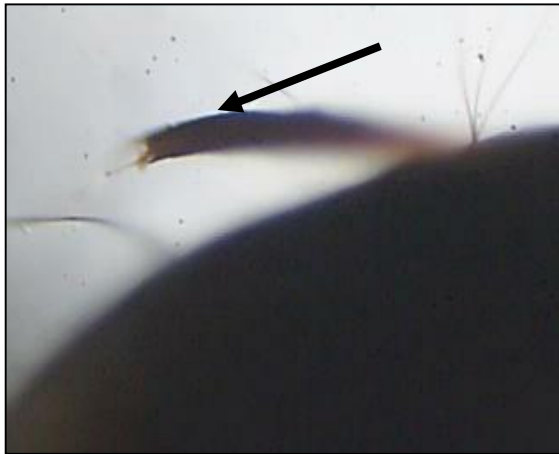
---



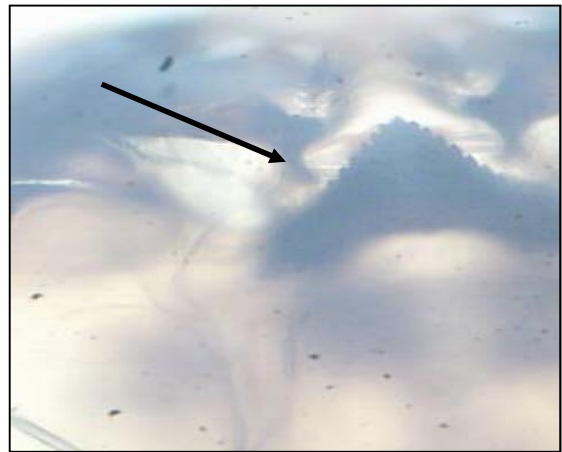
**A : (Gr × 40)**



**B : (Gr ×40)**



**C : (Gr × 100)**



**D : (Gr ×40)**

**Figure 12 :A : la forme des Œufs. B : la position basale des soies siphonique. C : forme soie antennaire. D : les dents du mentum (original)**

## Résultats

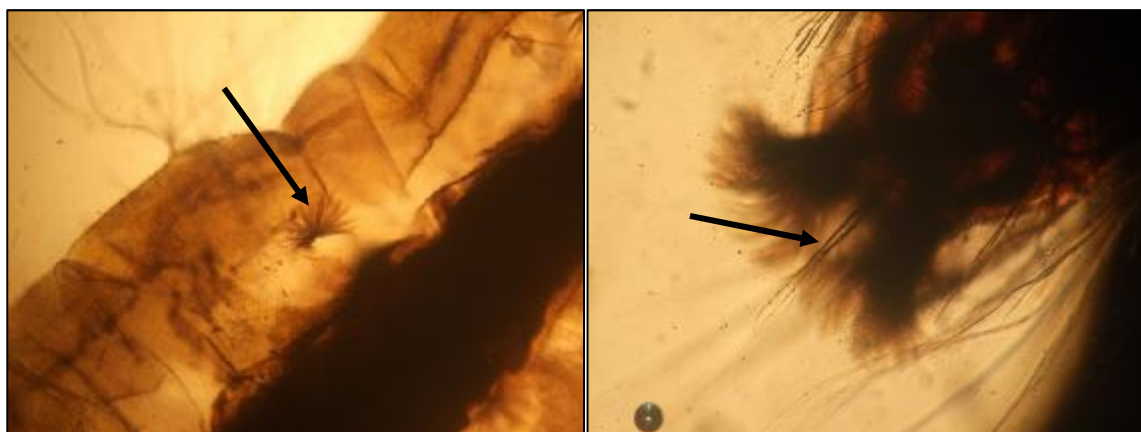
- *Anophele.sp* :

L'identification des larves a été confirmée par la clé de Bruhnes, 2001. Les spécimens inventoriés du site de El Maia ont été récupérés le début du mois de Avril. L'identification de la sous famille a été facile, à cause de l'absence du Siphon respiratoire. La présence des taches verte au niveau de l'abdomen est signalée pendant les premières observations des larves. D'un point de vue systématique, le point d'insertion de la soie 1-A est basale, multifide des branches.

La soie 2-C est articulée seulement à l'extrémité alors que la 3-C est ramifiée en buisson. Le nombre des soies 9-C de la tête est de l'ordre de cinq et plus. On a observé aussi qu'il y'a une seule plaque accessoire sur le segment V abdominale. La répartition des soies palmées est commencée du troisième au septième segment abdominale.

A cette étape et avec ce clé, on n'a pas pu aboutir l'espèce, par ce qu'il nous reste certains caractères méconnus reste à confirmer soit avec d'autres clés ou bien avec d'autres techniques d'identification comme le PCR (polymerase chain reaction).

Les gîtes de cette espèce sont des petites fuites d'eau résultant des ruissèlements des eaux de Baradje de Terdjrouna. La qualité de l'eau est propre, des gîtes ombrés, faune associée quelques invertébrés benthiques tels que les larves des libellules.



**A: (Gr × 40)**

**B: (Gr × 40)**

**Figure 13:** **A** la soie palmée. **B** la soie antennaire 1-A

## Résultats

### 3.3.2. Phénologie des espèces des Culicidae :

La détermination des phénogrammes des espèces des Culicidae est établie selon nos observations qui découlent de 6 mois. Cette phénologie est représentée dans le tableau 03. L'apparition et la disparition des trois 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'autre peuvent disparaître pendant un temps puis réapparaître.

