



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Saad Dahleb -Blida 1-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes

**Mémoire de fin d'études**

**En vue de l'obtention du diplôme académique de Master en Sciences Biologiques**

**Option : Entomologie médicale**

**Inventaire des *Culicidae* dans quelques régions de la wilaya d'Alger.**

**Etude comparative entre l'efficacité de deux produits l'Aquatin  
AMF et le Téméphos larvifos contre la population de *Culex pipiens***

**(Linné 1758).**

**Présenté par :**

- ❖ **Mahdi Asmaa**
- ❖ **Belaziz Khadidja**

**Membres du jury:**

<b>Présidente :</b>	<b>Mme Djazoulli Z.</b>	<b>Maître de Conférences A</b>	<b>UB1</b>
<b>Examinatrice :</b>	<b>Mme Saighi H.</b>	<b>Maître Assistante A</b>	<b>UB1</b>
<b>Promotrice :</b>	<b>Mme Tail G.</b>	<b>Professeur</b>	<b>UB1</b>
<b>Co promotrice:</b>	<b>Dr Hammadi D.</b>	<b>Médecin Parasitologue</b>	<b>INSP</b>

**2016 /2017**

# *Remerciements*

Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent à :

**Mme Tail G.** Notre promotrice

Université Saad Dahleb -Blida 1-

De nous avoir suivis tout au long de ce travail. Pour ses précieux conseils et son soutien.

**Dr Hammadi D.** Notre Co-promotrice

Institut National de Santé Publique

Pour ses nombreux conseils, son aide et sa bonne humeur.

**Mme Djazoulli.** Présidente du jury

**Mme Saighi H.** Examinatrice

Université Saad Dahleb -Blida 1-

De nous avoir fait l'honneur d'examiner et de juger ce travail.

**Mme Zakour N. et Mr Khechache Y.** Entomologistes Médical, **Mme Hamlawi S.** biologiste, de nous avoir aidés et conseillés.

Institut National de Santé Publique

**Mme Chaballah L.** directrice d'HURBAL, **Mme Chikh S.** Chef d'unité d'HURBAL et tout le personnel de l'équipe HURBAL qui ont assuré les prospections de gîtes larvaires, merci pour leur patience et aide.

# *Dédicace*

*Avant tout, je remercie le bon Dieu qui m'a éclairé le chemin et m'a donné la patience et le courage pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce travail à:*

*Mes très chers parents pour leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes études.*

*Mes grandes-mères F.Z et Aïcha.*

*Mes grandes-pères Mouhamed et Moussa.*

*Mes frères Amin et Khaled et ma ptite sœur Kawter et toutes la famille Belaziz et Lakel.*

*Mes oncles Moustafa et Mouhamed.*

*Mes tantes, mes cusins et cousines.*

*A ma binôme Asmaa et toutes sa famille.*

*Mes amis Asmaâ, Nouna, Naziha, Sarah, Amina, Salim et toutes les amis, ainsi qu'à tous les étudiantes de ma promotion et à tous les membres de groupe oxy'jeunes.*

*Khadidja, Labiba*

# *Dédicace*

*Je remercie avant tous, Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes les longues années d'études afin que nous puissions arriver là.*

*A mes perles du coeur, à mes très chers parents Bachir et Houria en guise de ma profonde reconnaissance pour leur amour, leur affection, leur soutien et l'aide qui ils m'ont donnée le long de ma vie et mes études.*

*A mes très chères frères Mohamed et Rabah.*

*A mes très chères sœurs Meyada, Nassima, Imene et Nouna*

*A mes nièces et mes neveux.*

*A toutes la famille Mahdi et Bellache.*

*A ma binôme Khadidja et toutes sa famille.*

*A mes amis ; Amine, Amina, Asma et Zaki.*

*A toutes les étudiantes de l'Entomologie Médicale.*

*Asma*

## Liste des abréviations

***Ae*** : *Aedes* ;

***Cx*** : *Culex* ;

***Cs*** : *Culiseta* ;

**DDT** : Dichloro-diphényl-trichloréthane ;

**HURBAL** : Etablissement de l'Hygiène Urbaine d'Alger;

**INSP** : Institut National de Santé Publique ;

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement ;

## Listes des figures

<b>Figure 01</b> : Place des arthropodes dans le règne animal .....	03
<b>Figure 02</b> : Les principaux ordres des insectes .....	04
<b>Figure 03</b> : Systématique générale des Culicidés présents en Algérie .....	06
<b>Figure 04</b> : Schéma du cycle de développement des <i>Culicidea</i> .....	07
<b>Figure 05</b> : Les œufs des trois genres de <i>Culicidea</i> .....	08
<b>Figure 06</b> : Vue générale d'une larve de <i>Culicinae</i> .....	08
<b>Figure 07</b> : Aspect général d'une larve du stade 4 de <i>Culicinae</i> sous l'eau .....	09
<b>Figure 08</b> : Aspect général de la nymphe des Culicidés .....	10
<b>Figure 09</b> : Aspect général d'un <i>Culicinae</i> adulte .....	12
<b>Figure 10</b> : Principales caractéristiques morphologiques permettant de différencier les <i>Anophelinae</i> des <i>Culicinae</i> .....	14
<b>Figure 11</b> : Position systématique des <i>Culex</i> .....	18
<b>Figure 12</b> : Localisation des cinq régions d'étude .....	26
<b>Figure 13</b> : Photos de quelques gîtes potentiels .....	28
<b>Figure 14</b> : photos de quelques gîtes confirmés .....	29
<b>Figure 15</b> : Protocole expérimental suivi sur terrain .....	31
<b>Figure 16</b> : Protocole expérimental suivi au laboratoire .....	32
<b>Figure 17</b> : Prélèvement à la louche .....	33
<b>Figure 18</b> : Bouteilles contenant l'eau de gîte .....	33
<b>Figure 19</b> : Tri des larves par gîte et par stade à l'aide d'une pipette en plastique .....	34
<b>Figure 20</b> : Conservation des larves de stade 4 dans l'alcool 70° .....	34
<b>Figure 21</b> : Les étapes d'éclaircissement et de montage des larves .....	35

<b>Figure 22 :</b> Dispositif expérimental de l'étude de sensibilité des larves au Téméphos larvifos et l'Aquatin AMF.....	37
<b>Figure 23:</b> Critères d'identification de <i>Culex pipiens</i> .....	40/41
<b>Figure 24 :</b> Critères d'identification de <i>Culex antennatus</i> .....	41
<b>Figure 25 :</b> Critères d'identification de <i>Culex modestus</i> .....	42
<b>Figure 26 :</b> Critères d'identification de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	42
<b>Figure 27 :</b> Critères d'identification de l'espèce <i>Aedes berlandi</i> .....	43
<b>Figure 28:</b> Représentation graphique de l'abondance relative des espèces Culicidiennes récoltées dans les cinq régions prospectées.....	45
<b>Figure 29:</b> Abondance relative des espèces Culicidiennes récoltées dans les cinq régions prospectées. ....	46
<b>Figure 30 :</b> Cinétique d'évolution de la mortalité des larves de <i>Cx. pipiens</i> en fonction de temps d'exposition à la dose létale de Téméphos larvifos.....	52
<b>Figure 31:</b> Cinétique d'évolution de la mortalité des larves de <i>Cx. pipiens</i> en fonction de temps d'exposition à l'Aquatin AMF.....	54

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Les principales caractéristiques permettant de différencier les Anophelinae des <i>Culicinae</i> .....	13
<b>Tableau 02</b> : Températures mensuelles moyennes enregistrées sur une période de dix ans (de 2007 à 2017) à Dar El –Beida.....	27
<b>Tableau 03</b> : Cumuls mensuels des précipitations enregistrées sur une période de dix ans (de 2007à 2017) à Dar El –Beida .....	27
<b>Tableau 04</b> : Humidité relative moyenne enregistrées sur une période de dix ans (de 2007à 2017) à Dar El –Beida.....	28
<b>Tableau 05</b> : Résultats d'identifications des espèces collectées dans les 10 gîtes prospectés..	44
<b>Tableau 06</b> : Abondance relative des espèces identifiées.....	45
<b>Tableau 07</b> : Fréquences d'occurrences (F) des espèces Culicidiennes récoltées au niveau des 05 régions d'étude prospectées.....	47
<b>Tableau 08</b> : Position systématique des espèces collecté dans les dix gîtes prospectés.....	50
<b>Tableau 09</b> : Taux de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps d'exposition à la dose létale de Teméphos larvifos.....	51
<b>Tableau 10</b> : Taux de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps d'exposition à l' Aquatin AMF .....	53



## Liste des annexes

**Annexe I :** Maladies à transmission vectorielle.

**Annexe II :** Matériel et produits non biologique utilisés.

**Annexe III:** Matériel et produits biologique utilisés.

**Annexe IV:** L'espèce *Aedes albopictus*.

## Sommaire

Introduction .....	01
--------------------	----

### Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I) Etude de la famille des <i>Culicidae</i> .....	03
1) Généralités sur les arthropodes .....	03
1.1) Les arthropodes d'intérêt médical.....	03
2) Les insectes .....	04
2.1) Les diptères.....	05
3) Les <i>culicidae</i> ou moustiques .....	05
3.1) Systématique .....	05
3.2) Cycle de développement des moustiques.....	06
3.2.1) Les œufs .....	07
3.2.2) La larve .....	08
3.3.3) La nymphe .....	09
3.3.4) L'adulte .....	10
4) Alimentation .....	12
4.1) Alimentation des adultes.....	12
4.2) Alimentation des larves.....	12
5) Critères de différenciation .....	14
6) Etude éthologique des <i>Culicidae</i> .....	15
6.1) Rythmes d'éclairement et activité biologique .....	15
6.1.1) Les rythmes journaliers.....	15
6.1.2) Les rythmes saisonniers .....	15
6.2) Hôte et préférences trophiques .....	15
6.3) Rôle pathogène des <i>Culicidae</i> .....	16

6.3.1) Les maladies d'origine parasitaires.....	16
6.3.2) Les maladies d'origine virales.....	16
7) Le complexe <i>Culex pipiens</i> .....	18
II) La lutte anti vectorielle.....	20
1) La lutte physique.....	20
2) La lutte biologique .....	20
3) La lutte chimique.....	21

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

1) Objectifs .....	24
2) Lieu de stage.....	24
3) Présentation de la zone d'étude .....	24
3.1) Situation géographique .....	25
3.2) Caractéristique du climat de la zone d'étude.....	25
3.2.1) La température.....	25
3.2.2) La pluviosité.....	26
3.2.3) Humidité relative de l'air.....	26
3.3) Les gîtes prospectés .....	27
3.4) L'intérêt de la région d'étude .....	29
4) Matériel et produits utilisés .....	29
5) Protocole expérimental .....	30
6) Méthodes.....	32
6.1) Partie terrain .....	32
6.2) Partie laboratoire.....	33
7) Tests de sensibilité .....	35
8) Analyses statistiques .....	37

## Chapitre III : Résultats et Discussion

1) Inventaire et identifications des différentes espèces de moustique récoltées .....	39
1. 1) Recherche des gîtes .....	39
1 .2) Identification des larves.....	39
2) Indices écologiques de composition .....	44
2.1) Abondance Relative .....	44
2.2) Fréquence d'occurrence.....	47
3) Tests de sensibilité.....	51
3.1) Détermination de l'effet larvicide de Téméphos larvifos .....	51
3.2) Détermination de l'effet larvicide de l'Aquatin AMF.....	52
4) Discussion générale.....	55
Conclusion .....	57
Références bibliographiques	
Annexes	

# Introduction

---

L'Entomologie médicale a pour objet l'étude des rapports des insectes avec la santé de l'homme.

Les maladies vectorielles sont des maladies pour lesquelles l'agent infectieux (virus, bactérie, protozoaire ou helminthe) est transmis d'un individu infecté à un autre, principalement par l'intermédiaire d'un arthropode hématophage (insecte ou acarien).

Les arthropodes, constituent l'un des embranchements les plus importants du règne animale, tant par le nombre des espèces (environ 80 à 85% des espèces animales connues) que par celui des individus. La classe des insectes représente à elle seule environ les trois quarts des arthropodes (Rodhain et Perez, 1985).

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

Les *Culicidae* sont sans doute les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin.

Ils sont vecteurs de trois groupes d'agents pathogènes pour l'être humain : *Plasmodium*, filaires ainsi que de nombreux arbovirus.

Il existe trois principaux genres de moustiques: les *Anopheles* essentiellement vecteurs de paludisme, les *Culex* vecteurs de virus (tel que West Nile) et de filaires et les *Aedes* vecteurs de virus.

La bio écologie des moustiques sur le littoral algérois a fait l'objet de peu de travaux. Dans le Nord de l'Algérie (Berchi ,2000 et Boudemagh et *al.*, 2013) .

Une synthèse des inventaires faits dans divers milieux et régions est réalisée. Elle fait apparaître une diversité de la faune Culicidienne avec une large répartition géographique et l'abondance de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*. Leur répartition est déterminée essentiellement par des facteurs environnementaux et sociaux.

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages. C'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies à vecteurs et de contrôle des insectes nuisibles (Guillet et *al.*; 1997). Des

# Introduction

---

campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes pour la réduction des nuisances au niveau des centres urbains et ruraux.

En raison des problèmes liés à l'utilisation des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, le recours à des alternatives naturels remplissent le même rôle que celui des insecticides de synthèse. L'efficacité de telles lutttes, qu'elles soient chimiques ou biologiques, est tributaire de la connaissance de l'écologie de ces vecteurs.

Dans cette optique, l'objectif de notre travail vise dans un premier établir un inventaire systématique de la faune Culicidienne de quelques gîtes prospectés dans cinq régions de la wilaya d'Alger. En second lieu, nous allons réaliser des tests de sensibilité des larves des deux derniers stades (L3 et L4) de l'espèce très commune et abondante dans les villes, qui est *Culex pipiens*, en utilisant deux produits l'un chimique de la famille des Organophosphorés et l'autre biologique (silicone).

Pour ce faire, notre travail sera divisé en trois chapitres. Le premier sera consacré à la revue des données bibliographiques ; avec des généralités sur la biologie et taxonomie des *Culicidae*, les maladies à transmission vectorielle qui touche ou menacent l'Algérie et les différentes méthodes de lutte contre les nuisances de ces insectes.

