



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم علم البيئة والمحيط

Département Ecologie et Environnement

# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

## Intitulé :

Les diptères vecteurs en Algérie : diversité et risque sanitaire (synthèse bibliographique)

Présentée par :

BOUGOUFA Hadil & BENYAHIA Fatima

Membre du Jury :

Président :	BAAZIZ Naima	MCB	Université de B.B.A.
Encadrant :	AMARA KORBA Raouf	MCB	Université de B.B.A.
Examineur :	MERZOUKI Youcef	MCA	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2023/2024

# *Remerciements*

*Nous commençons d'abord par remercier Allah le plus miséricordieux, qui nous a procuré la patience pour aller au bout de notre objectif.*

*Je tiens à remercier particulièrement mon directeur de mémoire, le Professeur **Amara KORBA Raouf**, pour son encadrement, ses conseils avisés et son soutien constant tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à remercier également:*

*Je remercie chaleureusement Madame **BAAZIZ Naïma**, présidente du jury, pour avoir accepté de présider cette soutenance et pour ses précieux commentaires et suggestions.*

*Un grand merci à Monsieur **MERZOUKI Youcef**, examinateur pour son regard critique et ses conseils éclairés. Sa participation active et ses observations pertinentes ont enrichi la discussion et apporté une perspective précieuse à ce travail.*

*Je suis profondément reconnaissant envers ma famille, pour leur soutien inconditionnel, leur patience et leur compréhension tout au long de cette période. Leur confiance en mes capacités m'a donné la force nécessaire pour mener à bien ce projet.*

*Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé à cette étude en répondant aux enquêtes et en partageant leurs expériences. Leur contribution a été cruciale pour la réalisation de ce travail.*

*À tous, merci infiniment.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

*À, ma chère **mère Baya** et mon cher **père saleh** , pour leur amour incommensurable, leur soutien moral et financier sans faille, et leurs encouragements constants qui ont été ma source de motivation tout au long de ce parcours académique. Sans leur foi en mes capacités, ce projet n'aurait pas été possible.*

*À mes sœur Fatma , Noura,Loubna ,Asil A mon frère Ahmed pour sa présence rassurante, ses précieux conseils et ses encouragements. Sa persévérance et son propre parcours académique ont été une véritable source d'inspiration pour moi.*

*A les enfants :Ikhlal , kawthar , Aymen dont l'esprit curieux et la joie de vivre m'ont inspiré chaque jour.*

*À mes amis, Hadil ,Nariman, Djihan , Nour ,Chaima .. pour leur amitié sincère, leur soutien indéfectible, et leur compréhension durant les moments de stress et de doute. Vos encouragements et votre positivité m'ont souvent redonné espoir.*

*À mes collègues de promotion de Biodiversité et environnement 2024 , pour les échanges constructifs, le partage des connaissances et les moments de camaraderie qui ont rendu cette expérience enrichissante et agréable.*

**Hadil**

*Je dédie ce travail à la personne la plus chère au monde, à la personne qui m'a donné la vie, source de tendresse et symbole d'espoir tu n'as pas cessé de m'encourager et de me conseiller, aucune dédicace ne saurait exprimer ce que tu mérites pour tous tes sacrifices, ta présence seule me suffit, et ton sourire seule me comble à toi chère **maman**.*

*A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, à toi mon chère **père**.*

*A mes sœurs et mes frères, qui m'ont toujours soutenu et aidé à réaliser mon rêve; A mon binôme BOUGOUFA Hadil.*

*A tous ceux et celles qui me sont chers.*

*Avec toute mon affection.*

***Fatima***

## Table des matières

### Liste des figures

### Liste des tableaux

### Liste des abréviations

<b>Résumé</b> .....	1
<b>Introduction</b> .....	3
<b>Chapitre 1. Diversité des diptères vecteurs en Algérie</b> .....	7
1.1. Classification des diptères.....	7
1.2. Familles de diptères vecteurs présentes en Algérie.....	11
1.3. Répartition géographique des diptères vecteurs en Algérie.....	18
1.4. Facteurs influençant la distribution et l'abondance des diptères vecteurs.....	21
<b>Chapitre 2. Caractéristiques bio-écologiques des diptères vecteurs</b> .....	23
2.1. Ceratopogonidae (moucheons piqueurs).....	23
2.1.1. Morphologie et anatomie.....	23
2.1.2. Cycle de vie.....	23
2.1.3. Comportement alimentaire et reproduction.....	24
2.1.4. Habitat et écologie.....	25
2.1.5. Facteurs environnementaux influençant la bioécologie.....	25
2.2. Culicidae (moustiques).....	25
2.2.1. Morphologie et anatomie.....	25
2.2.2. Cycle de vie.....	27
2.2.3. Comportement alimentaire et reproduction.....	27
2.2.4. Habitat et écologie.....	28

2.2.5. Facteurs environnementaux influençant la bioécologie.....	28
2.3. Simuliidae (mouches noires).....	28
2.3.1. Morphologie et anatomie.....	28
2.3.2. Cycle de vie.....	29
2.3.3. Comportement alimentaire et reproduction.....	30
2.3.4. Habitat et écologie.....	31
2.3.5. Facteurs environnementaux influençant la bioécologie.....	31
2.4. Psychodidae (mouches des égouts).....	32
2.4.1. Morphologie et anatomie.....	32
2.4.2. Cycle de vie.....	33
2.4.3. Comportement alimentaire et reproduction.....	34
2.4.4. Habitat et écologie.....	34
2.4.5. Facteurs environnementaux influençant la bioécologie.....	35
2.5. Tabanidae (taons).....	35
2.5.1. Morphologie et anatomie.....	35
2.5.2. Cycle de vie.....	35
2.5.3. Comportement alimentaire et reproduction.....	36
2.5.4. Habitat et écologie.....	37
2.5.5. Facteurs environnementaux influençant la bioécologie.....	38
<b>Chapitre 3. Rôle vectorielle des diptères en Algérie.....</b>	<b>38</b>
3.1. Agents pathogènes transmis par les diptères vecteurs en Algérie.....	39
3.2. Maladies transmises par les diptères vecteurs en Algérie.....	39
3.2.1. Paludisme.....	40

3.2.2. Dengue.....	41
3.2.3. Chikungunya.....	42
3.2.4. Virus Zika.....	43
3.2.5. Fièvre de la vallée du Rift.....	45
3.2.6. Filariose.....	46
3.2.7. Onchocercose (cécité des rivières).....	47
3.2.8. Fièvre de la Simulium.....	48
3.2.9. Leishmaniose cutanée et viscérale.....	50
3.2.10. Fièvre de Papatasi.....	51
3.2.11. Fièvre boutonnée.....	51
3.2.12. Maladie de la fièvre du Nil occidental.....	52
3.2.13. Trypanosomiase.....	53
3.2.14. Anémie infectieuse équine.....	54
3.3. Mécanismes de transmission des agents pathogènes par les diptères vecteurs.....	56
3.4. Facteurs influençant le risque de transmission des maladies vectorielles.....	56

#### **Chapitre 4. Surveillance, lutte et prévention contre les diptères vecteurs en Algérie.....58**

4.1. Surveillance des diptères vecteurs.....	58
4.2. Lutte contre les diptères vecteurs.....	59
4.2.1. Lutte contre les adultes.....	59
4.2.2. Lutte contre les larves.....	60
4.2.3. Lutte contre les vecteurs potentiels.....	60

4.3. Prévention des maladies vectorielles.....	61
4.3.1. Protection individuelle.....	61
4.3.2. Aménagement de L l'environnement.....	62
4.3.3 Education pour la santé.....	63
Conclusion.....	64
Références bibliographiques.....	65
Annexes.....	85

## Liste des figures

N°	Titre de figure	Page
1	Classification des diptères.....	07
2	Morphologie des diptères nématocères.....	09
3	Morphologie des diptères brachycères Cyclorrhaphes Orthorrhaphes.....	10
4	Femelles de culicoides.....	12
5	Morphologie générale des moustiques Culex adultes.....	13
6	Morphologie générale du Simuliidae.....	14
7	Femelles de phlébotomes.....	15
8	Morphologie générale du Tabanidae.....	16
9	Cycle de vie des Culicoides.....	24
10	Cycle de vie (Diptère ; Simuliidae).....	30
11	Cycle de vie de Psychodidae.....	34
12	Cycle de vie du Tabanidae.....	36
13	Les symptômes de dengue.....	40
14	Les symptômes de Chikungunya.....	41
15	Transmission de Chikungunya.....	42
16	Transmission de virus Zika.....	43
17	Transmission de Fièvre de la vallée du Rift.....	44
18	Transmission de Filariose.....	46
19	Transmission de L'onchocercose.....	47
20	Cycle de vie du parasite Leishmania.....	49
21	Transmission de Trypanosomiase.....	53
22	Transmission d'Anémie infectieuse équine.....	54

<b>23</b>	Représentation schématique de la transmission vectorielle.....	<b>55</b>
<b>24</b>	Les impacts du changement climatique.....	<b>56</b>

## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre de tableau</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Les différentes familles de diptères vecteurs présentes en Algérien.....	<b>16</b>
<b>2</b>	Liste de quelques espèces des <i>Culicoïdes</i> recensées en Algérie.....	<b>18</b>
<b>3</b>	Répartition géographique des différents moustiques en Algérie.....	<b>19</b>
<b>4</b>	Caractéristiques morphologiques permettant de différencier les anophelinae de Culicidae.....	<b>27</b>
<b>5</b>	Caractéristiques bio-écologiques des simuliidae.....	<b>32</b>

## Liste des abréviations

- ❖ LC: Leishmaniose Cutanée
- ❖ LCM: Leishmaniose Cutanéomuqueuse
- ❖ LCN ou LCS: Leishmaniose Cutanée Sporadique du Nord
- ❖ LCZ: Leishmaniose Cutanée Zoonotique
- ❖ LV: Leishmaniose Viscérale
- ❖ ECDP :European center for Disease prevention ECDP :European central for Disease prevention
- ❖ OMS: Organisation mondiale de la santé
- ❖ WHO: WORLD HEALTH ORGANIZATION,

## Résumé:

Ce travail présente la Diversité des diptères vecteur en Algérie et Leurs rôles dans l' Environnement et leur impact sur la santé publique en Algérie .

Mettant en lumière les principes fondamentaux de la biologie et de l'écologie des espèces de diptères impliquées dans la transmission de maladies.

Les Diptères sont considérés comme l'un des facteurs importants dans la transmission des maladies dans l'Algérie telles que le paludisme, la leishmaniose, la filariose lymphatique, la dengue.....

Il explore en détail les caractéristiques morphologiques, comportementales et physiologiques de ces vecteurs, ainsi que les facteurs environnementaux qui influent sur leur distribution et leur abondance dans différentes régions du pays. met en évidence les mécanismes de transmission des maladies par les diptères, y compris les modes d'infection, les cycles de vie des parasites et des agents pathogènes tels que les protozoaire et des virus ...

Pour réduire leur impact, des mesures de surveillance, de contrôle des vecteurs (comme l'utilisation d'insecticides et de moustiquaires) et d'éducation de la population sont essentielles.

**Mots clés:** diptère ,transmission de maladies,agents pathogènes,surveillance.

## Abstract :

This work presents the diversity of dipteran vectors in Algeria and their roles in the environment and their impact on public health in Algeria.

highlighting the fundamental principles of the biology and ecology of Diptera species involved in disease transmission.

Diptera are considered to be one of the major factors in the transmission of diseases in Algeria, such as malaria, leishmaniasis, lymphatic filariasis and dengue fever.....

It explores in detail the morphological, behavioral and physiological characteristics of these vectors, as well as the environmental factors that influence their distribution and abundance in different regions of the country. highlights the mechanisms of disease transmission by diptera, including modes of infection, life cycles of parasites and pathogens such as protozoa and viruses ...

To reduce their impact, surveillance measures, vector control (such as the use of insecticides and mosquito nets) and public education are essential.

**Key words:** dipters, disease transmission, pathogens, surveillance

## الملخص:

يعرض هذا العمل تنوع ناقلات الأمراض ثنائية الأجنحة في الجزائر وأدوارها في البيئة وتأثيرها على الصحة العامة في الجزائر

يسلط الضوء على المبادئ الأساسية بيولوجيا وبيئة أنواع ثنائيات الأجنحة المتورطة في انتقال الأمراض

تعتبر الناقلات من العوامل الرئيسية في نقل الأمراض الموجودة في الجزائر، مثل الملاريا وداء الليشمانيات وداء الخيطيات اللمفاوية وحمى الضنك

يستكشف بالتفصيل الخصائص المورفولوجية والسلوكية والفيزيولوجية لهذه النواقل، بالإضافة إلى العوامل البيئية التي تؤثر على توزيعها ووفرتها في مناطق مختلفة من البلاد. يسلط الضوء على آليات انتقال الأمراض عن طريق الحشرات ثنائية الأجنحة، بما في ذلك طرق العدوى ودورات حياة والطفيليات ومسببات الأمراض مثل البروتوزوا والفيروسات

وللحد من تأثيرها، من الضروري اتخاذ تدابير المراقبة ومكافحة ناقلات الأمراض (مثل استخدام المبيدات الحشرية والناموسيات) وتنقيف الناس

دبتيروس، انتقال المرض، مسببات الأمراض، والترصد: الكلمات المفتاحية

## **Introduction**

Les diptères sont l'un des ordres d'insectes les plus importants et les plus diversifiés, à la fois en raison de leur morphologie, de leur écologie et de leur importance en entomologie médicale et vétérinaire. Le nombre d'espèces décrites au niveau mondial est de 160 000, ce qui représente environ 10 % de toutes les espèces animales connues. Les spécialistes estiment qu'il doit exister entre 400 000 et 800 000 espèces de diptères. **(Duvallet, 2017).**

Elle sont une groupe d'insectes très récents qui ont conquis une grande variété d'habitats et de niches écologique , les diptères représentent 90 % ou plus de la faune d'insectes ailés dans les habitats sauvages et naturels les plus divers,Elles constituent un grand peuple,tant par le nombre d'espèces que par celui des individus. **(Berrouane et al., 2016).**

En Algérie, les travaux pouvant être cités sur la biodiversité des Diptères comprennent : Au nord-est, il convient de citer des travaux comparables à ceux de HAMAIDIA et BARCHI (2018) à Souk-Ahras et MESSAI et al (2011) à Mila . LOUNACI (2015) sur les phlébotomes et moucheron dans la région d'Alger et Tizi Ouzou, **(Nebri, 2015)** sur la plaine de la Mitidja, de SAIDOUNI-AINI ALOUANE (2012) Sur les Cecidomyiidae de la Mitidja. , de BOUNOUIRA (2016), dans le massif du Quarsenis. . Au nord-ouest, on peut citer LARBI CHERIF (2015) à Tlemcen, TABTI (2015) à Magnia, GAGNEUR et CLERGUE-GAZEAU (1988) à l'ouest de l'Algérie. Pour la région sud de l'Algérie, il convient de prêter attention à l'étude de BENHISSEN et al. (2014, 2017) Biskra Culicides et ARIGUE et al. (2016), se concentrant sur la famille des Asteridae à Wadi El Haï, Ores. L'étude de BOUKRAA et al (2011) sur les phlébotomes dans la zone M'Zab-Ghardaïa.

Les diptères ont un rôle écologique important et reconnu. Ils protègent les petites plantes qui n'ont pas trouvé preneur et ont donc un rôle essentiel pour l'écosystème. Ils sont également au sommet de la chaîne alimentaire pour les insectes terrestres et en tant que prédateurs d'insectes. Leurs caractéristiques sensibles aux changements dans l'habitat et l'environnement peuvent être utilisées comme un indicateur biologique précieux des changements environnementaux ou des perturbations de l'habitat.**(Samways, 1995).**

Elles contribuent largement au maintien de la diversité des plantes en participant aux systèmes et réseaux de pollinisation. **(Symank et al., 2008).** Les diptères ont probablement été parmi les premiers pollinisateurs des angiospermes, et les mouches pourraient avoir joué un rôle

important dans la diversification des premières angiospermes (**Labandeira, 1998; Endress, 2001**). Les mouches visitent les fleurs pour obtenir du nectar pour l'énergie et du pollen pour les protéines; les fleurs fournissent également des sites de rendez-vous spécifiques aux espèces pour l'accouplement et un microclimat bénéfique (**Kearns, 2002; Kevan, 2002**). Les diptères sont parmi les insectes les plus communs qui visitent les fleurs (**Free, 1993**). Elle pourraient être les pollinisateurs les plus importants du sous-étage forestier, en particulier pour les arbustes dotés de nombreuses petites fleurs discrètes et dioïques (**Larson et al., 2001; Borkent et Harder, 2007**).

Un grand nombre de diptères peuvent être bénéfiques, notamment les nombreux groupes de prédateurs ou de parasitoïdes qui contribuent à réguler les populations d'insectes nuisibles. De nombreuses espèces sont des éléments indigènes des écosystèmes dans lesquels elles se trouvent, mais d'autres sont introduites pour lutter contre des ravageurs indigènes ou exotiques (**Gagné, 1995**).

Les facteurs socio-économiques, tels que la densité de la population humaine, l'utilisation des antibiotiques et les pratiques agricoles, sont des déterminants majeurs de la distribution spatiale des émergences de maladies. Les conditions écologiques ou environnementales qui peuvent affecter la distribution des populations humaines et des agents pathogènes (**Jones et al., 2008**).

Un grand nombre de mouches des fruits (Tephritidae) sont capables de causer des dommages économiques importants aux fruits et légumes, ce qui en fait peut-être la famille de diptères la plus importante pour l'agriculture. Les impacts économiques comprennent les pertes directes dues à la baisse des rendements, l'augmentation des coûts de contrôle et de traitement des fruits et la contraction des marchés d'exportation en raison des réglementations locales. (**Gregory et al., 2017**).

Depuis plusieurs décennies, des maladies vectorielles animales et humaines ont connu des bouleversements de leur épidémiologie. Elles sont apparues dans de nouvelles régions du globe provoquant des pertes économiques importantes et de graves problèmes de santé publique (**Who, 2004**).

Les moustiques (Culicidae), les mouches noires (Simuliidae) et les mouches des égouts (Psychodidae) ont un impact considérable sur la santé humaine en tant que vecteurs des principales maladies tropicales. Les moustiques anophèles transmettent le paludisme, la filariose et les arbovirus ; les moustiques *A. aegypti* transmettent la dengue et le virus Zika ;

les mouches noires transmettent la cécité des rivières ; les phlébotomes transmettent la leishmaniose. D'autres diptères irritent l'homme lorsqu'ils sont présents en grand nombre. Il s'agit notamment des mouches domestiques, qui polluent les aliments et provoquent des maladies d'origine alimentaire, comme les moucheron piqueurs et les phlébotomes (Ceratopogonidae), ainsi que les mouches domestiques et les mouches d'étable (Muscidae). Dans les régions tropicales, les mouches des yeux (Chloropidae), qui visitent l'œil à la recherche de larmes, irritent en certaines saisons. **(Blagodero et al., 2002).**

Le contrôle des maladies vectorielles constitue aujourd'hui un enjeu majeur. Ce contrôle passe par la compréhension des mécanismes de transmission de la maladie, qui sont généralement complexes du fait du mode de transmission indirect des maladies à transmission vectorielle faisant intervenir de nombreux acteurs plusieurs vecteurs impliqués dans le cycle de transmission, éventuellement plusieurs hôtes, ou la présence d'un réservoir (population, vertébrée et invertébrée, assurant le maintien de l'agent infectieux dans la nature). **(Duvallat, 2007).**

Les mesures de prévention recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sont fondées sur les mesures d'hygiène du milieu et la lutte contre les vecteurs et les réservoirs **(Anonyme, 1996).**

Dans ce travail bibliographique, Nous avons mené des recherche sur les diptères d'Algérie, Elle est structuré en quatre chapitres:

Le premier chapitre :Diversité présente une synthèse bibliographique sur les diptères et les différents facteurs qui influencent la distribution de ces diptères

Le deuxième chapitre vise à étudier les caractéristiques bioécologiques des diptères vecteurs.

Le troisième chapitre présente leur rôle dans la transmission des maladies.

Le quatrième chapitre a mené des stratégies pour la prévention des maladies vectorielles.

Dans ce contexte, les objectifs de cette étude sont les suivants:

- Synthétiser les connaissances sur les diptères d'Algérie.
- Evaluer la diversité des espèces et les risques vectoriels.
- Identifier les perspectives de recherche et de lutte contre les maladies vectorielles.

Le travail se termine par une conclusion générale qui met en évidence les idées et les perspectives. Le reste du travail a été réalisé en référence à de nouvelles méthodes et approches, qui pourraient permettre d'élucider certains des problèmes causés par ces insectes.

## Chapitre 1. Diversité des diptères d'Algérie

### 1.1. Classification des Diptères

L'ordre des insectes Diptères (mouches véritables) est l'un des groupes d'organismes les plus riches en espèces, les plus variés sur le plan anatomique et les plus novateurs sur le plan écologique (Yeates et Wiegmann, 1999).

L'ordre des diptères est divisé en deux sous-ordres, les nématocères et les brachycères. Les Nematocera contiennent la plupart des familles de mouches hématophages qui servent de vecteurs aux maladies chez l'homme. Les familles de mouches hématophages qui servent de vecteurs à diverses maladies virales, protozoaires et helminthiques, en particulier les Culicidae. Dans de rares cas, les agents de ce sous-ordre peuvent provoquer des myiases accidentelles. Les Brachycera sont composés d'infra-ordres. L'infra-ordre Muscomorpha ou "Cyclorrhapha" (terme utilisé dans les classifications non phylogénétiques) contient toutes les espèces responsables de myiases spécifiques et la plupart des espèces responsables de myiases facultatives, en particulier. (Francesconi et Lupi, 2012).

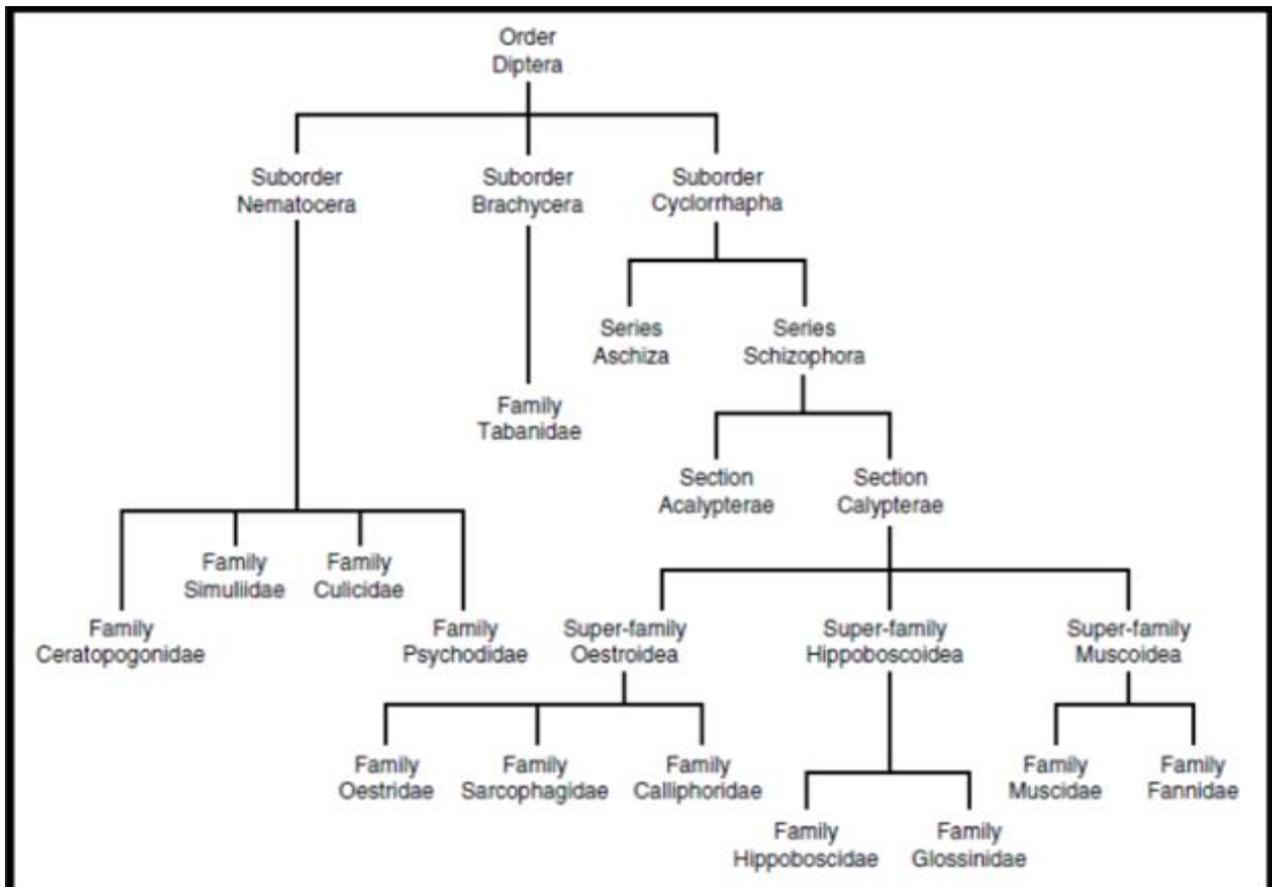


Figure 1: Classification des diptères (Wall et Shearer, 2001).

#### **a. Nématocères :**

Sont caractérisés au stade imaginal par une tête portant des antennes longues de 6 à 40 articles et des palpes grêles généralement pendants. Le thorax présente une suture transversale séparant le pronotum du mésonotum, une suture pleurale épisternale ainsi que des pattes longues et grêles. **(Bertrand, 1954).**

Les larves sont vermiformes avec une tête complètement (larves encéphales) ou presque complètement (larves hémicéphales) sclérifiée. Portant des mandibules robustes, dentées et s'articulant dans un plan horizontal ou par rapport à la capsule céphalique. Il existe parfois des prémandibules mobiles articulées sous le labre. **(Bitsch, 1979).**

Les nymphes sont libres, souvent mobiles, et possèdent un mode d'éclosion de type orthorhaphé. Parmi le sous-ordre des Nématocères, treize familles principales ont leur larves inféodées aux différents milieux dulçaquicoles qui vont des milieux d'eaux courantes (Blépharocéridae, Simuliidae, Chironomidae) aux milieux d'eaux stagnantes (Chironomidae, haoboridae, Culicidae, Dixidae) et aux milieux d'eaux croupissantes (Psychodidae). De nombreuses Familles comprennent des espèces hématophages, vectrices de zoonoses ou d'anthroponoses, el qui jouent un grand rôle économique ou entraînent des nuisances **(Elouard, 1981).**

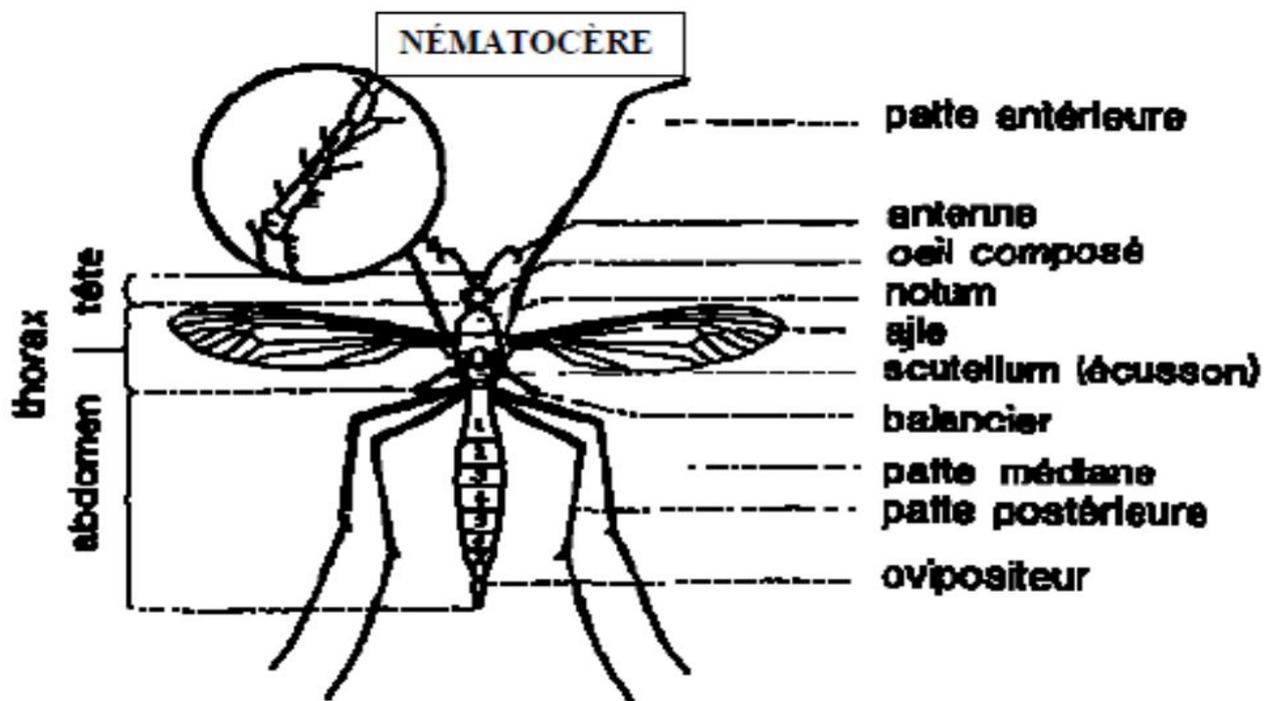


Figure 2: Morphologie des diptères némato-cères(Weidner et Rack, 1984).

#### b. Brachycères:

Les imagos ressemblent à des mouches. La tête porte des antennes courtes formées de 8 articles, trois ocelles sont présents sur une plaque frontale de forme triangulaire. Le prothorax est réduit à deux rendements latéraux en avant des stigmates. Les pattes sont courtes, souvent plus robustes que chez les Némato-cères. Les tarsi sont terminés par des griffes et des pelotes. La suture épisternale est en ligne brisée. Les ailes sont robustes, possédant une nervation relativement complète et bien sclérifiée. Le squame et l'anti-squame sont parfois bien développés. L'abdomen ne présente que peu de segments. (Séguy, 1934).