**Tableau 03 :** Phénogramme des espèces de Culicidae dans la région de Laghouat (Décembre 2014-Mais 2015)

| espèces                       | Décembre | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai |
|-------------------------------|----------|---------|---------|------|-------|-----|
| <i>Culiseta longiareolata</i> | ■        | ■       | ■       | ■    | ■     | ■   |
| <i>Culex Pipiens</i>          |          |         |         | ■    | ■     | ■   |
| <i>Anopheles sp</i>           |          |         |         |      | ■     | ■   |

D'après le tableau 03, on a signalé que le *Culiseta longiareolta* a été identifié pendant les six mois d'étude (allant de Décembre à Mai).

La deuxième espèce *Culex pipiens* a été inventoriée pendant trois mois (Mars, Avril et Mai). Par contre il y'a que deux mois ou' l'*Anopheles sp* a été signalée.

La répartition temporelle des espèces inventoriés est mériteras d'être confirmé, par ce que peut être les périodes de prélèvement ne coïncide pas avec les vais limites de cycle de vie de ceux-ci.

## Résultats

### 3.3. Traitement insecticide sur les larves de *Culiseta longiareolata* :

#### 3.3.1. La mortalité observée :

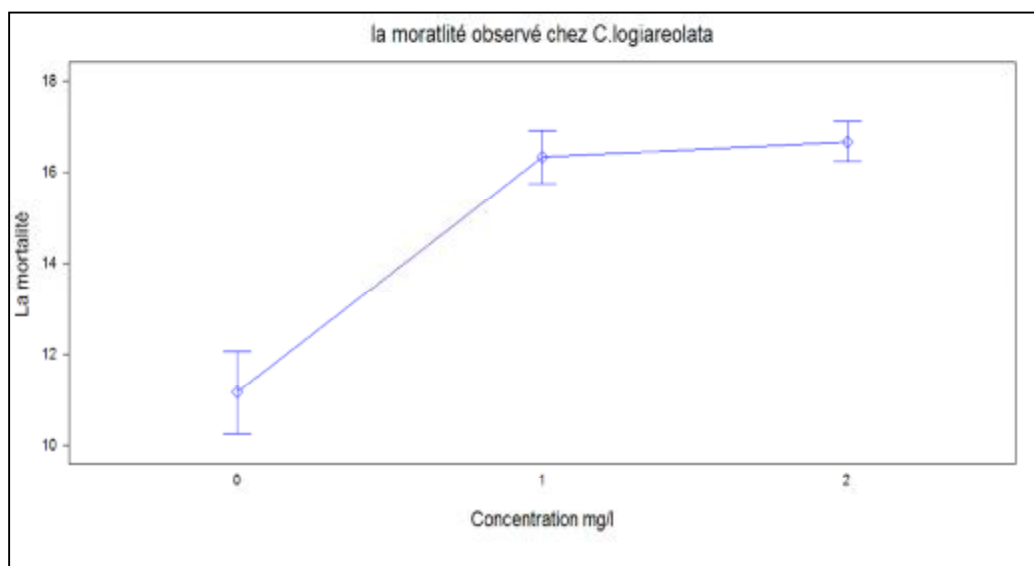
**Tableau 04** : La mortalité observé chez les larves de *Culiseta longiareolata* traités avec le Bti.

| Notations | témoin | 0,05 mg/l | 0,1 mg/l | 0,2 mg/l | 0,5 mg/l | 1mg/l | 2mg/l |
|-----------|--------|-----------|----------|----------|----------|-------|-------|
| Après 24h | 60     | 39        | 11       | 13       | 10       | 9     | 8     |
| après 48h | 53     | 31        | 9        | 9        | 9        | 7     | 7     |
| après 72h | 51     | 28        | 8        | 8        | 8        | 5     | 5     |

D'après le tableau ci-dessus, on a pu remarquer qu'après 24 d'exposition des larves au Bti, la mortalité a été signalée dans tous les lots du traitement. Les trois lots témoins ont dépourvus d'une mortalité des larves.

Après 48h de traitement, il y'a une mortalité de sept larves dans les lots témoins, ce qui indique qu'il y'a un autre facteur de responsable de la mortalité observé. Dans les autres lots, on a pu remarquer que la mortalité augmente avec l'augmentation des concentrations allant de 0,05 mg/l jusqu'au 2 mg/l.

72h après le traitement, neuf larves dans les lots témoins ont subi une mortalité. Une diminution dans le nombre des larves traités dans les autres lots.



**Figure 14** : La mortalité observée chez les larves de *Culiseta longiareolata* traitées par le Bti (Statistix V8.0)

## Résultats

**Tableau 05** : La mortalité corrigé par la formule d'Abbot.

| Notations        | 0,05 mg/l | 0,1 mg/l | 0,2 mg/l | 0,5 mg/l | 1mg/l | 2mg/l |
|------------------|-----------|----------|----------|----------|-------|-------|
| <b>Après 24h</b> | 35,00     | 81,67    | 78,33    | 83,33    | 85,00 | 86,67 |
| <b>après 48h</b> | 41,51     | 83,02    | 83,02    | 83,02    | 86,79 | 86,79 |
| <b>après 72h</b> | 45,10     | 84,31    | 84,31    | 84,31    | 90,20 | 90,20 |

La correction de la mortalité a été faite pour négligé l'intervention d'un autre facteur responsable de la mortalité (cannibalisme entre les larves, qualité de l'eau..).

