

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère De l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 08 ماي 1945 قالمة

UNIVERSITÉ 08 MAI 1945 GUELMA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS



## Mémoire de Master

**Domaine:** Science de la nature et de vie

**Filière:** Biologie

**Département de biologie**

**Spécialité/option:** Parasitologie

---

**Thème : Importance des Arthropodes comme vecteurs de  
maladies émergentes, cas des culicidae (diptera, nematocera).**

---

**Présenté par :**

Sarra Houaoussa

Hana Arnaout

**Devant le jury composé de :**

**Président :** Mme. M. Hami (MCB)

Université de Guelma

**Examineur :** Mme. A. Boumaaza (MCB)

Université de Guelma

**Encadreur :** Mme. M. Aouissi Cherairia (MCA)

Université de Guelma

*Septembre 2020*

# Remerciements

*C'est Grâce à dieu tout puissant que nous cueillons le fruit plusieurs années d'étude qu'il soit remercié en premier lieu.*

*Nos vifs remerciements vont à Madame « Manel Hami » maître de conférences à l'université de Guelma, qui a bien voulu prendre part au jury en présidant ce travail*

*Nous remercions notre encadreur Madame « Mouna AOUISSI CHERAIRIA » maître de conférences à l'université de Guelma pour l'honneur qu'elle nous a donné en acceptant de diriger ce travail.*

*C'est pour nous un grand honneur de pouvoir soumettre ce mémoire au jugement de Mme « Awatif Boumaaza », maître de conférences à l'université de Guelma qui a généreusement accepté d'y donner son avis*

*Qu'elles veuillent trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.*

*Nous remercions le service d'épidémiologie et de médecine préventive « SEMEP » à Bouchegouf qui nous a vraiment aidés à obtenir des informations précieuses.*

*Nous remercions tous les médecins qui ont contribué à nous donner des informations fiables*

*Nous remercions l'ensemble du corps enseignants département de biologie.*

*Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous aidons à la réalisation de ce mémoire.*

# Dédicace



*Je dédie ce travail à :*

*A ma chère mère, « Amel »*

*Pour sa patience, et son encouragement, qui a tout sacrifié pour mon bien. Quoique je fasse ou je dise je ne serai point te remercie comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été la source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon cher père, « Mossadek »*

*Pour son encouragement tout au long de ma carrière universitaire, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*A ma sœur « Nardjis » et mon frère « Abd-El mouiz »*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et appréciation je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde, je vous aime énormément.*

*A ma chère amie et binôme « Sarra »*

*Je la remercie pour son entente et sa sympathie, Je te souhaite tout le bonheur dans ce monde.*

*A mon cher ami « Tahar »*

*Mon conseiller, et ami fidèle, Je vous suis très reconnaissante, et je ne vous remercierai jamais assez pour votre amabilité, disponibilité, et l'aide précieuse.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réussite de ce projet*

*Je dédie ce travail à :*

*A Ma très chère mère « Djamila »*

*Pour son amour, sa tendresse, et qui n'a pas cessé de  
M'encourager et de prier pour moi, et qui fait tout pour  
Ma réussite, que dieu la garde.*

*A la mémoire de mon père « Nafti »*

*Qui m'a toujours encouragé, poussé et motivé dans mes études et qui attendait  
avec impatience ce jour pour qu'il puisse voir ce que je suis aujourd'hui, rabi  
yarhmou.*

*A ma très cher sœur « Hadjer »*

*La plus belle sœur au monde qui m'a soutenu avec ses conseils, sa tendresse et son  
soutien moral et matériel constant.*

*A mon très chère frère « Mohammed Amine »*

*Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour l'affection que  
je porte pour toi.*

*A ma très chère amie et binôme « Hana »*

*Je la remercie pour son soutien et sa compréhension continus, nous nous  
complétons vraiment.*

*A toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment*

*A moi-même.*

*Sarra.*



L'intérêt majeur porté sur les moustiques concerne leur implication dans la transmission d'agents pathogènes à humains. Ils peuvent être vecteurs de parasites ou de virus responsables de maladies infectieuses à fort impact humain et animal.

Les Arthropodes, forment un embranchement qui englobe plusieurs classes comme la classe des insectes, se caractérise par un squelette externe rigide et des appendices articulés, d'où leur nom, ce groupe contient plusieurs ordres mais le plus massivement représenté dans le monde c'est bien diptera.

Les diptères sont présents (parfois très abondants) dans le monde entier, des régions subarctiques aux régions subantarctiques. Leur taille varie de 0,3 à 70 mm. Ils forment un groupe extrêmement diversifié, en Algérie, les culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations et continuent de transmettre des maladies infectieuses comme le virus chikungunya et le West Nile.

Les maladies transmises par les arthropodes et les gastéropodes d'eau douce sont parmi les principales causes de morbidité et de mortalité dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux et même, quoique dans une moindre mesure, dans les zones tempérées.

C'est pour cette raison que l'on a donné la priorité à la mise au point de mesures de lutte anti vectorielle simples, sans danger, bien adaptées et peu coûteuses.

***Les Mots clés :***

Arthropode, Diptères, les Culicidés, Transmission, Intérêt médical et vétérinaire, Vecteur, Maladies.

الاهتمام الرئيسي بالبعوض يتعلق بمشاركته في نقل مسببات الأمراض إلى البشر. يمكن أن تكون ناقلات للطفيليات أو الفيروسات المسؤولة عن الأمراض المعدية التي لها تأثير قوي على الإنسان والحيوان

المفصليات تشكل شعبة تشمل عدة فئات مثل فئة الحشرات، وتتميز بهيكل عظمي خارجي صلب وملحقات مفصلية، ومن هنا جاءت تسميتها، وتحتوي هذه المجموعة على عدة أوامر ولكن أكثرها أكثرها تمثيلاً في العالم هو Diptera .

Diptera موجودة (أحياناً وفيرة جداً) في جميع أنحاء العالم، من المناطق شبه القطبية الشمالية إلى المناطق شبه القطبية الجنوبية. يتراوح حجمها من 0.3 إلى 7 ملليمتر. هم يشكلون مجموعة متنوعة للغاية ،

في الجزائر culicidae تشكل الحشرات القارضة الأكثر ضرراً للسكان وتستمر في نقل الأمراض المعدية مثل فيروس الشيكونغونيا وغرب النيل.

تعد الأمراض التي تنتقل عن طريق المفصليات وبطنيات الأقدام في المياه العذبة من بين الأسباب الرئيسية للأمراض والوفيات في العديد من البلدان الاستوائية وشبه الاستوائية وحتى وإن كان بدرجة أقل ، في المناطق المعتدلة. لهذا السبب، أعطيت الأولوية لتطوير تدابير بسيطة وآمنة ومكيفة بشكل جيد وغير مكلفة لمكافحة ناقلات الأمراض.

### الكلمات المفتاحية :

المفصليات، ديبيتارا، البعوضيات، الانتقال، أهمية طبية و بيطرية، ناقل، الأمراض .

The major interest in mosquitoes concerns their involvement in the transmission of pathogens to humans. They can be vectors of parasites or viruses responsible for infectious diseases with a strong impact on humans and animals.

The Arthropods forms a phylum that encompasses several classes such as the insect class, is characterized by a rigid external skeleton and articulated appendages, hence their name, this group contains several orders but the most heavily represented in the world is Diptera.

Diptera are found (sometimes very abundant) all over the world, from subarctic to subantarctic regions. Their size varies from 0.3 to 70 mm. They form an extremely diverse group. In Algeria, Culicidae constitute the most harmful biting insects to populations and continue to transmit infectious diseases such as the chikungunya virus and the West Nile.

Diseases transmitted by arthropods and freshwater gastropods are among the leading causes of morbidity and mortality in many tropical and subtropical countries and even, albeit to a lesser extent, in temperate zones.

For this reason, priority has been given to the development of simple, safe, well-adapted and inexpensive vector control measures.

***Keywords:***

Arthropod, Diptera, Culicidae, Transmission, Medical and veterinary interest, Vector, Diseases.

---

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I : Revue Bibliographique sur les Diptères à intérêt médical</b> .....	4
1 Définition : .....	5
2 Classification .....	5
3 Les caractères généraux .....	6
3.1 Les Brachycères.....	6
a) Glossinidae .....	7
b) Tabanidae.....	7
3.2 Les Nématocères.....	8
a) Culicidae .....	10
b) Psychodidae .....	10
c) Simulidae .....	11
d) Cératopogonidea.....	11
<b>Chapitre II : Généralité sur la famille des Culicidae</b> .....	13
1 Morphologie .....	14
1.1 Œufs.....	14
1.2 Les larves .....	15
1.3 Les nymphes .....	16
1.4 L'adulte.....	16
a) La tête .....	16
b) Le thorax.....	17
c) L'Abdomen.....	17
2 Biologie .....	18
2.1 Cycle de développement.....	18
a) Phase aérienne .....	18
b) Phase aquatique .....	19
2.2 Bio-écologie.....	21
a) Définition de gites larvaires.....	21



---

b) Nutrition : .....	22
2.3 Ennemis naturels des culicida : .....	22
3 Distribution géographique des culicidés : .....	23
3.1 Dans le monde .....	23
3.2 En Algérie .....	23
4 Genres des culicidés à intérêt médical : .....	24
4.1 <i>Culex</i> .....	24
4.2 <i>Aedes</i> .....	25
4.3 <i>Anophèle</i> .....	25
<b>Chapitre III : Intérêt médicale des Moustiques</b> .....	<b>22</b>
1 Les Arboviroses : .....	28
1.1 Les Arboviroses humaines majeures : .....	29
a) La dengue .....	29
b) La fièvre jaune .....	29
c) Le chikungunya .....	30
1.2 Arboviroses animales majeures : .....	31
a) L'Encéphalite japonaise : .....	31
b) L'encéphalite vénézuélienne .....	32
c) La fièvre de la vallés du rift .....	32
d) La fièvre du Nil occidental .....	33
2 Parasitose .....	33
2.1 Paludisme .....	33
<b>Chapitre IV : Méthode d'étude et d'échantillonnage</b> .....	<b>35</b>
1 Le choix de la zone d'échantillonnage .....	36
2 Technique d'échantillonnage sur terrain .....	36
2.1 Technique de collecte directe .....	36
2.2 Pièges pondoirs .....	38
3 Technique d'élevage .....	38
4 Identification taxonomique des Culicidae .....	39

<b>Chapitre V : La lutte anti-vectorielle</b> .....	40
1    La lutte chimique.....	41
2    La lutte biologique .....	42
<b>Conclusion</b> .....	45
<b>Webographie</b> .....	47
<b>Références Bibliographiques</b> .....	49

## **Liste des figures**

<b>Figure 1:</b> Les Diptères d'importance vétérinaire .....	6
<b>Figure 2:</b> Vue dorsale d'une glossine ( <i>Glossina pallidipes</i> ) .....	8
<b>Figure 3:</b> Morphologie schématique des diptères nématocères .....	9
<b>Figure 4 :</b> Photographie de <i>Tabanus bovinus</i> .....	10
<b>Figure 5 :</b> Photographie de femelle <i>Simulium</i> sp .....	12
<b>Figure 6 :</b> Photographie de <i>Phlebotomus</i> sp .....	12
<b>Figure 7 :</b> Photographie de <i>Culicoides obsoletus</i> adulte .....	12
<b>Figure 8 :</b> Les œufs des trois genres de <i>Culicidés</i> .....	15
<b>Figure 9 :</b> les larves des trois genres de <i>Culicidae</i> .....	15
<b>Figure 10 :</b> Aspect général de la nymphe des <i>Culicidés</i> .....	16
<b>Figure 11:</b> Aspect général d'un <i>Culicinae</i> adulte .....	18
<b>Figure 12 :</b> Cycle de développement chez les <i>culicidés</i> .....	20
<b>Figure 13 :</b> Distribution géographique des moustiques dans le Monde .....	23
<b>Figure 14 :</b> Distribution géographique des moustiques en ALGERIE .....	24
<b>Figure 15 :</b> Adulte de <i>Culex pipiens</i> .....	26
<b>Figure 16 :</b> Femelle adulte d'" <i>Aedes albopictus</i> .....	26
<b>Figure 17 :</b> Adulte <i>Anopheles gambiae</i> .....	26
<b>Figure 18 :</b> Virus Amaril .....	31
<b>Figure 19 :</b> Eruption cutanée induite par la morsure d'" <i>Aedes albopictus</i> .....	34
<b>Figure 20:</b> Louche pour prélever les larves .....	36
<b>Figure 21:</b> Filet pour prélever les larves .....	37
<b>Figure 22:</b> Passoire pour prélever les larves .....	37
<b>Figure 23:</b> Tri des moustiques selon le stade de développement au laboratoire .....	39
<b>Figure 24:</b> a) Élevage des larves ; b) Récupération des nymphes ; c) Cage d'élevage .....	39
<b>Figure 25 :</b> <i>Gambusia affinis</i> .....	44

## *Liste des tableaux*

<i>Tableau 1 :Quelques exemples d'arboviroses transmises par des moustiques.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 2 :Principaux groupes d'insecticides organiques de synthèse utilisés en lutte anti- vectorielle .....</i>	<i>42</i>

## *Liste des Abréviations*

*DH* : Dengue hémorragique

*DSC* : La dengue avec syndrome de choc

*EJ* : Encéphalite japonaise

*VRJ* : Le virus responsable d'Encéphalite japonaise

*RVF* : La Fièvre de la Vallée du Rift

*WNV*: Le virus West Nile

*WN*: Le West Nile

*DDT*: Dichloro-diphény-trichloroéthanes

*HCH*: Hexachlorocycloexanes

*Bt-H14*: *Bacillus thuringiensis israelensis*.

*THA* : La trypanosomiase humaine africaine.

*TAA* : La trypanosomiase animale africaine.

## **Introduction**

Les maladies à transmission vectorielle, considérées comme prioritaires par les institutions des nations unies et les organisations intergouvernementales, sont redevenues d'actualité avec le retour discret ou spectaculaire de maladies du passé ou nouvelles.

Ces pathologies ont la particularité d'être transmises par des arthropodes hématophages: vecteurs mécaniques ou biologiques, hôtes intermédiaires, véhicules passifs que sont des milliers d'espèces d'insectes vis à vis de parasites, virus ou encore bactéries, engendrant ainsi des maladies graves (paludisme, onchocercose, trypanosomose, leishmaniose, peste, fièvre hémorragique....) (**Boubidi, 2016; Tahraoui, 2012; Bagny, 2009**).