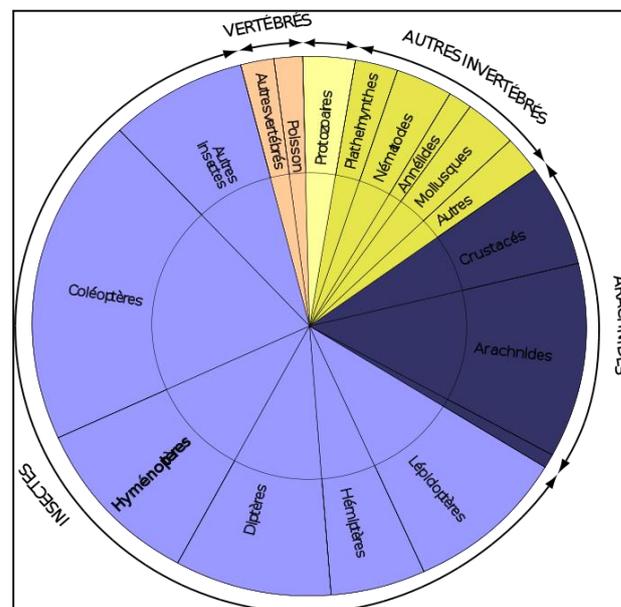
Le deuxième chapitre portera sur le matériel et les méthodes que nous avons utilisés.

Le troisième chapitre sera consacré aux résultats et discussions et nous terminerons notre travail par une conclusion générale et des perspectives.

## I) Etude de la famille des *Culicidae* :

### 1) Généralités sur les arthropodes :

Les arthropodes représentent le plus grand embranchement animal de la planète. Ils regroupent 1.5 millions d'espèces (**Fig.01**), beaucoup d'espèces restent encore à découvrir. Etymologiquement, le terme « **Arthropode** » vient d'**arthron** signifiant **articulation** et **podos** qui signifie **pied** ; « arthropode » veut dire « qui a des pieds articulés » (Jacquemin et Jacquemin, 1980 ; Guillermet, 2013).



**Figure 01** : Place des arthropodes dans le règne animal (Anonyme a, 2017).

Arthropode hémaphysaire qui assure la transmission biologique active d'un agent infectieux d'un vertébré à un autre vertébré (Parola et Pages, 2011). Il absorbe un agent pathogène (protozoaire, helminthe, bactérie ou virus) chez un sujet infecté et la transmet à un sujet sain lors d'un repas sanguin.

En général, il intervient dans le cycle de développement de l'agent pathogène (vecteur biologique). Dans le contraire, il s'agit d'un vecteur mécanique (Anonyme, 2010).

#### 1.1) Les arthropodes d'intérêt médical :

Les arthropodes sont divisés en quatre classes (Arachnides, Crustacés, Myriapodes et Insectes). Deux d'entre-elles regroupent des espèces responsables de la transmission de pathogène à l'homme et à l'animal (Jacquemin, 1980 ; Pichard, 2004).

Il s'agit essentiellement de:

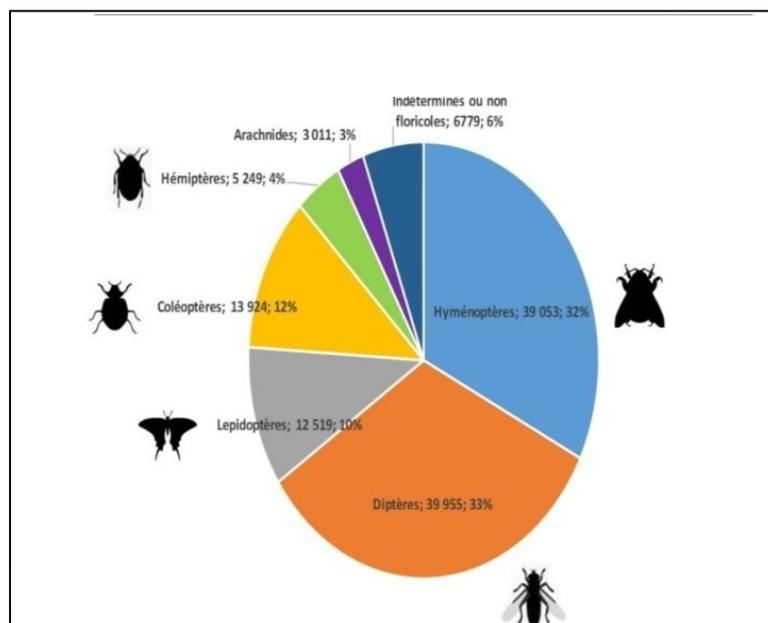
- La classe des **Arachnides** : représentée par les *Ixodidae* (tiques dures) et les *Argasidae* (tiques molles).
- La classe des **Insectes** : représentée par deux sous-ordres :
  - Les Brachycères** : *Glossinidae* (glossine) et *Tabanidae* (taons).
  - Les Nématocères** : *Culicidae* (moustique), *phlébotomidae* (phlébotomes), *Similidae* (Simulies) et les *Ceratopogonidae* (Culicoides).

Le tableau en **annexe I** illustre les principaux vecteurs ainsi que les maladies qu'ils transmettent.

## 2) Les insectes :

Les insectes représentent plus de 60% de l'ensemble des espèces animales décrites et beaucoup d'entre eux restent sans doute encore inconnus (**Fig. 02**). La classe des insectes a réussi à coloniser la quasi-totalité des milieux naturels et à s'adapter à de nombreux modes de vie (Rodhain et Perez, 1985). Les insectes sont caractérisés essentiellement par la présence d'un exosquelette constitué par une cuticule rigide qui s'assouplit au niveau des articulations. Le corps des insectes adultes est divisé en trois parties, la tête, le thorax et l'abdomen et comporte classiquement trois paires de pattes et deux paires d'ailes.

Un certain nombre d'insectes sont hémato-phages, qui interagissent d'une manière régulière avec des vertébrés.



**Figure 02** : Les principaux ordres des insectes (Spipoll, 2014).

## 2.1) Les Diptères :

Les Diptères piqueurs sont des insectes volants dotés d'une paire d'ailes qui se nourrissent en suçant le sang de l'homme et des animaux. Dans de nombreuses régions du monde, ils créent, par leurs piqûres, une nuisance considérable. De plus et c'est plus grave, ils véhiculent nombre de maladies, surtout sous les tropiques où ils sont la cause d'une morbidité et d'une mortalité importantes (OMS, 1999).

Le groupe le plus important de Diptères piqueurs est constitué par les moustiques.

## 3) Les *Culicidae* ou moustiques:

Depuis 170 millions d'année les Diptères (les mouches et les moustiques) forment un groupe d'insectes le plus écologiquement diversifié, la famille des *Culicidae* est la plus importante, les moustiques appartient à cette famille forment un groupe diversifié dans une grande partie des insectes sont hématophages (Boudemagh et *al.*, 2013; Poupardin, 2011).

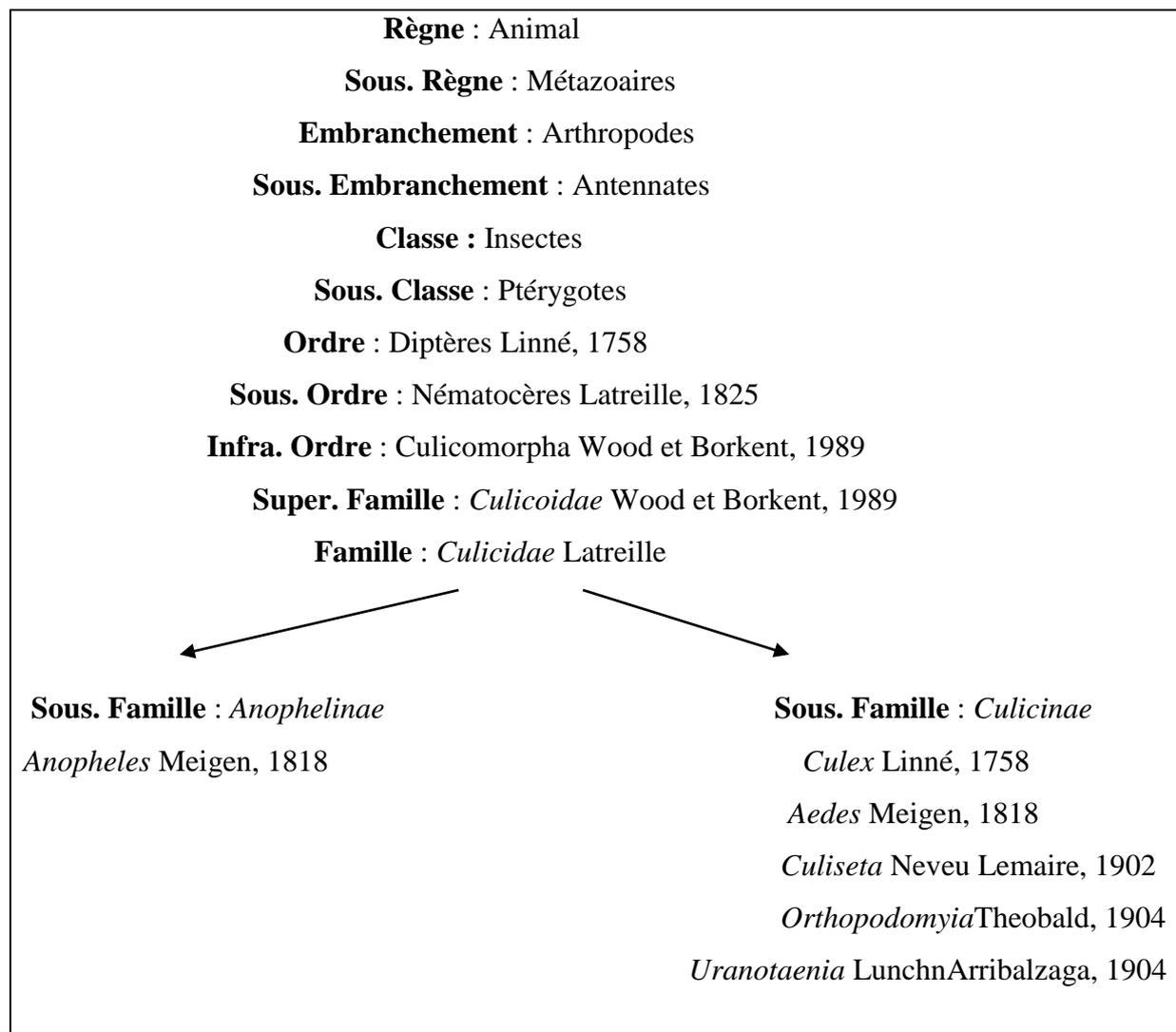
Selon le plus récent classement la famille des *Culicidae* comprend 2 sous familles, 11 tribus, 111 genres et 3528 espèces de la faune du monde (Banafshi et *al.*, 2013).

### 3.1) Systématique :

Les moustiques sont des arthropodes appartenant à la classe des insectes dans le règne animal. Les Culicidés ou moustiques font partie de l'ordre des Diptères et à la sous ordre des Nématocères. Selon (Seguy, 1951), les moustiques se distinguent des autres Nématocères piqueurs par leur trompe longue et la présence d'écailles sur les nervures alaires.

Les Culicidés se divisent en trois sous- familles: les *Taxorhynchitinae*, les *Anophelinae*, les *Culicinae*. La famille des *Culicidae* comprend environs 3000 espèces (Knight et Stone, 1977).

En Algérie, 50 espèces des Culicidés de 06 genres différent sont regroupés dans les sous familles des *Anophelinae* et les *Culicinae* (Hassaine, 2002). Les *Taxorhynchitinae* ne sont pas représentés (**Fig.03**).



**Figure 03:** Systématique générale des Culicidés présents en Algérie (Berchi, 2000).

### 3.2) Cycle de développement des moustiques:

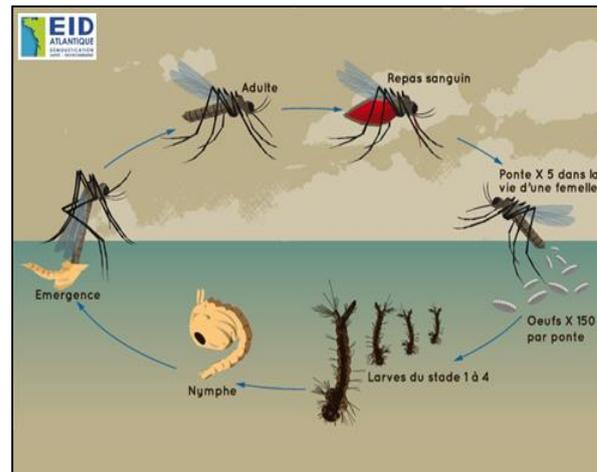
Le cycle biologique du moustique comprend une phase aquatique et une phase aérienne (**Fig.04**). Les adultes ou imago, sont aériens alors que les œufs, les larves et les nymphes constituent les stades pré-imaginaux et vivent dans l'eau douce le plus souvent ou parfois saumâtre (Clements, 1999).

La femelle prend généralement un repas de sang pour assurer la maturation des ovocytes ; Ce cycle dure environ douze à vingt jours dans les conditions optimales.

**Accouplement :**

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation et il ne se fait en générale qu'une seule fois durant leurs vies.

La femelle, après la prise du sang, se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas (Anonyme, 2000 ; Anonyme b, 2017). La ponte des œufs aura lieu 2 à 4 jours après la prise du sang.