A l'aide de Statistix V8.0 ; l'analyse de variance entre les six concentrations utilisés est comme :

| Statistix 8.0                                               |    | 13/05/2015, 14:17:07 |         |     |               |  |
|-------------------------------------------------------------|----|----------------------|---------|-----|---------------|--|
| <b>One-Way AOV for: Dose1 Dose2 Dose3 Dose4 Dose5 Dose6</b> |    |                      |         |     |               |  |
| Source                                                      | DF | SS                   | MS      | F   | P             |  |
| Between                                                     | 5  | 4935.61              | 987.122 | 117 | <b>0.0000</b> |  |
| Within                                                      | 12 | 101.33               | 8.444   |     |               |  |
| Total                                                       | 17 | 5036.94              |         |     |               |  |

D'après l'analyse de la variance ANOVA (la dose comme facteur), on peut dire qu'il y'a une différence hautement significative entre les six doses utilisées. Dont la valeur de ( $P \leq 0,000$ ) et  $F^{5,17}(117)$ .

L'analyse de variance entre les temps d'exposition est comme :

| Statistix 8.0                  |    | 13/05/2015, 14:25:15 |         |      |        |  |
|--------------------------------|----|----------------------|---------|------|--------|--|
| <b>One-Way AOV for: JaJbJc</b> |    |                      |         |      |        |  |
| Source                         | DF | SS                   | MS      | F    | P      |  |
| Between                        | 2  | 70.11                | 35.056  | 0.11 | 0.9002 |  |
| Within                         | 15 | 4966.83              | 331.122 |      |        |  |
| Total                          | 17 | 5036.94              |         |      |        |  |

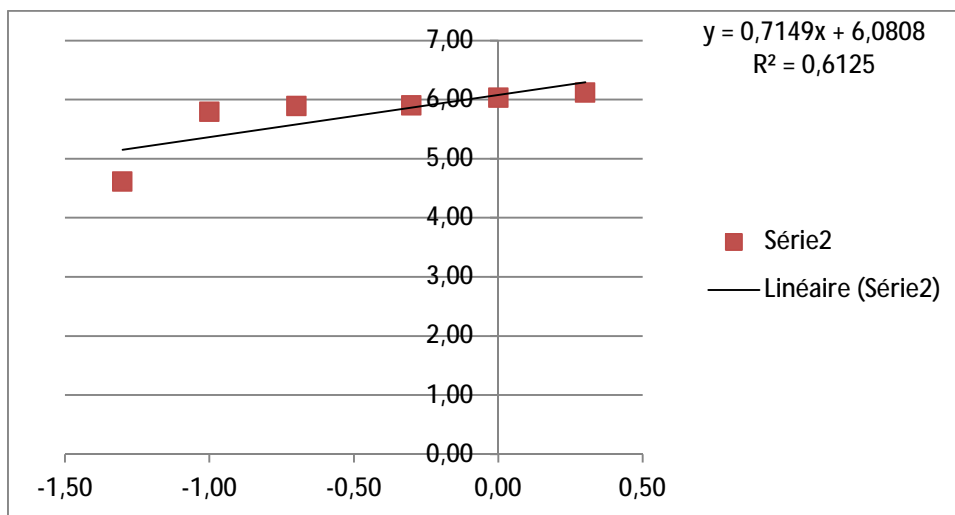
L'analyse de la variance ANOVA (le temps d'exposition comme facteur), on peut dire qu'il n'y'a pas une différence significative entre les trois facteurs (24h, 48h et 72h d'exposition). Dont la valeur de ( $P \geq 0,05$ ) et  $F^{2,17}(0,11)$ .

## Résultats

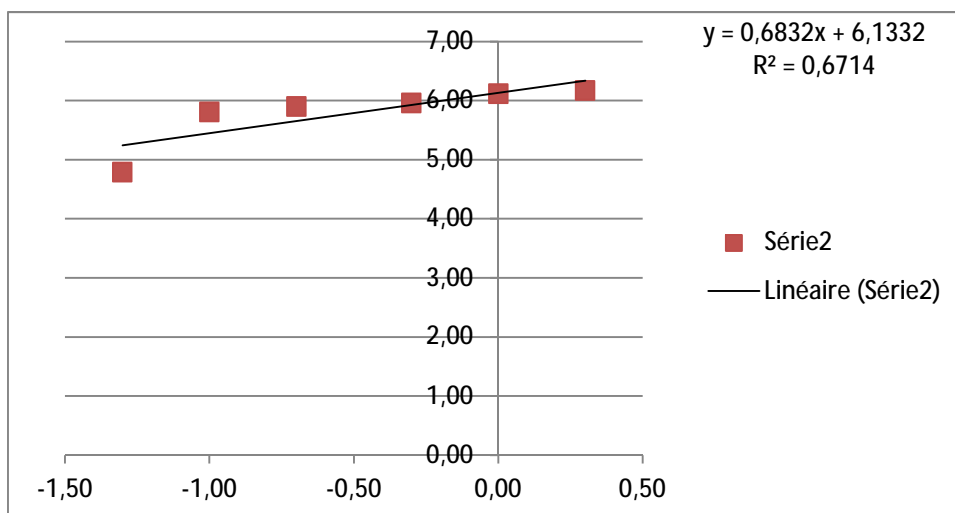
**Tableau06** : les équations de corrélation (Dose/effet) calculées.

|                  |                      |               |
|------------------|----------------------|---------------|
| <b>Après 24h</b> | $y = 0,714x + 6,080$ | $R^2 = 0,612$ |
| <b>après 48h</b> | $y = 0,683x + 6,133$ | $R^2 = 0,671$ |
| <b>après 72h</b> | $y = 0,744x + 6,334$ | $R^2 = 0,681$ |

A partir du tableau précédent, on a pu remarque que le coefficient de corrélation  $R^2$  est supérieur de 0,50 ce qui traduit la forte corrélation entre la concentration et la mortalité des larves exposés au produit. La corrélation a été forte proprement dite après 72h, suivi par 48 et en fin après 24h d'exposition ou' la corrélation a été faible par rapport les autres.