Depuis les années 1980, des dizaines de microorganismes pathogènes nouveaux ont été isolés, des dizaines d'épidémies ont émergé ou ré émergé. Ces événements ont été plus ou moins médiatisés, selon la nature de l'agent (nouveau ou connu) et le territoire atteint : pays riches ayant une communication efficace ou pays pauvres où les maladies sont dites négligées (**Fagherazzi-Pagel, 2010**).

L'ordre des Diptères compte environ 80.000 espèces au plan de la médecine humaine et vétérinaire, il occupe la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certaines de ces espèces, soit par la nuisance (**Nadji, 2011**).

Parmi les nombreux groupes d'insectes hématophages, les culicidae sont, sans doute, les plus connus et les plus redoutés pour différentes raisons: la transmission de maladies d'importance médicale ou vétérinaire, la nuisance générée par la prolifération de certaines espèces particulièrement dans les régions touristiques, qui rend indispensable la mise en œuvre de campagnes de lutte contre les espèces qui représente une menace sanitaire (**Nadji, 2011**).

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 (**Boulkenafet, 2006**). Les moustiques (3200 espèces décrites répandues dans presque toutes les parties du monde) sont les vecteurs de plusieurs agents pathogènes tels que, les bactéries, les virus et les nématodes. Leurs caractères hématophages leur confèrent l'état d'ectoparasites temporaires transmettant à l'homme et aux animaux diverses (**Tine-Djebbar et al., 2016**).

Les épidémies de dengue, de chikungunya qui ont sévit ces dernières années, ont considérablement attiré l'attention sur le risque de maladies transmises par les piqûres de moustiques et sur l'importance de s'en protéger surtout pour le voyageur. (**Barbier et al., 2017**).

Trois genres constituent les principaux vecteurs : *Anopheles*, *Aedes* et *Culex*. Certains aspects morphologiques permettant de les différencier. Les anophèles transmettent le paludisme, des filaires et des arboviroses. Les *Aedes* et les *Culex* sont vecteurs de filaires et d'arboviroses (**Delaunay et al., 2009**).

Historiquement, la lutte anti-vectorielle fut une composante essentielle pour la gestion de la santé publique. Actuellement, la prise en compte des changements globaux (climatiques, démographiques et socio-économiques) et de la nécessité de développement durable constitue un nouveau défi, la lutte anti-vectorielle aujourd'hui fait appel à l'utilisation de techniques variées. Tout comme dans les domaines agricoles et forestiers, sans oublier que la base de toute lutte anti-vectorielle repose sur une gestion environnementale des populations de moustiques (**Bawin et al., 2015**).

Ainsi, notre travail s'inscrit dans cette optique, car les études faunistiques et écologiques revêtent d'une importance primordiale d'une part dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels des organismes vecteurs et, d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé de l'Homme et des écosystèmes naturels.

Nos recherches se veulent comme une contribution à une meilleure connaissance des diptères culicidae. Divers aspects de cette entomofaune spécifique y sont abordés, en l'occurrence, sa systématique, sa biologie, son écologie mais également et plus particulièrement son rôle épidémiologique.

Ce mémoire s'articule autour de cinq chapitres : le premier chapitre présente une revue bibliographique sur les diptères à intérêt médical. Dans cette partie, nous donnons un aperçu sur les caractères généraux, et la classification de diverses familles. Le second chapitre rassemble des généralités sur la famille des culicidés, les différents critères morphologiques, la bio écologie des différents stades ainsi que leur répartition géographique à travers le monde et en Algérie. Le troisième chapitre renferme l'intérêt médical des moustiques, le quatrième

chapitre porte sur les méthodes d'étude et d'échantillonnage, le dernier chapitre traite les méthodes de lutte anti vectorielles.

Avant tout développement, il convient, ici, de signaler que notre problématique de recherche initiale a été modifiée. L'objectif fixé au départ était la réalisation d'une étude épidémiologique, appuyée par une analyse faunistique détaillée du peuplement culicidien de la région de Guelma, et ce, afin d'apporter les informations indispensables sur la distribution, l'étendue et l'évolution des pathologies engendrée par cette famille dans la région suscitée mais aussi de déterminer le nombre d'espèces réellement impliquées.

En effet, une enquête exhaustive et bien poussée a été effectuée au niveau des différents établissements, structures sanitaires et services épidémiologiques de la Wilaya de Guelma, une base de données pertinente a été édifiée ce qui nous a permis de déterminer les sites affectés et de ce fait de choisir les stations d'échantillonnage et de délimiter les zones contaminées. Cependant, en raison de l'impossibilité de réaliser des sorties sur terrain, pour effectuer la collecte du matériel biologique, et l'incapacité de travailler au laboratoire, nous n'avons pu maintenir notre démarche fixée au départ de nos recherches.



***Chapitre I : Revue  
bibliographique sur les  
diptères à intérêt  
médical***

## **1 Définition :**

Les diptères constituent l'un des groupes les plus mal connus parmi les invertébrés totalement ou partiellement aquatiques. La difficulté de leur étude tient surtout à l'extrême diversité de leurs formes et de leurs modes de vie, Ils sont des arthropodes mandibulés appartenant à la classe des insectes, ces insectes, comme leur nom l'indique, ne possèdent qu'une paire d'ailes qui est mésothoracique. Les ailes métathoraciques sont très réduites et transformées en une paire d'organes en forme d'altère, nommés balanciers. Corrélativement le dernier segment thoracique est réduit. Les trois paires de pattes sont dans la majorité des cas bien développées et possèdent des tarsi de cinq articles. Les pièces buccales des imago sont primitivement de type suceur (**Thomas, 1969**).

Les larves appartiennent à trois types principaux :

- Eucephale chez les Nématocères et certains Brachycères.
- Hémicéphale chez les Brachycères et certains Nématocères.
- Acéphale chez les Cyclorhaphes.

Chez les larves eucéphales, la capsule céphalique est assez bien individualisée, alors qu'elle est réduite chez les hémicéphales et inexistante chez les acéphales ou tout au moins cachée dans le prothorax, L'organisation des pièces buccales suit, bien entendu, cette évolution et les pièces buccales typiquement broyeuses d'une larve de moustique, par exemple, font place, chez les asticots de "mouches" à des crochets buccaux qui sont d'origine maxillaire. La manière dont ces imago émergent de leur enveloppe nymphale ou de leur pupa a également été utilisée en systématique (**Bose et Sarma, 1975**).

## **2 Classification**

La classification est établie selon les caractères des adultes, notamment la structure des antennes, l'aspect de la fente ptilinale, qui indique le mode de sortie de l'adulte (orthorraphe ou cyclorraphe, la présence ou l'absence du cuilleron alaire (ou calyptère, lobe parfois présent à la base des ailes). Au sein de l'ordre des diptères, on distingue deux sous-ordres : les nématocères et les brachycères. Les nématocères ont un corps élancé et des antennes à plusieurs articles (>6) et filiformes : ce sont les diptères de « type moustique ». (Figure 1).

Seules les femelles sont hématophages parmi les espèces parasites, et des brachycères ce sont les diptères de « type mouche ». (**Auriane, 2010**).

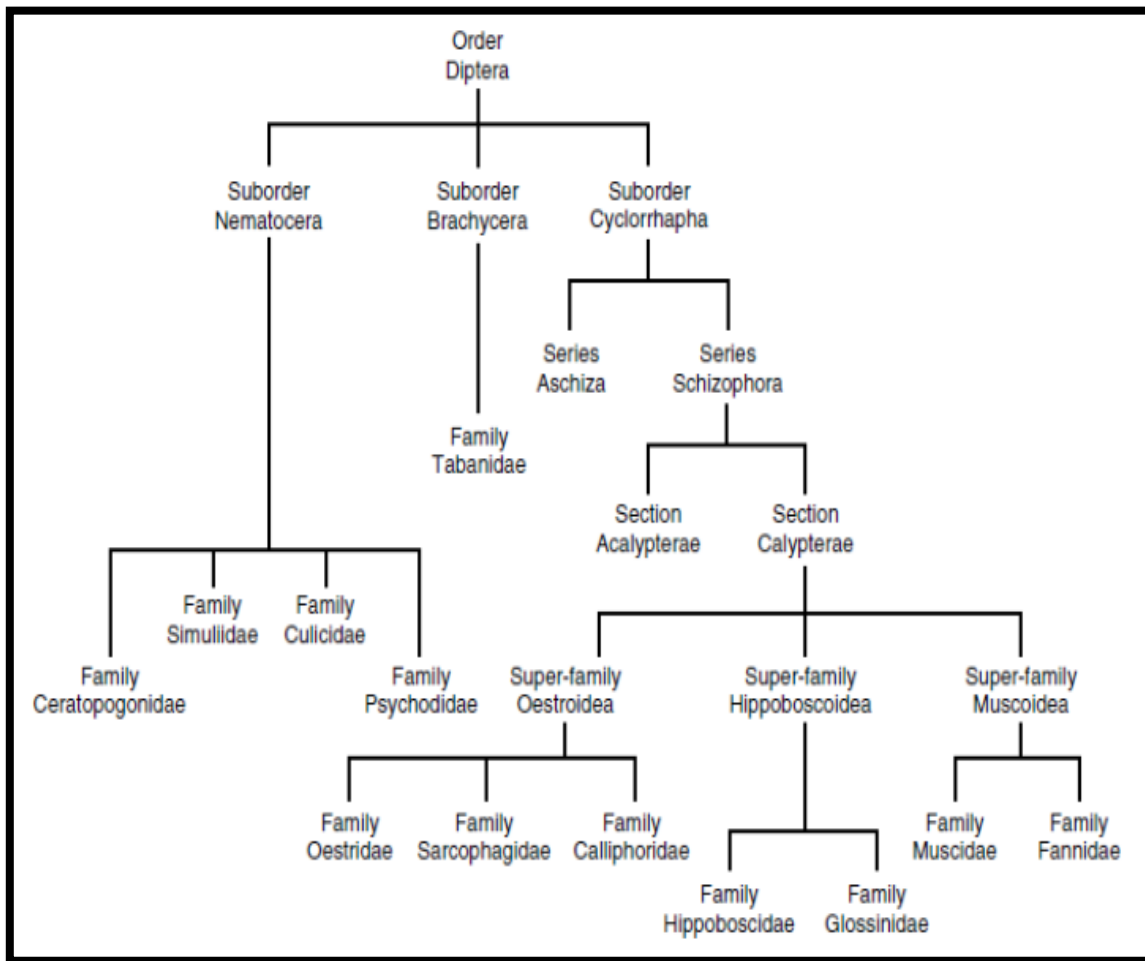


Figure 1: Les Diptères d'importance vétérinaire (Wall et Shearer, 2001).

### 3 Les caractères généraux

On distingue donc actuellement deux sous-ordres :

#### 3.1 Les Brachycères

Les Brachycères sont des diptères au corps trapu et antennes courtes typiquement formées de 3 articles (à quelques exceptions près comme nous le verrons plus loin), le dernier portant fréquemment des traces d'annelures qui peuvent le subdiviser en 2 à 8 éléments. Ces antennes peuvent porter des soies terminales ou dorsales. Les palpes sont courts, unis ou biarticulés (Bose et Sarma, 1975).

Ils sont caractérisés par des palpes dressés et ils se divisent en deux grands groupes les orthorrhaphes (Taons, Asilides, Bombyles...etc.) et les cyclorrhaphes (syrphes, trypétides, muscides, calliphorides...etc) (Ramdane, 2017).

**a) Glossinidae**

Les glossines sont des diptères cyclorhaphes de la famille des Glossinidés (1 seul genre : Glossina). Elles diffèrent des autres mouches par l'adaptation de leurs pièces buccales à la piqûre ; à la différence de quelques autres insectes hématophages (moustiques, taons), les deux sexes se nourrissent de sang, Sont des mouches allongées, robustes, de coloration brun-noirâtre à brun testacé, jamais métallique ; (figure 2) *Glossina pallidipes* (Cuisance, 1995).

Les glossines sont impliqués dans la transmission des différents trypanosomes, responsables de la trypanosomiase humaine africaine (THA) et de la trypanosomiase animale africaine (TAA) (Essonno, 2015).

Seules quelques espèces peuvent être considérées comme vectrices (Laveissière *et al.*, 1991) :

- Pour *trypanosoma brucei. gambiense* :
  - *Glossina palpalis* et sous-espèces.
  - *Glossina fuscipes* et sous-espèces.
  - *Glossina tachinoides*.
  - *Glossina caliginea*.
- Pour *trypanosoma brucei rhodesiense* :
  - *Glossina pallidipes*.
  - *Glossina swynriertoni*.
  - *Glossina fuscipes* et sous-espèces.
  - *Glossina morsitans* et sous espèces Tabanidae

**b) Tabanidae**

Les Tabanidae se rangent parmi les diptères brachycères (antennes courtes) et appartiennent à la super famille des Tabanomorpha (Xavier, 2010).

Les taons adultes sont de grande taille (5 à 25 mm de long). Ils ont un aspect de grosses mouches de couleur sombre. Leur tête porte de gros yeux parfois ornés de bandes vivement colorées. Les pièces buccales forment une trompe courte et robuste, du moins chez les espèces hématophages. Les ailes sont hyalines, entièrement transparentes ou ornées de taches brunes comme l'illustre (figure 4) (Rodhain, 2015).

Les taons sont des vecteurs mécaniques d'une variété de virus, bactéries, et protozoaires en particuliers les filaires, les taons sont des vecteurs biologiques. La transmission mécanique a été démontrée pour des virus (virus de l'anémie infectieuse des équidés), des bactéries

(*Anaplasma marginale*, *Francisella tularensis*, *Bacillus anthracis*, ...) et des protozoaires (*Besnoitia besnoiti*, *Trypanosoma* sp.). Parmi les Trypanosomes, *Trypanosoma theileri* a la capacité de se développer dans l'intestin des tabanides et la contamination d'un hôte pourrait se faire principalement par ingestion des fèces de taons (Baldacchino, 2013). Et la capacité de transmission *Trypanosoma vivax* de façon mécanique par *tabanus importunus* (Raymond, 1990).