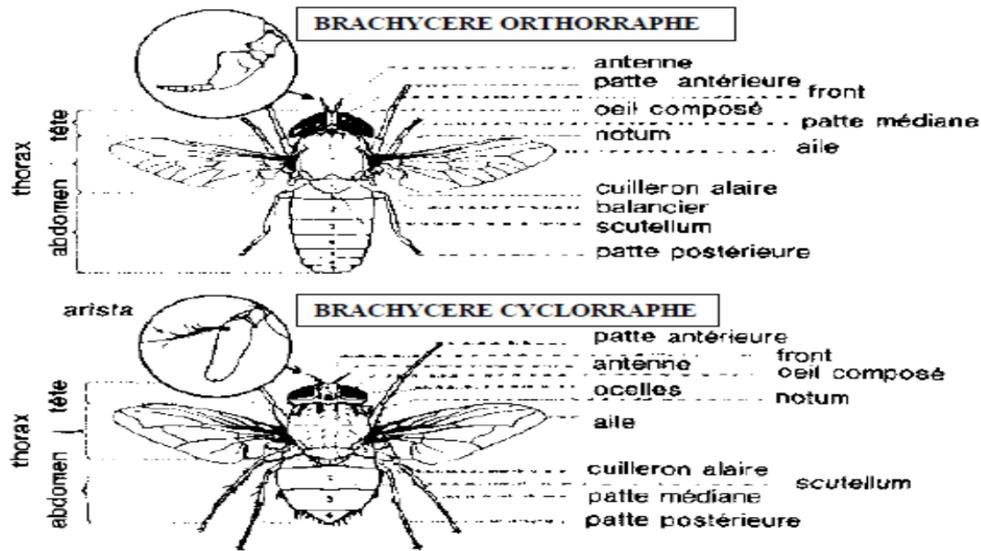
Les larves sont le plus souvent vermiformes présentant ou non des appendices ambulatoires non articulés. Elles sont eucéphales, hémicéphales ou acéphales, cependant la tête lorsqu'elle est différenciée est rétractile ou partiellement rétractile.(Denis et Bitsch, 1973).

Quatre familles possèdent des représentants dont les larves sont aquatiques ou subaquatiques. Ce sont les Stratiomyidae, les Tabanidae, les Rhagionidae et les Dolichopodidae. Ces larves colonisent les collections d'eaux stagnantes ou croupissantes telles que les mares, les étangs, les creux d'arbres, etc. (**Elouard, 1981**).

### **b.1.Cyclorrhaphes :**

La tête des imagos porte deux antennes de trois articles, le troisième portant un chète ou arista apical ou latéral. Les tarsi portent à leur extrémité deux pelotes et une soie médiane ou empodium. Les yeux des mâles sont holoptiques ou sub-holoptiques. La trompe peut se rétracter. L'aile possède une cellule cubitale fermée formée par la réunion de la nervure cubitale antérieure et de la nervure anale. (**Matile, 1993**).

L'abdomen n'a de visible que les segments 3 à 6. Les larves sont vermiformes et acéphales. Les mandibules sont réduites à des crochets buccaux mobiles verticalement et s'articulant sur un squelette céphalique interne. Les larves subissent trois mues. La dernière exuvie servant de puppe à la nymphe. L'éclosion se fait par une fente circulaire du côté de la tête. Quatre familles possèdent des représentants aquatiques. Ce sont les Syrphidae, les Chloropidae, les Ephydriidae et les Empididae. (**Elouard, 1981**).



**Figure 3: Morphologie des diptères brachycères Cyclorhaphes Orthorrhaphes (Weidner et Rack, 1984).**

## 1.2. Familles de diptères vecteurs présentes en Algérie

### 1.2.1. Ceratopogonidae (moucheron piqueurs)

Les moucheron Culicoides hématophages, qui font partie de la famille des Ceratopogonidae et appartiennent au genre Culicoides Latreille, peuvent être trouvés partout dans le monde, à l'exception de l'Antarctique. Ces minuscules insectes sont connus pour transmettre divers agents pathogènes qui ont des implications importantes dans les domaines de la médecine, de la science vétérinaire et de l'économie. En France, il existe au moins une centaine d'espèces connues, tandis que l'Allemagne en a recensé un total de 256 (Venail *et al.*, 2012 ; Borkent et Dominiak, 2020 ; Szadziewski *et al.*, 2020 ; Szadziewski et Dominiak, 2016).

Les moucheron piqueurs Culicoides sont des vecteurs biologiques bien connus de plusieurs arbovirus responsables de plus de 100 maladies vétérinaires et médicales dans le monde. En Algérie, le virus de la fièvre catarrhale, transmis par les moucheron Culicoides, est responsable de l'une des maladies les plus graves du mouton transmises par les insectes. Par exemple, cette maladie a provoqué une morbidité cliniquement grave d'environ 2 661 cas confirmés sur 21 175 ovins sensibles en Algérie. (khadjoudj *et al.*, 2022).

22 espèces de Culicoides ont été identifiées, parmi lesquelles *C. albicans* et *C. nubeculosus* sont nouvelles pour la faune d'Algérie. (khadjoudj *et al.*, 2022).

Il y a un siècle, en 1921, marque le début des premiers examens des culicoïdes en Algérie. Des chercheurs et des universitaires assidus ont mené des recherches approfondies sur le terrain et en laboratoire, conduisant à des avancées significatives concernant les différentes espèces de moucherons piqueurs et à l'identification de nouvelles espèces dans le cadre de la science et de la faune algériennes. Au niveau national, la recherche a couvert 36 des 48 districts, aboutissant à la documentation de 49 espèces confirmées. Cependant, il est plausible que le nombre réel d'espèces en Algérie dépasse ce chiffre en raison de l'omission de certaines régions de l'étude. Notamment, il n'existe actuellement aucun guide d'identification spécifique disponible pour les espèces de Culicoides trouvées en Afrique du Nord, la majorité étant d'origine paléarctique et méditerranéenne, ainsi qu'un petit nombre de la région afro-tropicale. Par ailleurs, il convient de mentionner que l'Afrique du Nord, y compris l'Algérie, connaît bien les maladies transmises par les Culicoides. (Belkarchouche, 2021).



**Figure 4: Femelles de culicoides (balenghien *et al.*, 2009).**

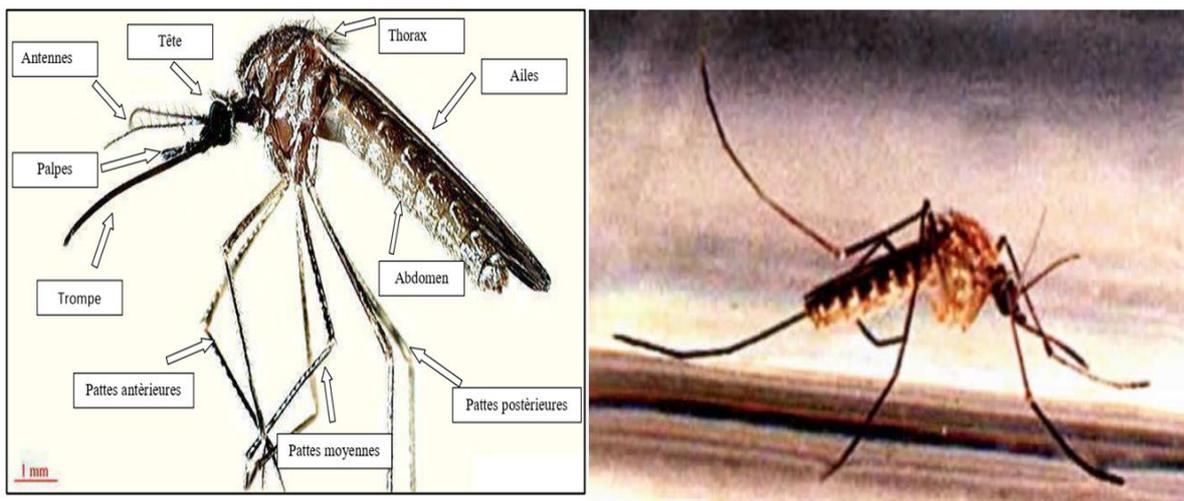
### **1.2.2. Culicidae**

La famille des Culicidae est un groupe diversifié d'insectes essentiellement hématophages. Un certain nombre d'espèces sont des vecteurs de virus, de nématodes et de protozoaires. En raison de leur vaste répartition géographique, de leur abondance. (Dhadialla et Raikhel, 1994; Raikhel et Lea, 1991).

Elle est le synonyme du terme couramment utilisé de moustiques, comprend plus de 3 600 espèces regroupées dans plus de 100 genres. Elle est divisée en 2 sous- familles Culicinae et Anophelinae (**Raharimalala, 2011**).

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**).

Les Culicidae causent de graves préjudices tant à l'homme qu'aux animaux par leur rôle vecteurs potentiels de maladies infectieuses, tel que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la Filariose et la peste équine (**Rioux, 1958**). En Algérie, *Culex pipiens* (**Linné, 1758**), et *Culiseta longiareolata* (**Macquart, 1838**) sont considérés parmi les espèces les plus abondantes (**Aissaoui et Boudjalid, 2014**).



**Figure 5: Morphologie générale des moustiques *Culex* adultes (Brunhes et al., 1999).**

### **1.2.3. Simuliidae (mouches noires)**

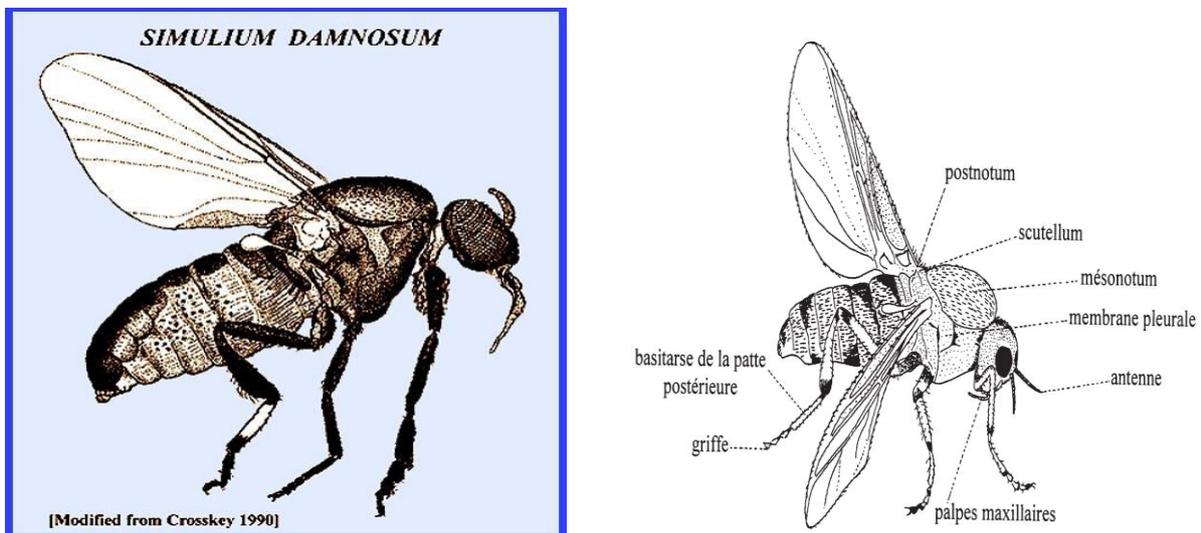
Les mouches noires font partie des insectes hématophages ; avec 2 200 espèces largement répandues (**Adler et Crosskey, 2018**) ; ce sont des animaux hématophages et des vecteurs d'une variété d'agents pathogènes et de parasites, de maladies virales, de protozoaires et de nématodes pathogènes. qui présentent un risque pour la santé des mammifères. (**Adler et al., 2004**).

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, ils transmettent la filaire *onchocerca volvulus* qui provoque l'onchocercose ou la cécité des rivières qui se rencontre en Afrique centrale et du sud (**Ramdane, 2017**).

L'onchocercose est la maladie humaine la plus répandue, transmise par les mouches noires, en raison des différences dans la façon dont les mouches noires se nourrissent. Ils ne disposent pas de système d'alimentation capillaire comme les moustiques (**Crosskey, 1990**). La faune simuliidienne (Diptera, Simuliidae) d'Algérie n'avait fait l'objet que de peu de travaux (**Gagneur et al., 1988; Clergue et Lek, 1991; Lounac et al., 2000; Lounaci et al., 2000**).

Il a fallu attendre toute une décennie pour que les études sur cette famille de diptères reprennent, ces études traitent de prospections faites sur des réseaux hydrographiques isolés des monts du Djurdjura, de Tlemcen et du nord-est d'Algérie (Guelma, El Taref, Souk Ahras et Oum El Bouaghi) (**Chaoui Boudghane-Bendiouis et al., 2012; Adler et al., 2015**).

Mais le seul travail qui a concerné le nord algérien dans son ensemble se résume en une « checklist » des espèces algériennes connues (**Boudghane-Bendiouis et al., 2012**), La liste des Simulies d'Algérie (Diptera : Simuliidae) dressée jusqu'à présent contient 30 espèces (**Adler et Crosskey, 2016**).



**Figure 6: Morphologie générale du Simuliidae(Crossekey, 1990).**

#### 1.2.4.Psychodidae (mouches des égouts)

Les phlébotomes sont des insectes de petite taille de couleur pâle à allure de moustiques. Leur corps est couvert d'une pilosité épaisse et les antennes sont formées de 12 à 30 articles, verticillés et munies d'organes sensoriels spéciaux. Le thorax convexe, suture méso natale nulle. Les ailes sont lancéolées, couvertes de longs poils, la frange du bord postérieur est parfois très longue, la nervure médiane présente quatre branches, cellule discoïdale ouverte. Au repos, les ailes sont ordinairement disposées en toit sur l'abdomen, parfois élevées, faisant un angle avec le corps (**Abonnenc, 1972**).

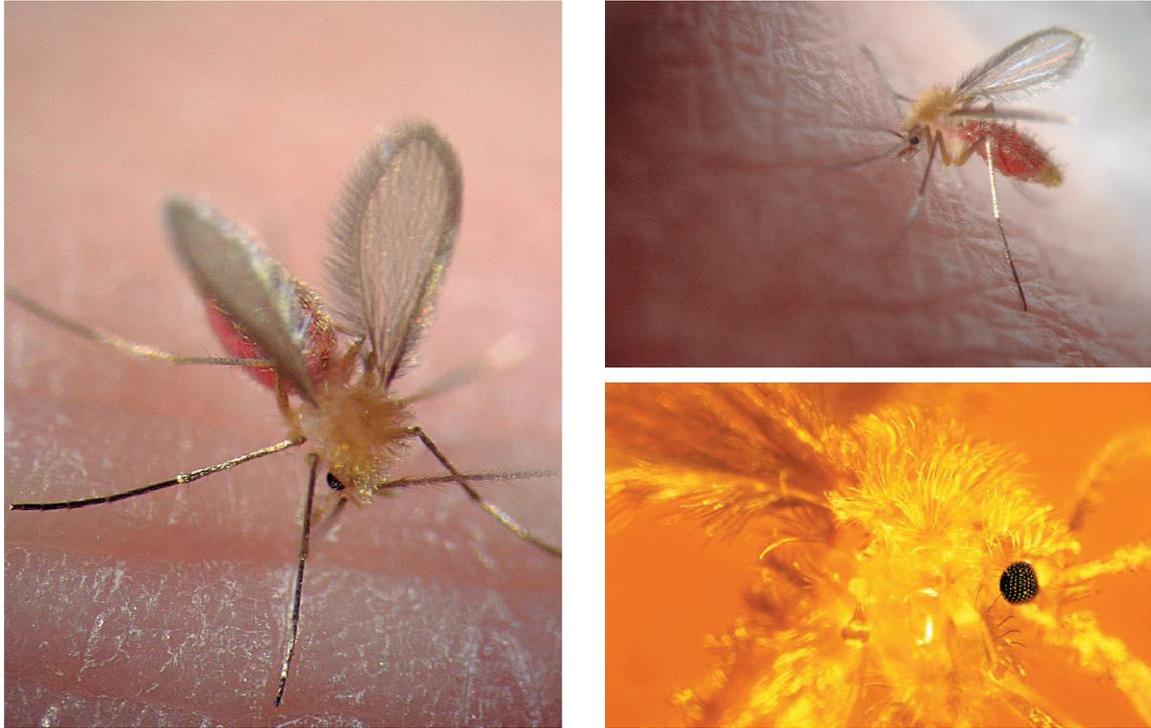
Aujourd'hui 23 espèces sont connues en Algérie (**Berdjane et Brouk, 2012**).

Ils sont considérés comme des vecteurs de maladies différentes comme des arboviroses (fièvre à papatasi..).les leishmanioses provoquées par des protozoaires appartenant au genre *Leishmania*.(**Abonnenc, 1972**).

La leishmaniose canine est de plus en plus fréquente à Alger. (**Harrat et al., 1995**).

La présence des phlébotomes a été rapportée pour la première fois en Algérie en 1912 par Foley et Leduc et plus tard par Parrot et Sergent de 1917 à 1960 (**Dedet et al., 1984**).

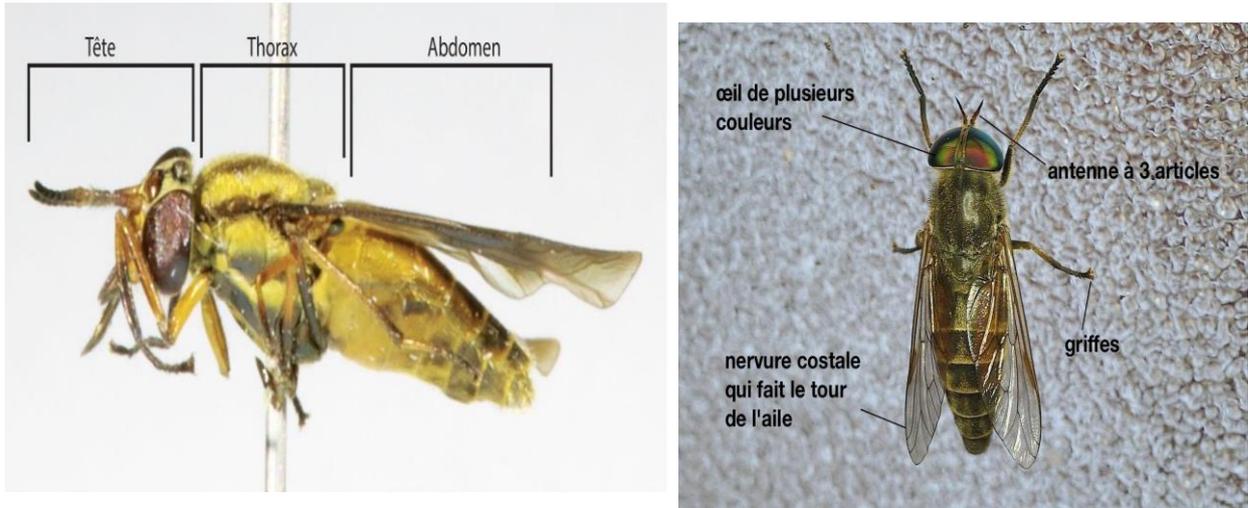
Aujourd'hui, 23 espèces sont connues en Algérie : 13 appartiennent au genre *Phlebotomus* et 10 au genre *Sergentomyia* Chaque espèce a sa propre distribution écologique excepte les montagnes du Sahara central ou les espèces méditerranéennes (*Phlebotomus perniciosus*) et celle du secteur zoo géographique Ethiopien (*Phlebotomus papatasi*) qui sont les vecteurs prouvés du *Leishmania infantum* (leishmaniose viscéral) et *Leishmania major* (leishmaniose cutanée) respectivement (**Belazzoug, 1991**).



**Figure 7: Femelles de phlébotomes(Perfiliev, 1966).**

#### **1.2.5. Tabanidae (taons)**

Les Tabanidae, ou taons, sont de grands insectes diptères cosmopolites qui sucent le sang. Les adultes ont une tête large, des yeux bien développés, une poitrine puissante, un abdomen souvent rayé et de grandes ailes, qui en font généralement de très bons voiliers . Les taons ont un cycle larvaire long (3 mois à 3 ans) et sont adaptés à divers environnements et climats. Il s'agit d'un fléau direct dû au harcèlement des hôtes et au vol de sang, et d'un fléau indirect dû à la transmission d'agents pathogènes **(Baldacchino, 2013)**.



**Figure 8: Morphologie générale du Tabanidae (Martel et Tremblay, 2015).**

Familles	Espèce Vecteur	Agent pathogène	Maladie
<b>Culicidae</b>	<i>-Anopheles</i> <b>(Pilchard,2004).</b>	plasmodium	Paludisme
		Wuchereria bancrofti	Filariose
	<i>-Aedes</i> <b>(Pilchard,2004).</b>	Virus de dengue	Dengue
		nématodes parasites (Wuchereria bancrofti)	Filariose
	<i>-Aedes , - Ae. albopictus, - Ae. polynesiensis -Ae. hensilli. -Ae. Aegypti (OMS,2018).</i>	Flavivirus de flaviviridae	Zika
<i>-Aedes - Ae. Aegypti (OMS, 2017).</i>	Alphavirus de Togaviridae	Chikungunya	

	- <i>Aedes</i> <b>(OMS, 2018).</b>	Phlebovirus	fièvre de la vallée du Rift
	- <i>Culex</i>	Wuchereria bancrofti <b>(O.M.S)</b>	Filariose
		Phlebovirus <b>(OMS, 2018).</b>	fièvre de la vallée du Rift
		Flavivirus de flaviviridae <b>(OMS, 2017)</b>	fièvre du Nil occidental
<b>Simuliidae</b>	- <i>Simulies</i> <b>(pilchard,2004)</b>	Onchocerca volvulus	Onchocercose
<b>Psychodidae</b>	- <i>Phlebotomus papatasi</i> <b>(Belazzoug,1986)</b>	Leishmania L.major	Leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ)
	- <i>Phlebotomus perfiliewi</i> <b>(Belazzoug,1986)</b>	Leishmania L.major	Leishmaniose cutanée de nord (LCN)
	- <i>Phlebotomus. perniciosus</i> <b>(Dolmatova et Demina, 1971).</b>	Leishmania donovani	Leishmaniose viscérale
	- <i>Phlebotomus</i>	Phlebovirus <b>(OMS, 2018)</b>	fièvre de la vallée du Rift
	- <i>Phlebotomus papatasi</i>	virus filtrant	Fièvre de Papatasi

<b>Tabanidae</b>	- <i>Glossines (benikhlef et al., 2004).</i>	Trypanosoma brucei (t.b)	Trypanosomiase
	- <i>Tabanus, Stomoxys, Chrysops</i>  ( <b>Shen et al., 1978 ; Issel et al., 1988</b> )	Retroviridae	Anémie infectieuse équine
<b>Ceratopogonidae</b>	- <i>Culicoides (Latreille, 1809)</i>	Virus de la fièvre catarrhale ovine ( <b>Maclachlan et Guthrie, 2010</b> ).	Fièvre catarrhale ovine (FCO) ( <b>Maclachlan et Guthrie 2011</b> ).

**Tableau 1: Les différentes familles, espèces, agent pathogène et les maladies des diptères vecteurs présents en Algérie.**

### 1.3. Répartition géographique des diptères vecteurs en Algérie

#### 1.3.1. Ceratopogonidae (moucheron piqueurs)

Peu d'études ont été faites sur les Ceratopogonidae notamment les mouchrons de type Culicoïdes. A titre d'exemple, les travaux effectués par .(**Szadsewski, 1984, Djerbal et al., 2009;équipe Algéro-Européenne;Kabbout, 2017 ;Belkharchouch 2014, 2021**). Mise à part ces études, peu de publications ont été réalisées sur l'épidémiologie de la FCO Les 59 espèces de Culicoïdes recensées en Algérie. quelques espèces de Culicoïdes recensées en Algérie sont reportées dans le tableau (2)

**Tableau 3 : Répartition géographique des différents moustiques en Algérie (Toubal, 2018).**

<b>Sous-genre</b>	<b>Espèces</b>
<i>Avaritia</i> ( <b>Fox, 1955</b> )	<i>Culicoïdes chiopterus</i> ( <b>Meigen, 1830</b> )
<i>Beltranmyia</i> ( <b>Vargas, 1953</b> )	<i>Culicoïdes circumscriptus</i> ( <b>Kieffer,1918</b> )

<i>Culicoides</i> ( <b>Latreille, 1809</b> )	<i>Culicoïdes</i> <i>grisescens</i> ( <b>Edwards,1939</b> )
<i>Monoculicoides</i> ( <b>Khalaf, 1954</b> )	<i>Culicoïdes parroti</i> ( <b>Kiefer, 1922</b> )
<i>Oecacta</i> ( <b>Poey, 1853</b> )	<i>Culicoïdes azerbajdzhanicus</i> ( <b>Dzhafarov, 1962</b> )
<i>Pontoculicoides</i> ( <b>Remm, 1968</b> )	<i>Culicoïdes truncorum</i> ( <b>Edwards, 1939</b> )
<i>Remmia</i> ( <b>Glukhova, 1977</b> )	<i>Culicoïdes duddingstoni</i> ( <b>Kettle et Lawson, 1955</b> )
<i>Sensiculicoides</i> ( <b>Shevchenko, 1977</b> )	<i>Culicoïdes festivipennis</i> ( <b>Kiefer, 1914</b> )
<i>Miscellaneous unplaced species</i> <i>Wirthomyia</i> ( <b>Vargas, 1973</b> )	<i>Culicoïdes faghihi</i> ( <b>Navai, 1971</b> )
<i>Silvaticulicoides</i> ( <b>Glukhova, 1977</b> )	<i>Culicoïdes achrayi</i> ( <b>Kettle et Lawson, 1955</b> )

**Tableau 2 : Liste de quelques espèces des *Culicoïdes* recensées en Algérie(Belkharchouche, 2020).**

### 1.3.2. Culicidae:

Les espèces culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 56 espèces appartenant aux deux sous-familles Anophelinae et culicidae sont représentés avec 1 et 6 genres respectivement (**Amara Korba, 2016**).

<b>Wilayas</b>	<b>Moustiques</b>	<b>Référence</b>
<b>Alger</b>	<i>Anopheles, Aedes, Culex</i>	<b>(Lounaci, 2003)</b>
<b>Annaba</b>	<i>Culex</i>	<b>(Bendali, 2006)</b>
<b>Batna</b>	<i>Anopheles, Culiseta, Culex</i>	<b>(Boulkenafet, 2006)</b>
<b>Biskra</b>	<i>Aedes, Culex, Culiseta</i>	<b>(Hassain, 2002)</b>
<b>Constantine</b>	<i>Anopheles, Aedes, Culiseta, Culex</i>	<b>(Berchi, 2000)</b>
<b>El-Taref</b>	<i>Culex, Aedes, Anopheles</i>	<b>(Tahraoui, 2008)</b>
<b>Nord-Sahara (Oued-Righ)</b>	<i>Anopheles, Aedes, Culiseta, Culex</i>	<b>(Bebba, 2004)</b>

<b>Oran</b>	<i>Aedes, Culex, Anophèles, Culiseta</i>	<b>(Boulkenafet, 2006)</b>
<b>Skikda</b>	<i>Aedes ,Anopheles, Culex</i>	<b>(Boulkenafet, 2006)</b>
<b>Souk-Ahras</b>	<i>Anopheles, Culiseta, Culex</i>	<b>(Hamaidia, 2004)</b>
<b>Sud Algérien(Sahara)</b>	<i>Anopheles, Aedes, Culiseta, Culex</i>	<b>(Boulkenafet, 2006)</b>
<b>Tebessa</b>	<i>Aedes, Culex, Culiseta</i>	<b>(Hamaidia, 2004)</b>
<b>Tizi-Ouzou</b>	<i>Anopheles</i>	<b>(Lounaci, 2003)</b>
<b>Tlemcen</b>	<i>Aedes, Culex</i>	<b>(Hassain, 2002)</b>

### 1.3.3. Simuliidae (mouches noires)

Dans le monde, la famille des Simuliidae compte 2335 espèces au total réparties en 26 genres selon le dernier inventaire des Simuliidae ( **Adler et Crosskey , 2018**).

La faune simulidienne d'Algérie est actuellement composée de 34 espèces valides localisées existe 44 espèces au Maroc et 18 espèces au Maroc, qui se situe quelque part à mi-chemin entre ses pays voisins.En Tunisie (**Belqat et al., 2018**).Parmi les macroinvertébrés benthiques des vallées fluviales algériennes,Les Molecidae sont sans aucun doute les créatures qui reçoivent le moins d'attention de la part des chercheurs Algérien. (**Greniers, 1953**).

### 1.3.4.Psychodidae (mouches des égouts)

En Algérie, les phlébotomes sont répartis sur tout le territoire national, de l'étage humide jusqu'à l'étage saharien (**Dedet et al., 1984;Belazzoug, 1991;Berchi, 1990;Izri, 1994**).

**-Étage humide :** Une seule espèce du genre *Sergentomyia* a été signalée : *S. minutaparroti* et 7 espèces du genre *Phlebotomus* à savoir *P. perniciosus*, *P. ariasi*,*P. perfiliewi*, *P. sergenti*, *P. chadlii*, *P. longicuspis* et *P. papatasi*. L'espèce prédominante reste *S. minutaparroti* (**Dedet et al., 1984;Berchi, 1993;Belazzoug, 1991**).

**-Étage sub-humide :** On y trouve 1 espèce du genre *Sergentomyia*, *S. minutaparroti* prédominante et 7 espèces du genre *Phlebotomus* qui sont les mêmes espèces que celles rencontrées à l'étage précédent à l'exception de *P. ariasi* qui est remplacée par *P. langeroni*, *P. perfiliewi* est à son maximum d'abondance (**Dedet et al., 1984;Belazzoug, 1991**).

**-Étage semi-aride :** On rencontre 2 espèces du genre *Sergentomyia* : *S. minutaparroti* et *S. fallax* et 8 espèces du genre *Phlebotomus* qui sont : *P. chabaudi*, et les 7 espèces du genre *Phlebotomus* rencontrées à l'étage sub-humide. *P. perniciosus* est l'espèce prédominante de cet étage où elle trouve son optimum écologique (**Dedet *et al.*, 1984; Belazzoug, 1991**).