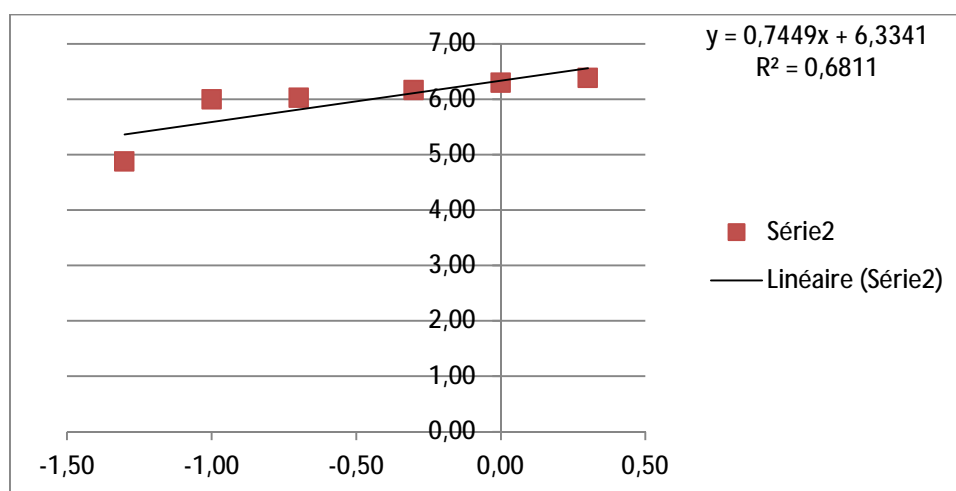


A



## Résultats

B



C

**Figure 15** : Les graphes de corrélation (dose/effet)

A : après 24h. B : après 48h. C : après 72h

**Tableau 07** : les paramètres toxicologiques calculés et leurs limites de confiances.

|           | DL16  | DL50  | DL84  | DL90  | S<br>(Slope) | $2,77/\sqrt{N}$ | $\sqrt{N}$ | DL50 | S<br>(Slope) | DL90 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------------|-----------------|------------|------|--------------|------|
| Après 24h | 2,409 | 3,796 | 5,182 | 5,588 | 1,47         | 0,36            | 7,75       | 1,15 | 1,62         | 1,19 |
| après 48h | 1,816 | 3,265 | 4,714 | 5,139 | 1,62         | 0,36            | 7,75       | 1,19 | 1,87         | 1,25 |
| après 72h | 0,879 | 2,210 | 3,540 | 3,930 | 2,06         | 0,36            | 7,75       | 1,29 | 2,69         | 1,42 |

| La limite inférieure de la DL50 | La limite supérieure de la DL50 | La limite inférieure de la DL90 | La limite supérieure de la DL90 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 3,31                            | 4,36                            | 4,70                            | 6,65                            |
| 2,75                            | 3,88                            | 4,11                            | 6,43                            |
| 1,71                            | 2,86                            | 2,76                            | 5,60                            |

Les calculs qui ont été faite pour déduire les paramètres toxicologique, nous a permis de dégager certains informations.

L'effet de *Bacillus thuringiensis israelensis* sur les larves de *Culiseta longiareolta* a été bien signalé, ce qui montre l'efficacité de ce produit contre ces larves.

## Résultats

---

Lorsqu'on augmente la dose, la mortalité augmente aussi d'une part, et d'autre part lorsque le temps d'exposition augmente, la mortalité aussi augmente. Cela nous informe que l'effet de produit est corrélé positivement avec la dose et du temps d'exposition.

La DL 50 a été de l'ordre de 3,51 mg/l pendant 24h, puis elle a démunie vers 1,71 mg/l après 72h d'exposition, ce qui signifie que les larves demandent des doses plus faible lorsque le temps d'exposition augmente. La même remarque pour la DL90 qui a été de l'ordre de 6,65 mg/l puis une diminution à 5,50 mg/l après 72h.

# Discussion

---

## 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 des animaux et des 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.

La variabilité qualitative au nom d'espèce pour les deux sites d'études peut être est révélé de la nature des gites prospectés. Les gites prospectés pour le premier site est purement naturels (qu'il est résulté des fuites des eaux de barrage, qui a été un bon habitat pour la prolifération des larves *Culicidiennes*). Alors que le deuxième site qui a été un gite artificiel urbain (bassin d'eau d'irrigation rempli d'eau).

L'identification des trois espèces a été faite à l'aide de clé dichotomique et logiciel d'identification des *Culicidea* pour l'Europe méditerranéenne.

## Discussion

---

La lutte biologique aux insectes vecteurs de maladies a progressé rapidement au cours des trois dernières décennies. Son succès est manifeste principalement en milieu forestier où les insecticides de synthèse ne sont désormais plus autorisés suite au développement de biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis*(Bt) par exemple, pour la répression des insectes piqueurs en milieu urbain et récréatif également à l'aide produits alternatifs.

Parmi les méthodes de lutte anti-vectorielle, 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 sphaerius*(Bsp), soit des insecticide chimiques appartenant à différents groupes comme les organophosphorés, les régulateurs de croissance, les pyréthriinoïdes et les carbamates

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

Le *Bacillus thuringiensis* a montré une activité larvicide sur les larves L4 de *Culiseta longiareolata* 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

Les tests de l'effet de *Bacillus thuringiensis*(Bti) qui nous avons fait sur les larves de *Culiseta longiareolata* a six doses différentes (0,05 mg/l, 0,1 mg/l, 0,2Mg/l, 0,5 mg/l, 1 mg/l et 2 mg/l) nous a permet de calculer les paramètres toxicologiques (DL 50 et DL 90).