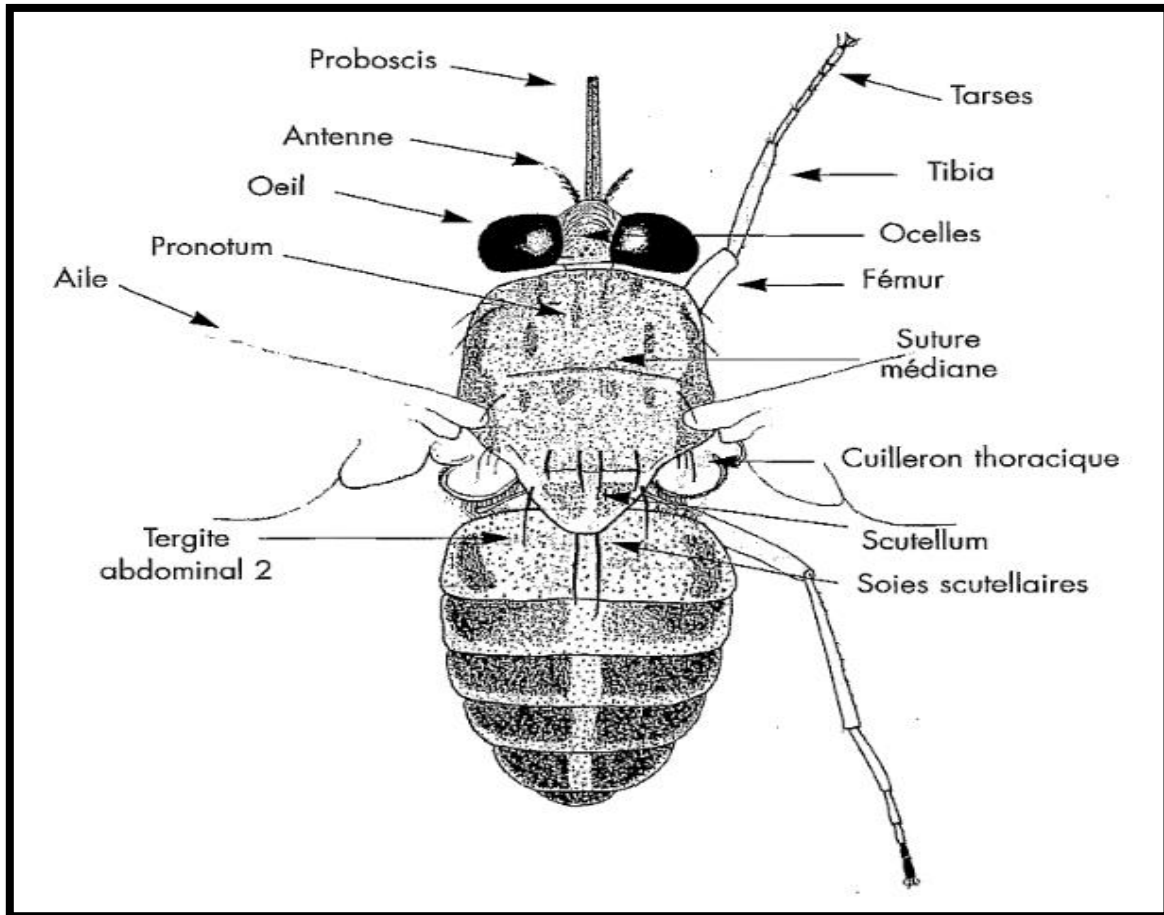


Figure 2: Vue dorsale d'une glossine (*Glossina pallidipes*) (Laveissière et al., 1991.)

### 3.2 Les Nématocères

Diptère de type moustique: corps élancé, antennes généralement longue et filiforme, à plus de six articles, développement orthorhaphes. Espèces parasites à femelles seules hématophages. Les Nématocères hématophages sont caractérisés par leurs pièces buccales de type piqueur (labium ventral, labium dorsal, deux maxilles pour les femelles uniquement et l'hypopharynx) groupées pour constituer une trompe. la base de la trompe porte deux palpes maxillaires et l'extrémité de la gaine (labium) deux labelle servant à guider les pièces buccales lors de la pique (figure 3) (Ramdane, 2017).

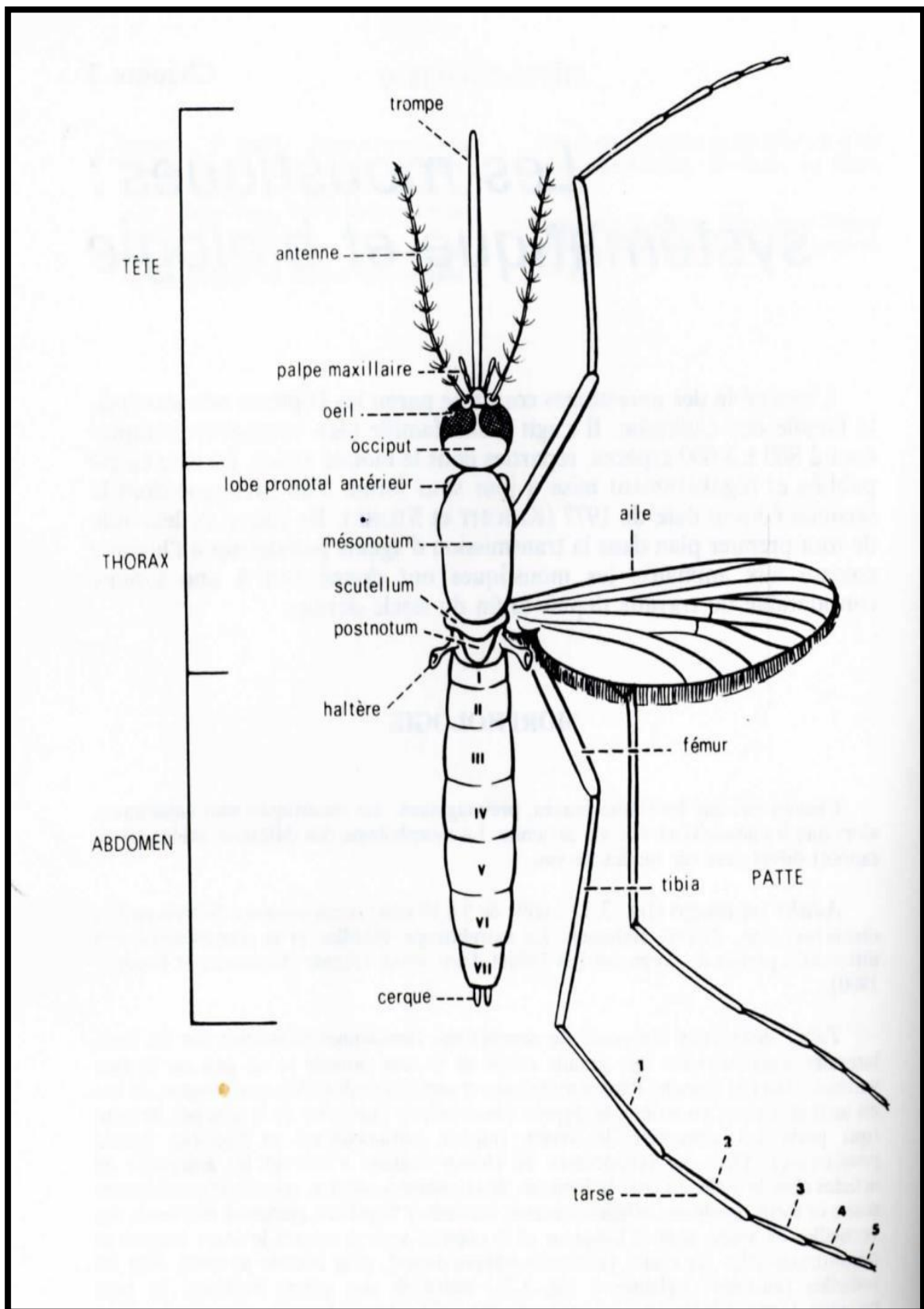


Figure 3: Morphologie schématique des diptères nématocères ( Anonyme 1 ).

### **a) Culicidae**

Les culicidae sont des insectes mécoptéroïdes diptères nématocères remarquables par l'évolution progressive qui affecte parallèlement l'imago et la larve (**Merabeti et Ouakid, 2011**).

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. En Algérie, 50 espèces des culicidés de 6 genres différents sont regroupés dans les sous familles des Anophelinae et les culicinae (**Ramdane, 2017**).

Les moustiques exotiques qui sont porteurs des maladies (la malaria, la dengue, le virus chikungunya) et qui les transmettent aux humains sont du genre *Anopheles* et du genre *Aedes* exemple *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* sont des vecteurs principaux de « la dengue, du virus chikungunya, du virus zika et de la fièvre jaune » (**Ng et al., 2019**).

### **b) Psychodidae**

Les Phlébotomes sont de petits diptères nématocères, appartenant à la famille des psychodidae et à la sous-famille des phlebotominae. Ces fragiles insectes se reconnaissent facilement à leur petite taille (1 à 4 mm), leur aspect « bossu », leur tête aplatie, leurs longues pattes, leurs ailes lancéolées et velues, dressées en « V » au repos (figure 6). Comme chez les moustiques, la femelle seule est hématophage (**Bernard, 1971**).

Cependant, les compétences vectorielles peuvent s'avérer fort différentes. Plusieurs classifications ont été proposées. La plupart des espèces d'importance médico-vétérinaire sont réparties dans les genres *Phlebotomus* (vecteurs notamment de leishmanioses eurasiatiques et africaines) et *Lutzomyia* (vecteurs des leishmanioses américaines) (**Rodhain, 2015**).

Cinq espèces de *Paraphlebotomus* sont actuellement connues d'Afrique du Nord :

« *P. sergenti*, *P. alexandri*, *P. chabaudi*, *P. kazeruni* et *P. riouxi* ». Ont prouvé le rôle vecteur de la première pour *Leishmania tropica* au Maroc (**Depaquit et al., 1998**).

### **c) Simuliidae**

Les Diptères simuliidae ou mouche noires sont des petits diptères nématocères, aquatiques à l'état larvaire et nymphal, terrestre à l'état imaginal. Elles sont généralement de couleur noire ou marron foncé, c'est la famille des diptères à métamorphose complète. Leur aspect général: corps trapu, ailes larges et claires, antennes courtes et glabres, rappelle plus une mouche qu'un moustique (figure 5) (**Amghar et Boussouel, 2015**).

Concernant la transmission des maladies le *Simulium* est le genre principale avec 38 sous-genre dont le *Simulium damnosum* est l'espèce qui pique notamment l'homme en Afrique, ce sont des petites mouches bossues dont les femelles hématophages du genre *Simulium*, ils transmettent la filaire *onchocerca volvulus* qui provoque l'onchocercose ou la cécité des rivières qui ce rencontre en Afrique centrale et du sud (**Ramdane, 2017**)

Les simulies attaquent l'homme également avec, avidité. Les personnes ayant subi plusieurs piqûres doivent souvent être soignées (**Zivkovitch, 1977**).

### **d) Cératopogonidea**

Les cératopogonidés (« biting midges » ou « biting gnats ») forment une famille de très petits diptères nématocères hématophages. Le genre culicoides regroupe plus de 800 espèces sont des insectes exophiles (cf. glossaire) mais si leur nombre est important, quelques-uns pénétreront dans les habitations (**Auriane, 2010**).

Ces espèces sont dotées d'une paire de mandibules, ainsi que trois paires de pattes. En effet ils portent des antennes, sont divisés en trois parties : la tête portant les organes des sens (yeux, palpes, mandibules), le thorax portant les pattes et les ailes, et l'abdomen où l'on trouve les fonctions reproductrices et viscérales mais pas d'appendice, ils portent donc une seule paire d'ailes membraneuses, leurs antennes sont longues (figure 7) (**Ziani Hadj-Henni, 2014**).

Le genre *Culicoides* dont *C. micola*, représente la principale espèce vectrice de la fièvre catarrhale en Afrique. Beaucoup de ces diptères attaquent l'homme ou les vertébrés (mammifères, oiseaux), surtout crépusculaires. Ils constituent une importante nuisance et certaines espèces sont vectrices d'agent pathogènes (filaires, arbovirus) (**Ramdane, 2017**).





**Figure 4 :** Photographie de *Tabanus bovinus* (Auriane, 2010).



**Figure 5 :** Photographie de femelle *Simulium sp*(Auriane, 2010).



**Figure 6 :** Photographie de *Phlebotomus sp* (Auriane, 2010)



**Figure 7 :** Photographie de *Culicoides obsoletus* adulte (Auriane, 2010)

***Chapitre II : Généralité  
sur la famille des  
culicidae***

Les culicidés sont des insectes piqueur-suceurs de sang appartenant à l'ordre des diptères et au sous-ordre des nématocères (**Hamaidia et Berchi, 2018**)

Ils sont souvent source de nuisance, mais peuvent également représenter un risque en santé publique, comme c'est le cas pour certaines espèces d'*Anophèles* incriminées dans le paludisme (**Messai, 2011**).

Les culicidés sont bien caractérisée par le dessin de leur nervation alaire, la présence d'écailles sur les nervures et la marge postérieure de l'aile et l'existence d'un long proboscis généralement dirigé vers l'avant, La tête porte les yeux qui sont toujours nus, les antennes de 15 segments porteurs de verticilles de soies plus longues et plus fournies chez certaines peuvent se développer en six à sept jours, à d'autres il faut plusieurs semaines.

Pour une espèce donnée, le développement est d'autant plus rapide que la température est plus élevée et la nourriture plus abondante (**Durand et Lévêque, 1980**).

## **1 Morphologie**

Les culicidés sont des diptères nématocères. Cette famille regroupe les moustiques « mosquitoes » au sens strict et comprend environ 3000 espèces. Les trois principaux genres d'importance médicale sont *Anopheles* (400 espèces) *Culex* (800 espèces) et *Aedes* (1200 espèces) (**Auriane, 2010**).

### **1.1 Œufs**

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur ; l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé, (**Tahraoui, 2012**). Ils mesurent environ 1 mm de long, sont déposés à la surface de l'eau par les femelles (**Arbaoui, 2017**).

Les œufs d'*Anopheles* 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 (figure 8) (**Tahraoui, 2012**).



*Anopheles*

*Aedes*

*Culex*

**Figure 8 :** Les œufs des trois genres de culicides (Larbi Cherif, 2015).

## 1.2 Les larves

Ce stade est aquatique. Les larves de culicidae se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes. On distingue quatre stades larvaires notés généralement L1, L2, L3, L4; dont les trois premiers stades ne présentent pas des caractères taxonomiques précis, seule la larve du 4ème stade rend la dichotomie facile (Arbaoui, 2017).

Elles sont composées d'une tête très dure (car très chitinisées), d'un thorax et d'un abdomen moins chitinisés, plus mous ( figure 9) (Tahraoui, 2012).