**-Étage aride :** Seules 4 espèces du genre *Sergentomyia* sont trouvées soit, *S. fallax* (où elle trouve son optimum écologique), *S. minutaparroti*, *S. antennata* et *S. dreyfussi*. On rencontre également l'espèce du genre *Paraphlebotomus* : *P. alexandri* et les 7 espèces du genre *Phlebotomus* rencontrées à l'étage précédent. L'espèce prédominante est *S. fallax* (**Dedet *et al.*, 1984; Belazzoug, 1991**).

**-Étage saharien :** Il est peuplé de 4 espèces du genre *Sergentomyia* : *S. minutaparroti*, *S. fallax*, *S. christophersi* et *S. dreyfussi* et 5 espèces du genre *Phlebotomus* de l'étage précédent où *P. papatasi* trouve son optimum écologique (**Dedet *et al.*, 1984; Belazzoug, 1991**).

### **1.3.5. Tabanidae (taons)**

Retrouvés dans toutes les régions du monde à l'exception de l'Antarctique, les tabanidés forment une famille de 144 genres et d'environ 4 500 espèces et sous-espèces (**Mullens, 2019**).

## **1.4. Facteurs influençant la distribution et l'abondance des diptères vecteurs**

Les facteurs écologiques comme les changements climatiques avec l'augmentation des températures et des précipitations jouent également un rôle important dans l'augmentation des populations d'arthropodes et de la transmission vectorielle des maladies infectieuses. (**Cumming et Vuuren, 2006; Duvall, 2006**).

### **1.4.1. Les facteurs climatique**

**-La Température:** L'augmentation progressive des températures que connaît notre planète actuellement peut s'accompagner de modifications écologiques dans certaines régions, pouvant favoriser l'apparition de certaines espèces de vecteurs et d'agents pathogènes jusque-là absentes. (**Moore *et al.*, 2012**). Il existe une échelle de températures « permissives » pour le fonctionnement du système vecteur/virus, et une fourchette plus fine pour laquelle le virus est transmis plus efficacement. Une augmentation de la température entraîne un métabolisme plus important et un taux de survie journalier plus grand du vecteur (**Mellor et Leake, 2000**). La

recherche de l'hôte par les femelles est reliée à une certaine température au crépuscule. Lorsque cette température diminue, l'activité des femelles diminue (**Ponçon, 2003**).

**Turell, 1989** a montré expérimentalement l'importance de la température sur la capacité vectorielle d'*Aedes fowleri* (présent au Sénégal) pour le virus RVFV, les conditions optimales de transmission du virus étant obtenues aux plus hautes températures testées. Par contre, la température ne paraît pas avoir d'influence sur le taux d'infection d'*Aedes fowleri* par le virus RVFV.

**-Le vent:** C'est un facteur clé qui joue un rôle prépondérant dans la mortalité des insectes. En cas de forte puissance, il accélère leur dessiccation et empêche le vol, ainsi que la prise de repas sanguin. (**Geoffroy, 2010**). De nombreux insectes utilisent le vent pour se disperser ou migrer et peut, lorsqu'il est infecté par un agent pathogène, introduire des maladies dans de nouvelles régions (**Sedda et al., 2012**).

**-L'humidité:** Une humidité élevée joue également un rôle important, principalement pour les stades larvaires, très sensibles à la dessiccation (**Zimmer et al., 2009**). À une haute température, une forte humidité tend à augmenter le taux de survie et la capacité de dispersion active (**Mondet, 1999**) du vecteur mais elle favorise aussi le développement de bactéries ou de champignons pathogènes pour celui-ci. Une faible humidité, au contraire, diminue le taux de survie du vecteur mais peut entraîner une augmentation du nombre de prises de sang dans certains cas (**Mellors et Leake, 2000**).

#### **1.4.2. Structure du paysage**

Les communautés d'insectes sont influencées par les variations d'habitats soit à l'échelle du paysage soit à l'échelle de l'habitat. La réponse dépend de la taille du taxon considéré, de son domaine vital et de sa capacité de dispersion. (**Hatfield et Lebuhn, 2007**).

### **1.4.3. Pratiques agricoles et élevage**

L'utilisation des sols influence également considérablement la distribution des insectes. Ainsi, des pratiques agricoles comme l'irrigation ou la construction de barrages peuvent créer des sites adéquats pour la reproduction et le développement des vecteurs. De même, le drainage et l'assèchement des endroits humides peuvent conduire à la disparition de ces sites (**Toussaint et al., 2006**).

## **Chapitre 2. Caractéristiques bio-écologiques des diptères vecteurs**

### **2.1. Ceratopogonidae (moucheron piqueurs)**

#### **2.1.1. Morphologie et anatomie**

La présence de deux cellules radiales de taille subégale, une nervure transverse (r-m) et une nervure médiane (M2) pédonculée . Au niveau des pattes postérieures, l'empodium, porté par le dernier segment du tarse, est rudimentaire. Au niveau de la tête, on retrouve chez les deux sexes, quinze articles antennaires qui se composent comme suit: scape + pédicelle +8 articles courts + 5 articles longs chez la femelle et scape + pédicelle + 10 articles courts + 3 articles longs chez le mâle; le quinzième article antennaire des Culicoides est dépourvu de micron; Le palpe est composé de cinq articles dont les deux premiers sont soudés et le troisième présente une fossette sensorielle (**Cornet, 1974 ; Kremer *et al.*, 1987**).

#### **2.1.2 Cycle de vie**

Le cycle de vie inclut les œufs, 4 stades larvaires, le stade nymphal et le stade adulte . Les stades immatures (larves et nymphes) se développent dans des milieux humides et riches en matière organique d'origine animale ou végétale . Le cycle de vie peut être réalisé en moins d'un mois mais il peut aussi atteindre plusieurs mois pour certaines espèces tempérées exposées à des basses températures (**Purse *et al.*, 2015**). Les adultes survivent entre 20 jours et 3 mois et pour la plupart des espèces, les femelles sont crépusculaires avec un pic d'activité au crépuscule ou à l'aube (**Mellor *et al.*, 2000 ; Purse *et al.*, 2015**).



Figure 9: Cycle de vie des Culicoides (Purse *et al.*, 2005).

### 2.1.3. Comportement alimentaire et reproduction

Les culicoïdes femelles adultes sont généralement hématophages et prennent de ce fait un repas sanguin tous les 3-4 jours environ, nécessaire pour la maturation des œufs (Birley *et al.*, 1982).

La ponte survient 2 à 4 jours après la prise alimentaire. Les larves de culicoïdes sont vermiformes, de couleur claire et dépourvues de pseudopodes. Elles se nourrissent de débris organiques divers ou sont prédatrices de nématodes, protozoaires, bactéries, champignons, algues, etc. voire même de leurs propres congénères (Kettle, 1962).

Les mâles sont quant à eux généralement floricoles (Goetghebuer, 1952) : ils se nourrissent donc de nectar, de sucre et de pollen, ainsi que de liquides provenant de la décomposition de matières organiques (Chaker, 1983).

La fécondation intervient souvent au milieu d'essaims de mâles; certaines femelles dévorent leur mâle pendant l'accouplement et il n'est pas rare de trouver le terminalia mâle fixé à l'orifice génital de la femelle (Sphaeromiini). Dans le genre *Culicoides* de nombreuses espèces sont parasitées par des larves de Mermifhidae; ce parasitisme induit le plus souvent un gynandromorphisme dont le degré doit dépendre du stade auquel les stades préimaginaux ont

été infectés. (Sprygin *et al.*, 2014). Les femelles pondent des grappes d'œufs dans des habitats qui varient selon l'environnement et les espèces (Brunhes et Cornet, 1994).

L'éclosion (2 à 8 jours après la ponte) produit les larves microscopiques, blanches et lisses et dotées de quatre paires de branchies anales. Elles sont très vulnérables à la dessiccation. Le gîte larvaire varie beaucoup selon l'espèce (Balenghien *et al.*, 2010).

La larve passe par quatre stades de développement, puis elle se transforme en nymphe caractérisée par un céphalothorax fusionné avec des trompettes respiratoires minces et un abdomen segmenté. Après 2 à 10 jours, la peau de la nymphe se fend et il en émerge un imago (l'insecte adulte) (Rioux *et al.*, 1959).

#### **2.1.4. Habitat et Écologie**

Les Culicoïdes vivent en général dans des zones humides, en frontière d'un habitat terrestre et aquatique, ou dans des zones contenant de nombreux végétaux pourrissants, cela pour leur permettre d'accomplir l'ensemble de leur développement de l'œuf, en passant par la larve, jusqu'à l'adulte. En effet, le développement larvaire est optimal dans les milieux semi aquatiques. (Zimmer, 2007; Zimmer *et al.*, 2008).

#### **2.1.5. Facteurs environnementaux influençant la Bioécologie**

Certains facteurs tels que la présence d'animaux, la proximité d'un cours d'eau, influencent leur abondance (Zimmer *et al.*, 2008). Les vents faibles à modérés contribuent à la dispersion de Culicoïdes (Geoffroy, 2010).

### **2.2. Culicidae (moustique)**

#### **2.2.1. Morphologie et anatomie**

- **L'œuf:** L'œuf des moustiques est généralement fusiforme, au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation des composants chimiques de la thèque, une couleur marronne ou noire (Berchi, 2000).

-**Larve:**

-La Tête : Partie du corps fortement chitinisée, légèrement allongée et plus ou moins aplatie. Ventral. Il est constitué de trois plaques de chitine :

-Plaque médiale (fronto-clypeus), en forme de losange, porte le premier étage, sortie côté de la tête lors de l'éclosion.

-Deux plaques latérales (plaques crâniennes), portant symétriquement les yeux et antenne. ces sclérites possèdent des soies d'importance taxonomique. Les labres possèdent une paire d'organes spéciaux, la brosse buccale, composée de Soies longues et courbées, utilisées à des fins préhensiles (**Himmi, 2007**).

-Thorax: La poitrine semble faire partie intégrante du corps, cependant, diverses régions ; Désigne le thorax antérieur, le thorax moyen et le thorax postérieur, qui peuvent être regroupés (**Jeane et al., 2018**).

-L'abdomen est sub-cylindrique et allongé, composé de neuf segments (**Sinegre, 1974**).

**-Nymphes:** La nymphe se caractérise par une tête et un thorax. s'unit en une masse bulbeuse, un céphalothorax et une partie postérieure effilée La courbure constitue l'abdomen ; ce dernier donne la forme générale de la nymphe . L'abdomen de la nymphe Culex est composé de huit sections visibles, chacune avec des poils uniques. (**Hegh, 1921 ; Rodhain et Perez, 1985**)  
**RAMDANE MERIEM.**

#### **-Adulte:**

-La Tête : des antennes composé de 15 segments portant des spirales de soies plus longues et plus grandes chez le mâle que chez la femelle, les palpes maxillaires sont presque toujours longs chez le mâle et finalement la proboscis consiste en un labium dans une gouttière très allongée contenant six stylets. (**Richenbach, 1981**).

-Thorax : Composé de trois segments soudés (le prothorax, le mésothorax et le métathorax), il porte les ailes et les pattes. Le thorax est brun recouvert d'écailles fauves foncées avec quelques écailles claires sur les côtés. Les pattes grêles et brunes, le fémur est noir, Elles sont formées de 5 pièces en tout, et le tarse, à 5 articles, porte 2 griffes. Les ailes sont non tachées. En arrière des ailes se trouvent les balanciers, qui sont de petits organes sensoriels oscillatoires servant au contrôle du vol . (**Bussieras et Chermette, 1991; Cachereul, 1997**).

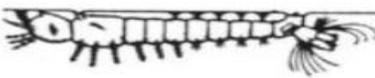
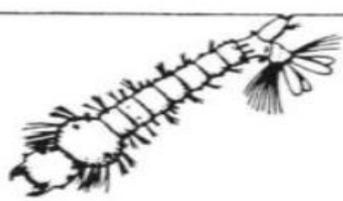
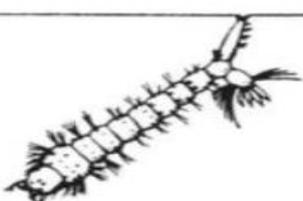
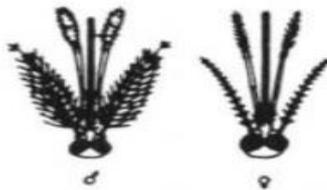
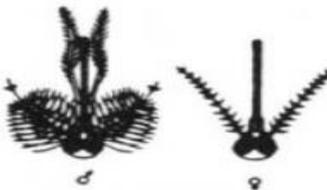
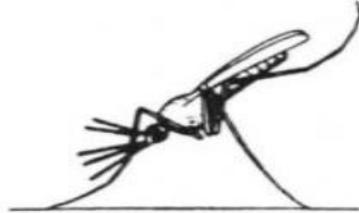
-Abdomen : est maigre et allongé, composé de dix segments dont les neuvième et dixième formant les organes génitaux ,les tergites et les sternites abdominales sont ornés d'écailles (**Himmi, 2007**).

### 2.2.2.Cycle de vie

Le cycle de vie des moustiques comprend deux étapes; Stades aquatiques préadultes : les œufs, les larves (il y a 4 stades larvaires, chacun entrecoupé d'une mue). L'adulte, C'est une période de reproduction et de dispersion..(Robert *et al.*, 2017) .

**Tableau 4: caractéristique morphologique permettant de différencier les anophelinae de Culicidae (Bruce- chwate, 1985).**

	Anophelinae	Culicinae	
	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Œufs	- Pondus isolément sur l'eau. -Existence de flotteurs latéraux visibles.	- Pondus isolément à côté de l'eau. - Pas de flotteur visible.	- Pondus regroupés en barquettes (ou nacelles).
Larves	- Parallèle sous la surface de l'eau au repos. Les stigmates respiratoires ne comprennent pas de siphon.	- Au repos, la larve est oblique par rapport à la surface de l'eau. Les siphons respiratoires sont longs et trapus, avec la présence d'un peigne.	
Nymphes	- Trompettes respiratoires courtes et évasées.	- Trompettes respiratoires longues et fermées.	
Adultes	- Au repos, l'adulte est oblique par rapport au support. <ul style="list-style-type: none"> <li>Femelle : palpes maxillaires aussi longs que la trompe</li> <li>Mâle : Palpes maxillaires avec extrémités renflées</li> </ul>	- Au repos, l'adulte est parallèle au support. <ul style="list-style-type: none"> <li>Femelle : palpes maxillaires plus courtes que la trompe</li> <li>Mâle : Palpes maxillaires avec extrémités effilées.</li> </ul>	

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

**Figure 10 : caractéristique morphologique permettant de différencier les anophelinae de Culicidae (Bruce- chwate, 1985).**

Le tableau 4 et la figure 10 récapitulent les caractéristiques et les différences morphologiques entre les Anophelinae et les Culicinae

### 2.2.3.Comportement alimentaire et reproduction

Les mâles ne sont pas hématophages ; ils se nourrissent de sucs d'origine végétale. Les larves se nourrissent des débris organiques (Rodhain et Perez, 1985).Les femelles se nourrissent non seulement de jus sucrés qui fournissent de l'énergie pour le vol, mais aussi de sang humain et/ou animal pour favoriser le développement ovarien.(Robert et al., 2017) .

L'accouplement intervient généralement juste après l'éclosion. Selon l'espèce, (**Roubaud, 1933**), distingue deux types de comportements sexuels: sténogame lorsque les moustiques sont capables de s'accoupler dans de petits espaces et eurygame dans le cas contraire. Les femelles ne s'accouplent généralement qu'une fois, elles conservent les spermatozoïdes dans leurs spermathèques, parfois plus de 10 mois (**Rodhain et Perez, 1985**).

La longévité du moustique femelle est généralement de l'ordre de 1 à 3 mois (**Kettle, 1990**).

#### **2.2.4.Habitat et écologie**

Le moustique couvre les régions tempérées; la densité atteint son maximum au mois d'août, là où la production est favorable surtout quand l'été est pluvieux et frais (**Rodhain et Perez, 1985**). Les habitats des moustiques varient selon les espèces. Les endroits humides sont sains C'est l'habitat préféré des moustiques. (**Cywinska et al., 2006**).

#### **2.2.4. Facteurs environnementaux influençant la bioécologie**

D'après une étude sur les moustiques du genre *Aedes*, les conditions extérieures comme la luminosité, la température ambiante (de 15 à 32°C), l'humidité (jusqu'à 85%) ou encore la pression atmosphérique pourraient influencer sur la fréquence de piqûre. De même, l'humidité et la température du corps humain ainsi que les odeurs émises par l'homme (dioxyde de carbone de l'air expiré, du sébum ou du sang circulant) peuvent attirer les moustiques femelles (**Maurille, 2005 ; Carnevale et Robert, 2006**).

### **2.3. Simuliidae (mouches noires)**

#### **2.3.1. Morphologie et anatomie**

**-Les œufs:** Les œufs sont de très petite taille et de silhouette grossièrement triangulaire. De couleur blanche lors de la ponte, ils deviennent rapidement brunâtres. Les œufs sont généralement enrobés d'une substance gluante et groupés en amas. (**Grenier, 1953**).

**-Les larves :** Ce sont des organismes eucéphales, allongés et renflés en massue dans leur partie postérieure ; les pièces buccales sont complètes et broyeuses. Les prémandibules sont composées d'une hampe et de longues soies falciformes. Les antennes comprennent quatre articles, le dernier étant minuscule (**Belqat et Dakki, 2004**).

Le thorax porte un pseudopode ventral caractéristique, terminé par des couronnes de crochets de fixation. (**Crosskey et Davies, 1972**).

L'abdomen, plus ou moins renflé dans le tiers postérieur et vaguement annelé, se termine par des couronnes concentriques de minuscules crochets à son extrémité terminale il porte dorsalement des rectales rétractiles et trilobées, un sclérite anal en forme de X, et il montre chez certaines espèces une paire de papilles ventrales. **(Crosskey, 1960).**

**-Le nymphe:** De couleur jaune clair, elle devient de plus en plus foncée en vieillissant. Chez les nymphes âgées, les yeux présentent le même dimorphisme sexuel que chez les imagos. **(Doby et David, 1959).**

-Le thorax porte dorsalement, à l'avant, une paire de branchies cuticulaires filamenteuses. L'abdomen comprend 10 segments; il porte des trichomes simples ou branchus et des crochets de fixation au cocon dont le nombre, la forme et l'implantation sont plus ou moins spécifiques **(Raybould et Grunewald, 1975).**

**-Les imagos:** Ils ont l'aspect de moucheron de petite taille (de 1 à 6 mm), de coloration généralement sombre, de silhouette trapue et bossue, la tête étant située au-dessous de l'axe antéropostérieur du corps **(Kabre, 1998).**

-Les yeux sont dichoptiques chez les mâles et holoptiques chez les femelles. Les pièces buccales sont complètes et piqueuses chez les femelles; les pièces vulnérantes sont le labre, les mandibules et les maxilles (l'hypopharynx et le labium, charnu) **(Lewis, 1960).** -  
Les antennes sont courtes, glabres, identiques dans les deux sexes. Les ailes sont larges et membraneuses. L'abdomen comprend 9 segments visibles, les sternites étant réduits. Les genitalia mâles sont relativement simples et ne subissent pas d'inversion, la morphologie des genitalia femelles est très constante chez la plupart des espèces **(Gouteux, 1978).**

### 2.3.2 Cycle de vie

**-Les œufs:** de couleur foncée sont recouverts d'une substance qui leur permet d'adhérer aux rochers dans les cours d'eau. Les mouches femelles pondent leurs œufs au-dessus de l'eau, mais plongent parfois dans l'eau pour y déposer leurs œufs. Dans les régions froides, les œufs peuvent entrer en diapause. **(Service, 2008).**

**-Les larves:** passent par 6 à 11 stades, Les larves restent longtemps sédentaires sur les rochers et la végétation submergés, adhérant à l'aide d'une substance sécrétée ressemblant à de la colle. Lorsqu'elles sont matures, les larves fabriquent un cocon dans lequel elles se

transforment en chrysalide. La durée de la nymphose varie en fonction de la température. Les adultes émergent et rampent sur la végétation d'où ils commencent à voler. (Service, 1997).

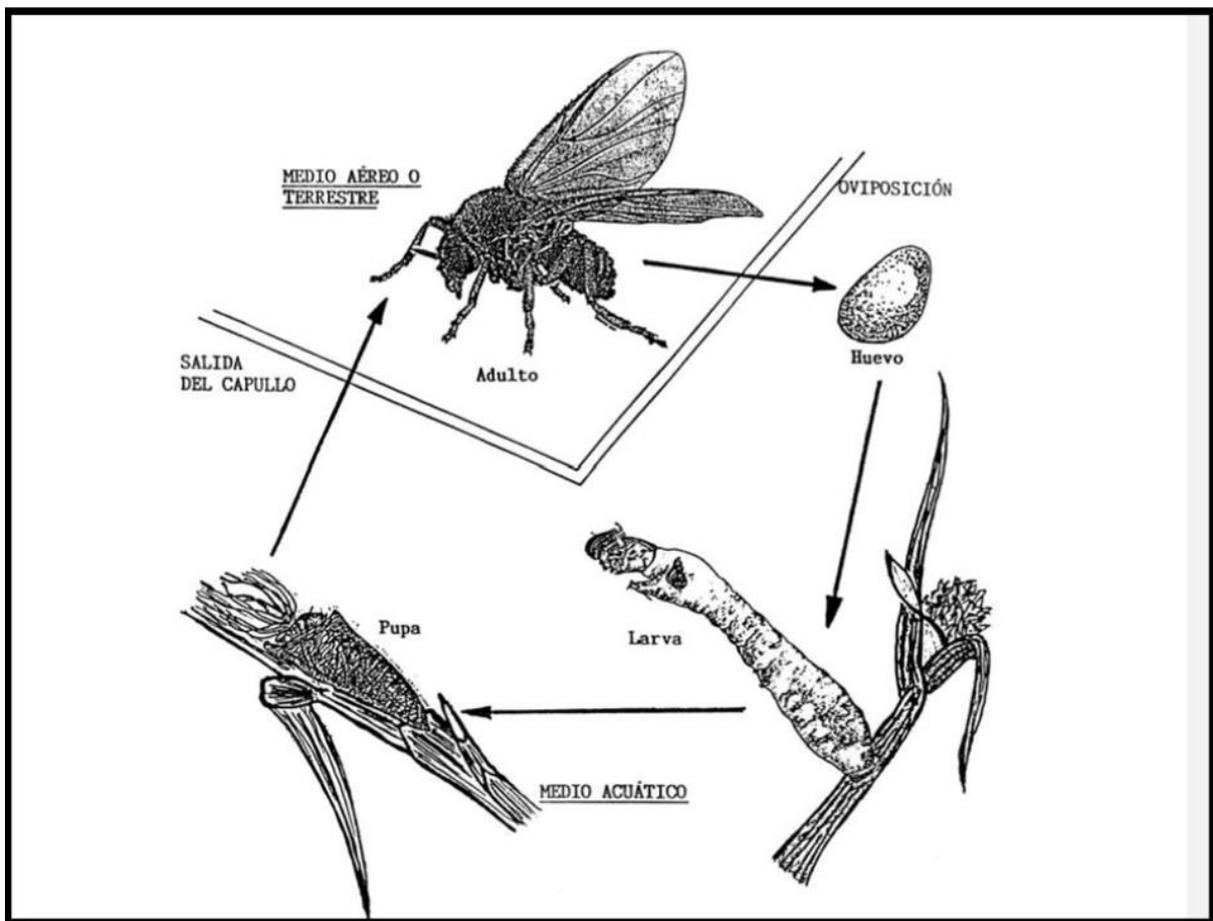


Figure 10: Cycle de vie (Diptère ; Simuliidae) (Ruiz et Rubio, 1999).

### 2.3.3. Comportement alimentaire et reproduction

Les mouches noires adultes se nourrissent de jus de plantes et d'autres substances sucrées, mais seules les femelles se nourrissent de sang. De nombreuses espèces de mouches noires se nourrissent de préférence d'oiseaux, tandis que d'autres préfèrent les mammifères. (Service, 2008).

L'accouplement des mouches noires a généralement lieu dans les airs, à proximité des sites de reproduction des larves. exister chez la plupart des espèces, la femelle doit prendre un repas de sang pour assurer sa maturité oeuf. Les femelles pondent des œufs de formes variées (0,15 à 0,3 mm de long), Les grappes irrégulières ou compactes ou les longues chaînes entrelacées sont plus courantes (Adler et Kim, 1986).

### 2.3.4. Habitat et écologie

On le trouve principalement dans les régions humides de l'hémisphère nord. Récemment, l'espèce a été découverte en Afrique du Sud, se déplaçant vers le centre du pays lors de fortes pluies et se retirant vers la côte par temps sec. (Crosskey, 1990).

Les mouches noires (Diptera : Simuliidae) se développent dans les eaux courantes sous forme de larves et de pupes. Les mouches adultes émergent de l'eau et sont largement reconnues comme des parasites importants pour les humains et les animaux. (Jedlicka et Stloukalova, 1997).

**Tableau 5: Caractéristiques Bio-écologiques des simuliidae (Rouet, 2011).**

<b>Stades larvaires</b>	Gites larvaires	-Eaux douces courantes bien oxygénées. -pentes des barrages, gués, cascades, rapides...	
	Régime alimentaire	-Organismes capturés par filtration du courant : petits crustacés, protozoaires, bactéries, algues, fragments de végétaux, autre larves.	
	Durée	4 à 6 semaines (7 stades).	
<b>Stade nymphal</b>	Ecologie	Aquatique, immobile.	
	Durée du stade	1 à 2 semaines (4 semaine si condition défavorables).	
<b>Stade adulte</b>	Morphologie	-Taille : 1 à 6 mm. -Aspect de petits moucheron, trapus. -Couleur sombre : noire, rougeâtre à jaune. -Gros yeux séparés par un front chez les femelles. -Antennes relativement courtes. -Griffes à l'extrémité des pattes. -Trompe courte.	
	Régime alimentaire	Males	Sucs végétaux
		Femelles	Hématophages (+ sucs végétaux)
	Durée	Au moins 2 à 3 semaines.	
	Hôte habituels	-Mammifères 90 % des cas. -oiseaux (espèces ornithophiles). -Aucune espèce n'est exclusivement anthropophile.	

### 2.3.5. Facteurs environnementaux influençant la Bioécologie

La famille des Simulies a une répartition presque mondiale; elle est présente partout où coulent des rivières adaptées au développement larvaire, indépendamment du climat. De ce

fait, la présence d'adultes piqueurs est conditionnée par l'environnement local et ne dépend pas de limites géographiques précises. Leur rayon d'action est important, des essaims de simuliés peuvent être rencontrés à plusieurs dizaines de kilomètres de leur habitat larvaire. (Butler et Hogsette, 2003).

## 2.4. Psychodidae (mouches des égouts)

### 2.4.1. Morphologie et anatomi

-La Tête: est ovale et noire (Dolmatova et Demina, 1971) , la partie postérieure est principalement formée par une capsule chitineuse , limitée de chaque côté par un double œil. Elle porte les appendices suivants : les antennes et le proboscis (Bounamous, 2010 ). Chaque antenne est composée de 16 segments, deux segments de base non longs mais larges et 14 segments longs et minces formant le flagellum ( Abonnenc, 1972) .

L'ensemble des pièces buccales forme une trompe, seules les femelles portent des mandibules dentées (Bounamous, 2010). -

Thorax: est bien développé . Il est convexe et composé de trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax ( Abonnenc, 1972). Chacun des segments inséré d'une paire de pattes articulées, fines et couvertes de soies et des balanciers dont le rôle est d'assurer l'équilibration de l'insecte pendant le vol ( Bounamous, 2010) comprennent 9 nervures longitudinales et des nervures transversales (Abonnenc, 1972). -

L'abdomen: est cylindrique et se termine par un cône .Il comporte 10 segments, le premier est rattaché au thorax, les sept segments non modifiés composés chacun d'une paire de stigmates, et les deux derniers sont transformés en segments génitaux (Boulkenafet, 2006).

### 2.4.2. cycle de vie

La durée du cycle gonotrophique varie en fonction des espèces et des facteurs environnementaux (Maroli *et al.*, 2008). La ponte des œufs intervient généralement entre 6 à 8 jours après le repas sanguin. Les gîtes larvaires ne sont actuellement pas identifiés, mais les terriers de rongeurs sont fortement suspectés car le développement des larves nécessite des milieux riches en matière organique (Morosetti *et al.*, 2009). Les femelles pondent plusieurs dizaines d'œufs qui éclosent environ 6 à 10 jours après la ponte (Maroli *et al.*, 2008). Après l'éclosion, quatre stades larvaires vont se succéder (durant environ 3 semaines) avant de

donner une puppe et enfin un adulte . Le stade pupal dure entre 7 à 10 jours. (**Gouzelou *et al.*, 2013**).



**Figure 11: Cycle de vie de Psychodidae (pesson, 2004).**

#### **2.4.3. Comportement alimentaire et reproduction**

Les deux sexes se nourrissent de jus sucrés mais seulement les femelles prennent un repas sanguin. Celui-ci est nécessaire pour la maturation des œufs. (**Léger *et al.*, 2000**).

L'accouplement des phlébotomes intervient sans vol nuptial à proximité du gîte de repos. Cet accouplement se produit trois à dix jours après le repas sanguin qui dure 30 secondes à 5 minutes. (**Depaquit *et al.*, 2002**).

#### **2.4.4. Habitat et écologie**

Les phlébotomes passent leur journée dans des endroits sombres et isolés, (**Nauck *et al.*, 2008**). Les phlébotomes préfèrent les endroits humides et abrités pour leur survie et leur reproduction et sont peu sensibles aux changements de température (**Rutledge et Gupta, 2009**). Ils colonisent fréquemment les terriers de rongeurs, granges, étables, poulaillers, remises... (**Rioux *et al.*, 1967**).