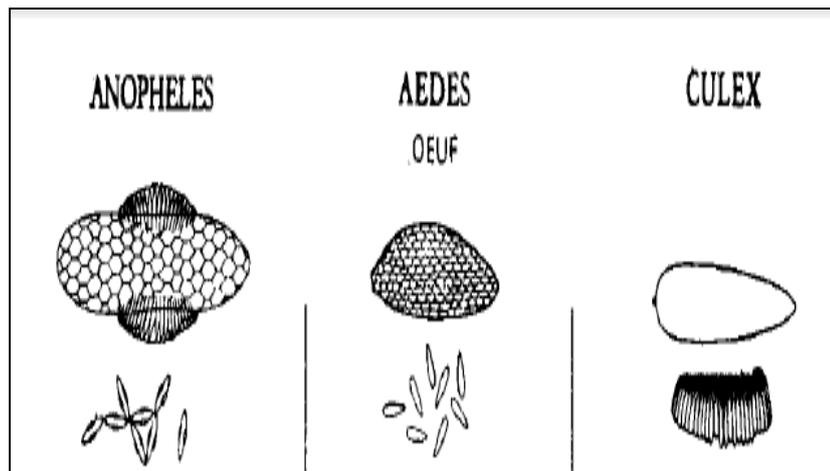


**Figure 04** : Schéma du cycle de développement des *Culicidae* (Anonyme b, 2017).

**3.2.1) les œufs :**

Les femelles pondent leurs œufs de différentes manières, les œufs d'*Aedes* sont généralement déposés un par un sur un substrat humide à l'interface air/eau. Les femelles du genre *Culex* et *Culiseta* pondent des œufs à la surface de l'eau sous forme de barquettes ou nacelle, alors que les œufs du genre *Anopheles* sont pondus individuellement à la surface de l'eau (**Fig.05**). Le nombre des œufs pondus peut atteindre le 300 selon les espèces (Urquhart et *al.*, 1996) qui éclosent en 24 à 48 heures (Ripert, 2007).

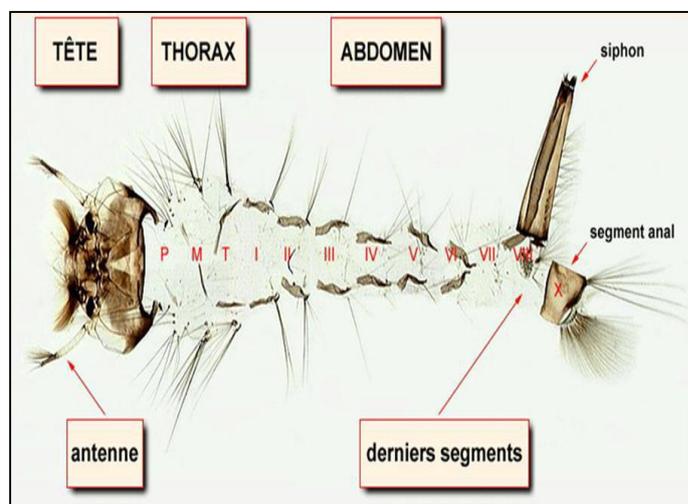
Les œufs sont généralement fusiforme et mesure environ 0,5 mm. Au moment de la ponte, ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noir.



**Figure 05:** Les œufs des trois genres des *Culicidae* (OMS, 2003).

### 3.2.2) La larve :

Les larves des moustiques ressemblent à des vers dépourvues de pattes et d'ailes, on distingue quatre stades larvaires notés généralement L1, L2, L3 et L4, le corps est divisé en trois parties nettement distinctes et plus particulièrement au quatrième stade larvaire (**Fig.06**). Parmi les quatre stades de l'évolution larvaire, seul le dernier (**Fig.07**) est pris en compte dans l'identification des espèces (Rioux ,1958).



**Figure 06 :** Vue générale d'exuvie d'une larve de *Culicinae* (Brunhes et *al.*, 2000).

#### La tête :

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

- Plaque dorso-médiane unique : le fronto –clypeus

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

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

### **Le thorax :**

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

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

### **L'abdomen :**

L'abdomen est allongé sub-cylindrique, est composé des neuf segments individualisés dont le huitième possède un intérêt majeur en taxonomie (Sinerge, 1974) et où se détache le siphon respiratoire caractérisant la sous-famille des *Culicinae*, chez les *Anopheles* le siphon est totalement absent.



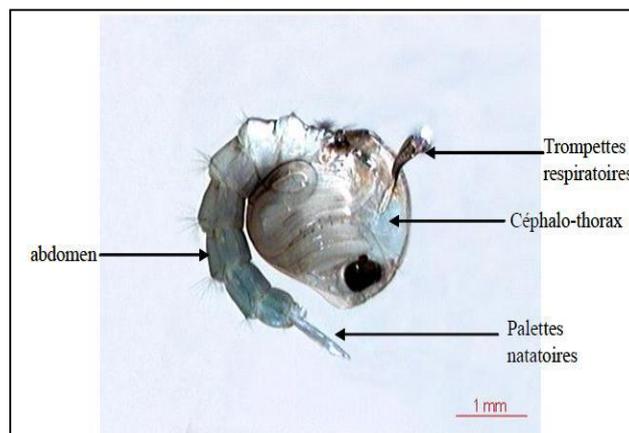
**Figure 07 :** Aspect général d'une larve du stade 4 de *Culicinae* sous l'eau (Anonyme, 2000).

### **3.3.3) La nymphe :**

C'est une pupe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas (**Fig.08**). Le corps comprend deux parties :

-La tête et le thorax sont regroupés en céphalothorax globuleux, surmonté de deux trompettes respiratoires.

-L'abdomen, segmenté, possède à son extrémité postérieure deux palettes natatoires conférents aux nymphes leur vivacité.



**Figure 08:** Aspect général de la nymphe des Culicidés (Anonyme, 2000).

### 3.3.4) L'adulte :

Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long (Rodhain et Perez, 1985). Le corps comporte trois parties: la tête, le thorax et l'abdomen (**Fig. 09**).

#### La tête :

La tête est un des éléments permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et espèces.

Elle comprend deux yeux composés, de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et sur la face ventrale.

Entre les yeux s'insèrent deux antennes constituées de 15 articles chez les mâles, 16 chez les femelles. Chez les mâles, elles portent de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses). Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins nombreuses (antennes glabres). En dessous des antennes et de part et d'autre du proboscis se situent deux palpes maxillaires penta-articulés. Les palpes maxillaires sont longs, dilatés ou non à leur extrémité, suivant le genre et le sexe. Les six pièces buccales, transformées en stylets vulnérants, se disposent dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe

vulnérante. Le labium présente à son extrémité deux languettes mobiles appelées labelles. (Seguy, 1950).

**Le thorax :**

Le thorax est sombre à noir, est la partie centrale du corps à laquelle sont attachées les ailes et les pattes, composé de trois segments soudés :

Un prothorax qui porte la première paire des pattes ;

Un mésothorax qui occupe plus de la moitié du thorax, il porte la deuxième paire de pattes et les deux ailes ;

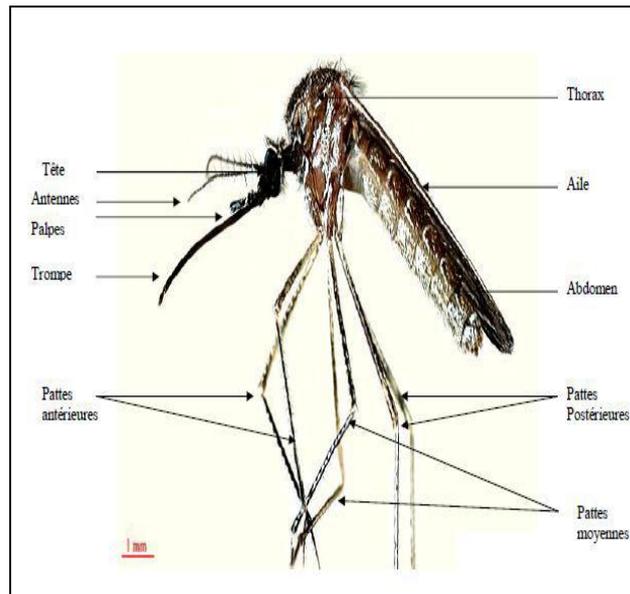
Un métathorax qui correspondant à la partie postérieure du thorax et porte la troisième paire des pattes et les deux balanciers.

**Les ailes des Culicidés**, comme chez tous les Diptères présentent des nervures costales bariolées, des écailles sombres et des écailles claires. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance de vol du moustique (Seguy, 1950).

**Les pattes du Culicidés** sont constitués de cinq parties : la hanche ou coxa, le trochanter distinct, le fémur, le tibia, et un tarse subdivisé en cinq segments, dont le premier est appelé protarse et le cinquième le distarse qui porte deux griffes.

**L'abdomen :**

L'abdomen est couvert d'écailles plates, se compose de dix segments, les huit premiers sont bien différenciés, les deux segments apicaux étant modifiés pour les fonctions sexuelles. Les pièces du mâle (hypopygium ou génitalia), la coloration des écailles et leur disposition, présentent un intérêt majeur dans la taxonomie des Culicidés (Seguy, 1950).



**Figure 09:** Aspect général d'un *Culicinae* adulte (Brunhes et al., 2000).

#### 4) Alimentation :

##### 4.1) Alimentation des adultes :

Les adultes, tant mâles que femelles, sont avant tout nectarivores, s'alimentant de nectar et du jus sucré des fleurs ou des fruits mûrs pour couvrir leurs besoins énergétiques (Wanson, 1949).

En outre, les femelles (à l'exception des espèces du genre *Toxorhynchites*), à seule fin d'assurer le développement de leurs œufs, ont recours à des repas de sang.

Chaque espèce a sa propre spécificité plus ou moins affirmée dans le choix de l'hôte pour ce repas de sang.

On parle de moustiques anthropophiles s'ils piquent préférentiellement l'homme ou zoophiles s'ils piquent préférentiellement d'autres vertébrés (oiseaux, batraciens, reptiles,...) ou même d'autres insectes.

##### 4.2) Alimentation des larves :

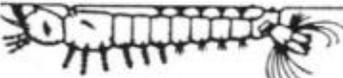
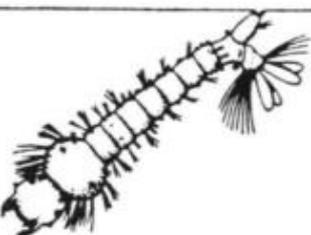
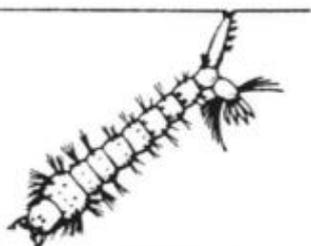
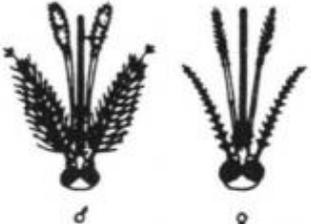
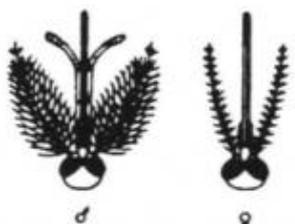
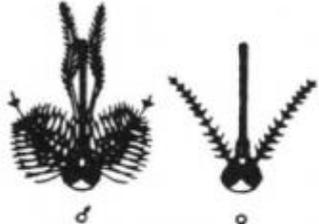
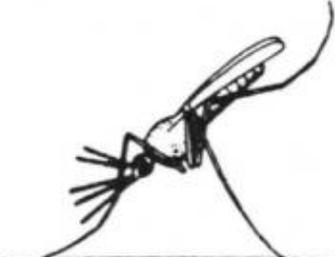
Les larves de moustiques ont pour la plupart une alimentation constituée de phytoplancton, de bactérioplancton, d'algues microscopiques et de particules de matière organique en suspension dans l'eau du gîte. Elle se fait grâce aux battements de leurs soies buccales qui créent un courant suffisant pour aspirer les aliments (Anonyme c, 2017).

## 5) Critères de différenciation :

La morphologie externe des larves et des adultes permet, selon Bruce et Chwatt, (1985) la différenciation rapide au niveau de la sous-famille (*Anophelinae* versus *Culicinae*) et des genres. Les principales caractéristiques de différenciation entre les genres d'intérêt médical sont représentés dans le **Tableau 01** et **Fig.10**.

**Tableau 01** : Les principales caractéristiques permettant de différencier les *Anophelinae* des *Culicinae* (Bruce - Chwatt, 1985).

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

	ANOPHELINAE	CULCINAE	
	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Œufs			
Larves			
Tête			
Position au repos			

**Figure10** : Principales caractéristiques morphologiques permettant de différencier les *Anophelinae* des *Culicinae* (Bruce-Chwatt, 1985).

## 6) Etude éthologique des *Culicidae* :

### 6.1) Rythmes d'éclairement et activité biologique :

Gabinaud, (1975) a recherché l'influence de ce facteur sur le comportement et la physiologie des Culicidés. L'activité des Culicidés à l'égard de l'intensité de la lumière obéit à des rythmes particulières on distingue deux catégories de rythmes selon la durée des cycles biologiques :

#### 6.1.1) Les rythmes journaliers :

Les plus courts qui correspondent à l'alternance de l'activité et du repos ; la majorité des espèces Culicidiennes présente des rythmes nycthémeraux, leur activité est dans ce cas liée à l'alternance du jour et la nuit (Roman, 1939).

#### 6.1.2) Les rythmes saisonniers :

Caractérisés par une diapause, dans les régions arctiques et tempérées du Nord où les variations photopériodiques et thermiques sont nettement marquées au cours de l'année, les Culicidés suspendent leur activité à la saison froide, au stade d'œuf, de larve ou d'adulte (Sinerge, 1974). Le repos est généralement déclenché par des températures trop basses en hiver (Hassaine, 2002).

### 6.2) Hôte et préférences trophiques :

Les hôtes sont divers, en plus de l'homme ; le sang nécessaire est pris soit des mammifères, soit des batraciens, soit des reptiles (Seguy, 1950).

Les espèces d'endrolimniques piquent essentiellement l'homme (Harant et *al*, 1955 ; Ribeiro et *al*, 1988 ; Roman, 1939, et 1955).

Ces espèces montrent un tropisme net pour l'homme, Elle gorge préférentiellement sur l'homme .Elle restent très gênantes par leurs pique diurne, le plus souvent. Elles seraient fréquentes en zone urbanisées où elle trouve des gîtes favorable ou elles sont soupçonnées d'être à l'origine de nuisance en ville (Benbarka-Tabti, 2005).

Seule la femelle est hématophage et son appétence vis-à-vis de tel ou tel groupe de vertébrés est en fonction du genre, de l'espèce ou du biotope auquel elle appartient (Sinerge, 1974), un repas de sang constitue la source de protéine nécessaire pour le développement des œufs.

### 6.3) Rôle pathogène des *Culicidae* :

Les Culicidés ont un rôle majeur dans la transmission des maladies. Certains parmi eux tirent profit de leur hôte sans causer de dégâts. D'autres ont la capacité de transmettre des agents pathogènes qui peuvent amener la mort de leur hôte (Benyoub, 2007).