*Aedes*

*Anopheles*

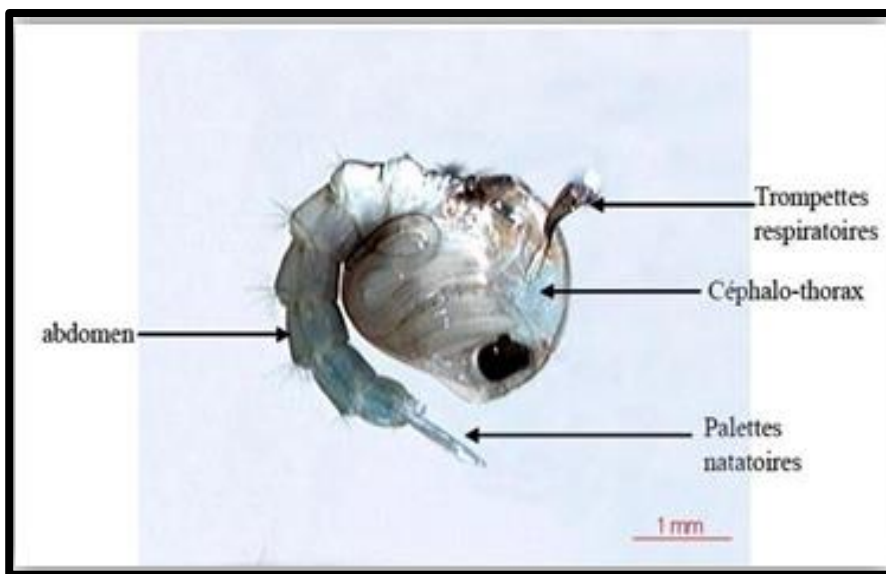
*Culex*

**Figure 9 :** les larves des trois genres de culicidae (Ramdane, 2017).

### 1.3 Les nymphes

C'est une pupe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas. 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 conférants aux nymphes leur vivacité (figure 10) (Larbi Cherif, 2015).



*Figure 10* : Aspect général de la nymphe des culicidés (Larbi Cherif, 2015).

### 1.4 L'adulte

Le corps est composé de 3 parties: la tête, le thorax et l'abdomen (figure 11) :

#### a) La tête

La tête est un des éléments permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et espèces (Arbaoui, 2017).

La tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit. Les yeux : très grands, réniforme sont composés d'yeux élémentaires (ommatidies) juxtaposés et occupent la majeure partie de la tête (Tahraoui, 2012). 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) (Arbaoui, 2017). 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 (Larbi Cherif, 2015).

### **b) Le thorax**

Sombre à noir, est la partie centrale du corps à laquelle sont attachées les ailes et les pattes, composé de trois segments soudés (Larbi Cherif, 2015). le prothorax, le mésothorax et le métathorax, Chaque segment porte une paire de pattes (Tahraoui, 2012).

- ❖ Le prothorax qui porte la première paire des pattes.
- ❖ Le mésothorax qui occupe plus de la moitié du thorax, il porte la deuxième paire de pattes et les deux ailes.
- ❖ Le 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.
- ❖ 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 (Larbi Cherif, 2015)

### **c) L'abdomen**

Il possède dix segments, mais seuls les huit premiers sont différenciés et visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale (Arbaoui, 2017) Les deux derniers segments étant modifiés pour les fonctions sexuelles. Les pièces du mâle (hypopygium ou génitalia), la coloration des écailles (écailles absentes chez les *Anophelinae*) et leur disposition, présentent un intérêt majeur dans la taxonomie des culicidés (Larbi Cherif, 2015).

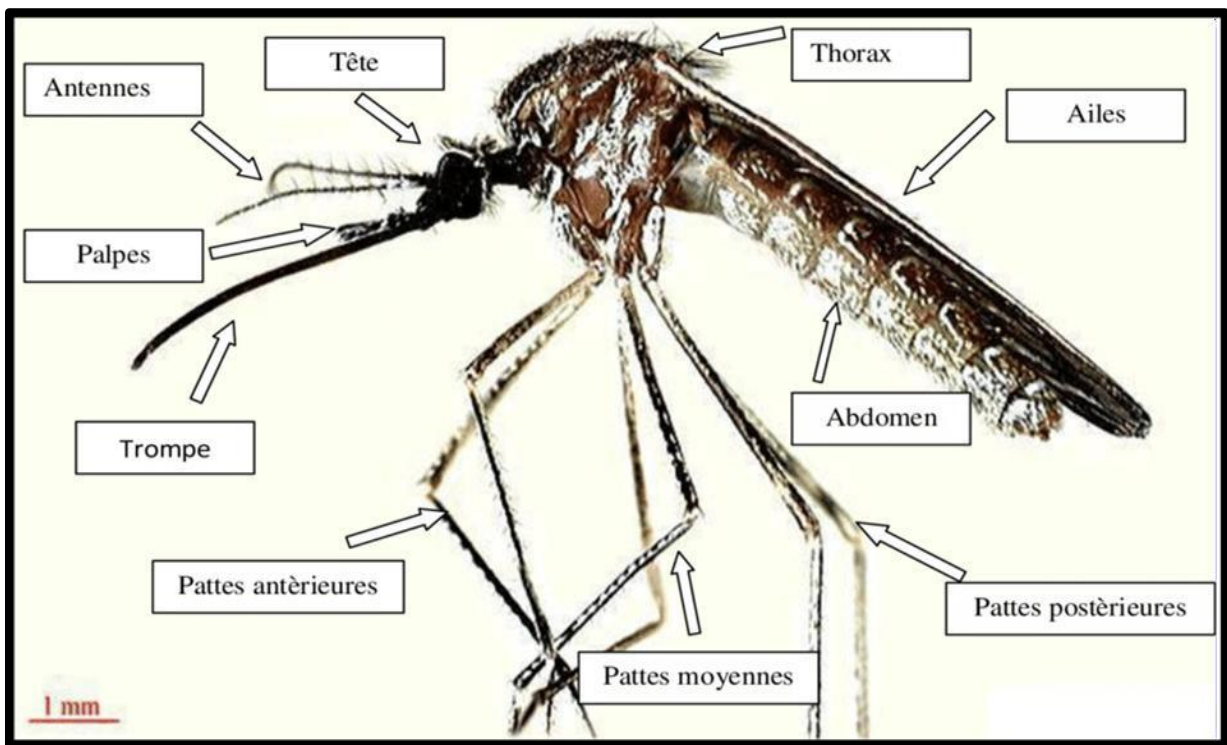


Figure 11: Aspect général d'un culicinae adulte (Arbaoui, 2017).

## 2 Biologie

### 2.1 Cycle de développement

Le cycle des culicidés dure de 2 à 3 semaines si les conditions climatiques sont favorables, beaucoup plus longtemps si la température est basse grâce à l'existence de formes de résistance (œufs, larves, formes adultes quiescentes) (figure 12) (Auriane, 2010).

#### a) Phase aérienne

Les sujets des deux (2) sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial (Arbaoui, 2017).

A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence (Tahraoui, 2012). La femelle après l'accouplement stocke les spermatozoïdes dans la spermathèque (une petite poche située dans l'abdomen) (Bechini, 2017). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (Tahraoui, 2012).

Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie, seule la femelle absorbe du sang. Ce repas sanguin constitue la source de protéines nécessaire pour compléter la formation des œufs. (Arbaoui, 2017), ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité. 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 (Tahraoui, 2012).

### **b) Phase aquatique**

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux (2) à trois (3) jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée (Tahraoui, 2012).

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. Au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe: c'est la nymphose (Tahraoui, 2012).

La nymphe des moustiques, même si elle est active, ne se nourrit pas. Elle respire l'air par trompette respiratoire, l'émergence de l'insecte adulte a lieu à la surface de l'eau. La nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique s'extirpe de l'exuvie ; l'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou; en général, avant de s'envoler il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Les mâles émergent souvent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles. Ils se rassemblent en essaims, souvent le soir, au-dessus des herbes hautes, des masses d'eau ou d'objets proéminents, ou encore dans des clairières (Larbi Cherif, 2015).



Les femelles viennent les y rejoindre. Les couples se forment et quittent l'essaim pour copuler. En général, la durée de vie des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Certains individus ont vécu deux mois en élevage. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement. (Larbi Cherif, 2015).

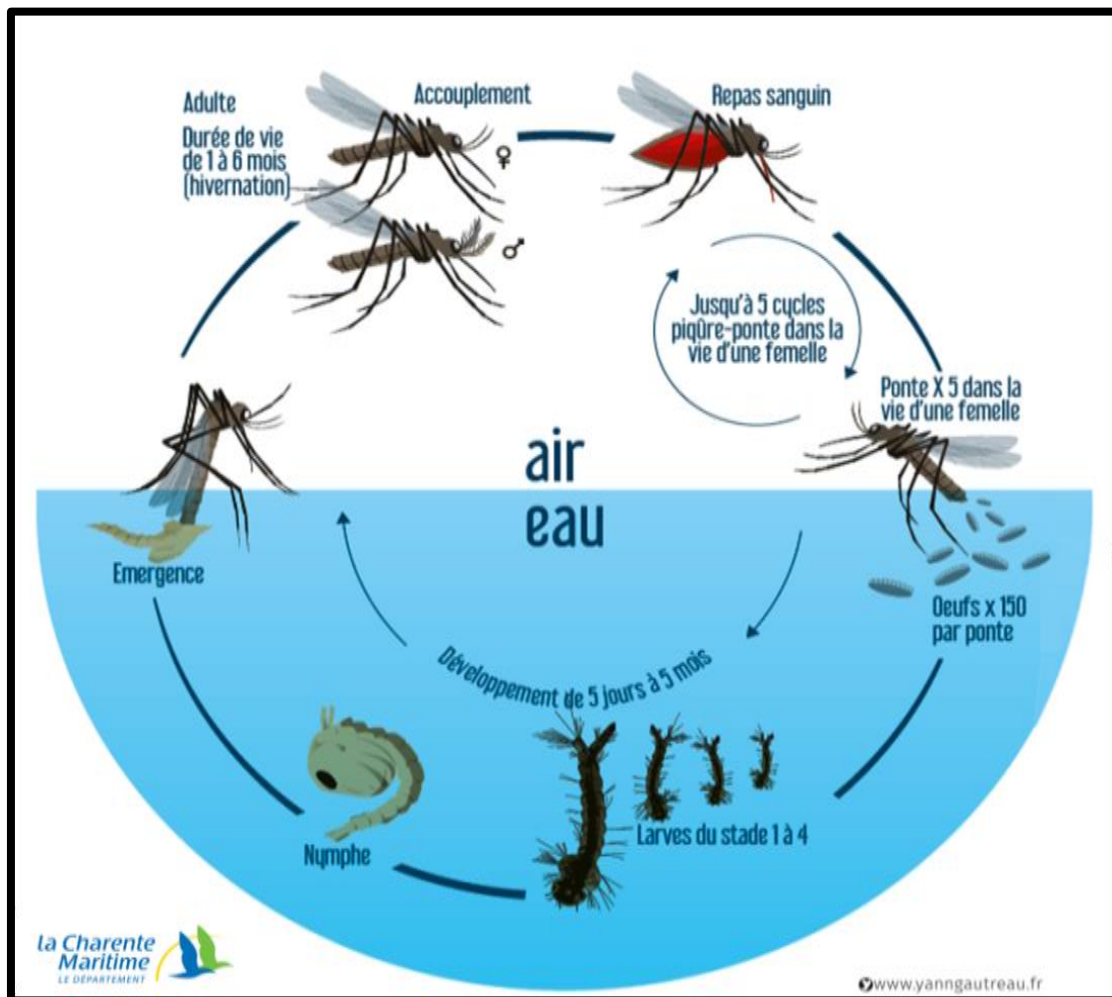


Figure 12 : Cycle de développement chez les culicidés (1).

## **2.2 Bio-écologie**

### **a) Définition de gîtes larvaires**

Un gîte est une zone ou un contenant dans lequel l'humidité ou l'accumulation d'eau permet aux insectes de se développer durant toute une partie de leur cycle de vie (**Hounkpe, 2011**).

La nature du gîte influence grandement la distribution des espèces de culicidae, la nature du gîte larvaire favorise la présence de l'une ou l'autre espèce selon que le gîte soit stagnant ou courant, dépourvu ou riche en végétation, pollué ou non (**Lalami et al., 2009**).

Le gîte larvaire idéal est constitué d'une eau limpide chargée en matières organiques, de profondeur moyenne (quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres) et ombragée. La ponte se fait en gîtes de ponte de plein air plutôt qu'en gîtes d'intérieur (**Vacus, 2012**).

Les gîtes larvaires susceptibles de recevoir des pontes, varient suivant les espèces.

Les deux groupes de gîtes larvaires :

- ❖ Les gîtes exigus dits sténotopes.
- ❖ Les gîtes de vaste étendue dits eurytopes.

Ces groupements comprennent des gîtes permanents et temporaires, que les différencie selon l'importance de leur couverture, en biotopes ombragés (sciaphiles) ou ensoleillés (héliophiles), et selon les caractéristiques chimiques de l'eau douce (dulçaquicole) ou salée (halobiotique) (**Brechi, 1997**).

#### ➤ **Les gîtes spéciaux**

Surtout feuilles d'arbres tombées et creux des arbres. Ce sont des gîtes spécialement favorisés des *Aedes-Stegomyia* (dans et à proximité des agglomérations humaines) et des diverses espèces d'eretmopodiies, en pleine forêt.

#### ➤ **Les gîtes naturels**

Les quantités irrégulières des pluies, s'accumulent dans des dépressions, dont la forme diffère, donnant ainsi de nombreux type d'eau stagnante qui se présentent par des bassins des bords des rivières, des flaques, des fossés, des marais et des mares, des sources, des trous d'arbres, des fentes de roches sur la cote ainsi que par les zones inondées.

#### ➤ **Les gîtes artificiels**

Ce sont en majorité des gîtes créés par l'homme, Il s'agit des objets ou des modifications de l'environnement qui favorise l'accumulation d'eau, ces gîtes artificiels deviennent ainsi des sites potentiels de développement des larves, pouvant produire des milliers de moustiques. Souvent localisés sur les propriétés privée, ils peuvent être découverts seulement par les

résidants. Cependant, ils peuvent facilement être éliminés. (Larbi Cherif, 2015).