#### **2.4.5. Facteurs environnementaux influençant la Bioécologie**

La température faible ou trop élevée constitue autant de facteurs limitant l'activité des phlébotomes (**Killick-Kendrick, 1999 ; Wasserberg *et al*, 2003**). Certaines espèces sont attirées par la lumière, le plus souvent de faible intensité, alors que d'autres sont endophiles et pénètrent volontiers dans les maisons, les étables..., par contre certaines sont exophiles (**Depaquit et Léger, 2001**). Ils sont actifs toute l'année en zone tropicale et seulement à la belle saison en zone tempérées (**Brumpt, 1949**). **IN NASRI Bouchra ET SAHRAOUI Ilhem**

#### **2.5. Tabanidae (taons)**

##### **2.5.1. Morphologie et anatomi**

-La Tête: est plus ou moins hémisphérique, largement occupée par des yeux à facettes. Ces yeux présentent souvent des motifs colorés qui aident à l'identification. Chez les mâles, les yeux sont holoptiques tandis que chez les femelles, ils sont séparés par une zone frontale. Des soies recouvrent la surface du front à l'exception de certaines zones, les calli, Les antennes sont d'une importance majeure dans la classification, à plusieurs niveaux. Le flagellum 3<sup>ème</sup> article est divisé en plusieurs segments. (**Andreyeva, 1982**). Les femelles (à l'exception des Pangonias) ont un proboscis large avec une paire de mandibules et de maxillaires qui cisailent la peau lors du repas de sang. Les femelles Pangonius ont un proboscis long plus adapté à l'extraction du nectar. Les mâles ne possèdent pas de mandibules. Les palpes des femelles sont plus ou moins allongés et souvent courbés alors que les palpes des mâles sont plutôt courts et arrondis. (**Chvála et al., 1972**).

-Thorax et abdomen: Le thorax est une structure relativement stable chez les Tabanidae. Il est robuste, La nervation alaire est remarquablement constante chez les Tabanidae. En revanche, la forme et les motifs des ailes sont plus variés. (**Ježek, 1977**). La majorité des espèces ont des ailes claires voire fumées. Les pattes varient peu au sein de la famille. L'abdomen des Tabanidae est habituellement aussi large que le thorax, légèrement aplati et avec des motifs colorés plus ou moins distincts utiles à l'identification. (**Chvála et al., 1972**).

### 2.5.2 Cycle de vie

Après leur éclosion, les tabanides adultes peuvent se nourrir essentiellement du nectar jusqu'à ce que les femelles soient fécondées, généralement après 3-5 jours (Wilkerson *et al.*, 1985), puis elles vont avoir besoin de repas sanguins pour la maturation de leurs œufs (Mullens, 2002). Une fois ces repas sanguins pris, les œufs vont se développer sur une période de 3 à 11 jours avant (Andreeva 1982; Andreeva *et al.*, 2009). Le processus d'embryogenèse qui va suivre nécessite 2 à 12 jours selon les espèces et les conditions climatiques. L'éclosion des œufs est beaucoup plus rapide lorsque l'humidité et la température sont relativement élevées (Mullens, 2002). Les jeunes larves qui en résultent vont alors subir plusieurs mues larvaires, dont la durée peut s'étendre de quelques semaines à 3 ans selon les paramètres climatiques. A la fin de ce long stade, les jeunes pupes en forme d'asticots vont s'enfouir quelques millimètres dans le sol pour entamer la pupaison qui va ensuite les transformer en adultes au bout de 4 à 21 jours. (Chvála *et al.*, 1972).

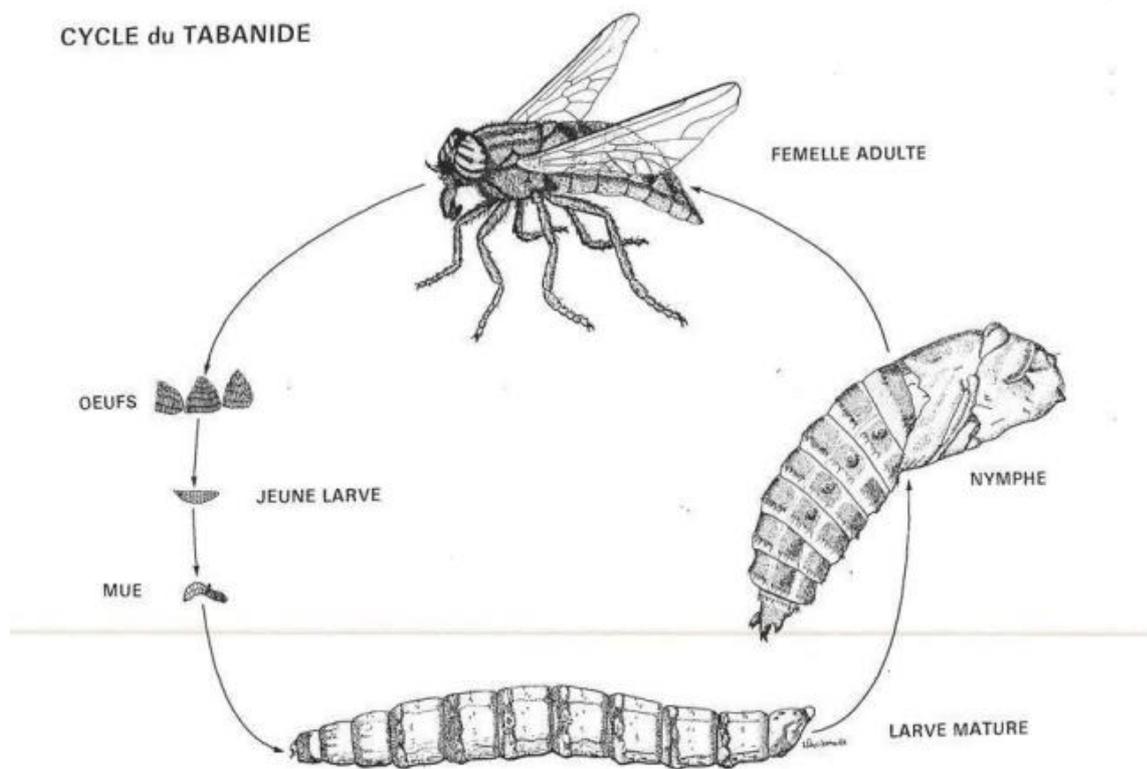


Figure 12: Cycle de vie du Tabanidae (Baribeau, 1981).

### 2.5.3 Comportement alimentaire et reproduction

Les tabanidés sont des mouches hématophages cosmopolites (**Baldacchino *et al.*, 2014**). Chez les tabanides, mâles et femelles se nourrissent de nectar après leur éclosion, et ce n'est qu'une fois fécondée que seule la femelle a besoin de repas sanguins pour la maturation de ses œufs (**Mullens, 2002**).

L'accouplement peut avoir lieu, au moins pour certaines espèces, en espace réduit ; sa durée paraît assez variable, ce dernier pouvant avoir lieu immédiatement après l'accouplement. (**Whittingham, 1922; Parrot, 1922; Smith et Mukerjee, 1936; Hertig, 1949**)  
**IN NASRI Bouchra ET SAHRAOUI Ilhem.** La copulation peut avoir lieu le deuxième jour après l'éclosion de l'imago, avant, aussi bien qu'après le repas de sang ; elle dure de 2 à 4 minutes, parfois plus longtemps. Elle est fréquente la nuit mais assez rare durant le jour. (**Parrot, 1922**). **IN NASRI Bouchra ET SAHRAOUI Ilhem**

L'accouplement nécessite une température optimale de + 27° à + 28°C; au-dessous de cette température la fécondation est incertaine et au-dessous de + 25°C elle manque totalement. (**Colas-Belcour, 1928**).

### 2.5.4. Facteurs environnementaux influençant la Bioécologie

L'activité des Tabanidés est influencée par de nombreux critères. La température est le critère le plus déterminant avec selon les espèces un pic d'activité entre 20 et 25 °C. La plupart des espèces recherche la luminosité; l'infestation est moindre par temps couvert et venteux. De même, la variabilité météorologique observable d'une année sur l'autre a une influence significative sur l'abondance maximale des Tabanidés. (**Kremer, 2005**).

## **Chapitre 3: Rôle vectorielle des diptères en Algérie**

### **3.1. Agents pathogènes transmis par les diptères vecteurs en Algérie**

Parmi les divers agents pathogènes impliqués dans les maladies vectorielles en santé humaine et vétérinaire, les virus et les bactéries sont les groupes regroupant la plus grande diversité, suivis par les protozoaires et les nématodes. (Mullen, 2019).

#### **3.1.1.les protozoaires**

L'environnement et l'économie du sud algérien ont connu des changements importants ces dernières années (développement des ressources en eaux souterraines, croissance de l'agriculture), population de plusieurs oasis ainsi que le développement des infrastructures de transport). La nouvelle autoroute transsaharienne reliant l'Algérie à l'Afrique de l'Ouest constitue une voie potentielle d'introduction de vecteurs de maladies et de parasites tropicaux dans le sud de l'Algérie (Ramsdale et De Zulueta, 1983 ; Benzerroug et Janssens, 1985 Boubidi *et al.*, 2010).

#### **3.1.2.les bactéries**

Les bactéries sont souvent transportées de manière mécanique d'un vertébré à l'autre par la piquûre d'un insecte hématophage. (Frolet, 2006).

#### **3.1.3.Les arbovirus**

Les arboviroses évoluent dans les mêmes régions géographiques et sous les mêmes conditions climatiques que les leishmanioses, ils ne nécessitent pas systématiquement un mammifère réservoir de virus pour se développer (Izri *et al.*, 2006).

Les virus transmis se répartissent en trois genres appartenant à des familles différentes: phlebovirus (famille des Bunyaviridae, présents dans l'ancien Monde et le nouveau Monde), Orbivirus (famille des Reoviridae, présents dans le nouveau Monde) et Vesiculovirus (famille des Rhabdoviridae. présents dans l'ancien Monde et le Nouveau Monde). Dans la région méditerranéenne, seuls les phlébovirus sont impliqués en médecine (Izri *et al.*, 2006).

En Algérie, quelques études sur les phlébovirus transmis par les phlébotomes ont été réalisées et publiées, le premier virus transmis par les phlébotomes détecté était un virus génétiquement lié au virus sicilien à partir d'un pool de femelles *P. ariasi*, à Tizi-Ouzou (Izri *et al.*, 2008).

Par la suite, une autre étude menée dans deux régions (Tizi-Ouzou et Tipaza) a décrit deux

pools positifs, l'un pour l'ARN du virus de Naples chez *P. longicuspis* et l'autre pour l'ARN du virus de type Sicilien chez *P. papatasi*, respectivement (**Moureau *et al.*, 2010**).

### **3.2. Maladies transmises par les diptères vecteurs en Algérie**

Une maladie vectorielle est une maladie dont l'agent pathogène est transmis d'un hôte à un autre par un arthropode vecteur. La maladie résulte donc de l'infection de l'hôte par un agent pathogène pouvant être un virus, une bactérie, un protozoaire ou encore un nématode (**Chuche *et al.*, 2017; Mullen, 2019**).

#### **3.2.1. Paludisme**

Le paludisme est une infection parasitaire à transmission vectorielle de répartition mondiale qui sévit principalement en zone intertropicale. Cinq espèces de plasmodium sont impliquées en pathologie humaine: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae* et *Plasmodium knowlesi* mais c'est essentiellement l'infection par *Plasmodium falciparum* qui est potentiellement mortelle pour l'homme. En 2013, 198 millions de cas de paludisme ont été estimés dans le monde (80% en Afrique subsaharienne) associés à environ 584.000 décès dont 90% observés en Afrique subsaharienne. (**Who, 2014**).

Les parasites du paludisme sont transmis par les moustiques femelles appartenant au genre *Anopheles*. Les moustiques *Anopheles* mâles se nourrissent de jus de plantes et de nectar et ne peuvent donc pas transmettre le paludisme. Le cycle biologique du parasite du paludisme se divise en trois phases. Une se déroule chez le moustique (cycle sporogonique) et deux chez l'hôte humain: cycle érythrocytaire (dans les cellules sanguines) et cycle exo-érythrocytaire (hors des cellules sanguines). (**OMS, 2003**).

Jusqu'au début des années 1960, le paludisme restait hautement endémique en Algérie (700 000 cas par an) et présentait des taux de mortalité extrêmement élevés. Quelques années après l'indépendance, le Programme national d'éradication du paludisme a été lancé en 1968 avec le soutien de l'Organisation mondiale de la santé. La lutte (qui a duré plusieurs années) a connu plusieurs phases consécutives : attaque, maintien et consolidation à long terme, différentes actions antipaludiques étant prises à chaque étape du programme antipaludique. Les résultats enregistrés dans le cadre du programme national de lutte antipaludique du pays ont été satisfaisants, mais depuis 1988 on constate une baisse de vigilance. En 1988, le paludisme importé est revenu et est devenu dominant, représentant plus de 80 % des cas (163 cas). 188 passant à plus de 95 % (254/256) en 1980. Toutefois, la phase de consolidation est toujours en cours. Ces dernières années, le nombre total de cas signalés chaque année est passé de 18

en 1978 à 297 en 1997 et 541 en 2000. Alors que le nombre de cas de paludisme continue d'augmenter, les cas de paludisme importés continuent d'augmenter. L'espèce de Plasmodium la plus courante est Plasmodium falciparum (plus de 70 % des cas) (**Bouziani, 2002**).

**Les symptômes:** Fièvre, céphalées, courbatures intenses, troubles digestifs, hépatosplénomégalie (**Pino et al, 2019**). anémie et déclenche des accès fébriles avec des frissons (**Labed, 2019**).

### 3.2.2. la dengue

La dengue, maladie à transmission vectorielle, est devenue une préoccupation majeure de santé publique internationale (**Daude et al., 2015**).

La dengue est une infection virale qui se transmet du moustique à l'homme. Elle est plus fréquente dans les climats tropicaux et subtropicaux. (**Waggoner, 2016**).

**-Symptômes:** La plupart des personnes atteintes de dengue n'ont pas ou peu de symptômes et se rétablissent au bout d'une à deux semaines. Dans de rares cas, la dengue peut être grave et entraîner la mort. Si des symptômes apparaissent, ils commencent généralement 4 à 10 jours après l'infection et durent 2 à 7 jours. Les symptômes peuvent inclure une forte fièvre (40°C/104°F), des douleurs derrière les yeux, des douleurs musculaires et articulaires, un gonflement des ganglions, des éruptions cutanées. (**Bhatt, 2013**).



**Figure 13 : Les symptômes de dengue (ECDC).**

**Transmission:** Le virus de la dengue est transmis à l'homme par les piqûres de moustiques femelles infectés, principalement le moustique *Aedes aegypti*. D'autres espèces du genre *Aedes* peuvent également servir de vecteurs. (**Brady, 2012**).

Le virus de la dengue (DENV), appartenant à la famille des Flaviviridae, le genre Flavivirus peut se propager par deux cycles : cycle forestier ou cycle endémique, principalement décrit en Afrique et Asie, correspondant à la voie de transmission du DENV d'un singe à l'autre. Toujours. Paille et Ae. Africain. C'est ce cycle qui a été initialement décrit chez les primates Zones rurales (les signes représentent des réservoirs forestiers). (Duong *et al.*, 2009).

### 3.2.3. Chikungunya

La fièvre chikungunya (chik-un-GUN-yuh) est une maladie causée par un virus transmis par les moustiques. Son nom signifie "se penche vers le haut" ou "marche voûtée", car l'infection provoque de graves douleurs articulaires et musculaires. (www.cdc.gov/ncezid)

**-Les symptômes:** yeux rouges. Les symptômes du chikungunya apparaissent souvent dans les 2 à 7 jours suivant la piqûre d'un moustique infecté. (www.cdc.gov/ncezid).

La fièvre Chikungunya (CHIK) est une maladie virale émergente caractérisée par d'éruptions cutanées durant 1 à 7 jours. La maladie est presque spontanément résolutive et rarement mortelle. Le virus Chikungunya (CHIKV) est un virus à ARN appartenant à la famille des Togaviridae, genre Alphavirus. (chhabra *et al.*, 2008).



**Figure 14: Les symptômes de Chikungunya (Simon *et al.*, 2011).**

**-Transmission:** Le virus du chikungunya est principalement transmis à l'homme par la piqûre d'un moustique infecté, principalement *Aedes aegypti* et *Ae. albopictus*. Le chikungunya ne se transmet pas d'une personne à l'autre. Mais les moustiques attrapent le virus en piquant une personne infectée. (www.cdc.gov/ncezid).

En Afrique, plusieurs autres moustiques vecteurs ont été impliqués dans la transmission de la maladie, notamment les espèces *Aedes albopictus* et *Aedes macula*. Plusieurs animaux, dont

des non-primates, des rongeurs, des oiseaux et de petits mammifères, sont considérés comme des hôtes (OMS, 1963).

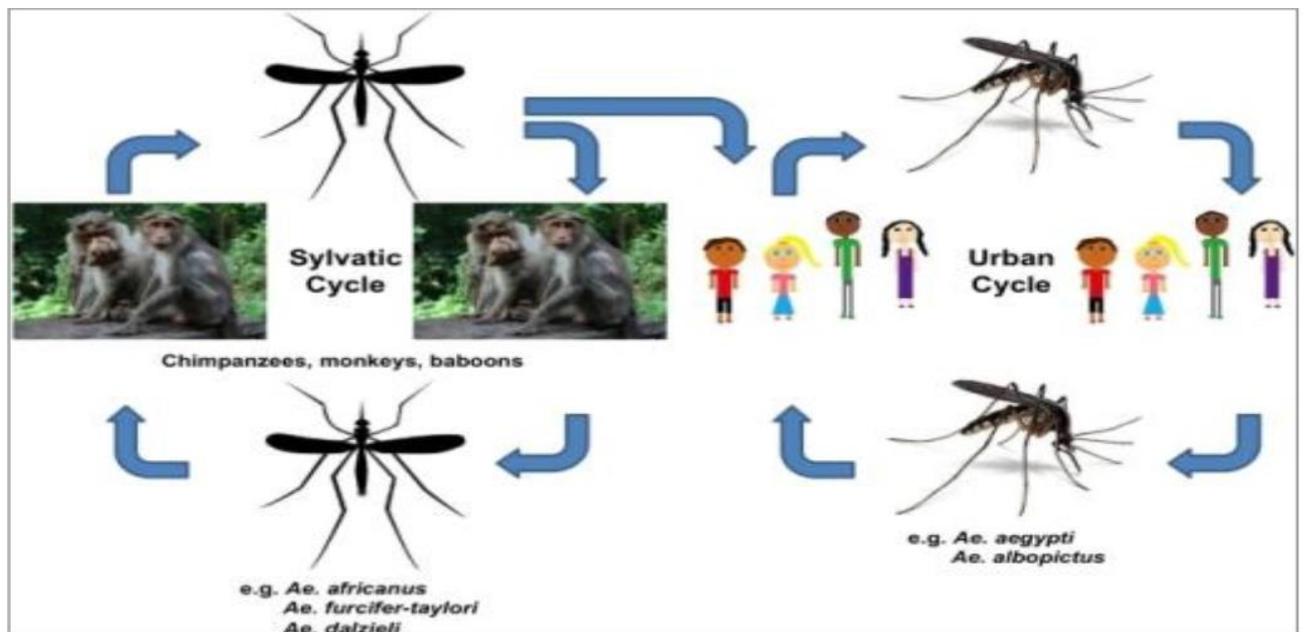


Figure 15: Transmission de Chikungunya ([www.cdc.gov/nceid](http://www.cdc.gov/nceid)).

### 3.2.4. virus Zika

de la famille des virus Flaviviridae. Il est propagé par les moustiques *Aedes* actifs pendant la journée, tels que *A. aegypti* et *A. albopictus*. L'infection par le virus Zika pendant la grossesse est une cause de microcéphalie et d'autres malformations congénitales chez le nourrisson. Son nom vient de la forêt de Zika en Ouganda, où le virus a été isolé pour la première fois en 1947 (Miranda-Filho *et al.*, 2017).

**-Les symptômes:** La plupart des personnes infectées par le virus Zika ne développent pas de symptômes. Parmi ceux qui se manifestent, ils commencent généralement 3 à 14 jours après l'infection, sont généralement bénins et comprennent une éruption cutanée, de la fièvre et durent généralement 2 à 7 jours. Ces symptômes sont communs à d'autres maladies arbovirales et non arbovirales, le diagnostic d'infection par le virus Zika doit donc être confirmé en laboratoire. (Krauer *et al.*, 2017).

**Transmission:** par des moustiques infectés du genre *Aedes* (*Stegomyia*), principalement *Aedes aegypti*, dans les régions tropicales et subtropicales. Les moustiques *Aedes* piquent généralement pendant la journée. Ces moustiques transmettent également la dengue, le chikungunya et la fièvre jaune urbaine. (Musso *et al.*, 2019).

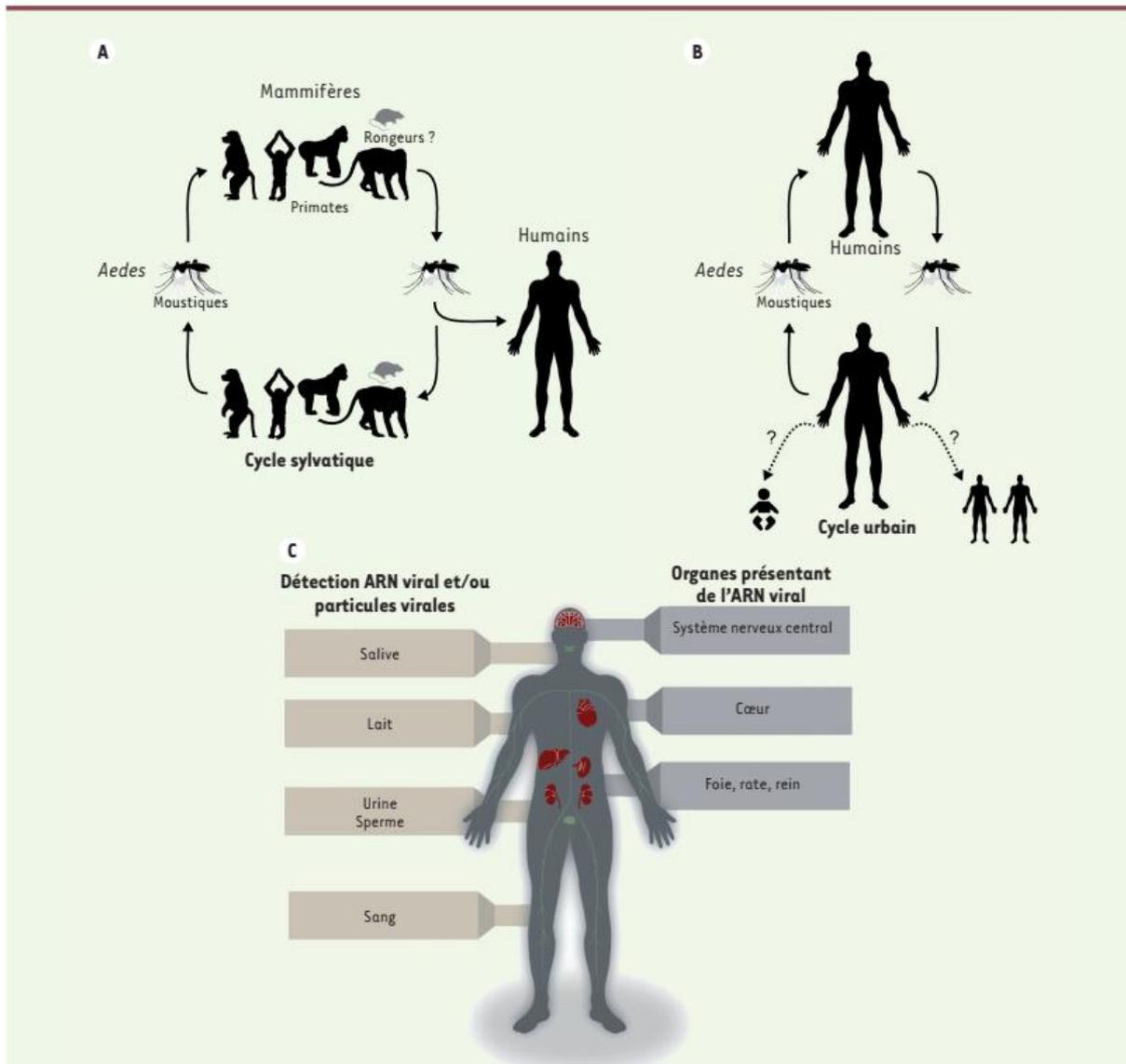


Figure 16: Transmission de virus Zika (Darwich, 1983).

### 3.2.5. Fièvre de la vallée du Rift

La fièvre de la vallée du Rift (FVR) est causée par (FVRV) que l'on trouve dans la majeure partie de l'Afrique subsaharienne, en particulier en Afrique de l'Est et en Afrique australe. Le virus de la fièvre de la vallée du Rift est véhiculé par des moustiques et peut se propager à l'homme et aux animaux, notamment les vaches, les buffles, les moutons, les chèvres et les chameaux. (Adam et Karsany, 2008).

La maladie a connu sa première identification au Kenya en 1930, le virus de la FVR a gagné presque tous les pays Africains, à l'exception notable des pays du Maghreb jusqu'en 2008 où des enquêtes ont été menées dans la région méditerranéenne y compris l'Algérie et le Maroc et en 2000 (Affsa, 2008).

Dans le sud de l'Algérie et du Sahara occidental, des échantillons collectés en 2008 ont montré une séroprévalence comprise entre 1% et 5 % chez les chèvres, moutons et dromadaires dans la wilaya de Tindouf et de 5 à 10 % dans les régions de Bir Lahlou, Tifariti et Mehaires, autour des lacs salés (chotts) du Sahara occidental (Di Nardo *et al.*, 2014).

**-Symptômes:** Les symptômes commencent deux à six jours après l'exposition au virus de la FVR. Les personnes atteintes de FVR ne présentent souvent aucun symptôme ou une maladie légère comprenant de la fièvre, des douleurs dorsales et des vertiges. En général, les patients se rétablissent sans traitement dans les deux à sept jours suivant l'apparition des symptômes. (Aghaa et Rhaymah, 2013).

**-Transmission:** par des moustiques infectés de l'espèce Aedes. (Balenghie *et al.*, 2013). La fièvre de la vallée du Rift est une virose d'évolution aiguë avec une période d'incubation courte tant chez l'animal que chez l'Homme, souvent seulement de quelques dizaines heures à quelques jours. Il existe deux modalités principales de transmission de La FVR à l'Homme soit par piqûres de moustiques infectés, soit par contact direct avec des animaux infectés et/ou malades. (pépin, 2011).

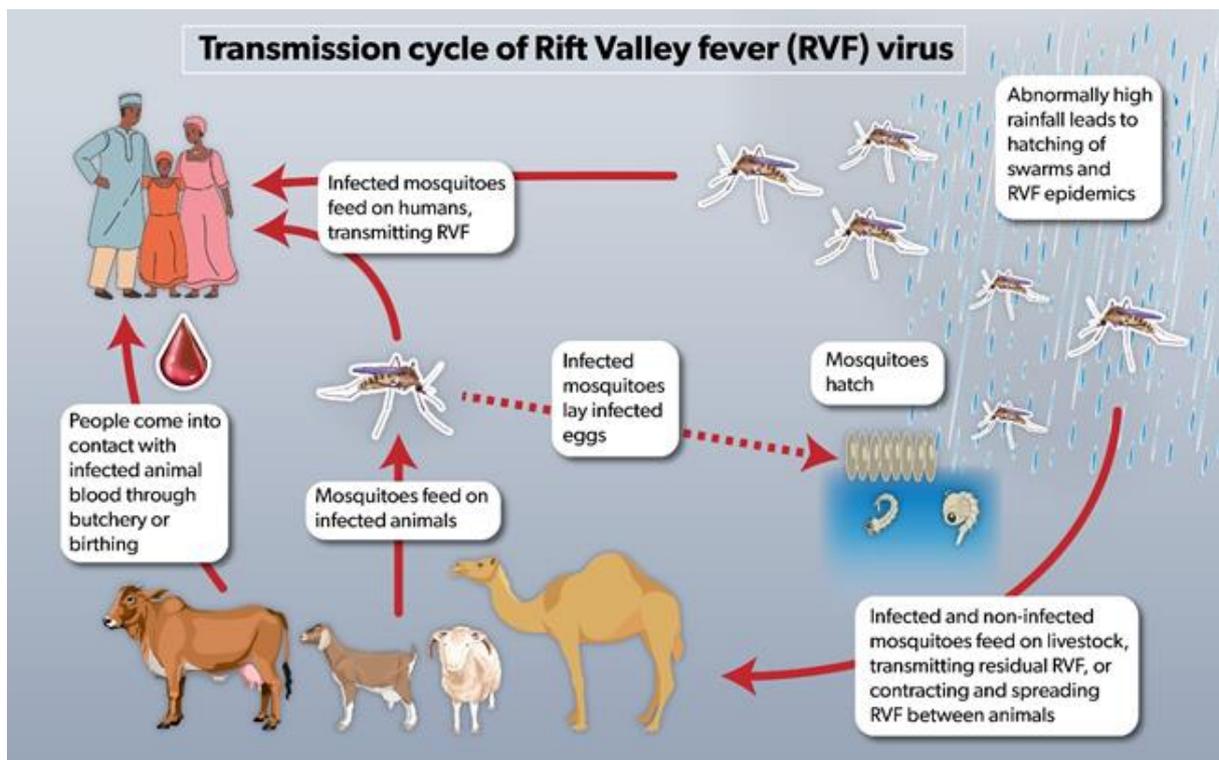


Figure 17 : Transmission de Fièvre de la vallée du Rift (Balenghie *et al.*, 2013).

### 3.2.6. Filariose

La filariose , communément appelée éléphantiasis, est une maladie tropicale négligée. L'infection se produit lorsque des parasites filaires sont transmis à l'homme par l'intermédiaire de moustiques. L'infection est généralement contractée pendant l'enfance et provoque des lésions cachées du système lymphatique. Les manifestations visibles de la maladie, douloureuses et profondément défigurantes .([www.cdc.gov](http://www.cdc.gov)).