## Discussion

---

On note après 24h d'exposition des larves au produit utilisé que la DL50 est de l'ordre de 3,79 mg/l alors que la DL 90 est de 5,58 mg/l. Après 48h du traitement les deux paramètres toxicologiques sont de l'ordre de 3,26 mg/l et 5,13 mg/l successivement.

Après 72h du traitement, on a pu remarquer que les la DL50 est égale 2,10 mg/l alors que la DL90 est égale 3,83 mg/l.

Ces résultats nous montrent qu'avec le temps les larves demandent des doses moins faibles pour aboutir les mêmes taux de mortalité d'une part.

Des multitudes des travaux qui ont été faite contre les larves des moustiques depuis Longtemps, à titre d'exemple l'effet de *Bacillus sphaericus Neide* contre les larves de *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 publié par BALDET et al ., 1987.

Des travaux de recherches qui ont été faite et publié en 2012, a étudié l'efficacité de cette molécule contre les larves de *Anopheles stephensi*, les résultats a prouvé CL50 de l'ordre de 53.47 ppm avec un intervalle e confiance (38,11 – 64,75 ppm) et CL90 de l'ordre de 164.64 ppm avec un intervalle de confiance (145,94 – 194,28 ppm)

Des résultats similaire dans les travaux de Boudjelida et al 2008 a travaillé sur les deux espèces (*C.pipiens* et *C.longiareolata*) dont l'utilisation de *Bacillus thuringiensis*, la première espèce a été montré avec DL 50 de l'ordre de 7,66 mg / l et DL 90 d'environ 19,70 mg / l, alors qu'il a été montré dans le second cas (DL50 = 7,58 mg / L et DL 90 = 23,76 mg / l). La divergence entre ses résultats peut-être à cause de là l'ordre de la souche utilisé ou la sensibilité de larves vis-à-vis le Bti.

Dans d'autres travaux plus récentes qui a été publié en 2014 (Aissaoui et Boudjlida) qui ont travaillé sur l'effet du Bti sur les larves de *Culex pipiens* et *Culiseta longireolata* dont l'utilisation des cinq dose (5, 7.5, 12.5, 25 µg/l), ont prouvé l'efficacité de cette molécules

## Discussion

---

envers cette espèce. Mais les paramètres calculés sont de l'ordre de 23,98 ug/l pour la CL50 et 73,3 ug/l pour la CL90.

D'autres types des bioinsecticides qui ont été faite aussi sur les larves des moustique dans les travaux de Alouani et *al*, 2009, qui proposent l'utilisation des extraits *Azadirachtin* qui viens de l'arbre de *Azadirachta indica* dans la lutte anti-larvaire contre les larves de deuxième et quatrième stade pour l'espèce de *Culex pipines*. Ils ont calculé les CL50 qui est de l'ordre de 0.38mg/l et CL90 avec 1.28mg/l comme un effet direct tandis que 0.30mg/l et 0.99 mg/l pour les CL50 et CL90 respectivement comme un effet périphérique sur les larves. Le cas de traités les nymphes présente aussi deux effets direct avec 0.42mg/l et 1.24 mg/l pour les CL50 et CL90 respectivement et un effet indirect avec 0.39 mg/l et 1.14 mg/l pour les CL50 et CL90.

Merabti et Ouakid, 2009 qui ont travaillé sur l'effet de le Spinosad sur les larves de *Anopheles Multicolor* après un prélèvement de la région de Chetma (4 km Sud-est de la région de Biskra) qui est muni un élevage des larves suivi par un traitement avec trois doses différentes 1(mg/l), 2,5(mg/l) et 5 (mg/l). Ses résultats ont montré une bonne activité de cette bioinsecticide qui d'origine bactérien.

Aouinty et *al*, 2006 travaillent sur plusieurs extraits aqueux des cinq plantes (*Ammi visnaga*, *Tetraclinis articulata*, *Ricinus communis*, *Nerium oleander* et *Inula viscosa*) à différentes doses (1%, 2%, 3%, 4% et 5%), ces extraits sont testés sur quatre espèces différentes des moustiques (*Anopheles maculipennis*, *Aedes caspius*, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*). Ses résultats indiquent que les extraits utilisés ont un effet toxique très remarquable et primordial sur les larves des quatrièmes stades des espèces des moustiques traitées mais avec des réponses et sensibilités larvaire d'une espèce à une autre.

# Conclusion

---

## Conclusion

Des maladies infectieuses de toutes sorte ne cesse de s'étendre mais celles qui constituent un réel danger de santé public sont les maladies à transmission vectorielle tels que le Paludisme, Leishmaniose, l'Encéphalite japonaise ou encore la Fièvre jaune.

Pour faire face à ce type de maladies, le seul moyen est le recours à la lutte contre le moustique vecteur qu'elle soit chimique en utilisant des produits de synthèse comme le Halofénozide Rh-0345, l'Imidaclopride ou une lutte biologique en utilisant des biopesticide tels que le *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sphaericus* ou encore le Spinosad.

Les résultats de l'échantillonnage nous a permis d'identifier trois espèces différentes *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* et *Anopheles sp.* Les résultats obtenus après l'utilisation des bioinsecticides notamment *Bacillus thuringiensis* contre les larves L4 de *Culiseta longiareolata* à différentes doses (0,05 mg/l jusqu'au 2 mg/l), ce qui permis de déterminer, les doses létales remarquables (DL50 et DL90%), cet effet s'est traduit par un taux de mortalité qui a atteint un taux presque maximal de 100% pour les doses les plus élevés.