Les maladies transmissibles par les Culicidés et les plus dangereuses sont les suivant :

#### 6.3.1) Les maladies d'origine parasitaires :

##### Le paludisme :

Le paludisme, ou malaria qui touche environ 600 millions de personnes dans le monde et entraîne le décès de plus de 2 millions de personnes par an, est la plus répandue des maladies parasitaires (OMS, 1995). Elle est due à *Plasmodium falciparum*, agent pathogène transmis à l'homme par un moustique. En Afrique, où le paludisme est endémique, les moustiques du genre *Anopheles* sont les seuls vecteurs de cette maladie.

#### 6.3.2) Les maladies d'origine virales :

##### La Dengue :

La Dengue est une maladie virale due à un *Flavivirus*. Elle est transmise par la piqûre de moustiques du genre *Aedes* qui se reproduisent dans les points d'eau stagnante autour des habitations.

La dengue est une maladie endémique répandue dans les régions tropicales et subtropicales, urbaine et périurbaine, dans plus de 100 pays d'Afrique, d'Amérique, de la méditerranée orientale de l'Asie du sud-est et de la pacifique occidentale. Ces deux dernières régions sont les plus affectées (OMS, 1995).

##### Le virus du Nil occidental :

Le virus du Nil occidental (en anglais : *West Nile virus*) est un virus de la famille des *flaviviridae* et du genre *Flavivirus* (On le retrouve à la fois dans les régions tropicales et les zones tempérées).

Le vecteur est le plus souvent un moustique du genre *Culex* (*Cx. pipiens* Linné ou *Cx. modestus* Ficalbi en Europe). *Aedes albopictus* et *Aedes vexans* sont aussi suspectés de jouer ce rôle, car ils sont compétents pour ce virus (Balenghien, 2007 et Jourdain et al., 2008).

**La filariose :**

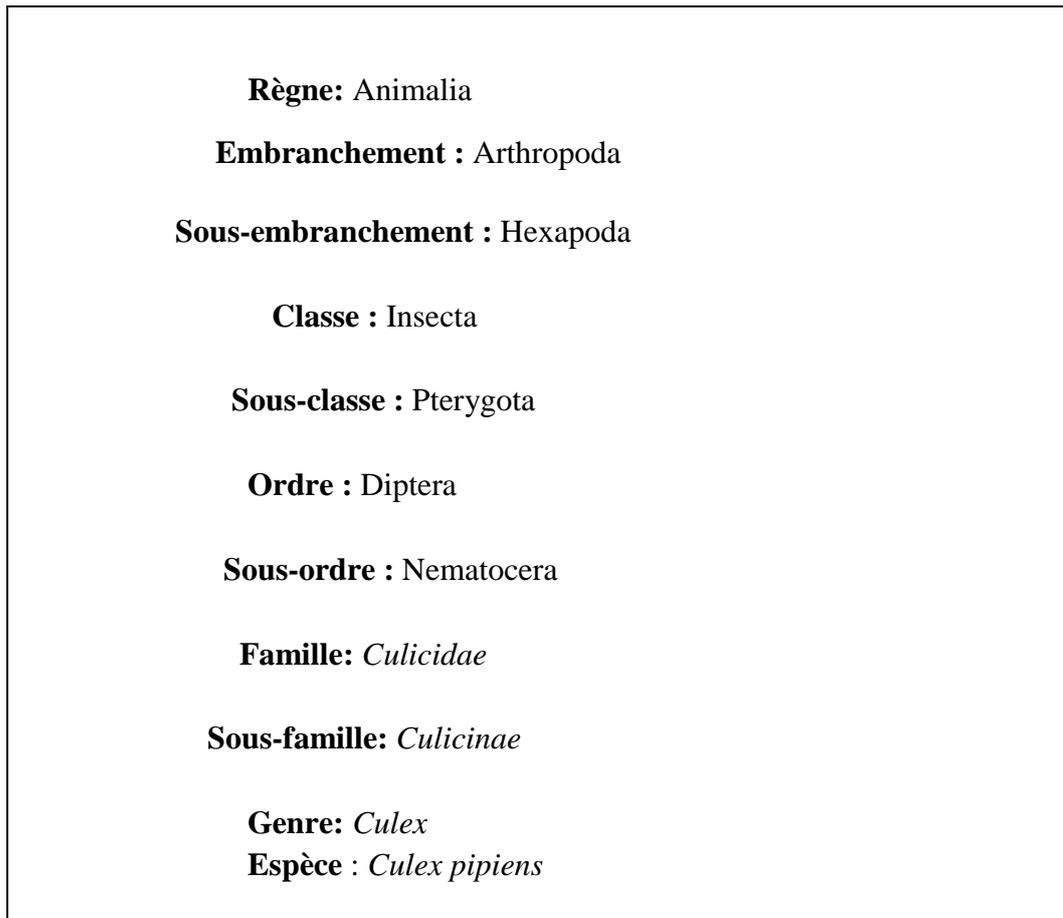
Plus de 40 espèces de *Culicidae*, relevant de 4 genres, sont impliquées dans la transmission des filarioses lymphatiques. Ce sont des infections parasitaires engendrées par trois espèces de filaires : *Wuchereria bancrofti*, la plus fréquente et *Brugiamalayi* et *Brugiatimori*.

La filariose de Bancroft est transmise par pique d'homme à l'homme par un helminthe (ver). Son développement débute chez les moustiques des espèces *Cx. pipiens palens* et se poursuit chez l'homme. Il provoque des enflures invalidantes, cette maladie sévit en Asie, en Afrique et en Australie (Schaffner, 2004).

En Algérie, *Culex pipiens* L. est l'espèce de moustique qui présente le plus d'intérêt en raison de sa large répartition géographique, de son abondance et de sa nuisance réelle, surtout dans les zones urbaines (Bendali et *al.*, 2001).

### 7) Le complexe *Culex pipiens* :

Position systématique :



**Figure11 :** Position systématique des *Culex* (Lane et Crosskey, 1993).

Le complexe *Culex pipiens* regroupe plusieurs espèces: *Cx. pipiens* (Linnaeus, 1758) avec ses deux formes; la forme *pipiens* et la forme *molestus* (Forskall, 1775).

Le moustique *Culex pipiens* (L) existe sous deux formes: une forme *molestus* et une forme *pipiens*.

La forme *molestus* est autogène (capable de réaliser une première ponte sans prendre de repas de sang), sténogame (peut s'accoupler dans des espaces confinés) et reste en activité durant la

période hivernale (homodynamique). A l'inverse, la forme *pipiens* est anautogène (exigeant toujours un repas de sang pour réaliser une ponte), eurygame (s'accouple en plein air) et entre en diapause pendant l'hiver (hétérodynamique) (Byrne et Nichols, 1999; Huang et al., 2008).

les deux formes peuvent cohabiter dans des gîtes hypogés ainsi qu'en gîtes épigés (Chevillon et al., 1995; Gomes et al., 2009; Reusken et al., 2010).

### **Principale nuisance causé par *Culex pipiens*:**

On distingue deux types de nuisance causés par le *Culex*: La piqure et la transmission de maladies.

- **La piqure :** Chez l'homme comme chez l'animal, la piqure du moustique femelle provoque une lésion ronde de quelques mm à 2 cm de diamètre souvent prurigineuse (Andreo, 2003).

Des réactions allergiques à ces piqures peuvent apparaître, dues à l'injection d'antigènes salivaires, mais pouvant aussi être dues au simple contact avec le moustique ou ses excréments (Candace et al., 2001).

- **La transmission des maladies:**

*Culex pipiens* est le principal vecteur du virus **West-Nile**. Sa capacité à s'adapter à tous les biotopes (Hassaine, 2002 ; Faraj et al., 2006) lui permet d'être vecteur de plusieurs agents pathogènes responsables de maladies infectieuses parfois mortelles (Guyatt et al., 1999).

En Algérie, le virus West-Nile a provoqué une épidémie importante dans la région de Timimoune en 1994, des cas isolés d'encéphalite chez l'homme avec des cas mortels sont rapportés par Le Guenno et al.; (1996) et Zientara et al.; (2001).

De même, en Algérie, *Culex pipiens* est le moustique qui présente le plus d'intérêt en raison de son abondance et sa nuisance réelle dans les zones urbaines (Berchi, 2000). Selon ce même auteur, son développement dans certaines régions est continu pendant toute l'année.

## II) La lutte anti vectorielle :

Depuis l'antiquité, l'homme a toujours cherché à se protéger contre les arthropodes nuisant et vecteurs. Dans différentes régions tropicales, certaines pratiques traditionnelles permettent la réduction des piqûres de moustiques dans les habitations. Les moyens mis alors en œuvre étaient essentiellement des mesures d'aménagement de l'environnement (Mouchet et Carnevale, 1991) ou de lutte physique.

Actuellement, la seule méthode pour prévenir ou combattre la transmission des maladies vectorielles consiste à lutter contre les vecteurs (OMS, 2013).

La lutte contre les moustiques se fait par trois méthodes principales :

### 1) La lutte physique :

Elle consiste à modifier le biotope de l'insecte en supprimant tous les facteurs favorables à son développement, elle est basée sur les mesures d'assainissement et d'aménagement du milieu urbain qui consiste à éliminer les collections d'eaux usées stagnantes ou tout au moins à les rendre inaccessibles aux adultes, et concurremment à prévenir l'apparition et la multiplication des gîtes.

Une autre méthode de lutte physique complémentaire pourrait être adoptée : l'utilisation de billes de polystyrène dans les gîtes clos, ces billes entraînent la mort par asphyxie des larves et restaient présentes entre 4 et 5 ans dans les puisards et entraînaient une réduction de la densité Culicidienne de 98% dans les maisons. Leur utilisation combinée à un traitement à dose unique de diéthylcarbazine a également permis de réduire la microfilarémie de 49% à 3% au sein de ces populations (Curtis, 1994, Chavasse et *al.*, 1995, Maxwell et *al.*, 1990, 1999).

### 2) La lutte biologique :

La lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants ou de produits qui en dérivent pour détruire les vecteurs et les ravageurs. Il s'agit en particulier de virus, de bactéries, de protozoaires, de champignons, de plantes, de vers parasites et de moustiques ou de poissons prédateurs. On s'efforce en général de détruire les larves sans polluer l'environnement. La lutte biologique donne souvent ses meilleurs résultats lorsqu'on la pratique parallèlement à l'aménagement de l'environnement (OMS, 1999).

**a) Les bactéries entomopathogènes:**

*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* et *Bacillus sphaericus* sont les bactéries les plus connues et les plus utilisées pour lutter contre les larves de moustiques (Zahiri et al., 2002 ; Monnerat et al., 2004 ).

**b) Les champignons entomopathogènes :**

Plusieurs espèces de champignons entomopathogènes ont été isolées et testés sur la plupart des moustiques vecteurs de maladies et qui peuvent tuer à la fois la forme larvaire et adultes (Scholte, 2004).

**c) Les poissons larvivores :**

Dans différentes régions du monde, des poissons indigènes ont été utilisés pour contrôler les larves de moustiques *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Oreochromis mossambicus* ..., mais *G. affinis* est l'espèce la plus utilisée en matière de lutte biologique contre les larves de moustiques (Schleier et al., 2007).

**La lutte anti larvaire :**

Certaines méthodes préconisent la réduction voire l'éradication des gîtes larvaires, notamment grâce au drainage et en facilitant l'écoulement des eaux, ce qui empêche le développement des *Culex*. Bien qu'extrêmement efficaces car définitives, elles ne sont cependant pas toujours réalisables, ni même économiques. A plus petite échelle, chacun peut se débarrasser des boîtes de conserve, vieux pneus...etc dans lesquelles se développent les larves. L'introduction de prédateurs aquatiques est envisageable lorsque les *Culex* se développent dans des collections d'eau suffisamment vastes, comme des étangs ou des mares.

Une autre méthode consiste à introduire des pathogènes comme la bactérie *Bacillus thuringiensis* (Euzeby, 2008 ; Urquhart, 1996).

**3) La lutte chimique :**

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimiques 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 par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout

leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (Philogene, 1991). Les moustiques sont généralement contrôlés par des insecticides conventionnels (organochlorés, carbamates, pyréthriinoïdes et organophosphorés), qui ont eu à long terme des effets secondaires sur l'environnement et les organismes.

#### **A) Les Organochlorés (DDT):**

Le dichloro-diphényl-trichloréthane (DDT) (est un composé qui présente une grande solubilité dans les solvants organiques, les graisses et le pétrole. La combinaison de ses trois propriétés (répulsivité, irritabilité et toxicité) vis-à-vis des moustiques lui a valu sa place dans les programmes de lutte contre le paludisme. L'OMS ne recommande son usage que pour la lutte antivectorielle et sous la forme de pulvérisations intra domiciliaires à effet rémanent (appliquées uniquement sur les murs intérieurs des habitations) (OMS, 2004).

Le DDT agit en perturbant l'ouverture des canaux sodium le long de l'axone chez l'insecte qui meurt après hyperexcitation, convulsions et paralysie.

#### **B) Les carbamates :**

Peu de produits de ce groupe très important sont utilisées en santé publique. Instables en milieux aqueux, ils ne peuvent être utilisés que comme larvicides, et leur action est dirigée contre les adultes.

#### **C) Les pyréthriinoïdes de synthèse :**

Sont des insecticides chimiques synthétiques. Leur structure chimique est adaptée à celles des pyréthrines. Ce sont des insecticides botaniques naturels produits par les fleurs de chrysanthèmes (*Chrysanthemum cinerariaefolium* et *Chrysanthemum cinereum*: espèces retrouvées essentiellement en Afrique et en Australie). Les pyréthrines, qui altèrent les fonctions nerveuses, sont peu résistantes et peu stables dans l'environnement (Aligon et *al.*, 2010).

#### **D) Les Organophosphorés :**

Il y'a plus de deux cents composés de ce groupe homologués dans le commerce. Les premiers comme le Parathion, étaient extrêmement toxiques pour l'homme. Les composés les plus employés sont énumérés ci-après :

**Le Parathion :**

Très toxique ; n'est utilisé que comme larvicide loin des lieux habités.

**Le Chlorpyrifos (Dursban) :**

Est un excellent larvicide surtout dans les eaux polluées où son effet peut se prolonger pendant trois mois.