Les vecteurs des filarioses humaines sont tous des arthropodes femelles hématophages, appartenant à la classe des insectes et à l'ordre des diptères. Comme tous les arthropodes, ce sont des animaux invertébrés, dont le corps est segmenté. Ils appartiennent à 4 principales familles : invertébrés, dont le corps est segmenté. Ils appartiennent à 4 principales familles : Les taons, les moustiques ,les Simulies et les moucheron piqueurs.(**Euzéby, 2008**). -

**symptômes:**La plupart des personnes infectées par les vers responsables de la filariose lymphatique ne présentent jamais de symptômes. D'autres ne développent des symptômes que plusieurs années après l'infection. Mais pour ceux qui en ont, les signes et symptômes de la filariose lymphatique peuvent être les suivants , un gonflement des jambes , ou un gonflement du sac scrotal, généralement chez les hommes adultes ,un durcissement ou un épaissement de la peau.(**Lourens et Ferrell, 2019**).

**-Transmission:**La filariose est causée par une infection par des parasites classés comme nématodes (vers ronds) de la famille des Filariodidea. Il existe trois types de vers filaires :

- Wuchereria bancrofti, responsable de 90 % des cas
- Brugia malayi, qui est à l'origine de la plupart des cas restants
- Brugia timori, qui provoque également la maladie.

Les moustiques sont infectés par des microfilaires en ingérant du sang lorsqu'ils piquent un hôte infecté. Les microfilaires se transforment en larves infectieuses à l'intérieur du moustique. Lorsque des moustiques infectés piquent des personnes, les larves parasitaires matures se déposent sur la peau, d'où elles peuvent pénétrer dans l'organisme.(**Hawking et Garnham, 1997**).

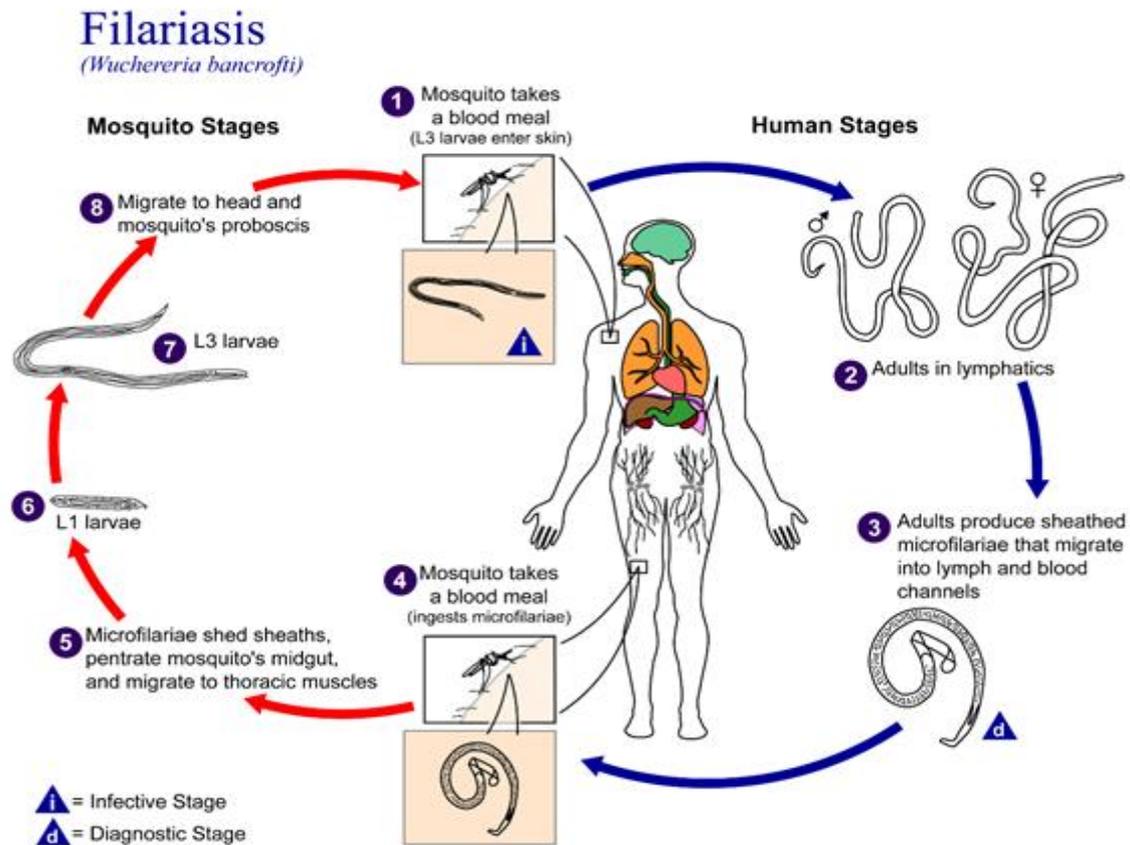


Figure 18 : Transmission de Filariose (Hawking et Garnham, 1997).

### 3.2.7. Onchocercose (cécité des rivières)

L'Onchocercose est une maladie causée par l'invasion de l'organisme humain par des vers filiformes appartenant à l'espèce *Onchocerca volvulus*, transmis par les mouches noires de la famille des Simuliidae. Elle touche plus de 25 millions de personnes principalement en Afrique et en Amérique centrale. Sa gravité tient surtout à la grande fréquence des cécités qu'elle provoque chez les populations vivant au bord des rivières d'où son nom de cécité des rivières (TDR, 2005). Elles sont causées par d'autres parasites du genre *Onchocerca*, comme *O. fasciata* ou *O. gutturosa*. Les parasites responsables de ces maladies chez les animaux ont aussi pour vecteur les simulies, mais aussi les culicoïdes (Duvall et Boireau, 2015).

**symptômes:** L'onchocercose est une maladie des yeux et de la peau. Les symptômes sont causés par les microfilaries, qui se déplacent dans le corps humain dans le tissu sous-cutané et induisent des réponses inflammatoires intenses lorsqu'elles meurent. Les personnes infectées peuvent également développer des lésions oculaires qui peuvent entraîner une déficience visuelle et une cécité permanente. (Taylor et al., 2010).

**-Transmission:** Dans le corps humain, les vers adultes produisent des larves (microfilaries) qui migrent vers la peau, les

yeux et d'autres organes. Lorsqu'une femelle du ver simulium pique une personne infectée pour prendre un repas de sang, elle ingère également des microfaires qui se développent dans son corps et qu'elle transmet à son tour à un autre être humain par morsure. (Taylor *et al.*, 2010).

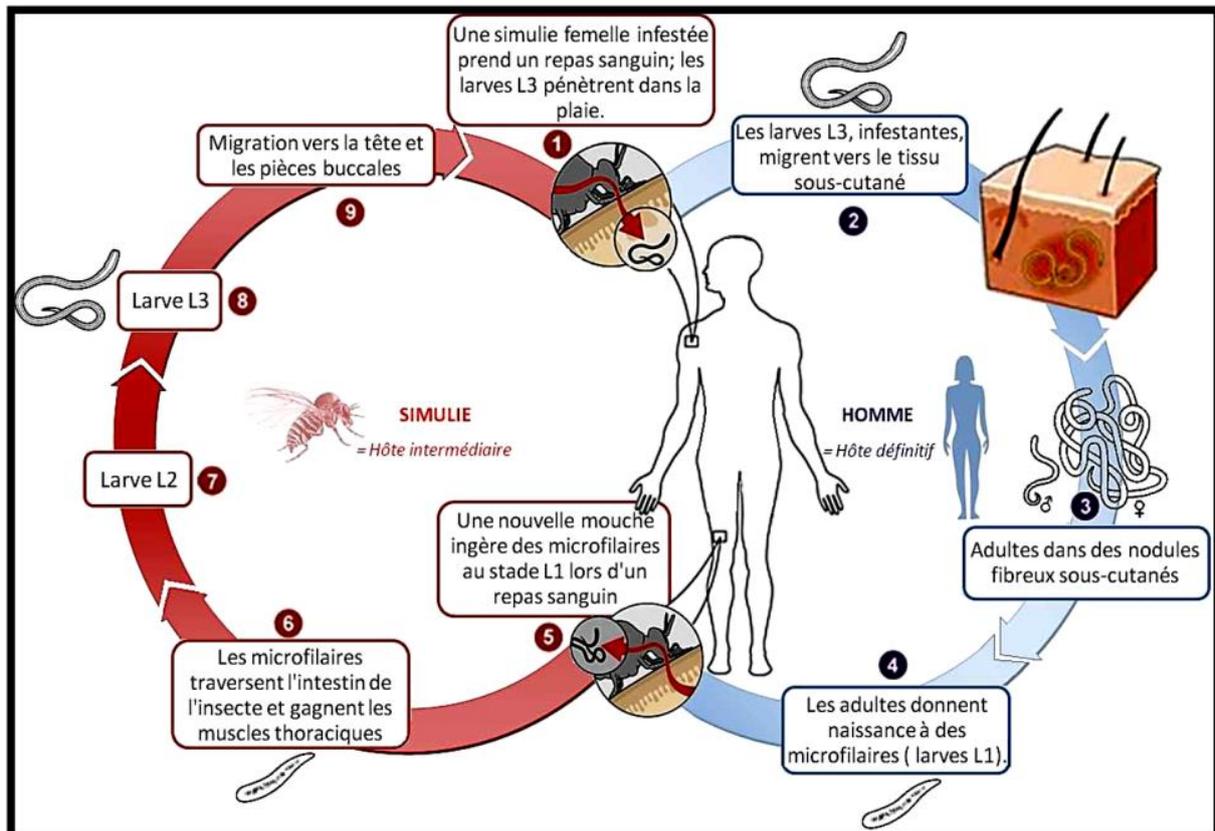


Figure 19: Transmission de L'onchocercose (Lepori, 2013).

### 3.2.8. Fièvre de la Simulium

Le simulium (mouche noire) est un genre d'insectes qui préfère les eaux vives (fortement oxygénées). Ces insectes piqueurs sont principalement connus pour leur nuisance, mais présentent des risques sanitaires importants. (Knottenbelt et Pascoe, 2014).

-**Symptômes:** papules et papules douloureuses.. (Knottenbelt et Pascoe, 2014).

-**Transmission:** Dans d'autres parties du monde, la lutte contre le simulium est axée sur la capacité de l'insecte à véhiculer des maladies, principalement une forme de filariose sous-cutanée appelée onchocercose (cécité des rivières). L'onchocercose est causée par un nématode transporté par les mouches noires. Lorsqu'une mouche pique, le nématode passe

dans la circulation sanguine où il peut migrer vers les yeux, provoquant la cécité. L'homme et le bétail sont tous deux sensibles à la maladie. (Knottenbelt et Pascoe, 2014).

### 3.2.9. Leishmaniose cutanée et viscérale

Les Leishmanioses sont des affections cutanées ou viscérales dues à des protozoaires flagellés appartenant au genre *Leishmania* de la famille des Trypanosomatidae, transmis par la piqûre de certaines espèces de diptères du genre *Phlebotomus* et du genre *Lutzomyia*. C'est une parasitose des zones intertropicales (hormis l'Océanie) et tempérées chaudes, signalée dans 88 pays répartis en 5 foyers : méditerranéen, chinois, indien, africain et d'Amérique latine. La prévalence de la maladie est estimée à 12 millions et l'incidence à 2 millions (1,5 millions de leishmanioses cutanées dont 90 % en Algérie, Afghanistan, Arabie Saoudite, Brésil, Iran, Pérou, Syrie et 500 000 leishmanioses viscérales dont 90 % au Bangladesh, Brésil, Inde, Népal, Soudan) (TDR, 2005).

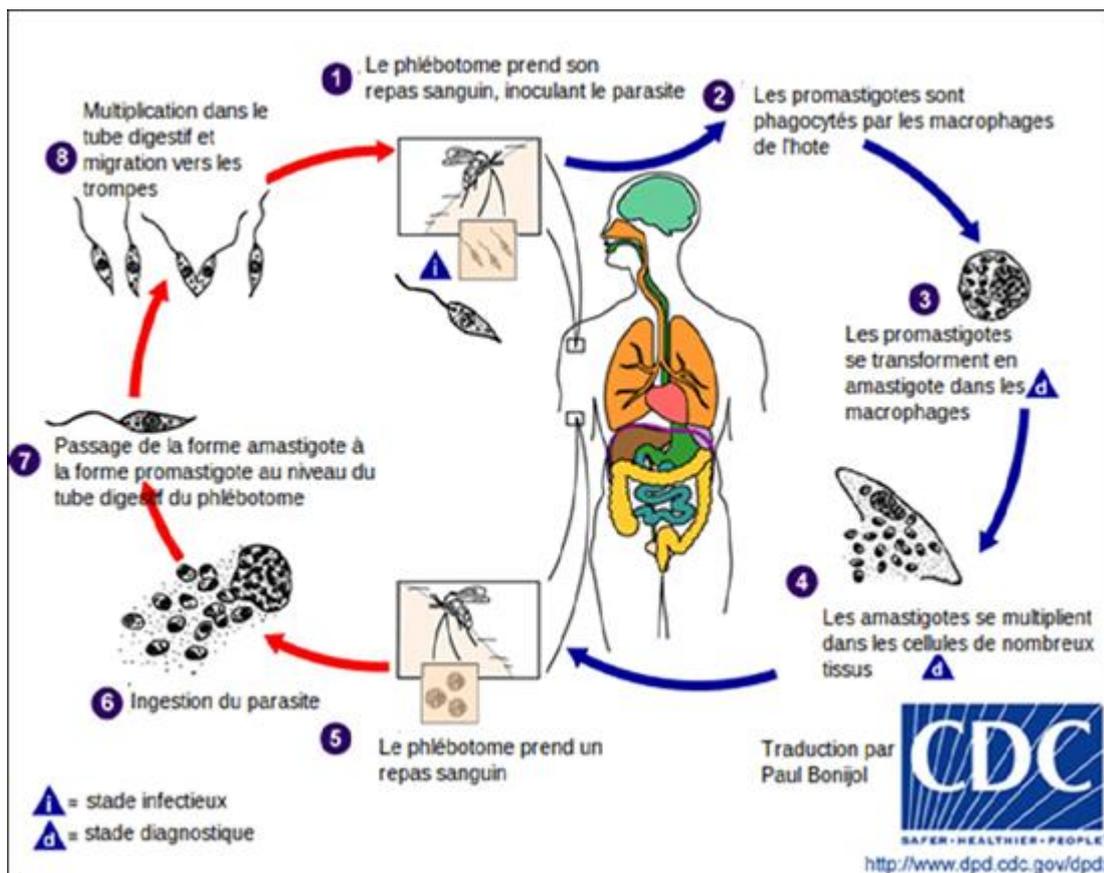


Figure 20: Cycle de vie du parasite *Leishmania* (www.dpd.cdc.gov/dpdx).

### **3.2.10.1. Leishmaniose cutanée**

#### **3.2.10.1.1. Leishmaniose cutanée zoonotique (LCZ)**

La leishmaniose cutanée à (*L.*) *major* zoonotique correspond au « clou de Biskra », transmise par *Phlebotomus papatasi* et admet les rongeurs sauvages (*Psammomys obesus* et *Meriones shawi*) comme réservoir. Le réservoir de la leishmaniose cutanée zoonotique est représenté essentiellement par deux rongeurs sauvages gerbillidés : Le premier découvert est naturellement infesté par *L. major* au niveau du foyer de M'sila, le *Psammomys obesus* (**Belazzoug, 1983**), et le second, *Meriones shawi*, au niveau du foyer de Ksar chellala (**Belazzoug, 1986**). Elle regroupe presque la quasi-totalité des cas des (LC) algériens et s'observe à l'état endémo épidémique dans les régions steppiques, arides et semi-arides, principalement au niveau de la frange nord du Sahara (**Harrat et al., 1995**).

#### **3.2.10.1.2. La leishmaniose cutanée du nord ou sporadique (LCN ou LCS)**

Autrement dite « clou de Mila », elle s'étend sur tout le littoral et le Tell algérien et s'observe de façon permanente durant toute l'année (**Bachi, 2006**). La leishmaniose cutanée du nord transmise par *Phlebotomus perfiliewi* (**Benikhlef et al, 2004**).

La leishmaniose cutanée à *Leishmania killicki*: Cette forme est récemment identifiée en Algérie à Ghardaïa, elle sévit de façon endémique et coexiste dans le même foyer où la LCZ. (**Harrat et al., 2009**).

### **3.2.10.2. Leishmaniose viscérale**

La LV se distribue sur toute la partie nord du pays au niveau des étages bioclimatiques humides et subhumides et sa distribution géographique correspond à celle de la leishmaniose canine (**Harrat et al., 1995**).

#### **3.2.10.2.1. Leishmaniose viscérale infantile**

C'est la forme la plus fréquente dans le pourtour du bassin méditerranéen. Ce sont les très jeunes enfants, préférentiellement entre un âge 4 ans, qui sont le plus souvent atteints. *Leishmania infantum* zymodème principal agent isolé chez les enfants atteints de

leishmaniose viscérale; il a pour réservoir le chien et comme vecteur principal *Phlebotomus perniciosus* (Bachi, 1993).

### 3.2.10.2.1. Leishmaniose viscérale de l'adulte

Cette forme est beaucoup moins fréquente chez l'adulte. Belazzoug et ses collaborateurs ont recensé 7 cas entre 1975 et 1985. Il peut s'agir de forme fébrile prolongée. Les signes cutanés sont prédominants, d'installation brutale rendant le diagnostic difficile (Bachi, 2006).

### 3.2.10. Fièvre de Papatasi

Fièvre de pappataci maladie infectieuse fébrile causée par un phlébovirus (famille des Bunyaviridae) et entraînant une incapacité temporaire, marquée initialement par des symptômes abdominaux symptômes : Dans les deux à cinq jours suivant l'exposition, les personnes infectées ressentent une sensation de lassitude, une détresse abdominale et des vertiges, suivis dans la journée d'une sensation de froid. Une augmentation rapide de la température - atteignant (38,8 à 40,3 °C) survient le lendemain ou le surlendemain. Comme pour la dengue;

**-Symptômes:** comprennent des douleurs musculaires et articulaires intenses et une rougeur du visage.

**-Transmission :** elle est transmise à l'homme par la femelle suceuse de sang de la mouche des sables (notamment Phlébotomes papatasi, *P. perniciosus*, et *P. perfiliewi*). (Dedet *et al.*, 1984).

*Phlebotomus papatasi* se localise préférentiellement dans la zone steppique nord Saharienne. Il est plus rare dans le semi-aride et exceptionnel dans le subhumide. Il se trouve avec un maximum de fréquence dans les stations de basse altitude, mais il atteint 1000 mètres dans l'étage aride. *Phlebotomus papatasi* est rencontrée dans tous les types de biotopes et dans la région de Biskra (Dedet *et al.*, 1984; Sargent et Parrot, 1929). A Laghouat, Bechar et Biskra, il est abondant à l'intérieur ou sur les murs extérieurs des habitations (Dedet *et al.*, 1984).

### 3.2.11. Fièvre boutonnée

La fièvre boutonneuse est une maladie due à une bactérie de la famille des rickettsies, *Rickettsia conorii* subsp *conorii* est la principale rickettsiose dans le bassin méditerranéen et également endémique en Afrique (Raoult *et al.*, 1986).

Cette maladie est le plus souvent bénigne mais peut s'accompagner dans 5 à 16% des cas de complications graves (**Botelho et al., 2011**). Quatre jours plus tard apparaît une éruption maculo-papuleuse qui s'étend sur tout le corps excepté le visage. L'évolution est généralement favorable en quelques jours mais dans 6 à 7% des cas, chez les sujets fragiles (personnes âgées, cirrhotiques, immunodéprimées, diabétiques...) elle peut se transformer en forme sévère. L'éruption est alors souvent purpurique et fébrile avec ictère, hépatomégalie, infiltration pulmonaire, coagulation intravasculaire disséminée (CIVD) et anomalies neurologiques. L'évolution en est mortelle dans 1/3 des cas soit environ 2 % des cas totaux (**Mouffok, 2018**).

### **3.2.12. Fièvre du Nil occidental**

Initialement, la fièvre West Nil était considérée comme un arbovirus mineur, essentiellement responsable chez l'homme d'infections asymptomatiques ou de syndromes pseudo-grippaux. ou de syndromes grippaux, et plus rarement d'encéphalite pouvant être mortelles. La situation a changé dans les années 1990 avec des épidémies comprenant de nombreux cas humains, comme en Algérie (1994), en Roumanie (1996), en Tunisie (1997), , et des cas équins au Maroc (1996), en Italie (1998), en France (2000) (**Zeller et Schuffenecker, 2004**). Cette Maladie est endémique et largement distribuée en Afrique subsaharienne (**Murgue et al., 2002**).

Une épidémie éclate dans l'Oasis algérienne entre août et septembre 1994. Timimoun est située au milieu du désert du Sahara. Environ 50 cas ont développé une forte fièvre et des symptômes physiques du système nerveux : Il y a 20 cas cliniques d'encéphalite et 8 décès. La sérologie du WN a été réalisée sur 18 cas (14 cas cliniques et 4 cas suspects), dont 17 avaient trouvé positif au virus. Quinze patients, dont deux décédés. (**Le Guenno et al., 1996**).

En Algérie, une enquête sérologique réalisée sur 165 humains en 2011, a révélé 16 (10%) individus positifs pour les anticorps du VWN (**Giese et al., 2012**). C'est la seule preuve de la circulation du virus, au pays, obtenue depuis l'épidémie qui a eu lieu à Tinerkouk (Wilaya d'Adrar) en 1994. En octobre 2012, le laboratoire national Français de référence pour les arbovirus a diagnostiqué un cas mortel (neuro-invasive) du au VWN importé d'Algérie. Le cas, âgé de 74 ans, résidant en France, avait voyagé en Algérie: du 24 août au 11 septembre de la même année, il aurait séjourné à Jijel (Wilaya du Nord-Est du pays) (**Episouth, 2012**).

### 3.2.13. Trypanosomiase

La Trypanosomose Humaine Africaine (THA) ou maladie du sommeil est une affection parasitaire endémique touchant de nombreux pays de l'Afrique Subsaharienne (**Simarro et al., 2012**). Cette parasitose est causée par deux sous-espèces de trypanosomes appartenant à l'espèce *Trypanosoma brucei* (*T. b*) sensu lato (s.l.) (**Büscher et al., 2017**). La transmission de ces trypanosomes d'un hôte à un autre est assurée de manière cyclique par les glossines ou mouches tsé-tsé (**Larivière, 1978**). Les tabanidés (les genres *Tabanus*, *Atylotus*, *Chrysops*, *Lyperosia* et *Haematopota*) sont les insectes les plus souvent impliqués dans la transmission mécanique de *T. evansi*. Leur piqûre est douloureuse, ce qui provoque des réactions de défense de la part de l'hôte (**Abdeslam et al., 2002**). En Afrique, *T. evansi* est présent dans tous les pays où les camélidés sont présents, notamment en Afrique sahélienne et du Nord africain (Algérie et Maroc). La maladie porte divers noms (Mbori, Salaf, Debab, Tahaga, Mal, Surra) (**Desquenes, 2008**).

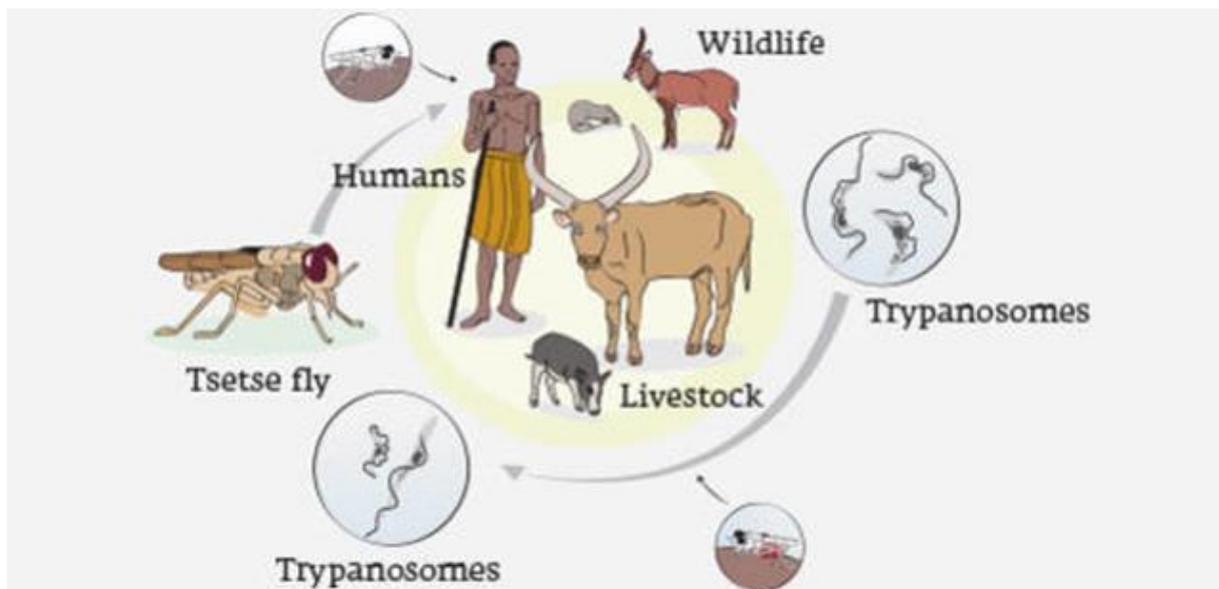


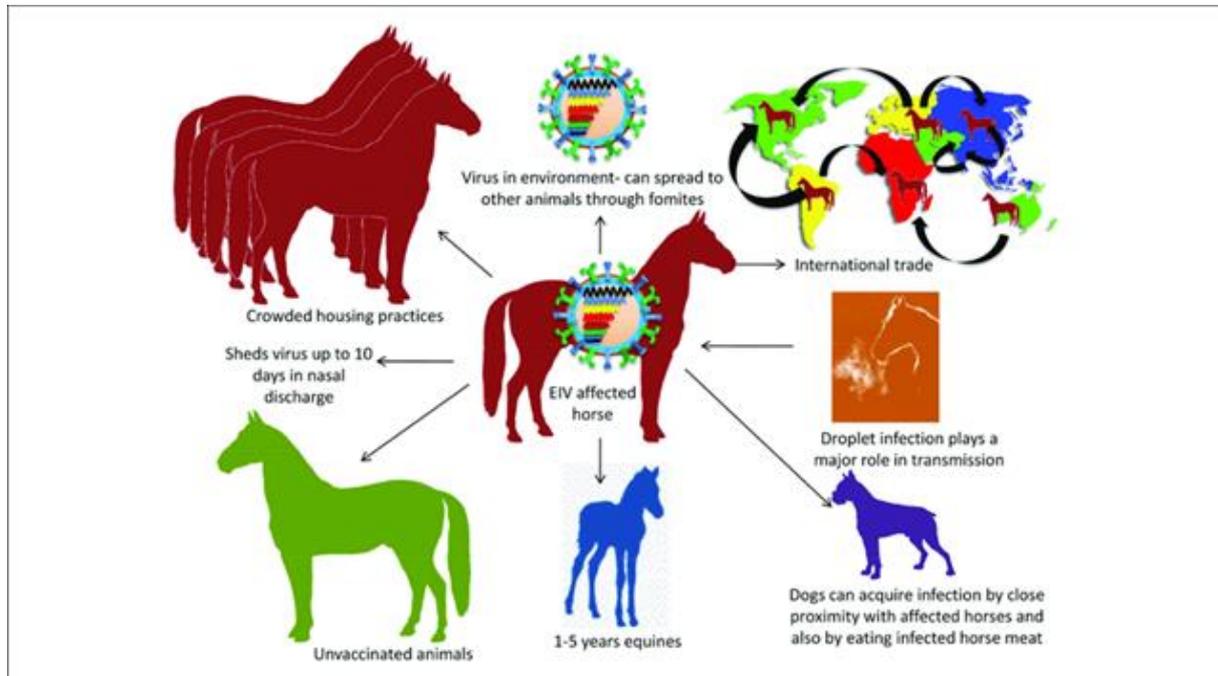
Figure 21 : Transmission de Trypanosomiase(Kennedy, 2014).

### 3.2.14. Anémie infectieuse équine

L'anémie infectieuse des équidés (AIE) est une maladie infectieuse des équidés causée par un virus. L'agent responsable de l'anémie infectieuse équine est un virus à ARN, classé dans le genre *Lentivirus*, de la famille des *Retroviridae*. (**Archer et al., 1977**).

**-Symptômes:** anémie, jaunisse, pétéchies sur les muqueuses, épistaxis, œdème dépendant, faiblesse musculaire. (**Axthelm et Krakowka, 1982**).

**-Transmission:**Le virus de l'AIE se transmet entre chevaux infectés et non infectés par transfert de sang ou de produits sanguins. Cela se produit le plus souvent lors de l'alimentation interrompue de grands insectes hématophages, en particulier de la famille des tabanidae (taons et mouches à chevreuil).( **Banks, 1975**).



**Figure 22: Transmission de Anémie infectieuse équine ( Banks *et al.*, 1972).**

### 3.3. Mécanismes de transmission des agents pathogènes par les diptères vecteurs

Les composants d'un cycle de transmission d'une maladie vectorielle sont : un agent pathogène qui peut se développer et/ou se multiplier sur les tissus de l'hôte et du vecteur, un hôte qui développera un niveau d'infection permettant la transmission au vecteur et un vecteur acquérant le parasite depuis un hôte et pouvant en assurer la transmission. On peut parler de pathosystème (**Eigenbrode *et al.*, 2018**).

La transmission à vecteur l'agent infectieux est transmis à un hôte sensible par l'intermédiaire d'un individu d'une autre espèce. Lorsque le vecteur est un insecte piqueur (e.g. moustique, puce) il rend de plus possible la transmission par voie intraveineuse, par exemple par l'injection de salive infectée pendant la piqûre (e.g. maladie de Lyme transmise par les tiques Irodes,( **Crippa *et al.*, 2002**), ou dengue par le moustique *Aedes aegypti*, (**Salazar *et al.*, 2007**).

Les agents pathogènes de ces maladies ont évolué afin de pouvoir tolérer les conditions de vie au sein de l'hôte et du vecteur. Ils doivent par exemple pouvoir tolérer les hautes températures corporelles d'un hôte vertébré tout comme celles plus basses de certains vecteurs comme les insectes. La transmission du pathogène peut être horizontale ou verticale . La transmission horizontale correspond à la transmission du pathogène entre vecteurs. Elle peut se faire directement d'un vecteur à un autre ou au travers d'un hôte. La transmission verticale correspond à la transmission directe du pathogène d'une génération à l'autre ou au cours des différents stades de développement du vecteur (**Mullen,2019;Jeger, 2020**).