L'ensemble de ces informations qui mériteraient évidemment d'être renforcées par des nouvelles études sur ce contexte, en particulier il est important d'approfondir les recherches sur d'autres molécules de base naturelle qui ont des effets toxiques sur les insectes notamment sur les espèces à risque de transmission ou à l'origine d'une intense nuisance.

## Références bibliographique

---

### References bibliographies:

1. **Anonyme C.2010-** Le paludisme (organisation mondiale de la santé):/index .html, [http://www.who.int/ media centre/ Factsheets/ F/ 094/ Fr](http://www.who.int/media centre/ Factsheets/ F/ 094/ Fr).
2. **Anonyme D. 2010-**La dengue [http : //Fr. wiképedia.org/wiki/Dengue](http://Fr.wiképedia.org/wiki/Dengue).
3. **Anonyme.2010-** les Culicidae: [http: // Fr. Wiképédiz. Org/ with /paludisme](http:// Fr. Wiképédiz. Org/ with /paludisme).
4. **Aouinty B., oufara S., Mellouki F., Mahari S. (2006).**Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis Articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustique culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta Longiareolata*(Aitken) et *Anopheles Maculipennis* (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2006 10 (2), 67 – 71.
5. **Alarie Y, 1990-** Taxonomie assistée par ordinateur. Annale. Univ. Laurentienne.
6. **Ayitchedji A.M., 1990.** Bioécologie d'*Anopheles melas* et d'*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.
7. **Baldet T, Sinegr.G et Skovmand., 1995.**Etude comparative de deux stratégies de lutte contre *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 par *Bacillus sphaericus* Neide, 1904 dans la ville de Maroua (Nord-Cameroun).Mim Doct. Uni de Montpellier.Fra.376p.
8. **Bendali F., Djebbar F., Soltani N, 2001-** Efficacité comparé de quelques espèces de poisson à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*. 57 (4) :255-265.
9. **Berchi S, 2000,** in Boudiaf et Boulifa H, 2006 – Etude comparative des effets d'insecticides sur les populations larvaires de Culicidae de la région de Biskra .Mém. de D. E. S. Univ Biskra.
10. **Berchi S., 2000-** 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.
11. **Boudjelida H, Aïssaoui.L, Bouaziz.A, Smagghe.G And Soltani. N; 2008,** **Laboratory** evaluation of bacillus Thuringiensis (vectobacwdg) against Mosquito larvae, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. Comm. Appl. Biol. Sci, Ghent University, 73/3.

## Références bibliographique

---

12. **Boulkenafet F.2006** ; Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Université Mentouri Constantine.
13. **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.
14. **Chandre F., Darriet F., Manga L., Akogbeto M., Faye O., Mouchet J., et Guillet P., 1999**. Situation de la résistance aux pyréthrinoïdes chez *Anopheles gambiae sensu lato*. Bulletin of the World Health Organization., 77(3): 230-234.
15. **Clastrier J, 1941**- La présence en Algérie d'*Orthopodo miyapulchipalpis*. Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg. 19 (4) : 443-446.
16. **Crosby DG. (1966)**. Natural pest control Agents. Adv. Chem. Ser. 53, p. 1-16.
17. *Culex univitattus, Aedes aegypti, and Culex pipiens*. Mosquito News. 37: 355-358.
18. **DADD (RH.), 1971**. Effects of size and concentration of particles on rates of ingestion of Latex particulates by mosquito larvae. Annal. Entomol. Soc. Amer.,
19. **Diabaté A., 1999**. Evaluation de la résistance des vecteurs du paludisme vis à vis des pyréthrinoïdes au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de femme cycle en sciences biologiques appliquées, option Biologie et Ecologie Animales. Université d'Ouagadougou, Burkina Faso 128p.
20. **Goislard Célin.2012** ; les répulsifs anti-moustiques à l'officine. Thèse de doc en pharmacie, université Angers UFR science pharmaceutique en ingénieur de la santé.
21. **Goldberg, L. J. et J. Margalit. 1977**. A bacterial spore demonstrating rapid
22. **Goldhirsh, A., (1997)**. Larvicidal Activity in Desert Plants of Negev and Bedowin Market, Plant Products. International journal of Pharmacogocy 35, 265 -273.
23. **Guillaumot L., 2006**. Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p. Article. Site: Institut Pasteur.
24. **Gutsevich A.V., Monchadskii A et 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.
25. **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).
26. **Holstein M. (1949)**. Guide pratique de l'anophelisme en Afrique de l'Ouest.

## Références bibliographique

---

27. **Hougard JM., Duchon S., Darriet F., Zaim M., Rogier C., et Guillet P., 2003.** Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroidinsecticides used for impregnation of mosquito nets. *Bulletin of the World Health Organization*, 81:324-333.
28. **Iroko F.A., 1994.** Une histoire des hommes et des moustiques en Afrique. Côte des esclaves (XVIe - XIXe siècle). Le harmattan, 1994. Racines du présent. 169 p.
29. **Kitron U., 1998.** Landscape ecology and epidemiology of vector-borne diseases: tools for spatial analysis. *J Med Entomol* 35(4): 435-45.
30. larvicidal activity against *Anopheles sergentii*, *Uranotaeniaunnguiculata*,
31. **Linné C, 1758-** *Systema naturae per regna trianaturae*. Edition 10. Vol.1. Holmiae: 824p.
32. **Messai N, Berchi S, Bouknafd F et Louadi K, .2010.** Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 2011 (2010) **63** (3), 203-206.
33. **Merabti.B, Ouakid M.L. 2011.** Contribution A L'étude Des Moustiques (*Diptera:Culicidae*) Dans Les Oasis De La Région De Biskra (Nord-Est D'Algérie). Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides. Ouargla.
34. **Nuttal I, (1997):** Web page, Division of control of tropical diseases World health.
35. **OMS, 1974.** Manuelle pratique de lutte antilarvaire : division du paludisme et autre maladie parasitaire, OMS, Genève. 7-17.
36. **OMS, 1999.** La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire - Sous la direction de Jan A. Rozendaal (OMS, 1999).
37. **OMS, 2003.** *Entomologie* du paludisme et contrôle des vecteurs. WHO/CDS/CPE/SMT/2002.18 Rev.1 Partie. 106p.
38. **OMS, 2004.** Organisation Mondiale de la Santé - Global Strategic Framework for Integrated Vector Management, Geneva, 2004.
39. **OMS, 2004a.** Lutte contre les vecteurs du paludisme WHO/CDS/WHOPES/2002.5 Rev.1.
40. **OMS, 2004b.** Questions fréquemment posées à propos de l'utilisation du DDT pour la lutte antivectorielle. WHO/HTMIRBM/2004.54 Organization, Geneva, Switzerland.