### **b) Nutrition :**

Les culicidaees sont des insectes piqueurs hématophages, suceurs de sang ou ils introduisent les allergènes contenus dans leur salive. On dit qu'ils sont solénophages car, lors de la piqûre, ils n'aspirent que du sang à l'inverse des taons et des simulies qui aspirent à la fois du sang et de lymphes et qui sont de ce fait dénommés télophages. Les moustiques possèdent de longues et fines pièces buccales qui après avoir traversé les tissus sous-cutanés perforent avec précision des capillaires veineux dont ils absorbent le sang en deux à trois minutes, durée habituelle du repas. De 1,5 à 3mg de sang sont prélevés à chaque piqûre (Nadji, 2011).

Les régimes alimentaires des larves de diptères, présentés ci-dessous, sont très variés, alors que la plupart des adultes se nourrissent d'exsudats des plantes, c'est-à-dire de nectar des fleurs. Mais existent aussi chez les adultes le parasitisme (moustiques, taons, mouche charbonneuse, hippoboscides, etc.) et la prédation (Asilidés) (Merz, 2012).

- ❖ Phytophage (se nourrissant de plantes).
- ❖ Saprophage (se nourrissant de matières organiques végétales ou animales en décomposition).
- ❖ Carnivore (prédateur et parasite).

### **2.3 Ennemis naturels des culicidae :**

Au sein de la chaîne alimentaire, les moustiques servent de nourriture à de nombreuses espèces: au stade de larves, ils sont mangés par des invertébrés aquatiques, des batraciens et des poissons, puis en tant qu'adultes, ils constituent les mets de prédilection d'oiseaux, de chauve-souris ou de libellules. Les moustiques, qui se nourrissent principalement du nectar des plantes, sont également des pollinisateurs, bien qu'on ne sache pas dans quelles proportions, faute d'études écologiques précises. Enfin, ils participent au cycle de l'azote, en intervenant dans la première étape de décomposition de l'azote organique en azote minéral, filtrant ainsi les eaux et évitant l'eutrophisation des milieux (Arbaoui, 2017).

### 3 Distribution géographique des culicidés :

#### 3.1 Dans le monde

En termes de distribution géographique les moustiques sont cosmopolite, dont l'espèce *Culex pipiens* est la plus largement distribué dans le monde, contrairement à *Culex quinquefasciatus* qui est répandu dans les zones tropicales et subtropicales uniquement. Alors que les *Anopheles* ont aussi une répartition quasiment mondiale à l'exception des zones polaires (nord du Canada, Alaska, nord de la Sibérie, Groenland, Islande, Antarctique), des Îles du Pacifique central ou occidental (Nouvelle-Calédonie). Tandis que le genre *Aedes* été signalé au début du siècle dernier dans le continent Asiatique, par la suite une expansion brutale a eu lieu en Europe en 1980 et récemment le continent Africain et Américain ont été touché (figure 13) (Labeled, 2019).

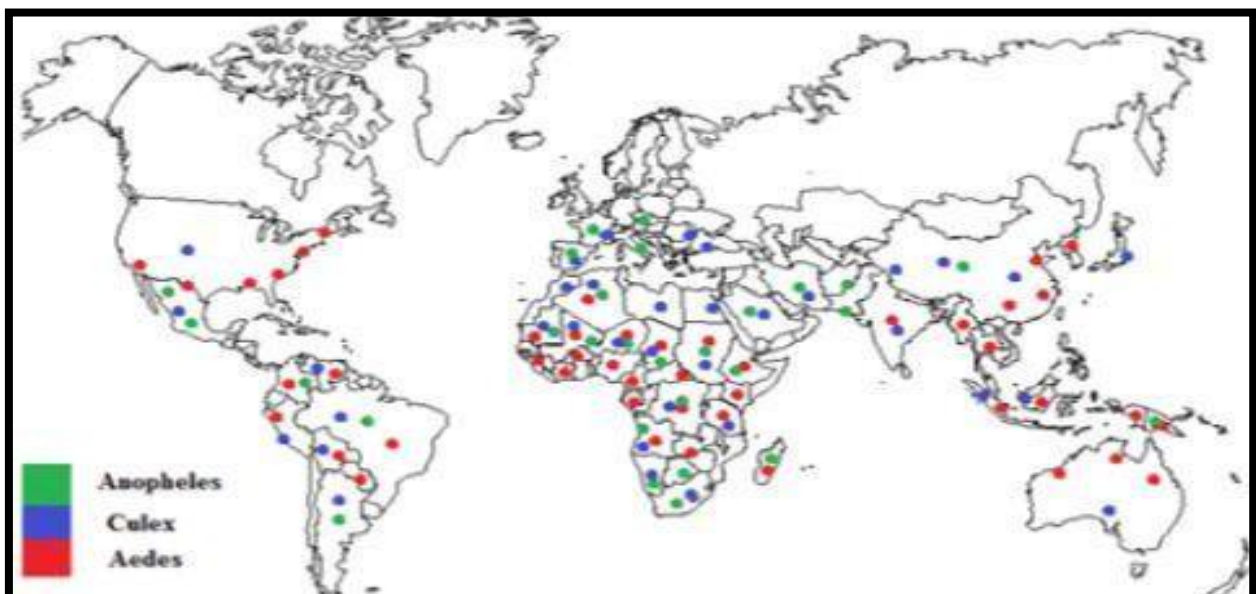


Figure 13 : Distribution géographique des moustiques dans le Monde (Labeled, 2019).

#### 3.2 En Algérie

Au cours des vingt dernières années, la faune culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et à la biologique (Bouabida *et al.*, 2012).

Dans le but d'avoir plus d'idées sur la distribution des moustiques en ALGERIE. La carte suivante illustre la distribution des moustiques rapportés en ALGERIE (figure 14).

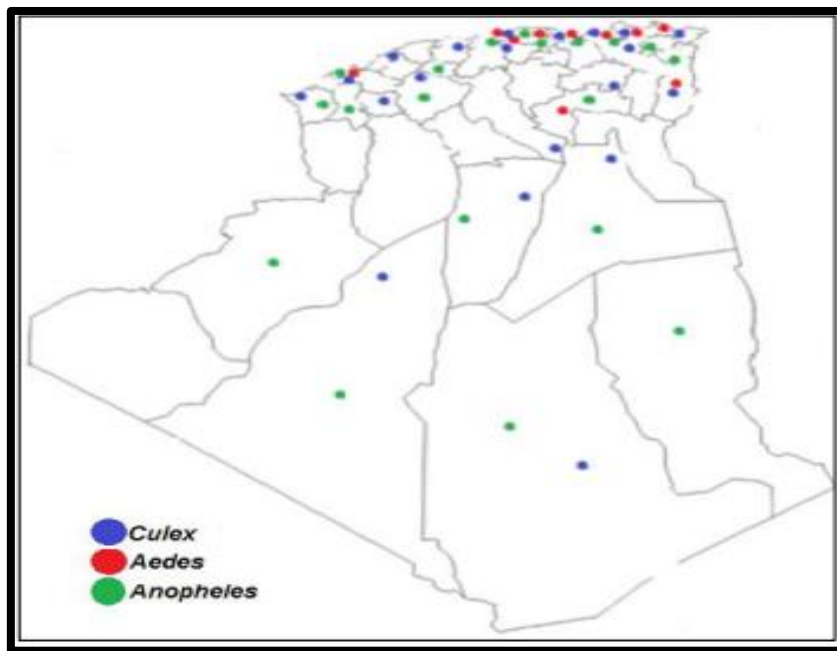


Figure 14 : Distribution géographique des moustiques en ALGERIE (Labeled, 2019).

#### 4 Genres des Culicidés à intérêt médical :

##### 4.1 Culex :

La tribu des culicinae est formée par un seul genre, celui des *Culex* qui contient 5 espèces, ce sont: *Culex pipiens* ( figure 15), *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culex perexiguus* et *Culex laticinctus* (Bouabida et al., 2012).

Les espèces appartenant à ce genre se caractérisent par :

- Les mâles de ce genre se distinguent aisément à partir du gonocoxite qui présente une touffe de soies subapicale.
- Les femelles adultes possèdent des palpes maxillaires nettement plus courts que la trompe. Les organes sensoriels portés à l'apex du tarsomère présentent un empodium et deux pulvilli.
- Les larves sont pourvues d'un siphon respiratoire bien développé dont le bord inférieur sert d'attache à plusieurs touffes de soies ventrales.
- Les œufs sont pondus agglomérés en nacelle. Les œufs de *Culex* sont collés ensemble côté à côté pour former une sorte de petite barquette (Aissaoui, 2013).

## 4.2 Aedes

Certains *Aedes* (dont le nom vient du mot grec Aédès = désagréable) ont un habitat selvatique, retrouvés dans les galeries forestières et dont les lieux de ponte sont les trous dans les arbres, les noix de coco, et les feuilles de bananier. *Aedes aegypti* est surtout un moustique des zones tropicales et subtropicales, alors que *A. albopictus*, qui tend à supplanter. *A. aegypti*, est retrouvé en zones tropicales mais aussi tempérées. *Aedes albopictus* est localisé en zone péri domestique, autour des habitations (figure 16) (**Bouree et al., 2015**).

Le genre *Aedes* est classé parmi les plus dangereux vecteurs d'intérêt médical dont *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* sont principaux vecteurs, responsable de la transmission du virus de la dengue, du virus zika, de la chikungunya virus et du virus de la fièvre jaune et aussi l'espèce *Aedes vexans* vecteur du west nile virus (**Labeled, 2019**)

## 4.3 Anophèle

Il existe dans le monde environ 380 espèces appartenant au genre *Anopheles* (**Rozendaal et Slooff, 1999**), caractériser par le plus grand nombre d'espèces existantes, ou on dénombre 484 espèces existantes dont 60 d'entre elle sont connus pour être les principaux vecteurs du parasite plasmodium à l'homme, causant la malaria (**Labeled, 2019**), Dont les espèces les plus connus sont :

- *Anopheles gambiae*.
- *Anopheles albimanus*.
- *Anopheles funestus*.
- *Anopheles nili*.
- *Anopheles moucheti*.

En Afrique, les espèces du complexe *Anopheles gambiae* et *Anopheles funestus* sont les vecteurs majeurs. Seules les femelles transmettent le paludisme (figure 17) (**Diallo, 2018**).

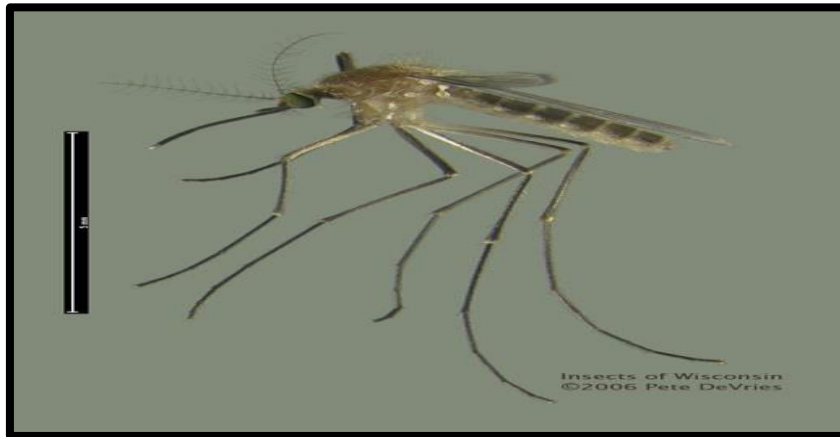


Figure 15 : Adulte de *Culex pipiens* (in Sadallah et Belkhaoui, 2016)



Figure 16 : Femelle adulte d'*Aedes albopictus* (Bagny, 2009)



Figure 17 : Adulte d'*Anopheles gambiae* (Ramdane, 2017)

***Chapitre III : Intérêt  
médicale des  
moustiques***



## 1 Les Arboviroses :

Les arboviroses sont des affections transmises par des arthropodes hématophages. Les arbovirus sont des virus habituellement transmis, dans les conditions naturelles, de vertébré à vertébré, par un arthropode hématophage qui en constitue le vecteur. Les arboviroses regroupent des maladies différentes quant à leur symptomatologie et surtout leur épidémiologie. Leur fréquence est réelle, ainsi que pour certaines leur gravité. Les arboviroses sont des maladies surtout tropicales. En 1881, Carlos Finlay a réalisé à Cuba la transmission du virus de la fièvre jaune par un moustique *Aedes aegypti* (Aubry et Gaüzère, 2019).

**Tableau 1 :** Quelques exemples d'arboviroses transmises par des moustiques (Schaller *et al.*, 2016)

familles	Exemples	Vecteurs	Distribution
Togaviridae	Chikungunya  Virus de la rivière Ross  Virus Mayaro	<i>Aedes aegypti</i> et <i>albopictus</i>  <i>Culex annulirostris</i> , <i>A</i> , spp  <i>Haemagogus spp</i> , <i>A,aegypti</i>	Afrique,Asie,Amérique latine,sud des Etats-unis, plus rare dans le sud d'Europe. Australie, iles du pacifique.  Amérique centrale et partie nord de l'Amérique de sud
Bunyaviridae	Fièvre de la Vallée du Rift	Différents espèces d' <i>Aedes</i> et <i>culex</i>	Afrique, péninsule arabique
flaviviridae	Dengue  Zika  La fièvre Jaune  Encéphalite japonaise  West Nile virus	<i>Aedes spp</i> , <i>A,aegypti</i> .  <i>Aedes spp</i> , principalement <i>A,aegypti</i> .  <i>Haemagogus spp</i> , <i>Aedes aegypti</i>  <i>Culex tritaeniorhyncus</i> et <i>vishrui</i>  <i>Culex spp</i> , <i>culex papiens</i>	Afrique, l'Asie, l'Amérique latine, dans le sud d'Europe.  iles du pacifique, l'Amérique latine, cas sporadique en Afrique et Asie. Afrique subsaharienne.  iles du pacifique, Asie du sud-est.  Afrique, Moyen-Orient, sud de l'Asie, Amérique du nord.

## 1.1 Les Arboviroses humaines majeures :

### a) La dengue

La dengue est une maladie fébrile aiguë d'origine virale dont les signes d'appel sont souvent les suivants: céphalées, douleurs osseuses, articulaires ou musculaires, éruptions cutanées et leucopénie. La dengue hémorragique (DH) se caractérise par l'apparition de quatre grandes manifestations cliniques: forte fièvre, phénomènes hémorragiques, souvent accompagnés d'une hépatomégalie et, dans les cas graves, de signes de collapsus cardio-vasculaire. Les malades peuvent alors présenter un choc hypovolémique résultant d'une fuite. Quelques exemples d'arboviroses transmises par des moustiques (**Schaller et al., 2016**) plasmatique; c'est ce que l'on appelle la dengue avec syndrome de choc (DSC), qui peut être mortelle (figure 19) (**Anonyme 2**).