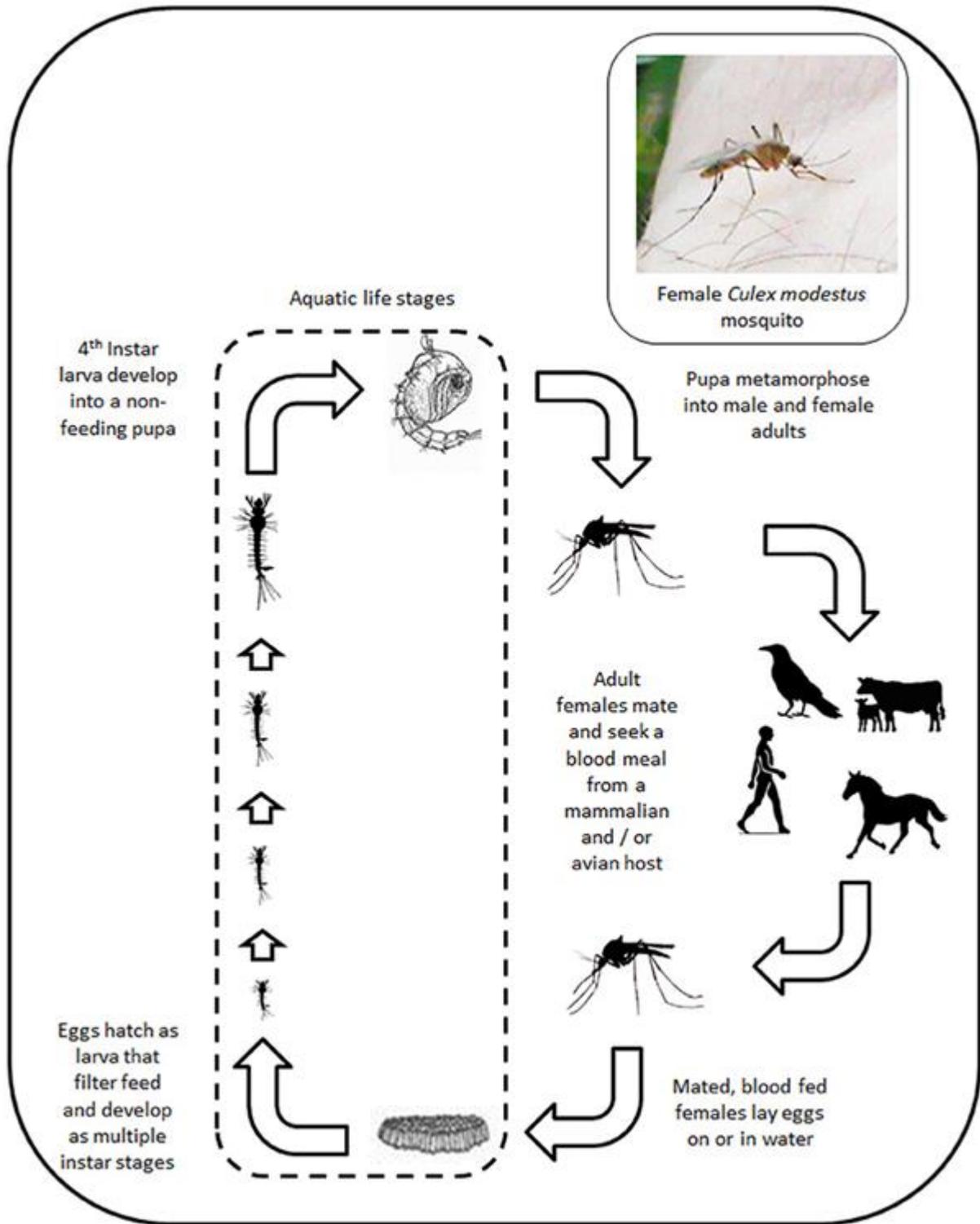
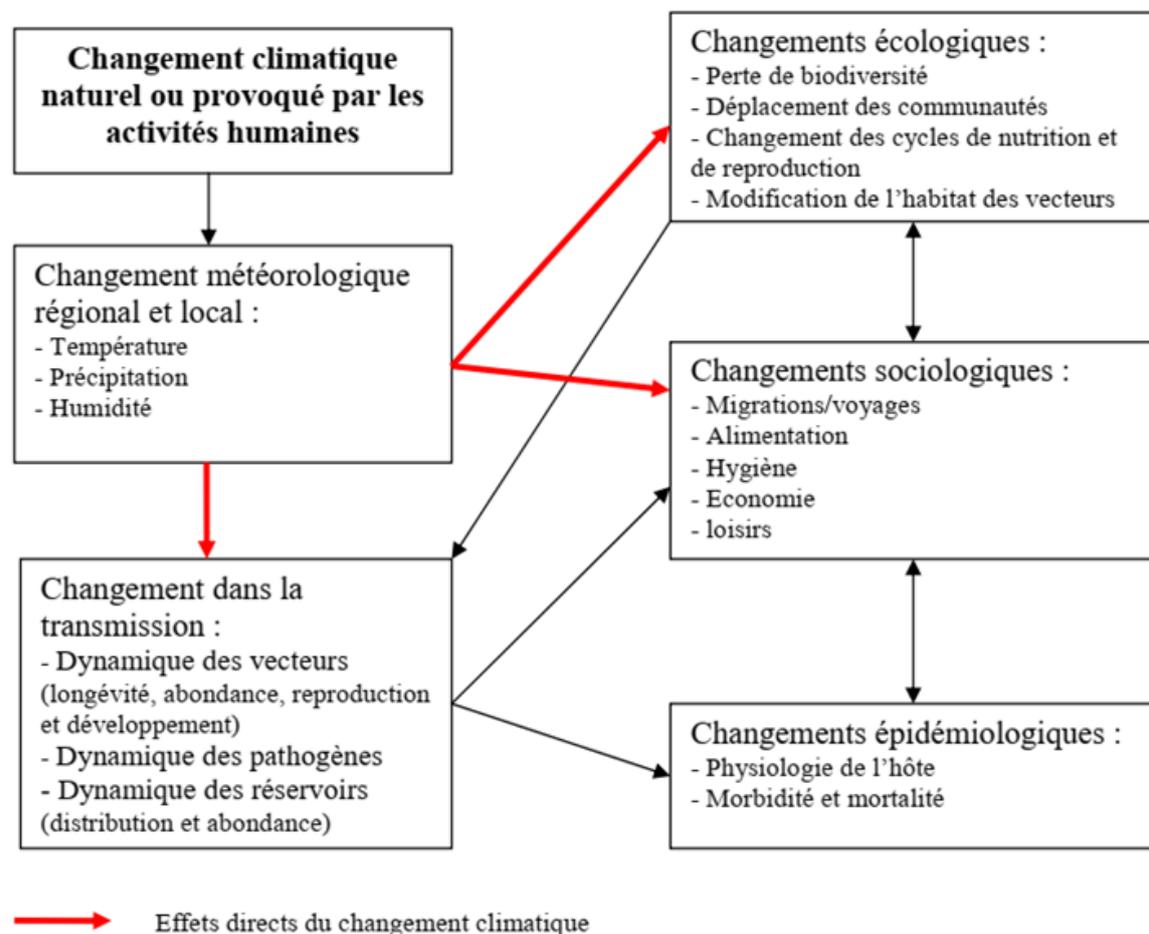


Figure 23: Représentation schématique de la transmission vectorielle.

### 3.4. Facteurs influençant le risque de transmission des maladies vectorielles

Les arthropodes vecteurs sont très sensibles aux conditions environnementales (climat, végétation...) qui régulent leur dynamique de populations. Des changements de ces conditions

auront généralement un impact important sur les dynamiques de transmission de la maladie (Gubler, 2001).



**Figure 24: Les impacts du changement climatique (Chan *et al.*, 1999;Gubler *et al.*, 2001).**

On peut supposer que l'impact du réchauffement climatique sur les maladies à transmission vectorielle pourrait se décliner en (Rodhain, 2000) :

-une augmentation des aires de distribution des vecteurs et des foyers de maladies (en latitude et en altitude) ;

-une augmentation des période d'activités des vecteurs au cours de l'année

-une augmentation possible de la densité des vecteurs jusqu'à une température optimum, au delà de laquelle l'effet inverse pourrait être observé ;

- une augmentation de la longévité des vecteurs ;

-une diminution de la durée d'incubation des agents infectieux.

Si la plupart des maladies à transmission vectorielle se rencontrent essentiellement en zones intertropicales, les effets indiqués ci-dessus vont bien dans le sens d'une émergence ou d'une ré-émergence de ces maladies dans les zones méditerranéennes et tempérées.

Cependant le climat n'est qu'un des nombreux facteurs qui peuvent avoir un impact sur les dynamiques de transmission d'une maladie vectorielle. Tout autre changement environnemental ou écologique, provoqué par un phénomène naturel ou par les activités humaines, peut avoir une influence sur l'émergence d'une maladie infectieuse. En effet, les modifications de la couverture des sols (déforestation, urbanisation...), les changements des pratiques agricoles, la construction de routes..., peuvent altérer la balance écologique fragile d'un système vectoriel, en ayant des conséquences sur la reproduction et le développement des vecteurs et des agents pathogènes, ainsi que sur la transmission de la maladie (**Patz *et al.*, 2000; Artois *et al.*, 2003**).

L'accroissement exponentiel des transports internationaux de biens et de personnes s'accompagne d'une augmentation du risque d'importation de maladies vectorielles et de la possibilité d'une transmission locale si des circonstances adéquates étaient réunies (**Gubler *et al.*, 2001**), Jusqu'ici les barrières physiques (océans, déserts...) et écologiques limitent la propagation des agents pathogènes et de leurs vecteurs, mais celles-ci sont dorénavant franchies en quelques heures par les avions (**Artois *et al.*, 2003**).

## Chapitre 4. Surveillance, lutte et prévention contre les diptères vecteurs en Algérie

### 4.1. Surveillance des diptères vecteurs

La surveillance correspond à une méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte. (Toma *et al.*, 2009).

**-Opérations sur le terrain** : les mesures suivantes faciliteront l'élaboration d'un plan de surveillance :

- identification du vecteur visé et évaluation de l'ampleur de la menace pour la santé publique
- évaluation de l'ampleur de l'invasion, de l'adaptation du vecteur, de sa prolifération et de sa capacité à s'établir au sein de l'écosystème local ;
- propagation géographique dans l'environnement local ;
- prélèvement d'échantillons sur le terrain ;
- conservation des échantillons ;
- transport des échantillons au laboratoire ;
- identification des échantillons dans un laboratoire local ou expédition des échantillons à un laboratoire de référence désigné, soit dans le pays, soit à l'étranger (ou encore envoi d'images numérisées à un laboratoire désigné aux fins d'identification) ;
- plan de suivi pour la reprise de la surveillance ou une surveillance périodique (en précisant la fréquence) ;
- préparation d'un rapport de surveillance ;
- Discussion du rapport de surveillance et lancement d'opérations systématiques de lutte si les circonstances sont normales ou réaction et action rapides s'il y a urgence. (OMS, 2005).

**-Les facteurs entomologiques:** de risque à prendre en considération au point d'entrée sont les suivants :

1. nombre d'espèces de vecteurs envahissantes porteuses d'une maladie déterminée ;
2. potentiel de prolifération et croissance des populations ;
3. préférence trophiques, c'est-à-dire anthropophilie ou zoophilie ;
4. facteurs environnementaux favorables à la croissance de la population vectorielle

5. capacité vectorielle intrinsèque
6. dispersion : distance de vol, transport passif d'ectoparasites, etc.
7. absence de surveillance des vecteurs et de mesures de lutte antivectorielle (**OMS, 2005**).

**-Les facteurs épidémiologiques:** de risque à prendre en considération au point vectorielle ;d'entrée sont les suivants :

1. Virulence des agents pathogènes ou des parasites
2. Statut immunologique de la population ou du réservoir (en cas de zoonose) et des hôtes humains présents sur les lieux
3. Ampleur du réservoir local d'infection
4. Facteurs environnementaux favorables à la transmission des maladies(**OMS, 2005**).

## **4.2. la lutte contre les diptères vecteurs**

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 dement durable constitue un nouveau défi. Pour répondre à ces attentes, la lutte antivectorielle doit aujourd'hui faire appel à l'utilisation de techniques variées. Tout comme dans les domaines agricoles et forestiers, un concept de lutte intégrée est désormais requis. (**Bawin et al., 2015**).

### **4.2.1. Lutte contre les adultes**

La lutte chimique contre les imagos se fait au travers de trois méthodes principales: l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides, les pulvérisations intradomiciliaires (PID) et des pulvérisations spatiales (**Carnevale et Robert, 2009; OMS 2014, 2021**).

Les moustiquaires imprégnées font partie des mesures les plus recommandées par l'OMS et en particulier, les moustiquaires à imprégnation durable qui constituent une évolution par rapport aux moustiquaires imprégnées classiques. Dans ces premières, l'insecticide a été intégré au matériau constituant la moustiquaire ce qui permet d'éviter de devoir les réimprégner régulièrement. L'avantage de ce dispositif est qu'il empêche le contact hôte/vecteur tout en réduisant la population d'imagos par l'effet de l'insecticide. Les insecticides recommandés pour imprégner les moustiquaires sont issus de la classe des pyréthrinoïdes comme la deltaméthrine ou l'alpha- cyperméthrine (**OMS, 2014**). Aujourd'hui,

cette mesure représente le principal pilier de la lutte antipaludéenne dans le monde **(OMS, 2020)**.

La pulvérisation intradomiciliaire consiste à appliquer des insecticides à l'intérieur des habitations sur toutes les surfaces disponibles. Cette mesure est recommandée seulement si l'espèce locale de vecteur est endophile (se posant à l'intérieur des habitations), si une surface importante des bâtiments peut être traitée et si on dispose de la technicité pour déposer la bonne quantité de produit. Cette mesure, pour être efficace, nécessite donc une bonne connaissance du terrain, l'assurance d'avoir un financement continu pour faire durer la mesure dans le temps et de mettre à disposition les moyens matériels et humains nécessaires **(Carneval et Robert, 2009; OMS, 2014)**. Le choix d'un insecticide pour les PID doit prendre en compte certains critères: la sensibilité des vecteurs locaux, la formulation, une rémanence longue afin d'éviter des applications trop rapprochées ainsi qu'une innocuité pour les populations et la faune non-cible. Les classes d'insecticides préconisées dans les PID par l'OMS sont en majorité des pyréthrinoïdes, quelques carbamates, des organophosphorés et un organochloré **(OMS, 2014)**. Bien que cette mesure soit efficace pour réduire rapidement la transmission de certaines maladies, comme le paludisme ou la maladie de Chagas, seulement 2% de la population mondiale est protégé par cette mesure **(OMS 2020, 2021)**.

La pulvérisation spatiale consiste à nébuliser une formulation d'insecticide afin de le répandre en extérieur. Son objectif est d'éliminer les moustiques par dispersion de l'insecticide dans l'air. La pulvérisation spatiale entraîne une rapide diminution de la densité des populations de vecteurs, mais elle doit être réalisée de façon hebdomadaire pour avoir une bonne efficacité. L'OMS recommande principalement l'utilisation des pyréthrinoïdes pour la pulvérisation spatiale en intérieur comme en extérieur, mais également le malathion, un organophosphoré, pour un usage extérieur uniquement **(OMS,2014)**.

#### **4.2.2. Lutte contre les larves**

La classe d'insecticide neurotoxique privilégiée pour la lutte larvicide se trouve être les organophosphorés et plus particulièrement le téméphos. Cet Insecticide présente l'avantage de pouvoir être utilisé pour traiter les eaux vivrières et même les eaux de boisson, car sa toxicité est très faible pour les mammifères. Il présente cependant les inconvénients d'être fortement toxique pour la faune aquatique **(OMS, 2014)**. Outre les larvicides neurotoxiques, des inhibiteurs de la croissance des larves sont aussi employés. Ces inhibiteurs peuvent être des analogues d'hormones juvéniles comme le pyriproxifène ou bien des inhibiteurs de synthèse

de la chitine de la classe des benzoylurées comme le diflubenzurone. Les inhibiteurs de synthèse de la chitine interfèrent dans le processus de mue des larves et les tuent à ce moment-là. Les analogues d'hormones juvéniles et les benzoylurées ont vu leur utilisation limitée à cause de leurs coûts élevés (OMS, 2014). Aujourd'hui, l'OMS recommande l'utilisation de larvicides uniquement dans certaines conditions. Leur utilisation est indiquée lorsque les gîtes larvaires sont permanents, répertoriés, accessibles ou en cas de forte densité de population. De plus, l'utilisation de larvicide seule n'est pas recommandée. Cette mesure permet de réduire la densité de vecteur et doit être utilisée en complément des mesures adulticides (OMS, 2021).

### **4.3. Prévention des maladies vectorielles**

#### **4.3.1. Protection individuelle**

##### **4.3.1.1. Vêtement de protection**

L'utilisation de vêtements de protection est un moyen peu coûteux de réduire les contacts entre les arthropodes et l'homme, car la plupart des insectes ne peuvent pas piquer à travers les tissus, à moins qu'ils ne soient tendus contre la peau. Les vêtements amples permettent également de réduire la surface de peau nue exposée aux arthropodes suceurs de sang. (Hii *et al.*, 1998).

##### **4.3.1.2. Des moustiquaires**

Utilisation de moustiquaires imprégnées de pyréthrianoïde à longue durée d'action, efficaces contre les vecteurs endophiles à activité nocturne ; l'effet « knock down » (le vecteur est assommé – mais pas forcément tué - par le produit et cela peut entraîner, dans certaines conditions, une surestimation de l'efficacité du produit testé) est dû à la toxicité directe du pyréthrianoïde sur le vecteur s'additionnent à un effet répulsif pour la perméthrine et à la barrière mécanique des mailles de la moustiquaire ; les moustiquaires imprégnées ont aussi un « effet de masse », lorsque leur usage est généralisé au sein d'une communauté, protégeant ainsi la collectivité (Olivier, 2022).

##### **4.3.1.3. Utiliser des répulsifs cutanés**

Ce mode d'emploi des répulsifs sur les vêtements plutôt que sur la peau peut paraître plus pratique, le produit étant souvent huileux ou de sensation désagréable sur la peau, mais cette utilisation est encore limitée par la disparition du produit aux lavages et aux frottements. Une

étude systématique de quelque 1 500 produits a été réalisée il y a quelques années (**Gouck et al.,1967**).

#### **4.3.2. Aménagement de l'environnement**

Les mesures antivectorielles de nature environnementale ont fait la preuve de leur utilité au fil du temps. Elles sont durables, sûres et économiques à long terme. Elles consistent notamment à réduire les sources de prolifération et à modifier l'habitat par des interventions mécaniques minimales pour empêcher les vecteurs de se constituer des gîtes larvaires. Ces méthodes sont sans danger pour les écosystèmes fragiles proches des ports maritimes. (**OMS, 2005**).

##### **4.3.2.1 Déchets**

Les déchets générés dans la zone commerciale et les zones résidentielles d'un port offrent toute une palette de gîtes larvaires aux vecteurs, notamment pendant la saison des pluies . Il faut que l'enlèvement des déchets qui s'accumulent aux points d'entrée soit organisé de manière efficace et se fasse à intervalles réguliers. Entre-temps, les déchets susceptibles d'accumuler de l'eau comme les casques de sécurité, les réservoirs de chasse d'eau, les auges, les récipients en fibre de verre, les seaux, les godets, les fûts, les tonneaux, etc. doivent être stockés à l'envers. (**OMS, 2005**)

##### **4.3.2.2 Pneus**

est bien connu que les pneus constituent des gîtes larvaires sûrs pour les moustiques du genre *Aedes*. faut entreposer les pneus à l'intérieur et au sec ou les empiler verticalement en couvrant le sommet de la pile avec une bâche en plastique sur laquelle sera déposée une plaque de bois ou de métal pour empêcher l'entrée de l'eau . On fixe souvent des pneus contre les jetées pour servir de pare-battage et éviter d'endommager les navires. (**OMS, 2005**).

#### **5.3.3 Education pour la Santé**

L'éducation sanitaire entre inévitablement en jeu lorsqu'il s'agit de susciter la participation de l'individu et de la collectivité à l'action de santé; les spécialistes de l'éducation sanitaire coopèrent donc à divers programmes de prévention des maladies ou de promotion de la santé pour encourager la collaboration volontaire et durable à leur exécution des bénéficiaires actuels ou potentiels. Principe essentiel à la base de toute action dans ce domaine: les modifications permanentes du comportement social qu'on souhaite obtenir doivent reposer, en dernière analyse, sur un choix raisonné plutôt que sur la contrainte. (**OMS, 1974**).

## Conclusion

Notre travail, qui est complémentaire à d'autres études entomologiques des diptères vecteur effectuées en Algérie, a pour but d'enrichir nos connaissances sur les diptères d'Algérie.

Les Diptères occupent une place importante dans la biodiversité algérienne. Certaines espèces de mouches et de moustiques servent de pollinisateurs essentiels pour de nombreuses plantes, contribuant ainsi à la santé et à la productivité des écosystèmes. De plus, ces insectes constituent une source de nourriture pour de nombreux prédateurs, jouant un rôle clé dans la chaîne alimentaire. Leur présence est donc un indicateur de l'équilibre et de la santé des différents milieux naturels en Algérie. Mais elles représentent aussi une menace sanitaire majeure pour la population algérienne, en raison de leur capacité à transmettre des maladies graves par exemples : Le paludisme, transmis par les moustiques Anopheles, est l'une des maladies les plus préoccupantes, pouvant causer des complications graves, voire mortelles. La leishmaniose, transmise par certaines espèces de phlébotomes, peut également entraîner des lésions cutanées et viscérales invalidantes.

La lutte contre les diptères vecteurs en Algérie nécessite une combinaison d'efforts de recherche, de politiques publiques et de mobilisation communautaire. Les données recueillies dans cette étude peuvent servir de base pour élaborer des stratégies de contrôle plus efficaces, contribuant ainsi à la réduction de l'impact des maladies vectorielles sur la population algérienne.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Abdeslam, A., Delafosse, A., Elsen, P., Amsler Delafosse, S., 2002.** Potential vectors of *Trypanosoma Evansi* in camels Eastern Chad. *Rev. Élevé. Med. Vets. Pays trop* 55,21-30.
- ❖ **Abonnenc E., 1972** -Les phlébotomes de la région Ethiopienne (Diptera: Psychodidae), Mémoire, Entomologie. Médicale. Parasitologie. 55: 289P.
- ❖ **A. Cywinska, F.F. Hunter and P.D.N. Herbert.** Identifying Canadian mosquito species through DNA barcodes, *Medical and Veterinary Entomology* (2006) 20, 413–424.
- ❖ **A., EL AGBANI M.A. et QNINBA A. (1988).** Dynamique et cycle biologique de quelques populations simuliennes (Diptera : Simuliidae) du Bou Regreg (Plateau Central marocain). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, 12, 157-165.
- ❖ **Adler P.H. et CROSSKEY R.W. (2018).** World blackflies (Diptera: Simuliidae): a comprehensive revision of the taxonomic and geographical inventory 2018. 134 p.
- ❖ **Adler, P. H. (2018). Roger Ward Crosskey-The Life and Contributions of an Entomologist par Excellence (1930-2017).** *Zootaxa*, 4455(1), 35-67.
- ❖ **Adler. et KIM K.C. (1986).** The black flies of Pennsylvania (Simuliidae: Diptera): bionomies, taxonomy and distribution. *Pennsylvania State University College of Agriculture Bulletin*, 856, 1- 88.
- ❖ **Afssa.A 2008.** Risque de propagation de la fièvre de la vallée du Rift (FVR) dans l'Océan Indien (La Réunion et Mayotte). 1-124.(accessible sur [www.afssa.fr](http://www.afssa.fr)).
- ❖ **Aïssaoui L. et Boudjelida H., 2014-** Larvicidal activity and influence of *Bacillus Thuringiensis* (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. *Euro. J. Exp. Bio.*, 4 (1), 104-109.
- ❖ **Alkan, C and Allal-Ikhlef, AB., Alwassouf, S., and Baklouti, A., Piorkowski, G., De Lamballerie, X., Izri, A., Charrel, RN.,** “Virus isolation, genetic characterization and seroprevalence of Toscana virus in Algeria”. *Clinical Microbiology and Infection*, V.21, n° 11, (2015), 1040. 1-1040. e9.
- ❖ **Amara Korba R. 2016.** Evaluation du risque d'introduction du virus West Nile et du virus de la fièvre de la vallée du Rift en Algérie. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 214p.

- ❖ **Andreeva, V. R. (1982).** On ecologo-morphological typing of tabanid larvae (Diptera, Tabanidae). *Entomological Review*, 64: 49-54.
- ❖ **Andreeva, V. R., Kilic, A. Y., Altunsoy, F. (2009).** New contribution to information about tabanidae (Diptera) adult and larvae from West Anatolia. *Journal of the Entomological Research Society*, 11: 19-30.
- ❖ **Anonyme M. (1996)-** Manuel de lutte contre la leishmaniose viscérale. Organisation Mondiale de la Santé; division de la lutte contre les maladies tropicales Genève : 86p.
- ❖ **Artois M., FROMONT E., HARS J., 2003.** La faune sauvage, indicateur possible du risque de maladie émergente ? *Épidémiol. et la santé anim.* 44, 21-31.
- ❖ **Bachi F., 2006.** Aspects épidémiologiques et cliniques des leishmanioses en Algérie. *La lettre de l'infectiologue - Tome XXI - .N°1.*
- ❖ **Baldacchino, F., Desquesnes, M., Mihok, S., Foil, L. D., Duvallet, G., Jiltapalapong, S. (2014).** Tabanids: Neglected subjects of research, but important vectors of disease agents! *Infection Genetics and Evolution*, 43: 3-29.
- ❖ **Baxter : The typhus group. Clinics in Dermatology, 14(3):271–278, 1996.**
- ❖ **Bendali F., -Djebbar F. & Soltani N. (2001).** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* (L.) dans des conditions de laboratoire. *Parasitica* 57(4), p. 255-265.
- ❖ **Benhissen N .et Habbachi W.O...-Biodiversité et Répartition des Moustiques (DIPTERA:CULICIDA) dans les Oasis de la région de Biskra (sud -est Algerien).Algerien Journal of Arid Environment 96(7):1-96.**
- ❖ **Benikhlef, R., Harrat, Z., Toudjine, M., Djerbouh, A., Bendali-Braham, S., Belkaid, S., 2004.** Présence de *leishmania infantum* MON-24 chez le chien. *Med Trop* 2004 ; 64 : 381-383.
- ❖ **Belazzoug S., (1986) :**Découverte d'un *Meriones Shawi* (Rongeur, Gerbillidé) naturelle naturellement infesté par *Leishmania* dans le nouveau foyer de leishmaniose cutanée de Ksar de Ksar Chellala (Algérie).*Bull Soc Path Exot* 79: 630-633.
- ❖ **Belazzoug S., (1991):**The sandflies of Algeria.*Parasitologia* 33 (Suppl), 85- 87.
- ❖ **Belazzoug S., (1983): Isolation of Leishmania major Yakimoff Schokhor, 1914:** From spam *Psammomys obesus* Kretzschmar, 1828 (Rodentia Gerbillidè) in Algeria. *Trans. R. Soc. Soc.Trop. Med. Hyg*, 77: 876.
- ❖ **Belghyti D, Raweh S, El Kharrim K, Zgoudah Z, Bourass A, Ikram El, Moufaouad A, Benyakhlef M, El Guamri Y.,2010.**Lutte contre les larves de

diptères dans les boues de la station d'épuration des eaux usées de la ville de Sana'a au Yémen: étude préliminaire. *Afrique Science* 6 (2), 18-36.

- ❖ **Belkharchouche, M. 2014.** Contribution à l'étude de la biodiversité des Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) responsable de la fièvre catarrhale dans la région Est-algerien foyer d'Oum-El Bouaghi. Mémoire de Magistère, Université d'Oum El Bouaghi.
- ❖ **Belkharchouche, M., 2021.** Etude bioécologique des Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae), vecteur de virus de la fièvre catarrhale ovine. Dynamique et chorologie des populations culicoïdes dans la région ouest de l'Algérie- Région de Tiaret. Doctoral thesis, Univ. Constantine, Algeria.
- ❖ **Belqat. et Dakki., 2004.** Clés analytiques des simulies (Diptera du Maroc), Vol (15) : 77- 86 p.
- ❖ **Belqat, B., Adler, P.H., Cherairia, M., & Chaoui Boudghene-Bendiouis, C, 2018.** Inventory of the black flies (Diptera: Simuliidae) of North Africa. *zootaxa* 4442 (2): 201- 220.
- ❖ **Berchi S., (1993):** Les phlébotomes (Insecta, Diptera, Psychodidae), vecteurs de leishmanioses dans l'Est algérien. *Bull. Soc. Zool. Fr*, 118, 3, 341-349.
- ❖ Berchi, S . Aquati, A.Louadi,K.-Typologie des gîtes propices au développement larvaire de *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), source de nuisance à Constantine (Algérie). *Ecologia mediterranea* 2012,p 5-16
- ❖ **Berchi S (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse de Doctorat en Sciences, option Entomologie. Université de Constantine, Algérie, 133 pp.
- ❖ **Bernotiene R. et Bartkevičienė G. (2011).** Relationship between the development of *Simulium maculatum* (Diptera : Simuliidae) and thermal regime. *European Journal of Entomology*, 108, 397-402.
- ❖ **Berrouane F.Z., Idouhar-Saadi H., Lounaci Z., Souttou K., Mehdi K. 'Doumandji S.**Bio-ecological relationship on Diptera's order among invertebrates of Reghaia Lake (Algeria). *Advances in Environmental Biology*, 10(5) May 2016, 254-264.
- ❖ **Bertrand (H.). 1954.** — Les insectes aquatiques d ' Europe. Vol 2: Trichoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères. *Encyclo. ent. Lechevalier*, 547 p.
- ❖ **Bhatt, S.,The global distribution and burden of dengue.** *Nature*, 2013. 496(7446): p. 504–507.