**Le Malathion :**

Est un des organophosphorés les moins toxiques et les moins chers. Il a été recommandé pour remplacer le DDT.

**Le Téméphos (Abate) :**

Est un produit extrêmement sûr et dénué de toxicité. Relativement spécifique de certaines larves de diptères il cause peu de dégâts à l'environnement (Darriet, 1998).

### 1) Objectifs :

Les principaux objectifs de notre étude sont les suivants :

- Etablir un **inventaire systématique** des *Culicidae* dans quelques régions de la wilaya d'Alger puis identifiant les larves de moustique, dans le but d'avoir une idée sur les *Culicidae* présents dans les régions d'étude.
- Etudier **la sensibilité** des espèces les plus dominantes aux deux larvicides ; l'un est chimique et l'autre biologique afin de déterminer le produit le plus efficace.

### 2) Lieu de stage :

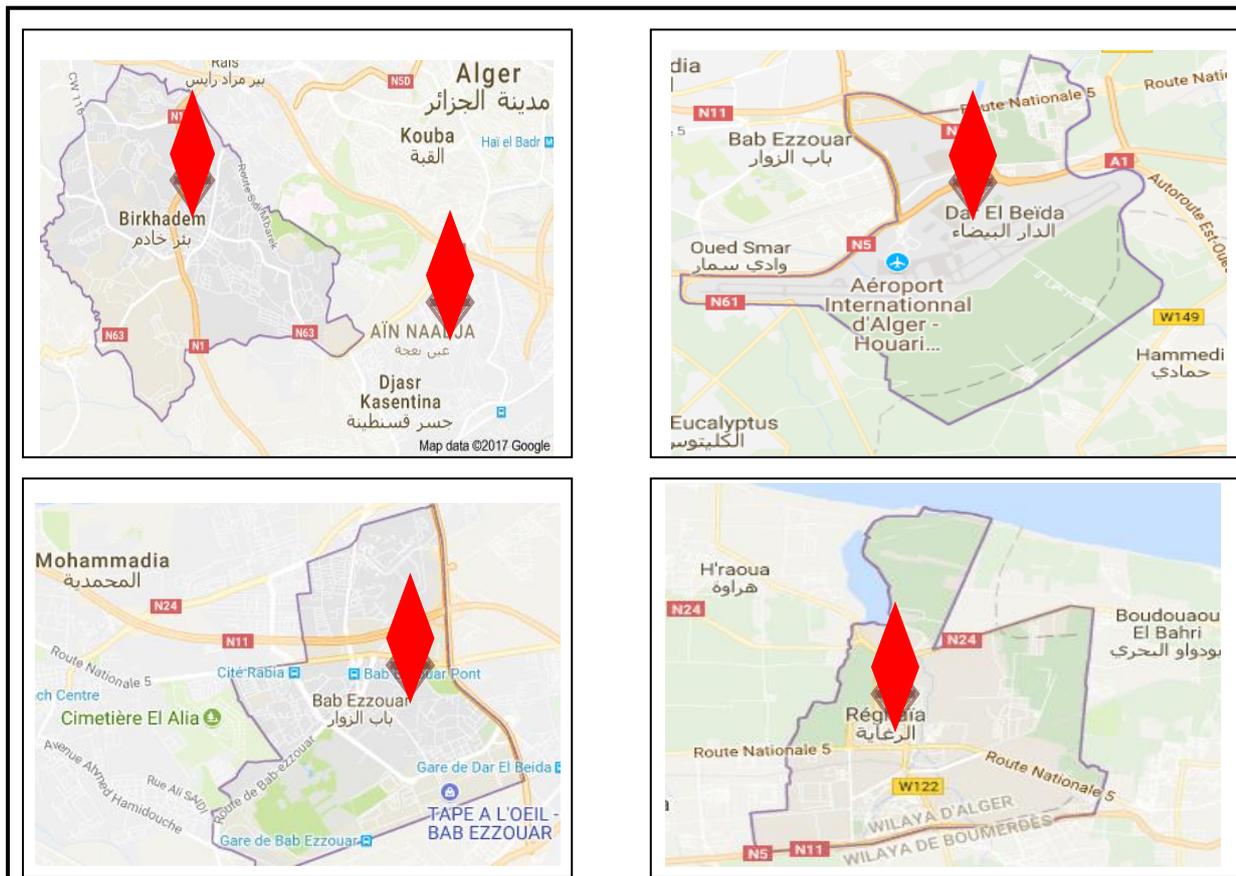
Notre travail s'est étalé sur une période de 6 mois (**de février à juillet 2017**), durant laquelle nous avons prospecté le maximum de gîtes dans 05 stations de **la wilaya d'Alger** à savoir : Bir-khadem, AïnNaadja, Réghaïa, Dar El Beïda et Bab Ezzouar)(**Fig. 12**). Les échantillons récoltés ont été traités à **l'Institut National de Santé Publique (INSP-Alger)**.

### 3) Présentation de la zone d'étude :

#### 3.1) Situation géographique :

Alger est situé au Nord-centre de pays et occupe une position géostratégique. La wilaya d'Alger est limitée par la **mer méditerranée** au **Nord**, par la wilaya de **Blida** au **Sud**, par la wilaya de **Tipaza** à l'**Ouest** et par la wilaya de **Boumerdes** à l'**Est** (ANDI, 2013) .

Différents gîtes ont été visités dans le but d'inventorier la faune culicidienne présentes.



**Figure 12:** Localisation des cinq régions d'étude (Anonymée, 2017).

### 3.2) Caractéristiques du climat de la zone d'étude :

Alger se caractérise par un climat méditerranéen tempéré. Elle est connue par ses longs étés chauds et secs. Les hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible. Les pluies sont abondantes et peuvent être diluviennes. Il fait généralement chaud surtout de la mi-juillet à la mi-août (ANDI, 2013)

Les données climatiques de la station d'étude (wilaya d'Alger) de la période (de 2007 à 2017) enregistrés à Dar El Beïda (ONM, 2017).

#### 3.2.1) La température :

Il est connu que les températures représentent un facteur déterminant pour les moustiques. En effet, elle conditionne la répartition de ces insectes.

Les données relatives des températures moyennes sont mentionnées dans le **Tableau 02**.

**Tableau 02:** Températures maximales et minimales enregistrées sur une période de dix ans (de 2007 à 2017) à Dar El -Beida.

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
Températures maximales en °C	19.4	20.4	24 .4	27.2	31.7	34.6
Températures minimales en °C	06	6.2	7.6	10	12.5	16.1

Le tableau 02 montre pour la période de notre partie expérimental (de février à juillet 2017), le mois le plus froid est février avec une température minimale de 06 °C alors que le mois le plus chaud est juillet avec une température maximale de 34.6°C.

### 3.2.2) la pluviosité :

La **pluviosité** permet l'humidification du sol sur lequel se forment des gîtes favorables à la pullulation des moustiques.

Les données relatives des précipitations sont mentionnées dans le **Tableau 03**.

**Tableau 03 :** Cumuls mensuels des précipitations enregistrées sur une période de dix ans (de 2007 à 2017) à Dar El -Beida.

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
Précipitations En mm	84,7	78,9	55,2	41,3	10,7	1,6

Le tableau 03 montre que pour la période de notre partie expérimental (de février à juillet 2017) ; les mois les plus pluvieux sont février et mars avec respectivement 84,7 et 78,9 mm.

### 3.3.3) Humidité relative de l'air :

Il est connu qu'à la fin de l'été, des périodes prolongées de l'humidité élevée, favorisent le développement des stades pré imaginaires des moustiques dans les gîtes larvaires.

Les données relatives à l'humidité de l'air sont mentionnées dans le **Tableau 04**.

**Tableau 04 :** Humidité relative moyenne enregistrées sur une période de dix ans (de 2007à 2017) à Dar El -Beida.

Mois	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
Humidité en %	77	77	78	74	71	70

Le tableau 04 montre pour la période (de 2007à 2017), les mois les plus humides sont décembre et janvier avec (81%).Le mois le moins humide est juillet (70%).On remarque que pour la période de notre partie expérimental (de février à juillet2017) ; le mois le plus humide est Avril avec (78%).Le mois le moins humide est juillet (70%).

### 3. 3) Les gîtes prospectés :

Les figures ci-dessous montrent quelques des gîtes prospecté :



**Figure 13:** Photos de quelques gîtes potentiels (photos originales)

**G.A :** Cave de bâtiment ; cité Smail yafsah (Bab Ezzouar).

**G.B :** Cave de bâtiment ; (Dar El Beïda).

**G.C :** Cave de bâtiment ;(Réghaïa).

**G.D et G .E :** sous-sols inondés ; cité Amara Said (Bir-khadem).

**G.F :** Cave de bâtiment ; cité 1001 logements (Aïn Naadja).



**Figure 14:**Photos de quelques gîtes confirmés (photos originales).

**G01et G02:** Caves des bâtiments ; cité Smail yafsah (Bab Ezzouar).

**G03 :** Cave de bâtiment ; cité lala Fatma Nssoumer (AînNaadja).

**G04 :** Cave de bâtiment ; Gué de Constantine (AînNaadja).

**G05 :** Cave de gendarmerie ; (AînNaadja).

**G06 :** Oued (Réghaïa).

**G07et G08:** Caves des bâtiments ; (Dar El Beïda).

### **3.4) L'intérêt de la région d'étude :**

L'étude des moustiques dans la wilaya d'Alger a été motivée par leur importance en santé publique (intérêt médical).

Cette région a été choisie pour plusieurs raisons à savoir :

La population : le nombre important des habitants à Alger.

L'agglomération denses : les cités populaires y sont importantes (bâtiments, banlieue, bidons villes et campus universitaire).

### **4) Matériel et produits utilisés :**

Les principaux produits et matériel non biologique utilisés lors de notre travail sont cités dans **l'annexe II**.

Les principaux produits et matériel biologique utilisés lors de notre travail sont cités dans **l'annexe III**.

### **5) Protocole expérimental :**

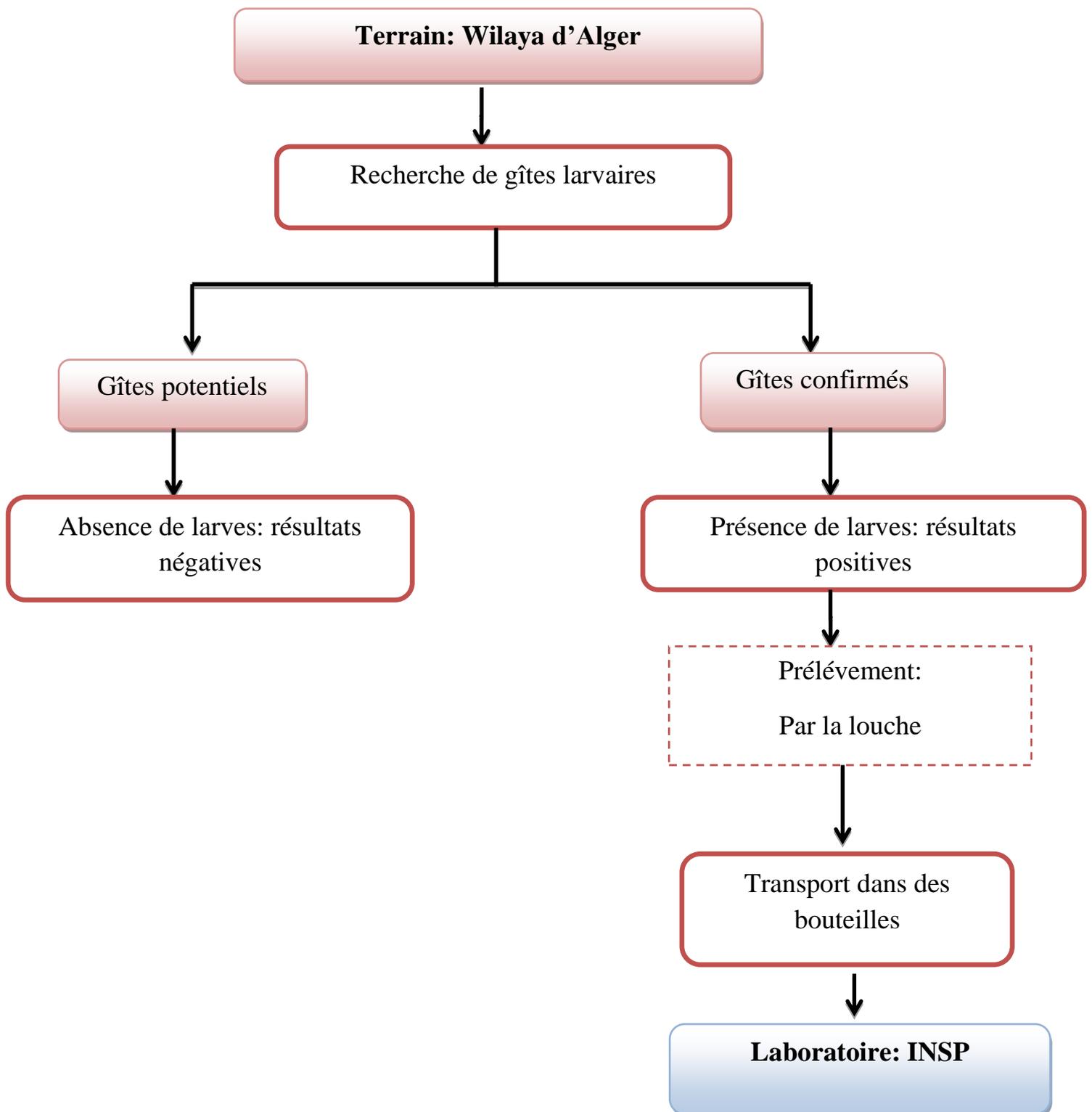
Notre travail consiste à faire un inventaire des *Culicidae* dans 05 régions de la wilaya d'Alger (Bir-khadem, AïnNaadja, Dar el Beïda, Bab Ezzouar et Réghaïa) et faire une comparaison entre l'efficacité de deux larvicides l'un biologique et l'autre chimique contre les populations de larve de ou des espèces les plus dominantes.