À l'heure actuelle, *Aedes albopictus* est devenu un vecteur de plus en plus important car il peut facilement s'adapter à de nouveaux environnements, y compris en régions tempérées. La propagation de cette espèce à des pays jusque-là indemnes a créé l'opportunité pour les virus. De la dengue d'entrer dans de nouvelles zones géographiques et générer des cas d'arboviroses cependant, il reste un contributeur mineur dans les infections de la dengue humaine. La transmission de la dengue reste insidieuse et compliquée à évaluer dans la 24 majorité des cas car de nombreux cas sont peu symptomatiques ou asymptomatiques (**Boubidi, 2016**).

### b) La fièvre jaune

La fièvre jaune est une arbovirose (de arthropod-borne-virose), c'est-à-dire transmise par un insecte. Elle est due à un flavivirus, le virus amaril (figure 18), virus à ARN monocaténaire sphérique, de 40 nm de diamètre composé de 10 862 nucléotides avec des variations antigéniques selon les souches africaines ou américaines. Cinq souches ont été identifiées selon la région : Afrique de l'Ouest, Afrique de l'Est, Afrique centrale, Angola et West Africa. Ce virus est très thermosensible. Il peut se répliquer dans de nombreuses cellules, comme les cellules de rein de singe, de porc, de hamster ou de poulet (**Bourée et al., 2011**).

Les résultats obtenus par Bauer montrent qu'*Aedes aegypti* n'est pas la seule espèce vectrice de la fièvre jaune. En effet, *Aedes luteocephalus* et *Aedes apicoannulatus* ont transmis la maladie de la même manière qu'*Aedes aegypti* (**Frédéric, 2002**).

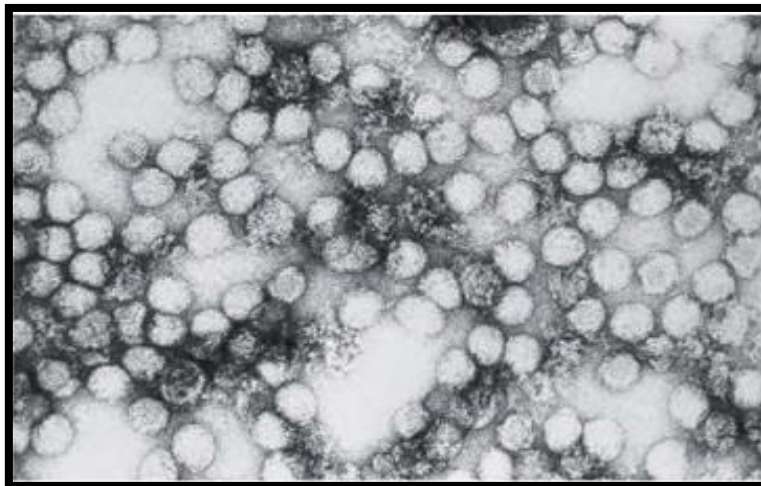
Les premiers symptômes de la maladie apparaissent généralement 3 à 6 jours après l'infection. La première phase, ou phase "aiguë", se caractérise par de la fièvre, des douleurs musculaires, des céphalées, des frissons, une anorexie, des nausées et des vomissements. Au bout de 3 à 4 jours, la plupart des malades voient leur état s'améliorer et les symptômes disparaissent.

Dans quelques cas, cependant, la maladie entre ensuite dans une phase «toxique»: la fièvre réapparaît, le malade devient ictérique et des hémorragies peuvent se produire, avec notamment du sang dans les vomissures («vomito negro» caractéristique). La moitié environ des malades en phase toxique meurent au bout de 10 à 14 jours (**Anonyme 3**).

### **c) Le chikungunya**

L'agent pathogène est un arbovirus (arbovirus : arbo provient du mot arthropod et borne signifiant « transmis par un arthropode hématophage ») qui fait partie de la famille des *Togaviridae* et du genre des *alphavirus*. Les *alphavirus* sont présents sur tous les continents à l'exception de l'antarctique. On dénombre dans ce genre 26 virus dont 6 provoquent des atteintes articulaires chez l'homme mais il peut aussi être divisé en trois groupes principaux et un groupe recombinant sur des critères génomiques. Chaque sous-groupe réunit un nombre variable de souches et de variants géographiques. Le virus du chikungunya appartient au groupe Semliki Forest et il est présent en Afrique et en Asie du Sud-Est principalement (**Gabrielle, 2009**)

En zones urbaines, où sont décrites la majorité des épidémies, la maladie se transmet d'homme à homme par l'intermédiaire des femelles d'*Aedes*, en particulier d'*A. Albopictus*. le moustique tigre, qui est devenu le principal responsable de l'extension du CHIKV grâce à une mutation du gène codant pour la protéine d'enveloppe E1-A226V identifiée à la Réunion en 2006 ; Il existe une transmission du virus de la mère à l'enfant : transmission in utero, mais surtout au moment l'accouchement en période virémique de la mère, l'enfant est alors contaminé par le virus dans la moitié des cas (**Gaüzère, 2018**)



*Figure 18 : Virus Amaril (Bourée et al., 2011).*

## **1.2 Arboviroses animales majeures :**

### **a) L'encéphalite japonaise :**

L'encéphalite japonaise (EJ) est une maladie zoonotique virale du continent asiatique à transmission vectorielle: c'est une arbovirose. Le virus responsable de L'EJ (VRJ) est la principale cause d'encéphalite virale en Asie. L'EJ est présente dans tous les pays d'Asie, qu'ils soient tempérés, subtropicaux ou tropicaux, et elle atteint de nouvelles zones suite à l'importation de vecteurs infectés. Actuellement, on estime à 3 milliards le nombre de personnes considérées comme à risque d'EJ, vivant dans 24 pays, appartenant principalement aux régions OMS d'Asie du Sud-Est et du Pacifique occidental (**Kosalaraksa et al., 2017**).

La diffusion du virus à partir des régions chaudes par un cycle saisonnier de moustiques-vertébrés ; la survie en hibernation de moustiques adultes infectés sur vertébrés virémiques au cours de l'automne précédent ; la transmission du virus par des moustiques infectés par voie transovarienne et ayant hiberné à l'état d'œufs, de larves ou d'adultes (**Rosen, 1984**).

Les phénomènes pathologiques en cause dans l'atteinte neurologique au cours de l'encéphalite japonaise associent un œdème cérébral, une congestion et des hémorragies méningées, la constitution d'infiltrats inflammatoires, une dégénérescence neuronale, une périvasculite et des foyers de nécrose de la substance grise (**Rodhain, 2010**).

### **b) L'encéphalite vénézuélienne**

Le virus se manifeste sous la forme d'épisodes épizootiques (et épidémiques) ou sporadiques en Amérique Centrale et en Amérique du Sud (Venezuela, Colombie, Pérou, Equateur). Des cas sont également signalés au sud des Etats Unis (**Dumas, 2013**).

L'encéphalite équine vénézuélienne est causée par des virus neurotropes (qui causent des infections neurologiques) du genre *alphavirus*. Ces virus sont exclusivement transmis par des moustiques et sont classés dans le groupe des arbovirus (ARthropod BORne VIRUS = virus transmis par des arthropodes") (**Laboratoire de Spiez, 2006**).

### **c) La fièvre de la vallés du rift**

La fièvre de la vallée du rift est une maladie infectieuse qui touche de nombreux vertébrés mais dont la maladie clinique se limite aux ruminants et aux humains (**Girard, 2009**). La RVF a été identifiée pour la première fois dans la vallée du rift au Kenya au début du siècle (1913), mais l'agent responsable n'a été isolé pour la première fois qu'en 1931, près du lac Naivasha (**Sabatier et al., 2005**), c'est une arbovirose dont l'agent pathogène est un virus de la famille des Bunyaviridae, du genre *Phlebovirus*. Les animaux réservoirs de virus sont les bovins, les moutons, les chameaux et les chèvres (**Girard, 2009**).

Cette affection touche l'homme secondairement, dans la majorité des cas, là elle résulte d'un contact direct ou indirect avec du sang, des organes ou du lait cru ou de la viande d'animaux contaminés. Le virus pénètre chez l'homme par inoculation (blessure avec un couteau souillé), par inhalation (contamination de laboratoire) ou par ingestion (lait ou viande crus). Les piqûres par des moustiques infestés constituent le deuxième mode de contamination de l'homme. Il n'a jamais été observé de transmission interhumaine directe du virus certains groupes professionnels comme les agriculteurs, les employés des abattoirs et les vétérinaires sont plus exposés au risque d'infection (**Aubry et Gaüzère, 2019**).

#### **d) La fièvre du nil occidental**

le virus west nile (WNV) ou virus de la fièvre du nil occidental (**Dumas, 2013**) appartient à la famille des flaviviridae du genre flavivirus. Ce sont les oiseaux migrateurs qui jouent le rôle d'animaux réservoirs du virus west nile qui est intensément étudié et suivi depuis la fin des années 1990, Le virus west nile est considéré aujourd'hui comme le flavivirus le plus répandu après celui de la dengue (**Arbaoui, 2017**).

Le virus « WN » entraîne des infections asymptomatiques, des syndromes fébriles, des syndromes fébriles avec signes neurologiques réalisant des tableaux d'encéphalite ou de paralysie flasque, avec risque de décès ou de séquelles graves. Vingt pour cent des personnes infectées développent la fièvre du nil occidental, 1/150 une forme grave neuro-invasive, surtout les sujets de plus de 50 ans et les immunodéprimés. Une néphropathie chronique se développe après infection par le WN dans 20 % des cas aux USA (**Aubry et Gaüzère, 2019**).

## **2 Parasitose**

### **2.1 Paludisme**

La malaria ou paludisme est une maladie parasitaire qui pose un grand problème de santé publique. Les *Anophèles* sont les seuls vecteurs du plasmodium. 1 tiers de la population mondiale dans 109 pays est exposée au risque de contracter le paludisme. Dans le monde : 1 million de personnes meurent chaque année du paludisme, surtout des enfants (**Arbaoui, 2017**).

La transmission de plasmodium d'un homme à un autre se fait donc par l'intermédiaire du moustique, le principal en cause étant *Anopheles gambiae* sur le continent africain. Il existe un seul cas de contamination interhumaine directe, lorsqu'une femme enceinte infectée contamine son enfant par voie transplacentaire (**Anonyme 4**).

C'est un parasite parasites intracellulaire vivant dans le foie de l'homme puis dans ses globules rouges dont ils provoquent la destruction, ce qui est à l'origine d'une anémie et déclenche des accès fébrile avec des frissons (**Labeled, 2019**).

Il existe quatre agents pathogènes à connaître :

- *Plasmodium falciparum* (Le plus dangereux et le plus largement répandu),
- *Plasmodium vivax* (Largement répandu dans la zone intertropicale),
- *Plasmodium ovale* (Il est répandu en Afrique intertropicale),
- *Plasmodium malariae* distribution géographique clairsemée (Afrique, Inde...)  
(Khemissi et Raiate, 2012).



**Figure 19 :** Eruption cutanée induite par la morsure d'*Aedes albopictus* (Hôpital Ibn Rochd, Annaba).

***Chapitre IV : Méthode  
d'étude et  
d'échantillonnage***



## **1 Le choix de la zone d'échantillonnage**

Le choix des sites d'échantillonnage est très important, étant donné les très grandes variations de la densité des moustiques à l'intérieur d'un périmètre donné. Il faut choisir des sites dans des zones dites « écologiquement semblables » aux fins de comparaison (**Tabti, 2017**).

L'échantillonnage couvre un site urbain et des sites ruraux. Chaque site est divisé en stations : les sites ruraux correspondent à des écuries et des stagnations temporaires des eaux pluviales (**Ben malek, 2010**).

## **2 Technique d'échantillonnage sur terrain**

La collecte des larves ainsi que les œufs de culicidae ils sont réalisées généralement par deux méthodes selon les espèces de culicidae étudié et selon la région (**Bouda et Rekai, 2016**)

### **2.1 Technique de collecte directe**

La technique utilisée pour la récolte des larves est celle préconisée par de nombreux auteurs : la technique des coups de louche ou méthode du « *dipping* » en anglais. Cette méthode consiste à plonger, en plusieurs endroits du gîte larvaire, une louche (figure 20), ou autre récipient muni d'un manche assez long pour pouvoir prélever dans des endroits difficiles d'accès. Le contenant doit être de préférence de couleur blanche afin de mieux visualiser les larves (**Hamaidia et Berchi, 2018**).



**Figure 20:**Louche pour prélever les larves (**Bouda et Rekai, 2016**)

Les prélèvements peuvent aussi être effectués à l'aide d'un filet à mailles serrées, qu'il faut faire glisser à la surface de l'eau (figure 21), il est possible d'utiliser pour cette technique une passoire en plastique (figure 22) (Saidi, 2013).



*Figure 21:* Filet pour prélever les larves (Tabti, 2017)



*Figure 22:* Passoire pour prélever les larves (Saidi, 2013)

Ces techniques de prélèvement doivent être standardisées (nombres de coups de louches selon volume du gîte, distance parcourue avec le filet prédéterminé, ...) dans le cas d'études quantitatives (Saidi, 2013)

Une fois les larves prélevées et mises avec l'eau de leurs gîtes dans des bocaux numérotés, les échantillons ont été acheminés avec précaution directement au laboratoire,

Dans lequel les spécimens ont été transvasés dans des bacs. Cette étape permet de séparer les larves des nombreux débris présents dans les prélèvements (**Tabti, 2017**).

Les larves sont triées par stade larvaire et leurs élevages sont maintenus au laboratoire en vue d'une étude taxonomique (figure 23) (**Tahraoui, 2012**).

## **2.2 Pièges pondoirs**

Piège spécifique à la collecte des œufs d'*Aedes albopictus*. Il est composé d'un seau noir remplis aux trois quarts avec une eau ayant macéré durant trois jours avec du bois et une plaque de polystyrène de 25 cm<sup>2</sup> et 2 cm d'épaisseur qui servira à récupérer les œufs pondus par les femelles. La couleur noire du seau est connue à être comme attractive pour les femelles cherchant un gîte pour pondre (**Bouda et Rekai, 2016**).