- ❖ **Blagoderov VA, Lukashevich ED, Mostovski MB. Order Diptera Linné, 1758.**  
The true flies. Ed. Rasnitsyn AP, Quicke DLJ. History of Insects, Kluwer Academic Publishers. 2002;234-567.
- ❖ **Bitsch J., 1979** – Morphologie abdominale des insectes pp. 291-600, cité par Grassé P.P. Traité de zoologie : Anatomie, systématique, biologie des insectes :Thorax et abdomen. Ed. Masson, T. VIII, fasc. II, Paris, 600p.
- ❖ **Borkent, C. J. and L. D. Harder. 2007.** Flies (Diptera) as pollinators of two dioecious plants: Behaviour and implications for plant mating. Canadian Entomologist 139: 235–246.
- ❖ **Borror, D.J. Triplehorn, C.A. et Johnson, N.F. 1992.** An introduction to the study of insects, édition, Orlando: saunders college publishing. 875 p.
- ❖ **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.
- ❖ **Botelho-Nevers E, Rovey C, Richet H, Raoult D.** Analysis of risk factors for malignant Mediterranean spotted fever indicates that fluoroquinolone treatment has deleterious effects. J Antimicrob Chemother 2011 ; 66 : 1821\_30.
- ❖ **Bouabida H., Djebbar F., Soltani N., 2012.** Étude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). Entomologie faunistique, Vol. 65, pp. 99-10.
- ❖ **Boubidi S.C., Gassen I., Khechache Y., Lamali K., Tchicha B., Brengues C., Menegon M., Severini C., Fontenille D., Harrat Z. (2010).** Plasmodium falciparum malaria, southern Algeria, 2007. Emerg Infect Dis. 16(2): 301-3.
- ❖ **Boudrissa A., Harrat Z., Cherif K., Benthamienne et Belkaid M. (2006) :**  
Leishmaniose cutanée zoonotique et facteurs de risque (Cas du foyer Chott El Hodna), Séminaire de formation sur la leishmaniose. Ecole de formation paramédicale, Biskra ,Institut Pasteur d'Algérie, Agence Satellitaire Algérienne, Université Mohamed Boudiaf M'sila.
- ❖ **Boulkenafet ; 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 de magistère).
- ❖ **Bounamous À 2010.** Biosystématique et caractérisation par la biologie moléculaire des phlébotomes de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat en biologie animale. Option : Entomologie. Université Mentouri de Constantine. 302 p.

- ❖ **Bouziani M., 2002-** Les maladies infectieuses Edition Flammarion, p.p.285.298.
- ❖ **Bouzidi (A.) & GIUDICELLI (J.)1987.** Contribution à l'étude faunistique et écologique des Simulies du Maroc (Diptera, Simuliidae ), 2. Simulium ( obuchovia) maroccanum n. sp et les espèces méditerranéennes d'obuchovia rubtsov. Annals limnol., 23(3), pp : 185-195
- ❖ **Bouzidi A. & Giudicelli J. 1986.** Contribution à l'étude faunistique et écologique des simulies (Diptera, Simuliidae) du Maroc. I. Une nouvelle espèce du Haut-Atlas: Simulium(Nevermannia) toubkal n.sp. Ann. Limnol., 22, 41-52.
- ❖ **Brady, O.J.,Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus.** PLOS Neglected Tropical Diseases, 2012. 6(8): p. e1760.
- ❖ **Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P. (1999).** Les Culicidés de l'Afrique méditerranéenne, logiciel d'identification et d'enseignement, IRD (France).
- ❖ **Brunhes I., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J. P., 1999.-** Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.DE.
- ❖ **Brumpt E. (1949) :** Précis de Parasitologie 2.Ed. Masson et C 2183 p.
- ❖ **Boyer, S., Calvez, E., Chouin-Carneiro, T., Diallo, D., Failloux, A.-B., 2018.** An overview of mosquito vectors of Zika virus. Microbes and Infection, Focus on Zika 20, 646- 660.
- ❖ **Büscher P., Cecchi G., Jamonneau V. & Priotto G. (2017).** Human African Trypanosomiasis. The Lancet, 390(10110) : 2397-2409.
- ❖ **BUSSIERAS J., CHERMETTE R.** Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, 1991, 58-61.
- ❖ **Butler J., Hogsette J. (2003)**Black Flies, Simulium spp Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service Université
- ❖ **Butler, J. & Hagsette, JA. 2013.** Black Flies, simulium spp. (insecta : Diptera : simuliidae). University Florida /IFAS, 30.
- ❖ **CacherEul A. Les moustiques :** cycle de développement, aspects anatomo physiologiques et régulation du cycle ovarien, Thèse de Médecine Vétérinaire, Nantes,1997, 117p.
- ❖ **Carenval P, Robert V.,2009-** Les anophèles Biologie ,Transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle .,institut de Recherche pour le développement, p22.
- ❖ **Carnevale P. Et Robert V. (2009).** Les anophèles : Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. Collection Didactiques. Marseille : Éditions IRD.

- ❖ **Catts E.P. - DEET-impregnated net shirt repels biting flies. J. ECOLE Entorno. 1968 ; 61 : 1765.**
- ❖ **Chahed,S. Brahmī ,K et Djouaher,T** , «Etude sur la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie) : Biodiversité, abondance et répartition», Entomologie faunistique - Faunistic Entomology [En ligne], Volume 74 (2021).
- ❖ **Chan N.Y., Ebi K.L., Smith F., Wilson T.F., SMITH A.E., 1999.** An integrated assessment framework for climate change and infectious diseases. Environ. Health Perspect.107 (5), 329-337.**GUBLER D.J., REITER P., EBI K.L, YAP W., NASCI R., PATZJ.A,2001.**Climate Variability and change in the United States : Potential impacts on vector- and rodent-borne diseases. Environ. Health Perspect. 109 (2), 223-233.
- ❖ **-Cherapov AL., Gomoynova N.P. -** Applications of net-tings impregnated with diethyl-meta toluate for individual protection of man against horse flies and mosquitoes (In Russian). Med. Parazitol. Parazit. Bolez. 1963 ; 32 : 341-343.
- ❖ **Chuche, J., Arricau-Bouvery, N., Danet, J.-L. and Thiéry, D., 2017.** Use the insiders: could insect facultative symbionts control vector-borne plant diseases? Journal of Pest Science, 90 (1), 51–68.
- ❖ **Chvála, M., Lyneborg, L., Moucha, J. (1972).** The horse flies of Europe (Diptera, Tabanidae). Entomological Society of Copenhagen, Copenhagen: 498 pp.
- ❖ **Chvála, M., Lyneborg, L. & Moucha, J. (1972).** The horse flies of Europe (Diptera, Tabanidae). Entomological Society of Copenhagen. p. 499.
- ❖ **Colas- BELCOUR(J.), 1928 :** Contribution à l'étude du développement et de la biologie des formes larvaires des Phlébotomes. Thèse. René P. Colas (imprimeur-éditeur), Bayeux, 1928,93 p.
- ❖ **Cornet M. 1974.** Caractères morphologiques utilisés pour l'identification des Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae). Cah ORSTOM Ser Entomol Méd Parasitol. 12: 221-229.
- ❖ **Crippa, O. Rais et L. Gern :** Investigations on the mode and dynamics of Transmission and infectivity of borrelia burgdorferi sensu stricto and borrelia afzelii in ixodes ricinus ticks.Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 2(1):3–9, 2002.
- ❖ **Crosskey (R.W.), 1960.-**A taxonomic study of the larvae of West African Simuliidae (Diptera, Nematocera) with comments on the morphology of the larval black-fly head. Bull. Brif. Mus., Nat. Hist., Ent., 10, 1 : 1-74.

- ❖ **Crosskey, R. W. (1990).** The natural history of blackflies. John Wiley & Sons Ltd. Adler, P. H., Currie, D. C., & Wood, D. M. (2004). The black flies (simuliidae) of North America. Cornell University Press.
- ❖ **Crosskey R. W., Davies L. :** The identities of *Simulium lineatum* (Meigen). *S. latipes* (Meigen) and *S. Venum Macquart* (Diptera, Simuliidae). *Entom. Gaz.*, 1972, 23, 249-258
- ❖ **Crosskey, R. W. 1990.** The Natural History of Blackflies. Wiley Publ., Chichester, England
- ❖ **Cumming G.S., Van Vuuren D.P. (2006).** Will climate change affect ectoparasite species range?. *Global Ecology and Biogeography* 15, 486-497.
- ❖ **Crosskey R.W.:**The natural history of blackflies. Willey, New York 1990.
- ❖ **Curtis C.F. -** Appropriate technology for vector control. CRC Press ed., Boca-Raton Florida, 1989.
- ❖ **Dajoz, (2010).** Dictionnaire d'entomologie: anatomie, systématique et biologie. France.
- ❖ **Daude, A. Vaguet et R. Paul,** La dengue, maladie complexe *Natures Sciences Sociétés*, 23 (2015) 331-342.
- ❖ **David K Yeates, Brian M Wiegmann.** Congruence and controversy: toward a higher-level phylogeny of Diptera, *Annual review of entomology* 44 (1), 397-428, 1999.
- ❖ **Detet J.-P., Addadi K., Belazzoug S., (1984).** Les Phlébotomes (Diptera: Psychodidae) d'Algérie. *Cah. ORSTOM. Ser. Ent. Med. Parasitol* vol XXII, №22, 99-127.
- ❖ **Detet J.-P., Addadi K., Belazzoug S., (1984):** Les Phlébotomes (Diptera: Psychodidae) d'Algérie. *Cah. ORSTOM. Sér. Ent. Méd. Parasitol* .vol XXII, №22, 99-127. Belazzoug S., (1991): The sandflies of Algeria. *Parasitologia* 33 (Suppl), 85- 87.
- ❖ **Denis J.R. et Bitsch J., 1973-** Morphologie de la tête des insectes, pp.1-593 cité par Grassé P.P., *Traité de zoologie, Anatomie, systématique et biologie des insectes*. Ed. Masson, t. VIII, fasc. I, Paris, 799 p.
- ❖ **Depaquit J., Léger N., Robert V., 2002 -**Première mention de *Phlebotomus* à Madagascar (Diptera: Psychodidae). Description de *Phlebotomus* (*Phlebotomus*) *Fertei* n. sp. et de *Phlebotomus* (*Anaphlebotomus*) *buberti* n. sp. *Parasite, revue* 9:325-331.

- ❖ **Depaquit J., Léger N., Ferté H., Rioux J.A., Gantier J.C., Michaelides A., Economides P. (2001):** les phlébotomes (Diptera : Psychodidae) de l'Île de Chypre. III-inventaire faunistique. Parasite, 8 : 11-20.Des jeux P., Mpllinedo.
- ❖ **Desquesnes, M. et al., 2008.**First outbreak of Trypanosoma Evansi in camels in metropolitan France. Veterinary Record, 162(23), p.750–752.
- ❖ **Djербal M., Delécolle J C., 2009.** Entomological survey in Algeria. Metronet, Third Annual Meeting, Lisbon 2nd -4th December 2009.
- ❖ **Dhadialla & Raikhel, 1994; Raikhel & Lea, 1991).**An Inventory of mosquitos (diptera : culicidae ) in ALGERIA.zool, Fr, 2014, 139(1-4): 255-261.
- ❖ **Di Nardo, A., Rossi, D., Saleh, S.M.L., Lejlifa, S.M., Hamdi, S.J., Di Gennaro, A.,El Mamy, A.B., Lo, M.M., Thiongane, Y., Diop, M., Isselmou, K., Doumbia, B., Baba, M.O., El Arbi, A.S., Lancelot, R., Kane, Y., Albina, E., Cêtre-Sossah, C., 2014.** Comprehensive Phylogenetic Reconstructions of Rift Valley Fever Virus: The 2010 Northern Mauritania Outbreak in the Camelus dromedarius Species. Vector-Borne Zoonotic Dis. 14, 856-861.doi:10.1089/vbz.2014.1605.
- ❖ **Djербal M., Delecolle J C., 2009.** Entomological survey in Algeria. Medreonet, Third Annual Meeting, Lisbon 2nd -4th December 2009, journal. Cirad. Fr, 62(2-4), 141-141
- ❖ **Djeghader N.E.H., Boudjelida H., Bouaziz A. & Soltani N., 2013.** Effets biologiques d'un dérivé de benzoylphénylurée (Novaluron) sur les larves de Culex pipiens (Diptera : Culicidae). Avancées de la recherche en sciences appliquées, 4(4):449-456.
- ❖ **Doby J. M., David F. :** *Greniera*, genre nouveau de Simuliidés (Diptères, Nématocères). Discussion de la position systématique. C. K. Acad. Sci., 1959a, 249, 763.
- ❖ **Dolmatova et Demina,** Les phlébotomes (Phlebotorninael) et les maladies qu'ils transmettent, N°18, O.R.S.T.O.M, Paris, 169 pages.
- ❖ **Dolmatova A-V.,Demina N-A., 1971** -Les Phlébotomes (Phlebotominae) et les maladies qu'ils transmettent, Paris.O.R.S.T.O.M.18:169P.
- ❖ **Dondji B. (2001) :** Leishmanioses et phlébotomes du Cameroun : le point sur les données actuelles. Bull. Soc. Pathol. Exot. 94 : 277-279 -PP.
- ❖ **Duong V., Vong S. et Buchy P., 2009.** Dengue et autres arboviroses en Asie du Sudest, Revue de Médecine Tropicale, 69 : 339 - 344.
- ❖ **Duvallet, G. 2017,** Généralités sur les diptères (Diptera).

- ❖ **Duvallet, G. and Boireau, P., 2015.** Autres maladies parasitaires à transmission vectorielle : helminthoses animales, besnoitiose bovine et paludisme, 34 (2), 641.
- ❖ **Duvallet G. (2006).** Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques. *Hydroécologie Appliquée* 15, 87-96.
- ❖ **Duvallet G., (2007).** Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Université Paul Valéry, Montpellier 3. France. Tome 15, pp. 87-96.
- ❖ **Eigenbrode, S. D., Bosque-Pérez, N. A. and Davis, T. S., 2018.** Insect-Borne Plant Pathogens and Their Vectors: Ecology, Evolution, and Complex Interactions. *Annual Review of Entomology*, 63 (1), 169–191.
- ❖ **Eilenberg J.; Hajek A.; Lomer C.; 2001.** Suggestions for unifying the terminology in biological control, *Biocontrol*, 46.
- ❖ **Elouard (1981).** Diptères : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes. In : Durand Jean-René (ed.), Lévêque Christian (ed.). *Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne* .
- ❖ **Endress, P. K. 2001.** The flowers in extant basal angiosperms and inferences on ancestral flowers. *International Journal of Plant Sciences* 162: 1111–1140.
- ❖ **EpiSouth (2012).** Weekly Epi Bulletin 239. West Nile virus Case in Algeria. [http://www.episouthnetwork.org/sites/default/files/bulletin file/eweb 239 18 10 12.pdf](http://www.episouthnetwork.org/sites/default/files/bulletin%20file/eweb%20239%2018%2010%2012.pdf).
- ❖ **European Food Safety Authority, European Center for Disease Prevention and Control.** The European Union one health 2021 zoonoses report. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2022.7666> (Accessed: 25 January 2023).
- ❖ **Euzéby J.** Grand dictionnaire illustré de parasitologie médicale et vétérinaire. Lavoisier 2008.
- ❖ **European Center for Disease Prevention and Control (ECDC).** Factsheet for health professionals- Dengue. Disponible sur: [http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/dengue fever/factsheet-forhealth-professionals/ Pages/ Factsheet\\_ health\\_ professionals .aspx](http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/dengue-fever/factsheet-forhealth-professionals/Pages/Factsheet_health_professionals.aspx)
- ❖ **Francesconi F, Lupi O 2012.** Myiasis. *Clin Microbiol Rev* 25.
- ❖ **Frolet C. 2006 -** Rôle des voies de signalisation de type I  $\kappa$ B/NF- $\kappa$ B dans la réponse immunitaire du moustique *Anopheles Gambiae*. Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur Strasbourg I, 158p.

- ❖ **Free, J. B. 1993.** Insect Pollination of Crops. 2nd édition. Academic Press, London. 684 pp.
- ❖ **Fecherolle J., 2008-**Evaluation de l'efficacité des actions de lutte antivectorielle en France: état des lieux et recommandations. Thèse de doctorat, Institut de recherche pour le développement, Montpellier, France, 91P.
- ❖ **Gagné, R. J. 1995.** Revision of tetranychidae (Acarina) mite predators of the genus Feltiella (Diptera: Cecidomyiidae). Annals of the Entomological Society of America 88: 16–30.
- ❖ **Geoffroy E.I.D ., 2010.**Fièvre catarrhale ovine : Etude épidémiologique de l'épizootie à sérotype 8 dans le nord de l'Europe en 2006. Thèse de Doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort . Faculté de médecine de Créteil. pp : 125.
- ❖ **Ghai RR, Wallace RM, Kile JC,**A generalizable one health framework for the control of zoonotic diseases. Sci Rep. 2022;12(1):8588.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-12619-1> PMID:35597789 PMCID:PMC9124177.
- ❖ **Giese C., Aït El Belghiti F., Barboza P. and al. (2012).** West Nile Virus circulation in the Episouth countries and neighboring areas seasons 2010 And 2011. (Update July, 2012).[http://www.episouthnetwork.org/sites/default/files/outputs/note west nile episouth 2010 2011 july2012.pdf](http://www.episouthnetwork.org/sites/default/files/outputs/note%20west%20nile%20episouth%202010%202011%20july2012.pdf).
- ❖ **Gouck H.K., Godwin D.R., Schreck C.E., Smith N.** - Field tests with repellent-treated netting against black salt-marsh mos- quitoes. J. Econ. Entomol. 1967; 60: 1451-1452.
- ❖ **Goutteux (J. P.), 1978.** - Contribution à l'étude des simulies (Diptera : Simuliidae) en Côte d'Ivoire. Espèces phorétiques et espèces forestières de la région de Man. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Ent. Méd. et Parasitol., 16 (4), 255-272.
- ❖ **Gouzelou E, Haralambous C. Antoniou M, Christodoulou V.** Martinković F, Živičnjak T. et al. Genetic diversity and structure in *Leishmania infantum* populations from southeastern Europe revealed by microsatellite analysis. Parasit Vectors 2013; 6:342.
- ❖ **Gregory W. Courtney, Thomas Pape, Jeffrey H. Skevington and Bradley J. Sinclair.** Insect Biodiversity ,2017 p.229-278.
- ❖ **Grenier, P. & Théodoridès, J. 1953.** Simulies (Dipt. Simuliidae) du Maroc. Archives de l'Institut Pasteur du Maroc, 4: 429-441.

- ❖ **Gubler D.J., Reiter P., EBI K.L, YAP W., NASCI R., PATZ J.A, 2001.** Climate variability and change in the United States : Potential impacts on vector- and rodent-borne diseases. *Environ. Health Perspect.* 109 (2), 223-233.
- ❖ **Halouane, F . HAMID, S.Ouled Taleb , R . Oukali,Z et benzina,F .,2021.** Évaluation de l'activité larvicide de *Bacillus thuringiensis* vis à vis des larves du 4<sup>me</sup> stade de moustique domestique *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) .*Afrique SCIENCE* 18(1) , 90-99.
- ❖ **Harrat, Z., Boubidi, S.C., Pratlong, F., Benikhlef, R., Selt, B., Dedet, J.P., Ravel, C., Belkaid, M., 2009.** Description of a dermatropic *Leishmania* close to *L. killicki* (Rioux, Lanotte & Pratlong 1986) in Algeria. *Trans R Soc Trop. Med. Hyg,* 103(7):716–20.
- ❖ **Harrat, Z., Hamraoui B., Belkaid M., Tabet-Derraz O., 1995.** Point sur l'épidémiologie des leishmanioses en Algérie. *Bulletin de Société Pathologie Exotique.* 85:180–184.
- ❖ **HASSAINE K., 2002** Biologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes Caspius*, *Aedes Detritus*, *Aedes Mariae* et *Culex pipiens*) dans la région occidentale algérienne. Thèse doctorat, Univ Aboubekr Belkaïd Tlemcen, 191 p.
- ❖ **Hatfield, R.G. & LeBuhn, G. (2007).** Patch and landscape factors shape community assemblage of bumble bees, *Bombus* spp. (Hymenoptera: Apidae), in montane meadows. *Biological Conservation*, 139, 150-158.
- ❖ **Hegh E., 1921.** Les moustiques, mœurs et moyens de destruction. Ed. Imprim. Indust. Et Financ., Bruxelles, 239 p.
- ❖ **Hertig (II.), 1949 :** The genital filaments of *Phlebotomus* during copulation (Diptera, Psychodidae). *Entom. Soc. Wash.*,51, 285-288.
- ❖ **Hii, J. Frances ,S and Canyon D.Personal Protective Measures against.Travel Medicine ,** James Cook University of North Queensland Ed P Leggat(1998).pp 1-10 .
- ❖ **Himmi O., Trari B., Elagbani M.A. & Dakki M. (1998).** Contribution à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des moustiques (era: Culicidae) dans la région de Rabat Kénitra (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat* 21, p.71-79.
- ❖ **Himmi O.2007,** les diptères (Insectes, Diptères) du Maroc : systématiques, Écologique et études d'épidémiologiques pilotes.Thés.Doc. Univ Mohamed V,Rabat,13-18 p.

- ❖ **Izri A. -Depaquit J. P parola , 2006**, Phlébotomes et transmission d'agents pathogènes autour du bassin méditerranéen, Article, 7p.
- ❖ **Izri A, Temmam, S., Moureau, G., Hamrioui, B., de Lamballerie, X., Charrel R.N.**, “Sandfly fever Sicilian virus, Algeria’’, Emerging Infectious Diseases, V. 14, n° 5,795–797.
- ❖ **Jedlicka, L.; Stloukalova, V. ; 1997**. Family Simuliidae. Side 331-347 i: Papp, L. og Darvas, B. (red.): Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera, Volume 2. Science Herald, Budapest.
- ❖ **Jeffrey H. Skevington and P.T. Dang (Editors)**Exploring the diversity of flies (Diptera) (2002) Biodiversity(3)(4).
- ❖ **Jeger, M. J., 2020**. The Epidemiology of Plant Virus Disease: Towards a New Synthesis. Plants (Basel, Switzerland), 9 (12).
- ❖ **Ježek J. 1977**. Larva and pupae of three European Tabanus species (Diptera, Tabanidae). Department of Entomology, National Museum (Nat. Hist.) Praha. Acta Entomologica, Praga, 39, 8,293-307.
- ❖ **Jones K.E., Patel N.G., Levy M.A., Storeygard A., Balk D., Gittleman J.L.,Daszak P. (2008)**. Global trends in emerging infectious diseases. Nature 451: 990-993.
- ❖ **Kabbout, N. 2017**. Contribution à l'étude bio écologique des insectes d'intérêt médical dans le Nord Est Algerien (Thèse, Oum El Bouaghi University). Oum El Bouaghi University, Oum El Bouaghi. Bibliothèque de l'Université OEB.
- ❖ **Kabre, D. 1998**. Épidémiologie de l'épilepsie dans le foyer d'onchocercose au bassin de la Bougouriba (Burkina Faso).Diplôme d'état ,Université de Ouagadougou, 53-p.
- ❖ **Kadjoudjn,N.Bounamous,A.Kouba,Y.Dick,B.Zéroual,S.Amira ,A.Chenchouni H.**Composition and diversity of Culicoides biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) in rural and suburban environments of Algeria.2022.(234).
- ❖ **Kearns, C. A. 2002**. Flies and flowers: an enduring partnership. Wings (The Xerces Society) 25 (2): 3–8.
- ❖ **Keetle,E D. S., 1990** - Medical and veterinary entomology. Ed. CABInternational, Wallingford, Oxon, UK : 658 pp.
- ❖ **Kevan, P. G. 2002**. Flowers, pollination, and the associated diversity of flies. Biodiversity 3 (4): 16.
- ❖ **Killick-Kendrick R. (1999)**: The Biology and Control of Phlebotomine Sand Flies. Clinics in Dermatology; 17:279, 28.

- ❖ **Knottenbelt and Pascoe's Color Atlas of Diseases and Disorders of the Horse (Second Edition), 2014**
- ❖ **Krcmar S. (2005)** Seasonal abundance of horse flies (diptera: Tabanidae) from two locations in eastern Croatia. *J Vector Ecol.*, Dec 2005, 30, (2): 316-21.
- ❖ **Krcmar, S. Davorka K. Hackenberger, Branimir K. Hackenberger. (2011).** KEY To The Horse Flies Fauna of Croatia (DIPTERA, TABANIDAE). *Periodicum Biologorum*. VOL. 113, Suppl 2, 2011.
- ❖ **Kremer M., Waller J., Delécolle JC. 1987.** Systématique des Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae). Critères actuels. *Bulletin de la Société Française de Parasitologie*. 5: 123-132.
- ❖ **Labandeira, C. C. 1998.** How old is the flower and the fly? *Science* 280: 85-88.
- ❖ **Larivière M. (1978).** Parasitologie tropicale les grandes endémies-épidémiologie, prophylaxie. Paris : Les Editions Foucher, 224.
- ❖ **Larson, B. M. H., P. G. Kevan and D. W. Inouye. 2001.** Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *Canadian Entomologist* 133: 439–465.
- ❖ **Léger N, Depaquit J, Ferté H, Rioux JA, Gantier JC, Gramiccia M, et al.** [Phlebotomine sandflies (Diptera-Psychodidae) of the isle of Cyprus. II-Isolation and typing of *Leishmania* (*Leishmania infantum* Nicolle, 1908 (zymodème MON 1) from *Phlebotomus* (*Larrousius*) *tobbi* Adler and Theodor, 1930]. *Parasite* 2000; 7: 143-146. French.
- ❖ **Livia Maria Fusari, Galileu P.S. Dantas, Luiz Carlos Pinho.** Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition) Volume 3: Keys to Neotropical (2018) (pp.607-623).
- ❖ **Maroli M, Rossi L., Baldelli R, Capelli G, Ferroglio E, Genchi C, et al.** The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. *Trop Med Int Health* 2008, 13: 256-264.
- ❖ **MATILE L., 1993** - Les Diptères d'Europe occidentale, introduction, techniques d'étude et morphologie, (Nématocères, Brachycères orthorrhaphes et Aschizes). Ed. Boubée, Paris, 439.
- ❖ **G. MARTEL et C. Tremblay. (2015).** CHRYSOPS ABERRANS (MEIGEN 1803). BIO\_2440

- ❖ **MAURILLE S. (2005).** Les substances répulsives dans la protection du voyageur contre les piqûres d'arthropodes hématophages : étude comparée du DEET (N,N-diéthyl-m-toluamide). Thèse d'exercice : pharmacie. Faculté de pharmacie d'Angers. 92 pages.
- ❖ **Mellor, P., Boorman, J., Baylis, M., 2000.** Culicoides biting midges: their role as arbovirus vectors. *Annual Rev Entomol* 45, 307-340.
- ❖ **Mondet B.** Rapport de mission concernant les aspects entomologiques de l'épidémiologie de la fièvre de la vallée du Rift (Rift Valley fever) en Mauritanie. TCP/MAU/8923, FAO. Décembre 1999.
- ❖ **Moore, S., Shrestha, S., Tomlinson, K. W., Vuong, H. (2012).** Predicting the effect of climate change on African trypanosomiasis: integrating epidemiology with parasite and vector biology. *Journal of the Royal Society Interface*, 9: 817-830.
- ❖ **Morosetti G, Bongiorno G, Beran B, Scalone A, Moser J, Gramiccia M, et al.** Risk assessment for canine leishmaniasis spreading in the north of Italy. *Geospat Health* 2009; 4: 115-127.
- ❖ **Mouffok P. ]. Juin 2018 (cité 16 août 2023).** Fièvre Boutonneuse méditerranéenne, [Internet]. Disponible sur: <https://facmed-univoran.dz/ressources/fiches-produits/fiches-produit-2858.Pdf>.
- ❖ **Moureau, G., Bichaud, L., Salez, N., Ninove, L., Hamrioui, B., Belazzoug, S., de Lamballerie, X., Izri, A., Charrel, R.N.,** “Molecular and serological evidence for the presence of novel phleboviruses in sand flies from northern Algeria”. *The open virology journal*, V. 4, (2010), 15-21.
- ❖ **Mullens, B.A. (2019)** ‘Horse Flies and Deer Flies (Tabanidae)’, dans Mullen, G.R. et Durden, L.A. (eds) *Medical and veterinary entomology*. 3ème édition. San Diego, CA: Elsevier, pp. 327–343.
- ❖ **Mullens, B. A. (2002).** Horse flies and deer flies (Tabanidae). In: Mullen G, Durden L. (Eds.), *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press, San Diego, pp.263-277.
- ❖ **Mullen , G.R., Durden , L.A., Elsevier, Amsterdam, 2009,** 153,168.
- ❖ **Mullen, G. R., 2019.** *Medical and veterinary entomology*. 3rd edition. San Diego, CA: Else over.
- ❖ **Murgue B., Zeller H. et Deubel V. (2002)** The ecology and epidemiology of West Nile virus in Africa, Europe and Asia. *Curr Top Microbiol Immunol* 267 : 195-221.