L'inventaire comporte deux étapes :

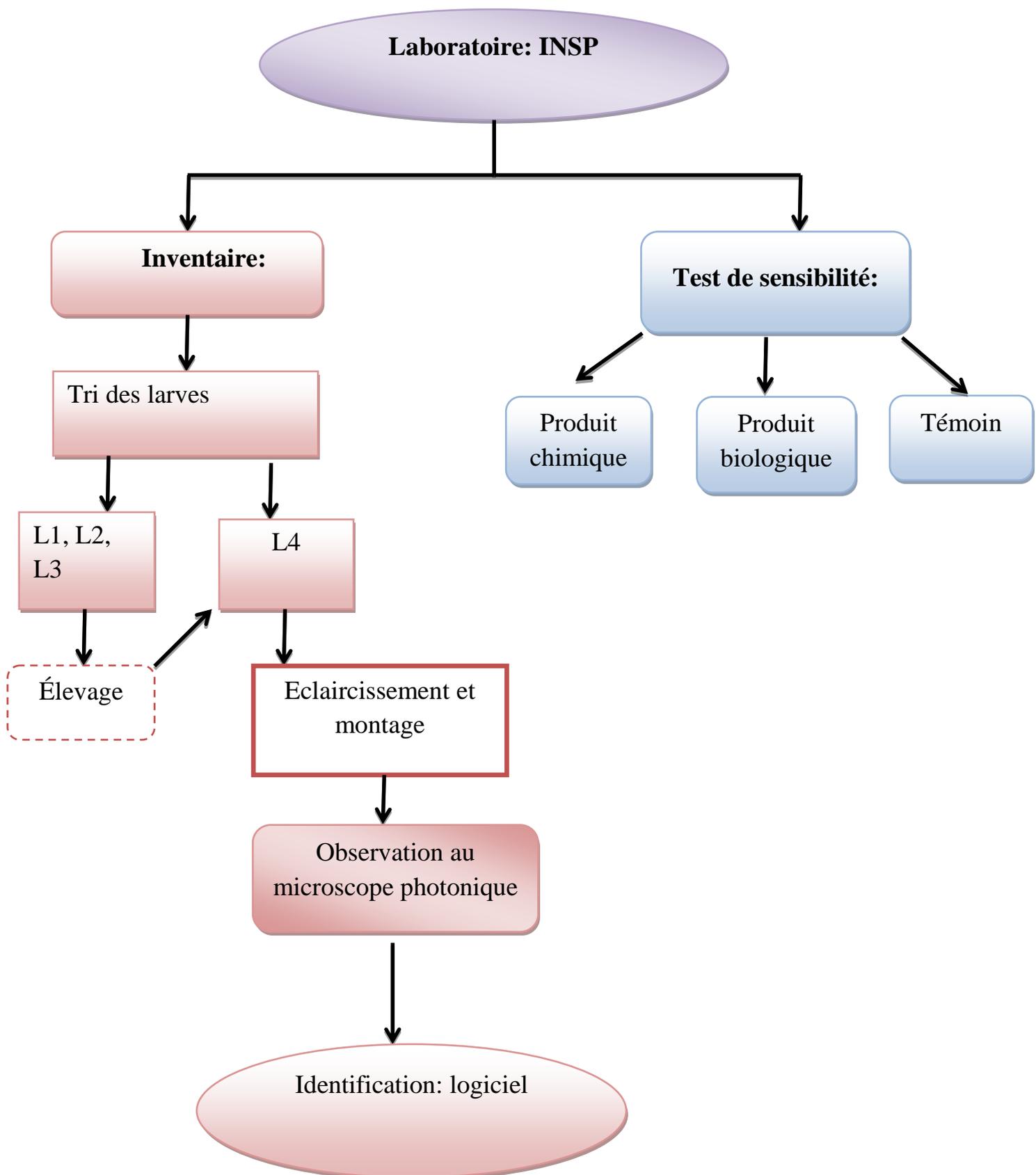
**Sur terrain** : La recherche et la collection des stades pré imaginaires des moustiques.

**Au laboratoire** : Tri et identification des larves.

Les **figures (15) et(16)**, résument les principales étapes suivies au cours de cette étude.



**Figure 15:** Protocol expérimental suivi sur terrain.



**Figure 16:** Protocol expérimental suivi au laboratoire.

## 6) Méthodes:

Cette partie comprend la description de la technique d'échantillonnage utilisé sur le terrain et en laboratoire.

### 6.1) Partie terrain :

#### 6.1.1) Méthode d'échantillonnage des larves :

L'échantillonnage des larves se fait en utilisant aux niveaux des différent gîtes la méthode de coup de louche « **Dipping** » ou trempage (Papierok *et al.*, 1975), cette méthode consiste à plonger en plusieurs endroits du gîte larvaire un récipient de capacité connue.

Dans notre travail, nous avons utilisés une louche d'une capacité d'un litre, prolongée par un manche assez long pour pouvoir atteindre les endroits difficiles d'accès. La récolte des larves est décrite dans comme suit :

- Plonger la louche doucement dans l'eau suivant un angle de  $45^\circ$  et la retirer d'un mouvement uniforme en évitant les remous ;
- Verser le contenu de la louche dans des bouteilles en plastique ;
- Prendre soin de ne pas fermer les bouteilles hermétiquement pour permettre aux larves de respirer ;
- Reporter sur le carnet d'annotation le code de chaque gîte.

Il est à signaler que les bouteilles n'ont pas été remplies complètement d'eau du gîte et leurs couvercles ont été retirés pour permettre aux spécimens de respirer (**Fig.17 et 18**).



**Figure 17:** prélèvement à la louche  
(photo originale)



**Figure18 :** bouteilles contenant l'eau de gîte  
(photo originale)

## 6.2) Partie laboratoire :

### 6.2.1) Tri des larves :

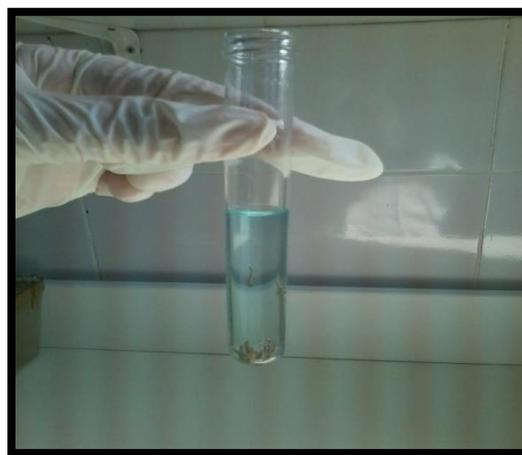
Tous les prélèvements ont été transvasés des bouteilles vers des cristallisoirs d'une capacité d'un litre et demi, les spécimens, par la suite, ont été triés par gîte et par stade à l'aide d'une pipette en plastique (**Fig. 19**).



**Figure 19** :Tri des larves par gîte et par stade à l'aide d'une pipette en plastique(photo originale).

Les larves du premier, second et troisième stade ont été placées dans un cristallisoir contenant l'eau du gîte, pour continuer leur développement au quatrième stade, sans recevoir aucun apport alimentaire.

Larves du stade 04 sont utilisées pour l'identification des espèces ;elles sont placées dans des tubes en plastique contenant de l'alcool 70 °(**Fig.20**).



**Figure20** : Conservation des larves de stade 04 dans l'alcool 70° (photo originale).

### 6.2.2) Montage des larves :

Pour la détermination des espèces récoltées, les larves du quatrième stade sont utilisés, vu la facilité de leur manipulation et leur chétotaxie (Bouadiba et *al.*, 2012).

Pour l'éclaircissement et le montage des larves, nous avons suivi les étapes citées par Grenier et Taufflieb (1952) et Messai et *al.* (2012) :

- **Réhydratation** des larves conservées dans l'alcool dans un bain d'eau distillée pendant quelques minutes ;
- **Eclaircissement** dans une solution de potasse (KOH) à 10 % pendant 10 minutes ;
- **Rinçage** à l'eau distillée (3 bains de 2 à 5 minutes) ;
- **Déshydratation** par passage successif dans 3 bains d'alcool de concentration croissante (70°,90° et 100°) pendant 15 minutes en tout ;
- **Montage** entre lame et lamelle dans une goutte de baume du Canada les lames sont posées par la suite sur une surface plane puis examinées au microscope.



**Figure 21** : Les étapes d'éclaircissement et de montage des larves (photos originales).

### 6.2.3) Identification :

Une fois préparées, les lames ont été examinées au microscope photonique au grossissement **x10** et **x40** avec un oculaire de grossissement **x10**.

L'identification des larves a été faite selon des critères morphologiques à savoir : (point d'insertion des soies et leur nombre, forme du siphon ...etc) en utilisant le logiciel « les moustiques de l'Afrique méditerranéenne : Programme d'identification et d'enseignement ».

Ce logiciel a été réalisé par l'**IRD** (Institut de Recherche pour le Développement) de Montpellier en collaboration avec l'Institut Pasteur de Tunis (Brunhes et *al.*, 1999).

### 7) Tests de sensibilité :

Pour notre étude nous sommes intéressés au Téméphos larvifos et à l'Aquatin AMF, ces produits nous ont été aimablement fournis par l'HURBAL :

Téméphos larvifos:

Le Téméphos est un organophosphoré extrêmement actif contre les larves de moustiques et autres insectes aquatiques, mais très peu toxique pour les poissons, les oiseaux, les mammifères et l'homme, son mode d'action identique chez les organophosphorés ; inhibition de l'acetylcholine estérase (OMS ,1999).

Aquatin AMF:

Aquatin AMF est un liquide pure pour le contrôle des moustiques .Ce n'est pas un produit chimique toxique, il agit en formant une pellicule très fine de silicone à la surface de l'eau en perturbant le cycle de vie de moustique (Anonyme d, 2017).

Composition:

-Substance active: Polydiméthylsiloxane (89,0 % P/V)

-Substances inertes : (11,0 % P/V)

-Total : 100,0 % P/V

La pellicule d'Aquatin AMF film présente une tension de surface très faible, qui affecte le cycle de vie des moustiques de deux façons :

- Elle empêche l'oviposition des femelles
- Elle empêche les larves de se fixer à la surface et l'émergence imaginale.

Des essais réalisés par des universités internationales ont montré qu'Aquatin AMF est efficace à 100% dans l'interruption du cycle de vie des moustiques.

La pellicule d'Aquatin AMF résiste aux courants d'air sur les étendues d'eau, et elle ne se constituera pas du côté sous le vent des plans d'eau. Etant à base de silicone, elle résiste à la dégradation due aux rayons ultraviolets (Anonyme d, 2017).

Nous avons choisi de travailler sur l'espèce la plus abondante récoltés au niveau des différents gîtes prospectés au cours de notre expérimentation.

Les tests ont été effectués sur des larves de 3<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup> stades.

Les produits utilisés sont :

**Téméphos larvifos** : 1 litre de Téméphos larvifos pure dilué dans 800 litres d'eau distillée

**Aquatin AMF** (silicone) : solution mère.

Préparation des solutions des deux produits à tester Téméphos larvifos et Aquatin AMF :

La technique consiste à mettre dans chaque gobelet 1ml du Téméphos larvifos et 99 ml d'eau distillée totalisant ainsi un volume de 100ml. Pour ce qui est de l'Aquatin AMF nous avons utilisé une goutte du produit dans 99 ml d'eau distillée. Pour chaque produit, nous avons placé 30 larves des stades L3 et L4 réparties en 3 lots. Parallèlement 30 larves divisées en 03 lots, ont été placées dans des gobelets contenant 100 ml d'eau distillée constituent ainsi le lot témoin.



**Figure 22** : Dispositif expérimental de l'étude de sensibilité des larves au Téméphos larvifos et l'Aquatin AMF (photo originale).

Les gobelets ont été placés dans des conditions ambiantes du laboratoire (Température à 27°C - Humidité à 80%).

La lecture du test s'est faite à des intervalles de temps fixes de 05 minutes à 24 heures.

La Cinétique de chaque produit a été déterminée en relevant dans chaque gobelet le nombre de larves mortes et le pourcentage de mortalité est calculé.

## 8) Analyses statistiques :

### A) les indices écologiques de composition

Pour l'analyse des résultats de l'identification, nous avons utilisé les indices écologiques de composition définis par Dajoz (1971) et Ramade (1984) :

#### • Abondance relative (A) :

Elle correspond au nombre d'individus d'une espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus collectés toutes espèces confondues (N).

$$A = n_i \cdot 100 / N$$

N=nombre total d'individus.

$n_i$ = nombre d'individus de l'espèce.

- **Fréquence d'occurrence (F) :**

Elle correspond au nombre de prélèvement (**Pi**) contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total de prélèvement effectués (**P**).

$$F = \frac{P_i \cdot 100}{P}$$

**P** : nombre total de prélèvement effectués

**Pi** : nombre de prélèvement

Cet indice renseigne sur la catégorie de l'espèce :

$F \geq 50\%$  : l'espèce est dite « **Constante** ».

$25 < F < 50$  : l'espèce est dite « **Accessoire** ».

$F < 25$  : l'espèce est « **Accidentelle** ».

### **B) Evaluation des taux de mortalités observer des larves induites par les différents traitements :**

Après un temps de contact de 24 h, on dénombre les larves mortes et vivantes.

Nous avons calculé le pourcentage de mortalité chez les témoins et les traités en utilisant la formule :

**Mortalité observer = Nombre d'individus morts x 100 / Nombre total des individus**

## Conclusion

---

Au cours des dernières années, le moustique est devenu très répandu dans la wilaya d'Alger et peut propager des maladies graves.

L'objectif de ce travail, consiste dans un premier temps à faire un inventaire systématique des *Culicidae* dans quelques régions de la wilaya d'Alger afin de connaître les espèces les plus répandues.

Les résultats de l'inventaire de la faune culicidienne récoltée de différents types de gîtes dans cinq régions de la wilaya d'Alger, a permis d'identifier 04 espèces appartenant à la famille des *Culicidae*, à la sous famille des *Culicinae* et aux trois genres différents : *Culex*, *Aedes*, et *Culiseta*. Le genre *Culex* est le mieux représenté particulièrement avec l'espèce *Culex pipiens* 53,25% suivi par l'espèce *Culex antennatus* avec 34,58 % par la suite *Culiseta longiareolata* avec 10,56% , *Culex modestus* avec 1,25% et enfin *Aedes berlandi* avec 0,12% .

Nous avons réalisé dans un deuxième temps, des tests larvicides sur les larves de *Culex pipiens*, et ceci par l'utilisation de deux produits de nature différente à savoir le Téméphos larvifos (produit chimique) et l'Aquatin AMF (produit biologique) afin d'évaluer et de déterminer le produit le plus efficace.