## Références bibliographique

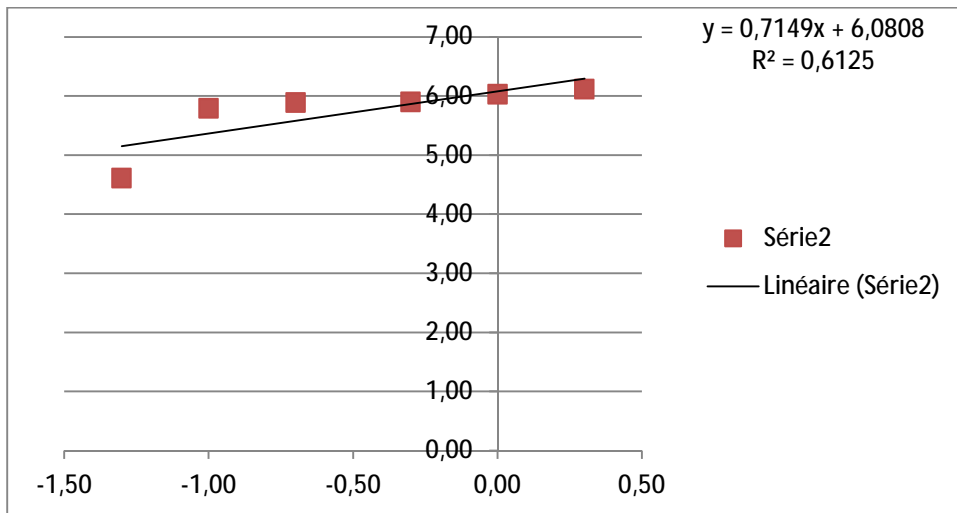
---

41. **Philogene B.J.R., 1991.** L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte anti-acridienne. Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris (c) 1991, pp. 269-278.
42. **Poinsignon A., 2008.** Étude de la relation homme-vecteur. De l'identification à la validation de protéines salivaires comme marqueur immunologique d'exposition aux piqûres d'*Anopheles* spp. et de *Glossina* spp. UNIVERSITÉ MONTPELLIER I Faculté de Médecine, France.
43. **Rehimi N., Soltani N, 1999-** Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor, against *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae): effects on development and cuticule secretion. *J. Appl. Entomol.* 123:437-441.
44. **Ribeiro J.M., 1995.** Blood-feeding arthropods: live syringes or invertebrate pharmacologists *Infect Agents Dis* 4(3): 143-52.
45. **Rioux, J A. 1958.** Les Culicidae du « Midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paul le chevalier, Paris : p301.
46. **Rodhain F. et al., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, 443 pages, Ed. Maloine, Paris.
47. **Rodhain F., Perez C., 1985.** Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. Maloine, s.a. 114 p.
48. **Rodhain F, Perez C, 1985** – Précis d'entomologie médical et vétérinaire Maloine S.A Editeur 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris ; p 443.
49. **Satiyamoorthy P., Lugasi – Evgi H., Van Damme P., AburabraGopas, J., & Golan.**
50. **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.
51. **Senevet G, (1939) :** Aedes aegyptien en Algérie. Ach. Institut Pasteur d'Algérie. t.XVII, N4 :597-600.
52. **Senevet G., Andarelli L, (1954) :** le genre Aedes en Afrique du Nord, I : les larves Arch. Inst. Past. Algérie, 32, pp. 310-351.
53. **Senevet G., Anderelli L, (1956) :** Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. Encyl. Entomol. Lechevalier. Paris. (ed).33 :280 p.
54. **Tomlin C. 2000-** The *pesticide manual*. 12th ed. British Crop Protection Council, London, United Kingdom.