- ❖ **Naucke T. J., Menn B., Massberg D., Lorentz S. (2008):**Sandflies and leishmaniasis in Germany. *Parasitol. Res*, 103 (Suppl 1) : 65-8.
- ❖ **Olivier,M.(2022)Epilly trop** - Maladies infectieuses et tropicales: Alinéa Plus 55-67p.
- ❖ **OMS. 1963.** Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs.Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève,Organisation Mondiale de la Santé, Sèr. Rapp. Techn, 265, 55-60.
- ❖ **OMS,1974** Rapport annuel du directeur général à l'assemblée mondiale de la santé et aux Nations unies . Actes officiels No 222.
- ❖ **OMS (1974).** Manuelle pratique de lutte antilarvaire :division du paludisme et autre maladie parasitaire, OMS, Genève.7-17.
- ❖ **OMS., 1999.-** La lutte anti -vectorielle, méthode à usage individuel et communautaire. (449p).
- ❖ **OMS. 2003.** Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du stagiaire. Provisoire. Edi OMS, Genève. 7-P.
- ❖ **OMS., (2005) –** Manuelle de règlement sanitaire international.Surveillance des vecteurs et lutte antivectorielle dans les ports, les aéroports et aux postes-frontières.81P.
- ❖ **OMS, 2014.** Module de formation sur l'entomologie du paludisme et lutte antivectorielle.
- ❖ **Organisation mondiale de la santé. Chikungunya, 2017.**
- ❖ **Organisation mondiale de la santé. Virus du Nil occidental ; 2017.**
- ❖ **Organisation mondiale de la santé. Virus Zika ; 2018.**
- ❖ **Organisation mondiale de la santé. Fièvre de la vallée du Rift ; 2018.**
- ❖ **OMS, 2021a.** Dengue and severe dengue.
- ❖ **OMS, 2021b.** WHO Guidelines for malaria.
- ❖ **PARROT (L.), 1922 :** Recherches sur l'étiologie du Bouton d'Orient (Clou de Biskra). Étude sur la biologie des Phlébotomes en milieu endémique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 15,80-92.
- ❖ **Patz, J.A., Graczyk T.K., Geller N., Vittor A.Y, 2000.** Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. *Int. J. Parasitol.* 30, 1395-140.
- ❖ **Pépin M. Fièvre de la vallée du Rift. Med Mal Infect (2011).**
- ❖ **Perfiliev, P., 1966.** Diptera. Phlebotomidae (sandflies). [in russian], Moscow.

- ❖ **Pesson B., Ready J.S., Benabdennbi I., Martin-Sanchez J., Esseghir S., Cadi-Soussi M., Morillas-Maequez F., Ready P.D., (2004)** : Sandflies of the *Phlebotomus perniciosus* complex: mitochondrial introgression and a new sibling species of *P. longicuspis* in the Moroccan Rif. *Med.Vête. ENT*, 8: 25-37.
- ❖ **Peyre M, Vourc'h G, Lefrançois T, Martin-Prevel Y, Soussana JF, Roche B.** PREZODE: Preventing zoonotic disease emergence. *Lancet*. 2021;397(10276):792-3. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00265-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00265-8)
- ❖ **Philogene B.J.R. (1991).** L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte anti-acridienne. Ed. APel.
- ❖ **Ponçon N.** Etude de la dynamique des populations de vecteurs de la Fièvre de la vallée du Rift au Sénégal : premiers résultats. Th. : Med.vet : Toulouse : 2003-TOU 3, 4024.
- ❖ **Purse, B., Carpenter, S., Venter, G., Bellis, G., Mullens, B., 2015.** Bionomics of temperate and tropical Culicoides midges: knowledge gaps and consequences for transmission of Culicoides-borne viruses.*Annu Rev Entomol* 60, 373-392.
- ❖ **Raharimalala F.N. (2011).** Rôle des moustiques (Culicidae), communautés microbiennes, de leurs dés et réservoirs vertébrés, dans la transmission d'arbovirus à Madagascar. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard Lyon L. 187p.
- ❖ **Ramdane M., 2017.** Contribution à l'étude des insectes (Diptères) d'intérêt médical dans la réserve de chasse de Zéralda. Université de Blida 1, blida, p 104.
- ❖ **Ramsdale C.D. et de Zulueta J. (1983).** Anophelism in the Algerian Sahara and some implications of the construction of a trans Saharan highway. *J Trop Med Hyg.* 86: 5158.
- ❖ **Raoult D, Weiller PJ, Chaudet H, Gallais H, Casanova P.1986.** Mediterranean spotted fever: clinical, laboratory and epidemiological features of 199 cases. *Am J Trop Med Hyg* 35: 845- 850.
- ❖ **Raybould (J. N.), Grunewald (J.), 1975.** - Present progress towards the laboratory colonization of African Simuliidae (Diptera). *Tropenmed. Parasit.*, 26, 2 : 155-168.
- ❖ **Richenbach A., 1981.in Jean Rene Durand ; C.Levequ ; 1981,** Ed : office de la recherche scientifique et technique Outre-mer, 44-45p.
- ❖ **Rioux et al., 1967.** Ecologie des leishmanioses dans le Sud de France. Échantillonnage. Ethologie. *Ann Parasitol. Humm. Comp*, 42: 561-603.
- ❖ **Rioux J A., 1958.-** Les Culicidae du Midi » méditerranéen.Etude systématique et écologique, Ed. Paul Chevalier, Paris : 301 p.

- ❖ **Robert V., Ayala D. & Simard F. (2017).** Chapitre 10. Les anophèles (Diptera: Culicidae: Anophelinae).
- ❖ **Rodhain F. et Perez C., 1985** R Précis d'entomologie médicale et vétérinaire Ed. Maloine S. A., Paris, 458 p.
- ❖ **Rodhain F., 2000.** Modifications climatiques : impacts potentiels sur la santé. L'exemple des maladies à vecteurs. Bull. Ass. Anc. Élèves Inst. Pasteur, 162: 8-14.
- ❖ **Roubaud E., 1933** - Essai synthétique sur la vie du moustique commun *Gtlex pipiens*. Ann. Sc. Nat. Zoologique : 163 pp.
- ❖ **Rutledge . Gupta . 2009.** Moth flies and Sand flies (psychodidae), in: medical and veterinary
- ❖ **Ruiz, R. E. M., et Rubio, M. P 1999.** Estudio faunístico y ecológico de los simúlidos (Díptera, Simuliidae) del río Cidacos a su paso por La Rioja. Zubía, (11), 61-80 entomology. Second Edition,
- ❖ **Salazar, J.H. Richardson, I. Sanchez-Vargas, K.E. Olson et B.J. Beaty :** Dengue virus type 2 : replication and tropisms in orally infected *aedes aegypti* mosquitoes. BMC Microbiology, 7:9, 2007.
- ❖ **Samways, 1995.** Entomofauna diversity of Diptera in a semi-arid region in the west of Algeria (Tiaret). Biodiversity Journal, 2021, 12 (3): 567–572.
- ❖ **Sedda, L., Brown, H. E., Purse, B. V., Burgin, L., Gloster, J., Rogers, D. J., 2012.** A new algorithm quantifies the roles of wind and midge flight activity in the bluetongue epizootic in northwest Europe. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 279(1737), 2354–2362.
- ❖ **Séguy (E.). 1934.** — Diptères (Brachycères ) (Muscidae acalypterae et Scatophagidae ) . In *Faune de France Paris*. 832 p + XXVII -PP.
- ❖ **Sergent Ed., Parrot I, (1929).** Transmission du clou de Biskra par le phlébotome *Phlebotomus papatasi* (Scop.). C. R. Acad. Sci, 173, 1030-1032.
- ❖ **Service , M. W. 1977.** Méthode for sampling adult Simuliidae, with special reference to the *Simulium damnosum* complex. Trop. Pest Bull. 5: 1-48.
- ❖ **Sinegre G., 1974** -Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (O) caspius* (Pallas 1771) (Nematocera : Culicidae). Eclosion. Dormance. Développement. Fertilité. Thèse Doct. es- Science. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpell, 285p.

- ❖ **Simarro P.P., Cecchi G., Franco J.R., Paone M., Diarra A., Ruiz-Postigo J.A., Fevre E.M., Mattioli R.C. & Jannin J.G. (2012).** Estimating and Mapping the Population at Risk of Sleeping Sickness. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(10) : e1859.
- ❖ **Simon F, Javelle E, Oliver M, Leparc-Goffart I, Marimoutou C.** Chikungunya virus infection. *Curr Infect Dis Rep.* 2011;13(3):218-28.
- ❖ **Smith C.N., Cole M.M. - Mosquito repellents for application to clothing. J. Natl. Malaria Soc. 1951 ; 10 : 206-212.**
- ❖ **Smith (R. A.), MURERJEE(S.) , (C.), 1936 :** Bionomics of *P. argentipes*. Part. II. The breeding sites of *P. Argentipes* and attempt to control these insects by anti larval measures. *Inn! J. med. Res.* 24.557-562.
- ❖ **Ssymank, A., C. A. Kearns, T. Pape and F. C. Thompson. 2008.** Pollinating flies (Diptera): a major contribution to plant diversity and agricultural production. *Biodiversity* 9: 86-89
- ❖ **Szadziewski R., 1984.** Ceratopogonidae (Diptera) from Algeria.VI. *Culicoides* Latr.*Bulletin Entomologique de Pologne.* Tome 54, 163-182. 30 IV 1984.
- ❖ **T. Bawin,F. Seye, S. Boukraa, J.-Y. Zimmer, F. Delvigne, F. Francis,L'Entomologiste canadien(2015).**147(4):476-500.
- ❖ **TDR (2005).** 17ème rapport du Programme, Progrès de la Recherche 2003-2004.
- ❖ **Toma B, Dufour B, Bénét JJ, Sanaa M, Shaw A, Moutou E** Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies transmissibles majeures, 3 ed. Maisons-Alfort: Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales; 2009. 600 pages.
- ❖ **Toussaint J.F., Kerkhofs P., DE Clercq K. (2006).** Influence des changements climatiques globaux sur la progression des arboviroses. *Ann. Méd. Vét*, 150, 56-63.
- ❖ **Travis B.V., Morton EA. - Treatment of clothing for protection against mosquitos.** *Proc. N J. Mosquito Excretion Ass.* 1946 ; 33 : 65-6.
- ❖ **Turell MJ.** Effect of environmental temperature on the vector competence of *Aedes fowleri* for Rift Valley fever virus. *Res. Virol.*, 1989, 140 : 147-154.
- ❖ **Waggoner, J.J.,** Viremia and Clinical Presentation in Nicaraguan Patients Infected With Zika Virus, Chikungunya Virus, and Dengue Virus. *Clinical Infectious Diseases*, 2016. 63(12): p. 1584-1590.
- ❖ **Wasserberg G., Yarom I., Warburg A. (2003):** seasonal abundance patterns of the sand fly *Papatasi* in climatically distinct foci of cutaneous leishmaniasis in Israel deserts.*Med. Vet. Ent.* 17: 452-456.

- ❖ **Whittingham (H. E.), 1922:** Phlebotomus fever. Lancet, 303 (5.179), 186-187.
- ❖ **Wilkerson, R. C., Butler, J. F., Pechuman, L. L. (1985).** Swarming, hovering, and mating behavior of male horse flies and deer flies (Diptera:Tabanidae). Myia, 3: 15-546.
- ❖ **WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004.** The vector-borne human infections of Europe, their distribution and burden on public health. 144 pages.
- ❖ **World Health Organization. World malaria report 2014.** [2014 Dec 9].
- ❖ **Wyss C., Cherix D. (2006).** Traité d'entomologie forensique. Les insectes sur la scène de crime. Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes. 317.
- ❖ **Zeller, H., Schuffenecker, I., <West Nile virus : An overview of its spread in Europe and the Mediterranean basin in contrast to its spread in the Americas=>**, Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis., V. 23, n°3, (2004), 147-156.
- ❖ **ZIMMER J.Y., 2007,** Contribution à l'étude écologique des larves du genre Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae), comprenant les espèces vectrices de la fièvre catarrhale ovine (Bluetongue).-Travail de fin d'études (option Nature, Eaux et Forêts): Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux.-75 p.
- ❖ **ZIMMER J.Y., HAUBRUGE E., FRANCIS F et al., 2008,** Breeding sites of bluetongue vectors in northern Europe: Veterinary Record, 162(4): 131.
  
- ❖ **Zimmer, J. Y., Losson, B., Saegerman, C., Haubruge, E., 2009.** Ecologie et distribution des espèces de Culicoides latreille 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) à proximité d'une exploitation bovine en Belgique. Ann. Soc. Entomol. Fr. 45(3), 393–400.
- ❖ **[www.cdc.gov/ncezid](http://www.cdc.gov/ncezid) (20/05/2024)**
- ❖ **[www.dpd.cdc.gov/dpdx](http://www.dpd.cdc.gov/dpdx) (06/05/2024)**

## Annexes

### Annexe 1 : Liste des diptères vecteurs présents en Algérie

#### 1.Ceratopogonidae:

Liste de 47 espèces des culicoides recensées en Algérie,(Djeral et ellecole, 2009)

1	<i>Culicoides algeriensis</i> Clastrier, 1957
2	<i>Culicoides begueti</i> Clastrier, 1957
3	<i>Culicoides cataneii</i> Clastrier, 1957
4	<i>Culicoides (Avaritia) imicola</i> Kieffer, 1913
5	<i>Culicoides (Avaritia) obsoletus</i> Meigen, 1818
6	<i>Culicoides (Avaritia) scoticus</i> Downes & Kettle, 1952
7	<i>Culicoides (Avaritia) montanus</i> Shakirzjanova, 1962
8	<i>Culicoides (Culicoides) newsteadi</i> Austen, 1921
9	<i>Culicoides (Culicoides) punctatus</i>
10	<i>Culicoides (Culicoides) fagineus</i> Edwards, 1939
11	<i>Culicoides (Culicoides) pulicaris</i> Linné, 1758
12	<i>Culicoides (Monoculicoides) puncticollis</i> Becker, 1903
13	<i>Culicoides (Monoculicoides) parroti</i> Kieffer, 1922
14	<i>Culicoides (Oecacta) kingi</i> Austen, 1912
15	<i>Culicoides (Pontoculicoides) saevus</i> Kieffer, 1922
16	<i>Culicoides (Pontoculicoides) sejjadinei</i> Dzhafarov, 1958
17	<i>Culicoides (Beltranmyia) circumscriptus</i> Kieffer, 1918
18	<i>Culicoides (Synhelea) azerbajdzhanicus</i> Dzhavarov, 1958
19	<i>Culicoides (Synhelea) marleti</i> Callot, Kremer & Basset, 1968
20	<i>Culicoides (Synhelea) semimaculatus</i> Clastrier, 1958
21	<i>Culicoides (Synhelea) corsicus</i>
22	<i>Culicoides clastrier</i>
23	<i>Culicoides dzhafarovi</i> Remm, 1967

24	<i>Culicoides faghihi</i> Navai, 1971
25	<i>Culicoides foleyi</i> Kieffer, 1922
26	<i>Culicoides gejgelensis</i> Dzhafarov, 1964
27	<i>Culicoides griseidorsum</i> Kieffer, 1918
28	<i>Culicoides heteroclitus</i> Kremer & Callot, 1965
29	<i>Culicoides jumineri</i> Callot & Kremer, 1969
30	<i>Culicoides (Silvaticulicoides) subfascipennis</i> Kieffer, 1919
31	<i>Culicoides (Silvaticulicoides) fascipennis</i>
32	<i>Culicoides kibunensis</i> Tokunaga, 1937
33	<i>Culicoides longipennis</i> Khalaf, 1957
34	<i>Culicoides maritimus</i> Kieffer, 1924
35	<i>Culicoides nudipennis</i> Kieffer, 1922
36	<i>Culicoides odiatus</i> Austen, 1921
37	<i>Culicoides pictipennis</i> Staeger, 1839
38	<i>Culicoides poperinghensis</i> Goetghebuer, 1953
39	<i>Culicoides pseudopallidus</i> Khalaf, 1961
40	<i>Culicoides sahariensis</i> Kieffer, 1923
41	<i>Culicoides santonicus</i> Callot, Kremer, Rault Bach, 1966
42	<i>Culicoides sergenti</i> Kieffer, 1921
43	<i>Culicoides ravus</i>
45	<i>Culicoides festivipennis</i>
46	<i>Culicoides kurensis</i>
47	<i>Culicoides langeroni</i>

## 2. Culicidae :

**Tableau 1:** Les espèces Culicidiennes connues en Algérie (**Brunhes et al., 1999**).

Sous famille des Anophelinae	Sous famille des Culicinae	
<b>Genre <i>Anopheles</i></b>	<b>Genre <i>Aedes</i></b>	<b>Genre <i>Culex</i>, <i>Culiseta</i> et <i>Uranotaenia</i></b>
<p>-<i>Anopheles (Anopheles) algeriensis</i> Theobald, 1903</p> <p><i>Algériees (Cellia) - cinereushispaniola</i> Theobald, 1903</p> <p>-<i>Anopheles (Anopheles) claviger</i> Meigen, 1804 -</p> <p><i>Anopheles (Cellia) dthali</i> Patton, 1905. -</p> <p><i>Anopheles (Anopheles) labranchiae</i> Falleroni, 1926. Senevet et Prunelle, 1927 -</p> <p><i>Anopheles (Myzomyia) multicolor</i> Caamboliu, 1902.</p> <p>-<i>Anopheles (Anopheles) petragnanii</i> Del Vecchio, 1939. -</p> <p><i>Anopheles (Anopheles) plumbeus</i> Stephens, 1828</p> <p>-<i>Anopheles (Myzomyia) rufipes brousseau</i> Edwards, 1929. -</p> <p><i>Anopheles (Myzomyia) rhodesiensisrupicola</i> Lewis, 1929. -</p> <p><i>Anopheles (Myzomyia) sergentiisergentii</i> Theobald, 1907. -</p> <p><i>Anopheles (Myzomyia) superpictus</i> Grassi, 1899</p>	<p>-<i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> Linné, 1762.</p> <p>-<i>Aedes(Ochlerotatus) albineus</i> Seguy, 1923.</p> <p>-<i>Aedes(Ochlerotatus) berlandi</i> Seguy, 1921.</p> <p>-<i>Aedes(Ochlerotatus) biskraensis</i> Brunches, 1999.</p> <p>-<i>Aedes(Ochlerotatus) caspius</i> Pallas, 1771. -</p> <p><i>Aedes(Ochlerotatus)coluzzii</i> Rioux, Guilvard et Pasteur, 1998.</p> <p>-<i>Aedes (Ochlerotatus) detritus</i> Halliday, 1833.</p> <p>-<i>Aedes (Ochlerotatus) dorsalis</i> Meigen, 1830 <i>Aedes (Ochlerotatus) echinus</i> Edwards, 1920</p> <p>-<i>Aedes (Finlaya) geniculatus</i> Olivier, 1791. -</p> <p><i>Aedes (Ochlerotatus) mariaae</i> Sergent et Sergent, 1903.</p> <p>-<i>Aedes (Ochlerotatus) pulcritarsis</i> Rondani, 1872. -</p> <p><i>Aedes (Ochlerotatus) punctor</i>, Kirby, 1937</p> <p>-<i>Aedes (Ochlerotatus) quasirustus</i>, Torres, 1951. -</p> <p><i>Aedes (Aedimorphus) vexans</i> Meigen, 1930</p> <p>-<i>Aedes (Aedimorphus) vittatus</i> Bigot, 1861</p>	<p>-<i>Culex (Maillotia) arbieeni</i> Salem, 1938.</p> <p>-<i>Culex (Neoculex) deserticola</i> Kirkpatrick, 1924.</p> <p>-<i>Culex (Neoculex) hortensis</i> Ficalbi, 1924.</p> <p>-<i>Culex (Neoculex) impudicus</i> Ficalbi, 1889. -</p> <p><i>Culex (Culex) laticinctus</i> Edwards, 1913.</p> <p>-<i>Culex (Culex) mimeticu</i> Noe, 1899.</p> <p>-<i>Culex (Culex) perexiguus</i> Theobald, 1903.</p> <p>-<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linné, 1758.</p> <p>-<i>Culex (Culex) theileri</i> Theobald, 1903.</p> <p>-<i>Culex (Neoculex) territans</i> Walker, 1856</p> <p>-<i>Culex (Barraudcus) modestus</i> Ficalbi, 1890.</p> <p>-<i>Culex (Barraudius) pussillus</i> Macquart, 1850.</p> <p>-<i>Culiseta (Culisella) fumipennis</i> Stephens, 1825.</p> <p>-<i>Culiseta (Culisella) litorea</i> Shute, 1928 -</p> <p><i>Culiseta (Culisella) morsitans</i> Theobald, 1901. -</p> <p><i>Culiseta (Culiseta) subochrea</i> Edwards, 1921. -</p> <p><i>Culiseta (Culiseta) annulata</i> Chrank, 1770.</p>

		<p>-<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> Macquart, 1828.</p> <p>-<i>Uranotaenia (Uranotaenia) anguiculata</i>, Edwards, 1913</p>
--	--	--

#### 4. Psychodidae:

Tableau 2: Listes des phlebotomus en Algérie (Boudrissa *et al.*, 2006).

Famille	Genre	Sous Genre	Espèce	
<i>Psychodidae</i>	<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus</i> (Rondani, 1943)	<i>P. (Phlebotomus) papatasi</i> (Scopoli, 1786)	
			<i>P. (Phlebotomus) bergeroti</i> (Parrot, 1934)	
		<i>Paraphlebotomus</i> (Théodor, 1948)	<i>P. (Paraphlebotomus) sergenti</i> (Parrot, 1917)	
			<i>P. (Paraphlebotomus) alexandri</i> (Sinton, 1928)	
			<i>P. (Paraphlebotomus) chabaudi</i> (Croset, Abonnec et Rioux, 1970)	
			<i>P. (Paraphlebotomus) kazeruni</i> (Theodor et Mesghali, 1964)	
		<i>Larrousius</i> (Nitzulescu, 1931)	<i>P. (Larrousius) chadlii</i> (Rioux, Juminer et Gibily, 1966)	
			<i>P. (Larrousius) ariasi</i> (Tonnoir, 1921)	
			<i>P. (Larrousius) longicuspis</i> (Nitzulescu, 1930)	
			<i>P. (Larrousius) perniciosus</i> (Newstead, 1911)	
			<i>P. (Larrousius) perfiliewi</i> (Parrot, 1930)	
			<i>P. (Larrousius) langeroni</i> (Nitzulescu, 1930)	
		<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia</i> (Franca, 1920)	<i>S. (Sergentomyia) antennata</i> (Newstead, 1912)
				<i>S. (Sergentomyia) fallax</i> (Parrot, 1921)
				<i>S. (Sergentomyia) minuta parroti</i> (Adler et Theodor, 1927)
	<i>S. (Sergentomyia) schwetzi</i> (Adler, Theodor et Parrot, 1929)			
	<i>Parrotomyia</i>		<i>S. (Parrotomyia) lewisi</i> (Parrot, 1948)	
			<i>S. (Parrotomyia) eremitis</i> (Parrot et Bouquet de Jolinière, 1945)	
	<i>Grassomyia</i> (Théodor, 1958)		<i>S. (Grassomyia) dreyfussi</i> (Parrot, 1933)	
	<i>Sintonius</i>		<i>S. (Sintonius) clydei</i> (Sinton, 1928)	
			<i>S. (Sintonius) christophersi</i> (Sinton, 1927)	
		<i>S. (Sintonius) tiberiadis</i> (Adler Theodor et Lourie, 1930)		

#### 3. Simuliidae :

**Tableau 3:** les Diptères Simuliidae connus en Algérie (Bouzidi & Giudicelli, 1986 et 1987 ; Giudicelli & Bouzidi , 1989).

Genre	Sous genre	Espèce
<i>Prosimulium</i> (Roubaud, 1906)	<i>Prosimulium</i>	<i>P. (P.) albense</i> (Rivosecchi, 1961) <i>p. (p.) Latimucro</i> (Enderlein, 1925) <i>p. (p.) rufipes</i> (Meigen, 1838)
Urosimulium (Contini, 1963)		<i>P. (P.) faurei</i> (Bertrand et Choumara, 1972)
<i>Greniera</i> (Doby & David, 1959)		<i>Greniera fabri</i> (Doby & David, 1959)
<i>Metacnephia</i> (Crosskey, 1969)		<i>Metacnephia blanci</i> (Grenier & Theodorides , 1953)
<i>Simulium</i> (Latreille, 1802)	Eusimulium	<i>S. (E.) angustipes</i> (Edwards, 1915) <i>S. (E.) petricolum</i> (Rivosecchi, 1963) <i>S. (E.) velutinum</i> (Santos, 1922)
	<i>Nevermania</i>	<i>S. (N.) angustitarse</i> (Lundströmi, 1911) <i>S. (N.) ibleum</i> (Rivosecchi, 1966) <i>S. (N.) lundstromi</i> (Rubstov, 1956) <i>S. (N.) ruficorne</i> (Macquart, 1838) <i>S. (N.) costatum</i> (Freiderichs, 1920) <i>S. (N.) gr vernum</i> (Rivosecchi, 1986) <i>S. (N.) carthusiense</i> (Grenier et Doris), 1959) <i>S. (N.) cryophilum</i> (Rubstov, 1956) <i>S. (N.) brevidens</i> (Rubstov, 1956)

	<i>Simulium</i>	<i>S. (S) Argenteostriatum</i> (Strobl, 1898) <i>S. (S.) hispaniola</i> (Grenier & Bertrand, 1954) <i>S. (S.)intermedium</i> (Roubeau,1906) <i>S. (S.)monticola</i> (Friederichs, 1920) <i>S. (S.)ornatum</i> (Meigen, 1818) <i>S. (S.)trifasciatum</i> (Curtis, 1839) <i>S. (S.)variegatum</i> (Meigen, 1818) <i>S. (S.)xanthinum</i> ( Edwards, 1933) <i>S. (T.) bezzi</i> (Crot, 1914)
	<i>Trichodagmia (Obuchovia)</i>	<i>S. (O.) galloprovinciale</i> (Giudicelli, 1963) <i>S. (O.) marocanum</i> (Bouzidi et Giudicelli,1985)
	<i>Wilhelmia</i>	<i>S. (w.) pseudequinum</i> (Seguy, 1912) <i>S. (w.) quadrifila</i> (Grenier, Faure et Laurent, 1957) <i>S. (w.) sergenti</i> (Edwards, 1923)

## 5. Tabanidae :

**1 .Atylotus agrestis (Wiedemann, 1828):** Une espèce afro tropicale atteignant jusqu'à Arabie occidentale (Müller et al. 2012). Son apparition est associée à la fin de la saison des pluies (Yagi and Abdelrazik, 1972). *A. agrestis* est apparu en mai avec la densité la plus élevée et a duré jusqu'en septembre (Zeghouma et al., 2018). *A. agrestis* était l'espèce la plus commune en mai et juin (Yagi and Abdelrazik, 1972).

**2. Haematopota pluvialis (Linnaeus, 1758):** Une espèce très répandue en Europe, au Proche-Orient et le Paléarctique oriental (Portillo, 1986). *H. pluvialis* est apparu en avril et a duré jusqu'en septembre et c'était à son apparition la plus courante en mai (Surcouf, 1913).

**3. Tabanus autumnalis (Linnaeus, 1761):** Cette espèce a une large distribution à travers l'Europe, Afrique du Nord et Moyen-Orient jusqu'en Chine (Portillo, 1986). *T. autumnalis* est apparu comme *H. pluvialis* en avril et a duré jusqu'en septembre et c'était à son apparition la plus courante en mai (Surcouf, 1913). Longueur du corps et de 24,17 mm. Antennes de 2.26 mm de longueur contient des poils longs denses pour le milieu, sa longueur est quatre fois

plus longue que le pédicelle, le flagelle est trois fois plus long que la hampe. Palpes maxillaires blanchâtres à jaune blanchâtres, poils courts pâles avec quelques poils noirs supplémentaires. Les fronts sont presque parallèles, grisâtre à gris-jaune saupoudré, (**Hassan et al., 2015**).

## **Annexe 2 : Méthodes de surveillance des diptères vecteurs**

Pour être efficace, la L.A.V. doit être permanente au temps de l'épidémie. Dans un certain nombre de cas, son interruption peut expliquer son échec dans la prévention des flambées épidémiques. En période de transmission endémique à faible incidence, la lutte à une composante préventive qui se confond avec la surveillance entomologique. La surveillance a idéalement 3 objectifs:

Détecter la présence, l'introduction, l'expansion d'un vecteur dans une zone donnée. Suivre la densité vectorielle (larves ou imagos), et si possible l'intensité du contact hôte-vecteur. Cette surveillance consiste à mesurer un ensemble d'indices ou d'indicateurs. Afin de réduire le risque épidémique et d'observer l'apparition de résistance. Les interventions peuvent être si des échecs sont constatés. Suivre l'efficacité des méthodes de lutte employées, en particulier d'éventuelles apparition de résistance des insectes ou produits biocides.

(**Fecherolle, 2008**).

## **Annexe 3: Méthodes de lutte contre les diptères vecteurs :**

### **La lutte chimique:**

Les composés utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (**Philogene, 1991**). Par la suite, des composés synthétiques dits de deuxième génération ont été mis en place, il s'agit des organochlorés, des organophosphorés et des carbamates (**Philogene, 1991**).

### **La lutte biologique:**

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

La première méthode est appelée classique, par acclimatation: elle consiste à l'introduction des organismes exotiques dans un territoire avec l'espoir qu'ils s'y établissent pour lutter de manière durable contre des organismes exotiques nuisibles.

**(Eilenberg et al., 2001)**

La deuxième est une méthode inoculative ou inondative: ces méthodes consistent à augmenter des populations d'organismes indigènes par lâchers, soit dans le but qu'ils se multiplient rapidement et contrôlent directement les cibles .**(Eilenberg et al., 2001)**

### **la lutte physique :**

C'est une modification intentionnelle du biotope, qui vise à faire disparaître ou réduire par des moyens physiques les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent.L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux, d'aménagement de l'écoulement ou de modification physique par d'autres moyens **(OMS ,1999)**.

### **Annexe 4 : Mesures de prévention des maladies :**

La prévention des maladies zoonotiques repose sur l'application de mesures d'assainissement. L'objectif fondamental est de se laver les mains correctement, ce qui constitue l'intervention rapide du traitement **(ECDP.,2021)**.

En outre, il est essentiel de sensibiliser le public en lui fournissant des informations simples concernant la sécurité autour des animaux domestiques (comment gérer la nourriture, les excréments, les morsures et les griffures) ainsi que les incidents possibles qui peuvent survenir dans les zoos ou les parcs. Il est indispensable de mettre en place une surveillance systématique des maladies zoonotiques et d'adopter des stratégies de prévention de base :

1. PREZODE (PREventing ZOonotic Disease Emergence) : Il s'agit d'un programme universel de prévention et d'extinction des maladies zoonotiques. Il vise à obtenir le soutien des organisations internationales et des pays du monde entier, en particulier des pays à faible revenu **(Peyre et al.,2021)**.

2. GOHF (Generalizable One Health Framework) : Il comprend une série d'actions sur la base desquelles les pays peuvent développer un système de coordination et de planification dans tous les domaines d'intérêt concernant n'importe quelle maladie zoonotique **(Ghai et al .,2022)**