L'évaluation de l'activité larvicides du Téméphos larvifos et du l'Aquatin AMF (Silicone) n'a été réalisée que sur les larves de stade 03 et 04 de l'espèce *Culex pipiens*, ces produits ont été testés aux doses létales.

Les résultats des tests larvicides, ont révélé que l'Aquatin AMF (silicone) est le plus efficace. Ce dernier a provoqué 100% de mortalité après une heure traitement comparativement au Téméphos larvifos où le 100% de mortalité a été obtenu après 24 heures. Les principaux avantages de l'Aquatin AMF par rapport au Téméphos larvifos:

- ❖ Il est efficace contre tous les stades larvaires.
- ❖ Il ne nécessite pas un dosage plus élevé dans l'eau polluée;
- ❖ Il n'y a pas de possibilité de développement d'une résistance au produit.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application de l'Aquatin AMF (silicone) dans la production des biocides dans la lutte anti-vectorielle.

## *Références bibliographiques*

- 1. Aligon J., Marcel P. et Negre E. (2010)** .Résumé et interrogation de logs de requêtes OLAP. Technical report, Université François Rabelais Tours.
- 2. Agoun M. (1996)**. Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des moustiques (*Culicidae*- Diptera) de la région de Constantine et ses abords. Mém. DES, Université de Constantine : 26p.
- 3. ANDI. (2013)**. Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI)- 2013
- 4. ANDREO S. (2003)**.L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampoing a 0,07% de deltamethrine sur un moustique du complexe *Culex pipiens*. Th. : Med.Vet. : Toulouse; 128. 63 pp.
- 5. Anonyme. (2000)**.W.R.B.U, 2000.
- 6. Anonyme. (2004)**. Info insectes- Moustique (Toile des insectes du Québec – Insectarium). Adresse URL <http://www.toile-des-insectes.qc.ca/info-insectes/fiches/fic-fiche-18-moustique.htm>.
- 7. Anonyme. (2010)**,Soyez secs avec les moustiques : livret d'accompagnement destiné au professeur .EID Méditerranée : Opérateur public en zone humide ≤ [http://www.eid-med.org/fr/Publications % 2006 / livret du% 20 Maitre \\_06.pdf](http://www.eid-med.org/fr/Publications%202006/livret-du-20-Maitre-06.pdf),10/11/2013.
- 8. Anonyme a. (2017)**.Animal.<[http://fr.wikipedia.org/wiki /Animal#>](http://fr.wikipedia.org/wiki/Animal#>), 20 /06/2017.
- 9. Anonyme b. (2017)**. Les moustiques Etablissement Inter départementale de Démoustication du littoral Atlantique ≤[http://www. eidatlantique.eu/page. php ? P=152](http://www.eidatlantique.eu/page.php?P=152)≥,10/05 /2017.
- 10. Anonyme c. (2017)**.*Culicidae*.<[http:// fr.wikipedia.org/wiki/Culicidae](http://fr.wikipedia.org/wiki/Culicidae)>,27/06/2017.
- 11. Anonyme d. (2017)**. PelGar INTERNATIONAL LTD .UNITED KINGDOM .WWW.PELGAR .CO.UK.
- 12. Anonyme e. (2017)**.Google maps (2013).<<http://maps.google.com>>;13/08/2017.
- 13. Balenghien T. (2007)**. Les moustiques vecteurs de la fièvre du Nil occidental en Camargue. Insectes, 146(3) : 13-17.
- 14. Banafshi O., Abai M., Ladonni H. et Bakhshi H. (2013)**. The fauna and ecology of mosquito larvae (Diptera: *Culicidae*) in western Iran.-Turk J .Zool. 37:298-307.

- 15. Benbarka Tabti N. (2005).** Cartographie des aires culicidogènes dans le groupement grand Tlemcen. Perspective de lutte biologique contre *Culex pipiens* (Diptera : *Culicidae*) (Doctoral dissertation).
- 16. Bendali F., Djebbar F. et Soltani N. (2001).** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire.
- 17. Benyoub N. (2007).** Contribution à l'étude de la bio écologie des Culicidés (Diptera  
a. Nématocéra) dendrotelmes dans la commune de Mansourah (w.Tlemcen).  
b. Men.Ing.Uni.Tlemcen.Fac.Sciens :85p
- 18. Berchi S. (2000).** Bio écologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : *Culicidae*) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse doc. Es–science, Université de Constantine, Algérie : 133p.
- 19. Berchi S., Aouati A. et Louadi K. (2012)** .Typology of favorable biotopes to the larval development of *Culex pipiens* L.1758 (Diptera: *Culicidae*) source of nuisance at Constantine (Algeria). *Ecologia Mediterranea*, 38(2):5-16.
- 20. Bossin H., Marie J., Faarua M., Tetuanui A. et Frogier H. (2008).** Les moustiques .*Institut Louis Malardé, Polynésie Française* .  
<http://www.ilm.pf/infomoustiques> ;
- 21. Bouabida H., Djebbar F. et Soltani N. (2012).** Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : *Culicidae*) dans la région de Tébessa (Algérie). *Faunistic Entomology*, 65 :99-103.
- 22. Boudemagh N., Bendali Saoudi F., Soltani N. (2013).** Inventory of *Culicidae* (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4 (3): pp.1-6.
- 23. Boulkenaft F. (2006).** *Contribution à l'étude des phlébotomes (Diptera: Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) dans la région de Skikda.* Mémoire de Magister, Université de Constantine, 190p.
- 24. Bruce Chwatt L-J. (1985).** *Essential Malariology*. Second edition, London, William  
a. Heinemann Medical Books Ltd, 452 p.
- 25. Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. et Hervy J-P. (1999).** Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne : Programme d'identification et d'enseignement. Ed. IRD, Montpellier.

- 26. Brunhes J., ABDL R., Geoffroy B., Angel G. et Hervet J. P. (2000).** Identification des Culicidés d'Afrique méditerranéenne. CDROM I.R.D. Montpellier. France.
- 27. Byrne K., Nichols R.A. (1999) .** *Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations. *Heredity* 82: 7-15.
- 28. Candace A., Sousa, Richard E.W. Halliwell 2001-**The ACVD task force on canine atopic dermatitis (XI): the relationship between arthropod hypersensitivity and atopic dermatitis in the dog, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 81,233-2327.
- 29. Chavasse D.C., Lines J.D., Ichimori K., Majala A.R., Minjas J.N .et Marijani J. (1995).** Mosquito control in Dar es Salaam. II. Impact of expanded polystyrene beads and pyriproxyfen treatment of breeding sites on *Culex quinquefasciatus* densities *Med. Vet. Entomol.*, 9 (2) : 141-146.
- 30. Chevillon C., Eritja R., Pasteur N., Raymond M.(1995).** Commensalism, adaptation and gene flow: mosquitoes of the *Culex pipiens* complex in different habitats. *Genet Res* 66: 147-157.
- 31. Clements A.N. (1999).** *The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior.* CAB International Publishing, 576 p.
- 32. Curtis C.F. (1994).** Approaches to vector control: new and trusted. 4. Appropriate technology for vector control: impregnated bed nets, polystyrene beads and fly traps. *Royal Society of Tropical Medicine and hygiene* (1994) 88, 144-146.
- 33. Da Cunha Ramos H. et Brunhes J. (2004) .** Faune de Madagascar : Insecta, Diptera ,*Culicidae*, Uranotaenia. Ed. Quae, Yvelines ,463p.
- 34. Dajoz R. (1971).** Précis d'écologie. Ed. Dunod Paris ; 434p.
- 35. Darriet F. (1998).** La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies l'évaluation de nouveaux insecticides utilisables contre les moustiques en Afrique tropicale Ed. Paris p111 18,19 ;
- 36. Euzeby J. (2008).** Grand dictionnaire illustre de parasitologie médicale et vétérinaire. Paris : Ed Tec & Doc., 818 pp.
- 37. Faraj C., El Kohli M., El Rhazi M. (2002).** Niveau actuel de la résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides au Maroc. *SciLett* 4(1) :4p.
- 38. Faraj C., Elkohli M., Lyagoubi M.(2006) .** Cycle gonotrophique de *Culex pipiens* (Diptera : *Culicidae*), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire. *Bull. Soc. Path.Exot.* 99 (2) : 119 121

- 39. Gabinaud A. (1975).** Ecologie de deux *Aedes* halophiles du littoral méditerranéen français: *Aedes (Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771): *Aedes (Ochlerotatus) detritus* (Haliday, 1833) (Nematocera-Culicidae): utilisation de la végétation comme indicateur biotique pour l'établissement d'une carte écologique: application en dynamique des populations (Doctoral dissertation, Univ. des sciences et techniques du Languedoc).
- 40. Gomes B., Sousa CA., Novo MT., Freitas FB., Alves R., Côrte-Real AR., Salgueiro P., Donnelly MJ., Almeida AP .et Pinto J.(2009).**Asymmetric introgression between sympatric *molestus* and *pipiens* forms of *Culex pipiens* (Diptera: *Culicidae*) in the Comporta region, Portugal. *BMC EvolBiol* 9: 262.
- 41. Guillermet C. (2013) .**Les moustiques. L'entomologie à l'Ile de la Réunion. <http://christian.guillermet.perso.neuf.fr/moustique.htm> ,07/09/2013.
- 42. Guyatt HL., Dnow RW. et Evans DB.(1999).**Malaria epidemiology and economics effects of delayed immune acquisition on the cost effectiveness of insecticide treated bed nets. *Tans. R. Soc. Lon. B.* 345: 827-835.
- 43. Grenier P. et Taufflieb R. (1952).**Remarque sur les techniques modernes de montage rapide des insectes et l'utilisation des résines polyvinyliques en microscopie. *Bulletin de la société de Pathologie Exotique*, 45(2) :208-212.
- 44. Hamaidia H. (2004).**Inventaire et biodiversité des *Culicidae* (Diptera, Nematocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tebessa (Algérie). Mémoire de Magistère. Université de Constantine.152p.
- 45. Harant H., Rioux J. A. et Jarry D. (1955).**Les Culicidés autochtones et anémochores de la ville de Montpellier: 466 - 467.
- 46. Harbach R E. (1988).** The mosquitoes of the subgenus *Culex* in southwestern Asia and Egypt (Diptera, *Culicidae*). *Contrib. Amer. Ent. Inst.*, 24(1): 240P.
- 47. Senevet G. et Anderlli L. (1956).** Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. *Encycl. Ent. Paris*, 33,280 p.
- 48. Jourdain E., Gauthier-Clerc M., Sabatier P., Grége O., Greenland T., Leblond A., Lafaye M. et Zeller H. (2008).** Magpies as Hosts for West Nile virus, Southern France. *Emerging Infecious Diseases*, 14(1): 158-160.
- 49. Knight., KL., Stone., A. (1977).** Catalog of the mosquitoes of the world (Diptera, *Culicidae*).

- 50. Lane RP., Crosskey RW.(1993).***Medical Insects and Arachnids*. Chapman et Hall, London, 723pp.
- 51. Le Guenno B., Bougermouh A., Azzam T., Bouakaz R.,1996-West Nile: a deadly virus *The Lancet* 348:1315**
- 52. Lounaci .Z. (2003).**Biosystématique et bioécologie des *Culicidae* (*Diptera, Nematocera*) en milieu rurale et agricole. Thèse Magister .Inst.Nati .Agro.El Harrach,324p .
- 53. Lounaci Z et Doumandji S E. (2009).**Biodiversité des Diptères d'intérêt médico-vétérinaire colonisant les mares et marais de Réghaia (Algérie).
- 54. Maire A., Bourassa J.P.et Aubin A. (1976) .**Cartographie écologique des milieux à larves de moustiques de la région de Trios-Rivières, Québec .*Documents de Cartographie Ecologique ,XVII :49-71*
- 55. Maxwell C A., Curtis C F., Hamadi H., Shaban K., Abdul I.et Salum A.( 1990).** Control of *Bancroftian filariasis* by integrated therapy with vector control using polystyrene beads in wet pit latrine. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 84 : 709-714.
- 56. Maxwell C A., Mohammed K., Kisumku U., Curtis C F. (1999).** Can vector control play a useful supplementary role against bancroftian filariasis? London School of Hygiene and Tropical Medicine, England. Bull World Health Organ 1999;77(2):138-43.
- 57. Messai N., Berchi S., Boulkenafed F. et Louadi K. (2012).** Inventaire systématique et diversité biologique de *Culicidae* (*Diptera : Nematocera*) dans la région de Mila (Algérie). *Faunistic Entomology*, 63(3) : 203-206.
- 58. Monnerat R, Da Silva SF, Dias DS, Martins ES, Praça LB, Jones GW, Soares CM, de Souza Dias JMC, Berry C. 2004-Screening of Brazilian *Bacillus sphaericus* strains for high toxicity against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti*.Vol 128, Issue 7, pp 469–473**
- 59. Mouchet J. et Carnevale P. (1991).** Les vecteurs et la transmission : épidémiologie. Le paludisme Ellipses U.R.E.F. : 34-59p.
- 60. O.M.S.** Organisation Mondiale de la Santé 1963. Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : OMS, Sér. Rapp. Techn. 265, pp. 55–6.