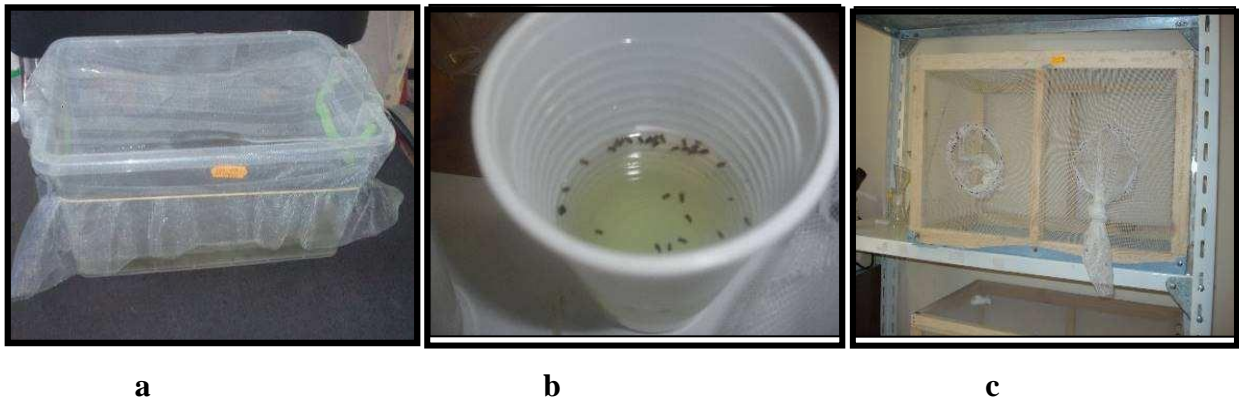
## **3 Technique d'élevage**

Une partie des larves collectées sont mises en élevages au laboratoire et le reste est directement identifié. Les larves sont mises dans des bacs contenant de l'eau déchlorurée (figure 24), et un mélange de biscuit 75% et de levure 25% comme nourriture (**Bouda et Rekai, 2016**). L'eau est renouvelée chaque deux jour. Le régime alimentaire joue un grand rôle dans la fécondité car les protéines permettent à la femelle de pondre plus d'œufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement (**Ben malek, 2010**).

Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages cubiques avec une armature en bois, couverte de tulle comportant sur le côté, un manchon de tulle de 20cm de longueur sur 12cm de diamètre pour permettre l'introduction de la main. Les moustiques mis en cage sont nourris de raisins secs, attaché sur le côté supérieur de la cage sous forme de grappe. Une fois les mâles s'accouplent aux femelles, ces dernières prennent un repas sanguin fourni par un pigeon exposé pendant 30 minutes dans la cage, deux fois par semaine (**Tahraoui, 2012**).



**Figure 23:** Tri des moustiques selon le stade de développement au laboratoire (Zerroug, 2018)



**Figure 24:** a) Élevage des larves ; b) Récupération des nymphes ; c) Cage d'élevage (Bouda et Rejai, 2016)

#### 4 Identification taxonomique des culicidae

La systématique des culicidae est étudiée à l'aide des clés dichotomiques principalement le logiciel d'identification des moustiques de l'Afrique méditerranéen et d'un logiciel d'identification (moustique d'Europe) qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis (Tahraoui, 2012).

*Chapitre V : La lutte  
anti-vectorielle*

## **1 La lutte chimique**

Cette forme de lutte a toujours le grand avantage de pouvoir bénéficier d'une gamme étendue d'insecticides appartenant à plusieurs familles (organochlorés, organophosphorés, pyréthrinoïdes, carbamates) dont le choix dépendra, entre autres, de trois paramètres clés relatifs aux vecteurs et aux produits (tableau 2):

- La résistance du vecteur considéré aux produits envisagés ou disponibles.
- Le comportement du vecteur : ces produits chimiques peuvent induire des modifications de comportement des moustiques (phénomènes d'irritation ou d'excito-répusivité).
- L'influence du produit sur l'environnement (biodégradabilité), flore, faune et bien sûr, son absence de toxicité pour l'homme dans le respect des conditions d'emploi(**Carnevale, 1995**).

Donc, la lutte est basée sur l'utilisation d'insecticides chimiques qui sont des substances naturelles d'origine végétale, animale, minérale ou de synthèse présentant une toxicité préférentielle pour les insectes.

Une substance ne peut être utilisée comme insecticide que si elle possède les propriétés suivantes :

- Une forte toxicité pour les insectes cibles seulement et sans conséquence ni pour le reste de la faune, ni pour la flore ;
- Une stabilité et une rémanence importante, mais non excessive ;
- Etre dégradable dans l'environnement.(**Ouédraogo, 2011**).

Deux classes de produit sont principalement employées dans la lutte chimique : les organophosphorés et les pyréthrinoïdes (**Deloffre, 2011**).

**Tableau 2** :Principaux groupes d’insecticides organiques de synthèse utilisés en lutte anti-vectorielle (**Bawin et al., 2015**)

Famille chimiques	Mode d’action
<p><b>Organochlorés</b>            Cyclodiènes: Aldrine, Dieldrine            Dichloro-diphény-trichloroéthanes (DDT)            Hexachlorocycloexanes (HCH): Lindane</p> <p><b>Organophosphorés</b>            Aliphatiques: Dichlorvos, Malathion, Naled            Carbocycliques: Fenitrothion, Fenthion            Hétérocycliques : Chlorpyrifos,            Diazinon, Téméphos</p> <p><b>Carbamates</b>            Carbocycliques: Carbaryl, Propoxur            Hétérocycliques: Bendiocarb, Carbosulfan</p> <p><b>Pyréthrinoides</b>            Bifenthrine, Cyperméthhrine, Deltaméthrine,            Permethrine</p> <p><b>Néonicotinoides</b>            Dinotéfurane</p> <p><b>Régulateurs de croissance d’insectes</b>            Diflubenzuron, Novaluron            Méthoprène, Fénoxy carb, Pyrèproxyfen</p>	<p>Sn: perturbation transmission axonale            Sn: perturbation transmission axonale            Sn: perturbation transmission axonale</p> <p>Sn: perturbation transmission synaptique            Sn: perturbation transmission synaptique            Sn: perturbation transmission synaptique</p> <p>Sn: perturbation transmission synaptique            Sn: perturbation transmission synaptique</p> <p>Sn: perturbation transmission axonale</p> <p>Sn: perturbation transmission synaptique</p> <p>Inhibiteurs de la synthèse de la chitine            Analogues de l’hormone juvénile</p>

Sn = Système nerveux.

## 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 (**Rozendaal et Slooff, 1999**).

- **Bactérie**

Les plus efficaces et les plus prometteurs se sont révélés être deux bactéries sporulant et appartenant au genre *Bacillus*: *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bt-H14) et *Bacillus Sphaericus* (Ouédraogo, 2011) .

Le spectre d'activité de ces deux bactéries est basé sur les caractéristiques suivantes :

- ❖ Les souches connues de *Bacillus thuringiensis*, qui correspondent à 13 sérotypes caractérisés par les antigènes H1 à H13, sont essentiellement pathogènes pour les larves de lépidoptères (Barjac, 1978).
- ❖ capacité à être formulé sous forme liquide ou de granule pour présenter les mêmes facilités d'utilisation qu'un insecticide chimique : transport, stockage, épandage (Ouédraogo, 2011).
- ❖ *Bacillus Sphaericus* possède une bonne activité larvicide sur *Anopheles*, le genre *Culex* est de loin le plus sensible, *Aedes nigromaculis* manifeste d'une sensibilité correcte (Karch, 1984).

Un tournant important fut la découverte de la toxicité sélective de certaines souches de *Bacillus thuringiensis Berliner*, rapidement développées sous forme de produits commerciaux insecticides (Bawin *et al.*, 2014).

- **Poissons prédateurs**

- Gambusia affinis*

Une espèce du genre *Gambusia* représente un ennemi naturel extrêmement vorace vis à vis des stades juvéniles des moustiques, il s'agit de *Gambusia affinis* (figure 25), qui possède une grande efficacité contre les larves d'*Anophèles* dans les puits et les réservoirs d'eau artificiels où ils disposent d'une alimentation peu diversifiée. Dans les eaux complètement dépourvues de végétation, il détruit systématiquement toutes les larves d'*Anophèles* et y est donc particulièrement efficace dans la lutte contre le paludisme (Bouamama et Fayrouz, 2015).





Figure 25 : *Gambusia affinis* (Beldi, 2007).

- **Plante**

- Daphne gnidium*:

C'est un arbuste des sables atlantiques et des garrigues méditerranéennes et existe dans tout le Tell de l'Algérie. Elle est présente dans les forêts, et les broussailles, de 60 cm à 2 m de haut ou plus, à rameaux minces très feuillés, elle était utilisée pour ses propriétés antiseptiques, insecticides, et antimicrobiennes (Kazi Tani, 2018).

Les quatre stades larvaires (L1, L2, L3 et L4) de *Culex pipiens* traités à l'extrait aqueux du *D. gnidium* ont montré une faible activité, suivie par la mort des spécimens, pendant les différents temps d'exposition. L'effet toxique de *D. gnidium* a été exprimé selon les différentes concentrations (0.09 g/l, 0.18 g/l, 0.3 g/l) et le temps de traitements (24h, 48h et 72h) (Dahchar, 2016).

- **Activité larvicide des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles peuvent être utilisées comme une alternative aux insecticides synthétiques pour les programmes de lutte antivectorielle. En général, les huiles essentielles de plantes ont été reconnues comme une ressource importante naturelle d'insecticides.

Exemple Les deux huiles essentielles de citrus sinensis et Citrus aurantium possèdent une activité larvicide intéressante contre *Culex pipiens* (EL-Akhal et al., 2014)

# *Conclusion*

Les moustiques constituent la famille des culicidae qui regroupe les diptères nématocères, vecteurs actifs de plusieurs agents pathogènes tels que les protozoaires, les bactéries, les virus et les nématodes, qu'ils transmettent à l'Homme et aux animaux domestiques.

Ce mémoire avait pour ambition de mettre en valeur l'importance des diptères culicidae comme vecteurs de maladies émergentes.

En effet, la première partie a été consacrée à l'étude générale des diptères à intérêt médical; ainsi la morphologie, la biologie et la distribution géographique des culicidae plus particulièrement les genres ayant un intérêt médical ont été bien élucidés.

La deuxième partie avait pour objectif de mettre l'accent, d'une part, sur les pathologies engendrées par la famille des culicidae (arboviroses humaines et animales majeures ainsi que parasitoses) et d'autre part exposer les différentes méthodes de lutte contre ces insectes très redoutés

Ainsi, le contexte de notre étude n'est pas anecdotique car la thématique «diptères diptères» est née sous cet éclairage.

Les résultats obtenus à l'issue de notre étude de recherche et synthèse bibliographique sur les diptères culicidae ouvrent des perspectives pour des recherches plus pointues et spécifiques sur cette famille qui représente un vrai problème de santé publique et une très grande nuisance aux animaux en Algérie.

Ainsi, ce modeste travail représente une plateforme qui permettra d'aider à approfondir les connaissances de la diversité des arthropodes à intérêt médical et vétérinaire plus particulièrement dans la contrée Nord Est de notre pays, mais aussi de répondre aux besoins en compétences nécessaires en vue de faire face à la menace des maladies émergentes à transmission vectorielle, et, aider de ce fait à proposer un procédé de lutte intégrée dans notre pays.

# *Webographie*

- (1) : [https://www.researchgate.net/figure/a-Cycle-de-vie-des-moustiques-tigres-b-moustique-tigre-adulte-CDC-James\\_fig5\\_320487429](https://www.researchgate.net/figure/a-Cycle-de-vie-des-moustiques-tigres-b-moustique-tigre-adulte-CDC-James_fig5_320487429)

*Références  
bibliographiques*

- 1) Aissaoui L., 2013. Etude éco physiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. (Thèse de doctorat). Université Badji Mokhtar, Annaba, p187.
- 2) Amghar A., Boussouel S., 2015. Faunistique et écologie des Diptères Simuliidae de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie) (mémoire). Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, p71.
- 3) Arbaoui L., 2017. Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptères Culicidae de la région de Ain Fezza -Tlemcen (extrême Ouest algérien) (mémoire). Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, p53.
- 4) Aubry, P., Gaüzère, B.-A., 2019. Arboviroses tropicales.
- 5) Auriane B.-B., 2010. Manifestations dermatologiques associées aux diptères chez le chien et le chat. (Thèse de doctorat). Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, France, p185.
- 6) Anonyme 1. 1973. Lutte anti vectorielle en santé internationale.
- 7) Anonyme 2. (Ed.), 1998. *La dengue hémorragique: diagnostic, traitement, prévention et lutte*, 2. éd. Genève.
- 8) Anonyme 3. 2019. Fièvre jaune. URL <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/yellow-fever>
- 9) Anonyme 4. 2013. Paludisme. URL <https://www.pasteur.fr>.
- 10) Bagny L., 2009. Caractérisation de l'invasion d'*Aedes albopictus* en présence d'*Aedes aegypti* à la Réunion et à Mayotte (thèse de doctorat). Université de la Réunion, France, p213.
- 11) Baldacchino F., 2013. Écologie des Tabanidae en zones pastorales méditerranéennes et perspectives de lutte. (Thèse de doctorat). Université Paul-Valéry, Montpellier, p249.
- 12) Barjac, H., 1978. Un nouveau candidat à la lutte biologique contre les moustiques : *Bacillus thuringiensis* var. *Israelensis*. *Entomophaga*, Vol.23, n°4, pp. 309–319. <https://doi.org/10.1007/BF02373047>.
- 13) Barbier S., Grana N., Ricard N., Toutain F., Laforet B., Delbos V., François E., Caron F., Dubois G., 2017. Moustiques et voyageurs. *Médecine et Maladies Infectieuses*, Vol 47, n°4, <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2017.03.388>, p 160.
- 14) Bawin T., Seye F., Boukraa S., Zimmer, J.-Y., Delvigne F., Francis F., 2015. La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. *Can Entomol*, Vol.147, n°4, pp. 476–500. <https://doi.org/10.4039/tce.2014.56>

- 15) Bechini L., 2017. Piqure de moustiques, un risque sanitaire à ne pas négliger. (Thèse de doctorat). Université d'Aix-Marseille., Marseille, p134.
- 16) Ben malek L., 2010. Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et rurales de l'extrême Nord-Est Algérien. Lutte bactériologique par le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae*. (mémoire). Université Badji Mokhtar, Annaba, p135.
- 17) Bernard V., 1971. Notes sur la biologie de deux espèces de phlébotomes cavernicoles africains. *Bull. Soc. Ed, Vol. 2*, n°4, pp. 293–301.
- 18) Bose K.S., Sarma R.H., 1975. Delineation of the intimate details of the backbone conformation of pyridine nucleotide coenzymes in aqueous solution. *Biochem. Biophys. Res. Commun, Vol.66*, n°4, pp.1173–1179. [https://doi.org/10.1016/0006-291x\(75\)90482-9](https://doi.org/10.1016/0006-291x(75)90482-9).
- 19) Bouabida H., Djebbar F., Soltani N., 2012. Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique, Vol. 65*, pp. 99–103.
- 20) Bouamama S., Fayrouz Z., 2015. Étude bioécologique de *Gambusia affinis* (Baird et Girard, 1853) (Poisson, Téléostéen) sur terrain et en conditions contrôlées et essai de lutte contre les larves de moustique. (mémoire). Université Saad Dahleb, Blida, p.91.
- 21) Boubidi S.C., 2016. Surveillance et contrôle du moustique tigre, *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) à Nice, sud de la France. (Thèse de doctorat). Université de Montpellier. France, p141.
- 22) Bouda S., Rekaï A., 2016. Inventaire des culicidae dans la région de la Kabylie et la confirmation de la présence de l'*Aedes albopictus* à Larbaa-Nath-Irathen (mémoire). Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, p73.
- 23) 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 (mémoire). Université Mentouri, Constantine, p190.
- 24) Bourée P., Bisaro F., Delaigue S., Djibo N., Resende P., 2011. Le diagnostic de la fièvre jaune. *Revue Francophone des Laboratoires, Vol.2011*, n°430, pp. 27–32. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(11\)70822-X](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(11)70822-X).
- 25) Bouree, P., Zambon, P., Ensaf, A., 2015. *Aedes albopictus*: un moustique multifonctions. *Option/Bio, Vol. 26*, n°519, pp.13–16. [https://doi.org/10.1016/S0992-5945\(15\)72047-7](https://doi.org/10.1016/S0992-5945(15)72047-7).