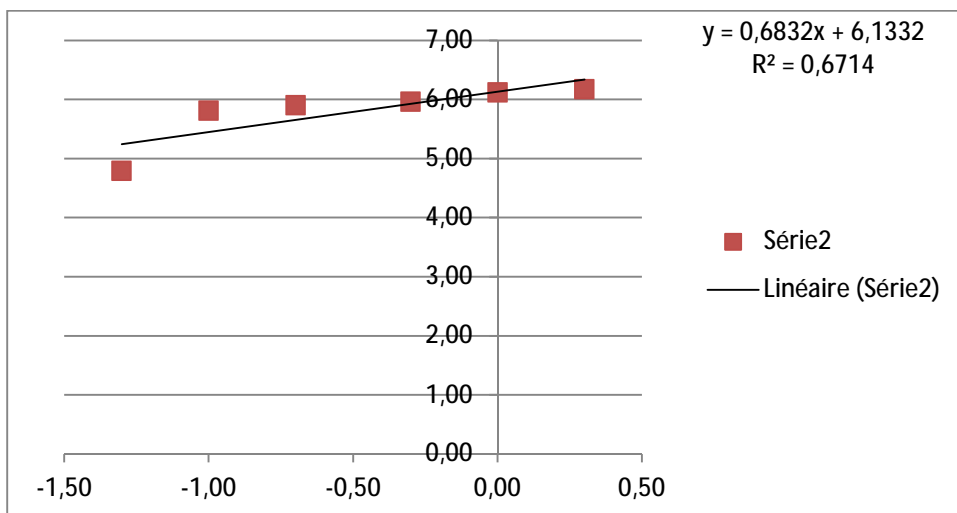
## Références bibliographique

---

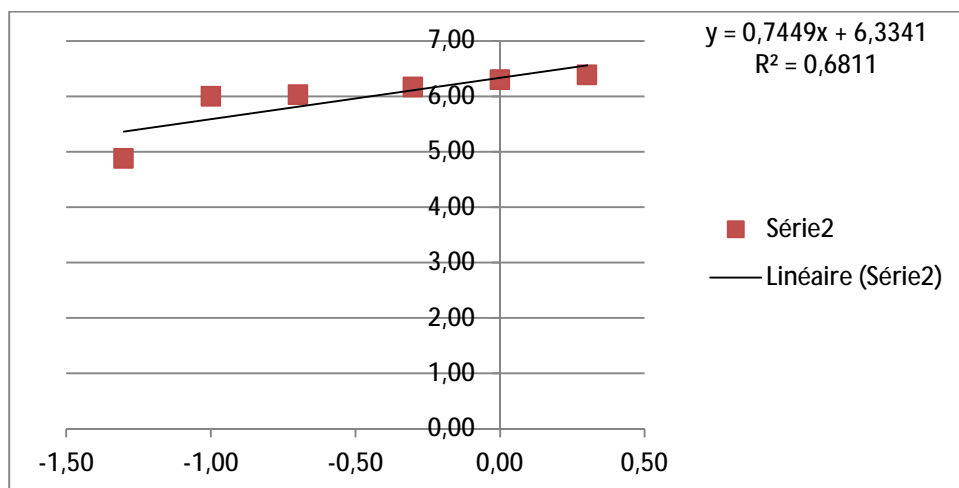
55. **Trari B, .2001.** Tests de sensibilité des moustiques vis à vis des pesticides. Séminaire de formation sur l'Elevage et la Lutte contre les Arthropodes Rabat, 15 et 16 mai.
56. U.S.S.R., Département of Commerce National Technical information VA. 22151 : Family Culicidae, III, 408 P.
57. **W.H.O., 1984.** Report of the seventh meeting of the scientific working group on biological control of vectors. Mimeogr. doc., TDR/BCV/SWG/84.3, 33 pp.



Annexe 01 : Droit de régression de la mortalité *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* après 24 h



Annexe 02 : Droit de régression de la mortalité *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* après 48 h



Annexe 03 : Droit de régression de la mortalité *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* après 72 h

Annexe 04 : les tableaux des paramètres toxicologiques pour *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*

|           | DL16  | DL50  | DL84  | DL90  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Après 24h | 2,409 | 3,796 | 5,182 | 5,588 |
| après 48h | 1,816 | 3,265 | 4,714 | 5,139 |
| après 72h | 2,223 | 3,554 | 4,884 | 5,274 |

|           |                      |               |
|-----------|----------------------|---------------|
| Après 24h | $y = 0,714x + 6,080$ | $R^2 = 0,612$ |
| après 48h | $y = 0,683x + 6,133$ | $R^2 = 0,671$ |
| après 72h | $y = 0,744x + 6,334$ | $R^2 = 0,681$ |

|           | DL16  | DL50  | DL84  | DL90  | S<br>(Slope) | $2,77/\sqrt{N}$ | $\sqrt{N}$ | $jDL50$ | $jDL90$ | La limite inférieure de la DL50 | La limite supérieure de la DL50 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------------|-----------------|------------|---------|---------|---------------------------------|---------------------------------|
| Après 24h | 2,409 | 3,796 | 5,182 | 5,588 | 1,47         | 0,36            | 7,75       | 1,15    | 1,19    | 3,31                            | 4,36                            |
| après 48h | 1,816 | 3,265 | 4,714 | 5,139 | 1,62         | 0,36            | 7,75       | 1,19    | 1,25    | 2,75                            | 3,88                            |
| après 72h | 0,879 | 2,210 | 3,540 | 3,930 | 2,06         | 0,36            | 7,75       | 1,29    | 1,42    | 1,71                            | 2,86                            |

|              | DL16  | DL50  | DL84  | DL90  | S<br>(Slope) | 2,77/√N | √N   | jDL50 | S<br>(Slope) | jDL90 | La limite<br>inférieure<br>de la<br>DL90 | La limite<br>supérieure<br>de la DL90 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|--------------|---------|------|-------|--------------|-------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Après<br>24h | 2,409 | 3,796 | 5,182 | 5,588 | 1,47         | 0,36    | 7,75 | 1,15  | 1,62         | 1,19  | 4,70                                     | 6,65                                  |
| après<br>48h | 1,816 | 3,265 | 4,714 | 5,139 | 1,62         | 0,36    | 7,75 | 1,19  | 1,87         | 1,25  | 4,11                                     | 6,43                                  |
| après<br>72h | 0,879 | 2,210 | 3,540 | 3,930 | 2,06         | 0,36    | 7,75 | 1,29  | 2,69         | 1,42  | 2,76                                     | 5,60                                  |