- 61.OMS. (1995)** -Lutte contre les vecteurs du paludisme et autres maladies transmises par les moustiques Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS, Genève, OMS, Série de Rapport techniques N0 .857.s
- 62.OMS. (1999)** La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire –Genève.
- 63.OMS. (2003).**Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs Guide du Stagiaire Rev.1 Partie I
- 64.OMS. (2004).** Questions fréquemment posées à propos de l'utilisation du DDT pour la lutte antivectorielle.
- 65.ONM. (2017).**L'Office National de la Météorologie de Dar El Beïda.
- 66.Paprierok B., Croset H., Rioux J.Aab.(1975).**Estimation de l'effectif des populations larvaires d'*Aedes cataphyladyar* 1916 (Diptera , *Culicidae*).Méthode utilisant le « COUD de louche » ou ( dipping) Cah. O.R.S.T.O.M.,Ent. méd. et Parasitol., vol. XII no 1 : 47-51.
- 67.Parola P. et Pages F. (2011)** .Les arthropodes d'intérêt médico vétérinaire. Cours, Institut Médecine Tropicales du service de santé des Armées (IMTSSA) Marseille, 62p.
- 68.Philogene B J R. (1991).**L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEUREF, Paris: 269-278.
- 69.Pichard E. (2004).**Maladies vectorielles. Cours, Faculté de médecine d'Angers Institut Fédératif Français de Médecine Tropicale et de Santé Internationale, 17p.
- 70.Poupardin R. (2011)** .Interactions gènes –environnements chez les moustiques et leur impact sur la résistance aux insecticides. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Grenoble, Spécialité : Biodiversité, Ecologie et Environnement professionnels de la santé et de la médecine sous la direction du docteur pierrick horde, p:1- P:275.
- 71.Ramade F. (1984).**Eléments d'écologie –Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Paris, 397p.
- 72.Reusken CBEM., de Vries A., Buijs J., Braks MAH., den Hartog W.et Scholte EJ.(2010).**First evidence for presence of *Culex pipiens* biotype *molestus* in the Netherlands, and of hybrid biotype *pipiens* and *molestus* in northern Europe. Journal of Vector Ecology 35: 210-212.

- 73.Ribeiro H., Dacunha Ramos H., Pires C.A. et Antunes Capela R. (1988).**An annotated checklist of mosquitoes of continental Portugal (Diptera : *Culicidae*) Actas ,Cong.Iber. Ent: 233-286.
- 74.Ripert C. (2007).** Epidemiologie des maladies parasitaires, tome 4, affections provoquées ou transmises par les arthropodes. Cachan: *EM inter*. 581 p
- 75.Rioux JA. (1958).** les *Culicidae* du "Midi" méditerranéen. Étude systématique et écologique, Ed. Paul l chevalier, Paris: 301p.
- 76.Rodhain F., Perez C. (1985).** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine. Paris. Chapitre 5. p. 157-175.
- 77.Roman E. (1939).**Culicidés arboricoles de la région lyonnaise. La larve et la nymphe d'*Aedes pulcrilarsis*. J.Med Lyon : 153-160
- 78.Roman E. (1955).**Contribution à la repartition en France des Diptères de la famille des *Culicidae* .Ann.Paras. 33(1/2) : 115-130.
- 79.Senevet G. et Anderlli L. (1956).** Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. Encycl. Ent. Paris, 33,280 p,
- 80.Schaffner F., Fonseca DM., Keyghobadi N., M CA., Mehmet. C., Mogi M. and Wilkerson RC. (2004).** Emergingvectors in the *Culex pipiens coplex*. Science, 303(5663), 1535-1538
- 81.Schleier JJ., Sing SE., Peterson Rkd. (2007)**Regional ecological risk assessment for the introduction of *Gambusia affinis* (western mosquitofish) into Montana watersheds. Bio Invasions
- 82.Scholte EJ. (2004).** The entomopathogen icfungus *Metarhizium anisopliae* for mosquito control. Impact on the adult stage of the African malaria vector *Anopheles gambiae* and filariasis vector *Culex quinquefasciatus*. PhD-thesis, Wageningen University
- 83.Seguy E. (1950).** La biologie des diptères. Encycl. Entomo. XXVI. E d. Paul le chevalier, Paris.l
- 84.Seguy E.(1951)** Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951 – Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, fasc., 975 p

- 85.Sinerge G. (1974).**Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (pallas, 1771) (Nematocera, *Culicidae*).Ecllosion, dormance, développement, fertilité, thèse d'état science. Univ du languedoc, 285 p.
- 86.Spipoll. (2014)** .[www.spipoll.org](http://www.spipoll.org) › Résultats › Les "taxons" observés
- 87.Tapondjou A.L ; Tendonkeng F. 2009-**Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; *Bruchidae*) TROPICULTURA , 27, 3, 137-143.
- 88.Urquhart G M., Armour J., Duncan J L., Dunn A M. et Jennings FW. (1996).**Veterinary parasitology. 2nd edition. Oxford: *Blackwell science*. 307 p.
- 89.WansonM. (1949).** Une technique simple d'élevage des moustiques *Taeniorhynchus*.Rev.Zool
- 90.Zahiri NS Su., T Mulla MS. (2002).** Stratégies for the Management of Resistance in Mosquitos to the Microbial Control Agent *Bacillus sphaericus*.*J.Med Entomol.*,39(3):513-520.
- 91.Zientara S., Dufour B., Moutou F., Guitteny B.(2001)**Le point sur l'épizootie française de West Nile en 2000. *Bulletin épidémiologique de l'Afssano* 1 : 1-2.

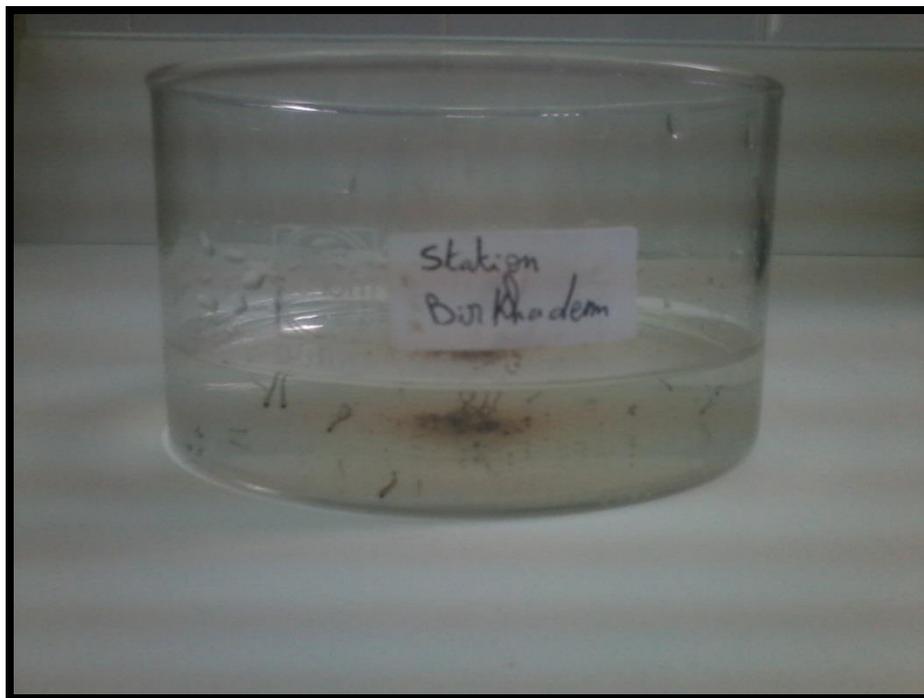
**Annexe I : Maladies à transmission vectorielle (Pichard, 2004).**

Vecteurs		Agents pathogènes	Maladies
Anoploures	Poux	<i>Rickettsia prowaseki</i>	Typhus exanchématique
		<i>Rochalmae quintana</i>	Fièvre des tranchées
		<i>Borrelia recurrentia</i>	Fièvre récurrente cosmopol
Siphonaptères	Puces	<i>Yersinia pestis</i>	Peste
		<i>Rickettsia mocsen</i>	Typhus murir
Hétéroptères	Punaises	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Maladie de Chagas
Acariens	Tiques	<i>Borrelia sp</i>	Fièvres récurrentes à tique
		<i>Borrelia burgdorferi</i>	Maladie de Lyme
		Arbovirus	Méningo-encéphalites
			Fièvres hémorragiques
			Fièvres à tique
		<i>Rickettsia conori</i>	Fièvres boutonneuse pourpie
		<i>Coriella bumetti</i>	Fièvre Q
		<i>Babesia sp</i>	Piroplasmose
	<i>Ehrlichia sp</i>	Ehrlichiose	
	Trombiculides	<i>Rickettsia sp</i>	Sorub-typnus
Diptères	Anopheles	<i>Plasmodium sp</i>	Paludisme
		<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariose lymphatique
	Aedes	Virus amaril	Fièvre jaune
		Virus de la dengue 1234	Dengue
		Arbovirus	Méningo –encéphalite
		Arbovirus	Fièvres hémorragiques
		<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariose lymphatique
	Culex	<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariose lymphatique
	Simulies	<i>Onchocerca volvulus</i>	Onchocercose
	Chrysops	<i>Loa loa</i>	Loase
	Glossines	<i>Trypanosoma brucei</i>	Maladie de sommeil
	Phlébotomes	<i>Leishmania sp</i>	Leishmaniose
		<i>Bartonella bacilliformis</i>	Bartonellose, Verruga
		Arbovirus	Fièvre des trois jours

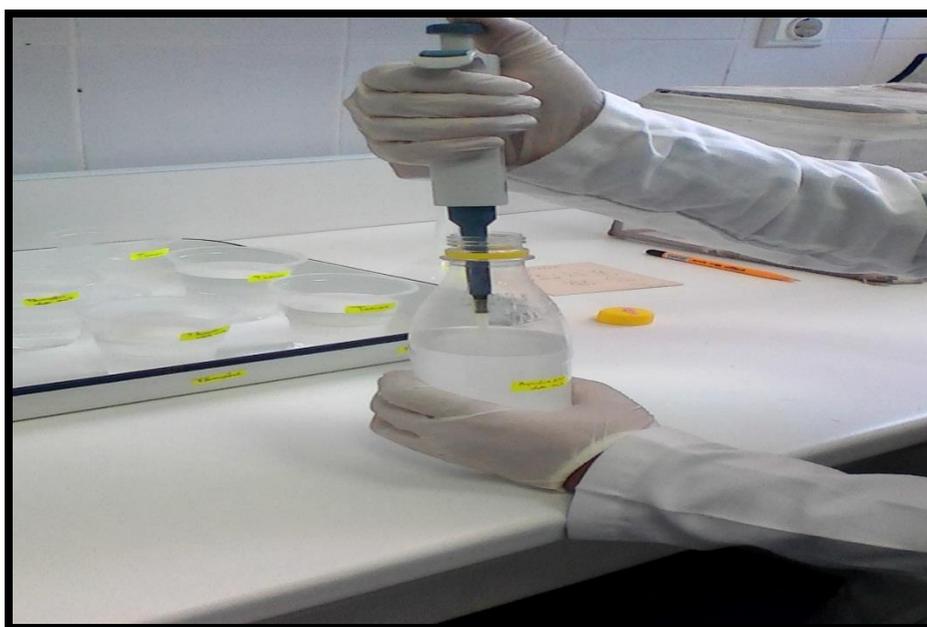
**Annexe II : Matériels non biologique et produits utilisés.**

Produits	matériel	appareillage
-Eau distillée -KOH (10%) Alcool (70°,90°et 100°) -Baume de Canada -Téméphos larvifos	-Papier PH -Verreries -Gobelets en plastique -Pipette en plastique -Lame et lamelle -Louche et passoire	-microscope photonique -Loupe binoculaire -Ordinateur (logiciel d'identification) -Balance de précision -Appareil photo

**Annexe III : Matériel et produit biologique utilisé.**



Les larves de moustiques dans l'eau de gîte (Photo originale).



Produit biologique Aquatin AMF

**Annexe IV:** L'espèce *Aedes albopictus*.



*Aedes albopictus* observé sous la loupe binoculaire G (10x4) (Photo originale).

## Résumé :

En Algérie, l'importance médicale des *Culicidae* provient du rôle vecteur joué par certaines espèces dans la transmission de certains agents pathogènes en plus de leur rôle nuisance. Ces Diptères constituent un réel problème de santé publique. Afin de connaître les espèces de moustique les plus répandues, nous avons réalisé un inventaire dans quelques régions de la wilaya d'Alger durant la période allant du 22 février à 17 juillet 2017.

Les techniques de piégeages a permis de capturer 798 larves de moustiques dans les cinq régions d'études. Sur les cinq espèces identifiées deux sont les plus abondantes: *Culex pipiens* (53,25%) et *Culex antennatus* (34,58%)

La sensibilité des larves de *Culex pipiens* vis-à-vis le Téméphos larvifos et l'Aquatin AMF a été évalué par une série d'expériences en laboratoire.

L'analyse des résultats démontrent que l'Aquatin AMF est le produit le plus efficace par rapport au Téméphos larvifos

**Mots clés :** *Culicidae*, Alger, inventaire, sensibilité, Téméphos larvifos, Aquatin AMF.

## Summary:

In Algeria, the medical importance of *Culicidae* stems from the vector role played by certain species in the transmission of certain pathogens in addition to their role as nuisance. These Diptera are a real public health problem.

In order to find out the most widespread mosquito species, we carried out an inventory in some regions of the wilaya of Algiers during the period from 22<sup>nd</sup> February to 17<sup>th</sup> July 2017.

Trapping techniques allowed us to capture: 798 larvae's of mosquitoes in all five study areas. Of the five species identified, two are most abundant: *Culex pipiens* (53. 25%) and *Culex antennatus* (34.58%).

The susceptibility of *Culex pipiens*'s larvae to Temephos larvifos and Aquatin AMF was evaluated by a series of laboratory experiments

Analysis of the results revealed that Aquatin AMF is the most effective product compared to Temephos larvifos

**Key words:** *Culicidae*, Algiers, inventory, susceptibility, Temephos larvifos, Aquatin AMF.

## الملخص

في الجزائر تنبع الأهمية الطبية للـ *Culicidae* في دور الناقل الذي تقوم به بعض الأنواع في انتقال بعض مسببات الأمراض بالإضافة إلى دورها كإزعاج. هذه ثنائيات الأجنحة تشكل مشكلة صحية عمومية .

من أجل معرفة أنواع البعوض الأكثر شيوعاً قمنا بإجراء جرد في بعض مناطق ولاية الجزائر خلال الفترة الممتدة من 22 فيفري إلى 17 جويلية .

استحوذت تقنيات الحصر على 798 يرقة بعوض في مناطق الدراسة الخمسة. من بين الأنواع الخمسة التي تم تحديدها إثنان هما الأكثر وفرة :

*Culex pipiens* (53,25%) و *Culex antennatus* (34,58%)

تم تقييم قابلية يرقات الـ *Culex pipiens* لـ Téméphos larvifos و Aquatin AMF بواسطة سلسلة من

التجارب المخبرية

تحليل النتائج يدل على أن الـ Aquatin AMF هو المنتج الأكثر فعالية مقارنة مع Téméphos larvifos

**الكلمات المفتاحية :**

*Culicidae*, الجزائر, جرد, حساسية, Aquatin AMF, Téméphos larvifos