- 26) Brechi S., 1997. bioécologie de culex papiens L. (diptera : culicide dans la région de constantine et perspectives de lutte. (Thèse de doctorat). Université Mentouri, Constantine, p223.
- 27) Carnevale P., 1995. La lutte antivectorielle, perspectives et réalités, *Vol.55*, n°4, pp.56-65.
- 28) Cuisance D., 1995. “Les Grandes endémies parasitaires à transmission vectorielle” Glossines et trypanosomes. (mémoire). Université de Valencia, Montpellier, p124.
- 29) Dahchar Z., 2016. Inventaire des Culicidae de la région Ouest de la ville d’Annaba. Etude bio-écologique, systématique des espèces les plus abondantes. Lutte biologique Anti larvaire par les extraits aqueux de quelques plantes (Médicinales et toxiques) et le Bacillus thuringiensis israelensis H14 (thèse de doctorat). Badji Mokhtar, Annaba, p286.
- 30) Delaunay P., Jeannin C., Schaffner F., Marty P., 2009. Actualités 2008 sur la présence du moustique tigre Aedes albopictus en France métropolitaine. Archives de Pédiatrie, *Vol.16*, pp.66–71. [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(09\)75304-7](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(09)75304-7).
- 31) Deloffre C., 2011. Organisation de la lutte anti-vectorielle à la Réunion lors de l’épidémie de chikungunya (2005-2006) (mémoire). Institut nationale de médecine agricole, Etang Salé, p47.
- 32) Depaquit J., Leger N., Killick-Kendrick R., 1998. Description de Phlebotomus (Paraphlebotomus) Riouxii n. sp. (diptera-Psychodidae) d’Afrique du Nord. Parasite, *Vol.5*, n°2, pp.151–158. <https://doi.org/10.1051/parasite/1998052151>
- 33) Diallo M.L.P., 2018. Étudiants subsahariens à Toulouse et prévention du paludisme d’importation. (Thèse de doctorat). Université Paul-Sabatier, Toulouse, p78.
- 34) Dumas I., 2013. Risque d’introduction des encéphalites équine "exotiques" (encéphalite japonaise, encéphalite vénézuélienne, encéphalite américaines de l’ouest) en France. (Thèse de doctorat). École nationale vétérinaire d’Alfort., Créteil, p125.
- 35) Durand J.R., Lévêque, C. (Eds.), 1980. *Flore et faune aquatiques de l’Afrique sahélo-soudanaïenne*. Editions de l’Office de la recherche scientifique et technique outre-mer. Paris.
- 36) EL-Akhal F., Guemmouh. R., Greche H., El Ouali Lalami A, 2014. Valorisation en tant que bioinsecticide de deux huiles essentielles de Citrus sinensis et Citrus aurantium cultivées au centre du Maroc (Valorization as a bio-insecticide of essential oils of Citrus sinensis and Citrus aurantium cultivated in center of Morocco). *J. Mater. Environ. Sci. Vol. 5*, pp 2319-2324.

- 37) Essono P.Y.B., 2015. Identification, écologie et utilisation des diptères hématophages (glossine, stomoxe et tabanide) comme moyen d'échantillonnage non-invasif de la faune sauvage dans quatre parcs du Gabon. (Thèse de doctorat). L'Université de Bourgogne, Gabon, p206.
- 38) Fagherazzi-Pagel H., 2010. Maladies émergentes et réémergentes chez l'homme : concepts, facteurs d'émergence, alertes, riposte mondiale. Institut de l'Information Scientifique et Technique (INIST-CNRS), p89.
- 39) Frédéric A.B., 2002. Histoire de l'épidémiologie de la fièvre jaune (thèse de doctorat). Université Paul-Sabatier, Toulouse, p200.
- 40) Gabrielle V., 2009. Le chikungunya : un virus, une maladie -à propos de l'épidémie 2005-2006 à l'île de la réunion. (Thèse de doctorat). Université Henri Poincaré, Lorraine, p164.
- 41) Gaüzère B.-A., 2018. Infection à virus Chikungunya Actualités 2018, p7.
- 42) Girard S., 2009. La Fièvre de la Vallée du Rift chez les ruminants domestiques aux Comores: Epidémiologie descriptive et étude sérologique longitudinale. (mémoire). Université Montpellier. Montpellier. p57.
- 43) Hamaidia H., Berchi S., 2018. Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie). Entomologie Faunistique, Vol.71, pp. 8.
- 44) Hounkpe J., 2012. Gîtes larvaires d'Aedes albopictus dans le bâti et les ouvrages de gestion des eaux pluviales: état des lieux et enjeux en termes de stratégie de contrôle. (mémoire). Institut de recherche pour le développement (IRD). Montpellier, p68.
- 45) Institut Pasteur, 2013. Paludisme. URL <https://www.pasteur.fr>
- 46) Karch S., 1984. Bacillus sphaericus Agent de lutte biologique contre Culex pipiens Linné, 1758 (Culicidae-Diptera) et contre d'autres moustiques (thèse de doctorat). Université de Paris XI centre d'Orsay. Paris, p109.
- 47) Kazi Tani D., 2018. Contribution à l'étude chimique et activités antioxydantes de Daphne gnidium L. de la région de Tlemcen (mémoire). Université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen, p58.
- 48) Khemissi N., Raiate F., 2012. Etude épidémiologique sur la malaria en Algérie au cours de l'année 2012. (mémoire). Université 8 MAI 1945, Guelma, p71.
- 49) Kosalaraksa P., Watanaveeradej V., Pancharoen C., Capeding M.R., Feroldi E., Bouckenoghe A., 2017. Long-term Immunogenicity of a Single Dose of Japanese Encephalitis Chimeric Virus Vaccine in Toddlers and Booster Response 5 Years After

- Primary Immunization: *The Pediatric Infectious Disease Journal*, Vol.36, n°4, pp. 108–113. <https://doi.org/10.1097/INF.0000000000001494>
- 50) Labeled F., 2019. La surveillance entomologique du moustique tigre (*Aedes albopictus*) dans l'Algérois (mémoire). Université Saad Dahleb, Blida, p59.
- 51) Laboratoire de Spiez, 2006. Encéphalite équine vénézuélienne, encéphalites est-américaine et ouest-américaine.  
[https://www.labor-spiez.ch/pdf/fr/doc/fas/WEEV\\_EEEV\\_VEEV\\_f.pdf](https://www.labor-spiez.ch/pdf/fr/doc/fas/WEEV_EEEV_VEEV_f.pdf)
- 52) Larbi Cherif Y., 2015. Diversité et Caractérisation des habitats des diptères (diptera, culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen) (mémoire). Université Abou Bekr Belkaïd, tlemcen, p70.
- 53) Laveissière C., Grébaut, P., Herder, S., Penchenier, L., 1991. Les glossines vectrices de la maladie du sommeil, p257.
- 54) Lalami A., Hindi T., Azzouzi A., Maniar S., Faraj C., Adlaoui E., Koraichi S., 2009. Inventaire et répartition saisonnière des Culicidae dans le centre du Maroc, Vol.62, n°4, pp. 131-138.
- 55) Merabeti B., Ouakid M.L., 2011. Contribution à l'étude des moustiques (Diptera : Culicidae) dans les Oasis de la région de Biskra (Nord -Est d'Algérie), pp.185–188.
- 56) Merz, B., 2012. Le Monde inconnu des mouches et des moustiques (Diptères).
- 57) Messai N., Berchi S., Boulknafd F., Louadi K., 2011. Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). Vol.63, n°3, pp 203-206.
- 58) Nadji H., 2011. Contribution à l'étude des moustiques de la région de Biskra: aspects systématique,écologique, biochimique et énergétique. (mémoire). Université de Mohamed Kheider, Biskra, p81.
- 59) Ng V., Rees E., Lindsay L., Drebot M., Brownstone T., Sadeghieh T., Khan S., 2019. Les changements climatiques pourraient-ils entraîner la propagation de maladies exotiques transmises par les moustiques au Canada? RMTC, Vol.45, n°4, pp.108–118. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a04f>
- 60) Ouédraogo T.D.A., 2011. Lutte bio-écologique contre *Culex Pipiens quinquefasciatus* en milieu urbain au Burkina Faso (thèse de doctorat). Université d'Ouagadougou, Ouagadougou, p137.
- 61) Ramdane M., 2017. Contribution à l'étude des insectes (Diptères) d'intérêt médical dans la réserve de chasse de Zeralda. (mémoire). Université de Blida 1, blida, p104.

- 62) Raymond H.L., 1990. *Tabanus importunus*, vecteur mécanique expérimental de *Trypanosoma vivax* en Guyane Française. *Ann. Parasitol. Hum. Comp*, Vol.65, n°1, pp. 44–46. <https://doi.org/10.1051/parasite/1990651044>
- 63) Rodhain F., 2015. Les insectes comme vecteurs : systématique et biologie. *Rev. Sci. Tech. OIE*, Vol.34, n°1, pp. 67–96. <https://doi.org/10.20506/rst.34.1.2346>
- 64) Rodhain F., 2010. Encéphalite japonaise : une maladie virale en pleine évolution. *Bull. Soc. Pathol. Exot*, Vol.103, n°3, pp.135–154. <https://doi.org/10.1007/s13149-010-0060-1>
- 65) Rosen L., 1984. Transmission transovarienne des virus de l'encéphalite japonaise et l'encéphalite de Saint Louis chez les Moustiques. *Bulletin de la Société entomologique de France*, Vol.89, n°1-4, pp. 755–759.
- 66) Rozendaal J.A., Slooff, R. (Ed.), 1999. La lutte antivectorielle: méthodes à usage individuel et communautaire. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, p449.
- 67) Sabatier P., Bicout D.J., Durand B., 2005. Le recours à la modélisation en épidémiologie animale, Vol.47, pp.15-33.
- 68) Sadallah N., Belkhaoui A., 2016. Etude biométrique sur des larves de culex papiens exposées aux extraits des plantes (mémoire). Université Mentouri, Constantine, p66.
- 69) Saidi S., 2013. Etude de la biodiversité des moustiques (Diptera : culicidae) dans le Haras National Chaouchaoua de Tiaret, localisation de leurs gîtes larvaires et Identification de Six Tiques de Chevaux (mémoire). Université Saad Dahleb, Blida, p89.
- 70) Schaller D.A., Moulin E., Cherpillod P., Kaiser P.L., 2016. Arboviroses émergentes : quelle démarche diagnostique chez les voyageurs. *Rev Med Suisse*, Vol.12, pp. 889–894.
- 71) Tabti N., 2017. Etude comparée de l'effet de bacillus thuringiensis sur les populations purifiées et des populations des gites artificiels de Culex Papiens (Diptera - Culicidae) dans la ville de Tlemcen. (Thèse de doctorat). Université de Tlemcen, Tlemcen, p180.
- 72) Tahraoui C., 2012. Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte. (mémoire). Université Badji Mokhtar, Annaba, p80.
- 73) Thomas A., 1969. Sur l'importance des diptères dans l'environnement de quelques cours d'eau des Pyrénées. *Annls Limnol*, Vol.5, n°1, pp. 61–71. <https://doi.org/10.1051/limn/1969002>.
- 74) Tine-Djebbar F., Bouabida h., Soltani N., 2016. Répartition spatio-temporelle des Culicidés dans la région de Tébessa Inventaire des Culicidés dans la région de Tébessa (Nord-Est Algérien). Open WorldCat, Algérie.

- 75) Vacus G., 2012. Expansion géographique d'*Aedes albopictus*. (mémoire). Institut national de la médecine agricole. France, p111.
- 76) Wall R., Shearer D., 2001. *Veterinary ectoparasites: biology, pathology and control*, 2. ed. ed. Blackwell Science, Oxford.
- 77) Xavier L., 2010. Inventaire préliminaire des taons de la Manche (diptera Tabanidae). *Bull. trim. ass. Manche-Nature*, n°70, pp.31.
- 78) Zerroug S., 2018. Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) exposées aux extraits aqueux de plantes. (Thèse de doctorat). Université Mentouri, Constantine p158.
- 79) Ziani Hadj-Henni L., 2014. Taxonomie intégrative des Culicoides (diptera : Ceratopogonidae) de la région Champagne-Ardenne. (Thèse de doctorat). Université de Reims Champagne-Ardenne. France, p224.
- 80) Zivkovitch V., 1977. Trois espèces de simulies (diptera, Simuliidae) qui apparaissent en masse en Yougoslavie, *Vol.8*, n° 8, pp.113-120.