

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 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Biodiversité et Environnement
Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

Les Culicidés (Culicidae) de la région de Guelma

Présenté par :

- TRIKI Yousra

Devant le jury composé de :

Président :	Mme. BAALOU DJ Affef	Pr. Université de Guelma
Examineur :	Mme. ABDI Soumia	MAB. Université de Guelma
Encadreur :	Mr. ROUIBI Abdelhakim	MCA. Université de Guelma
Co-encadreur :	Mme. ROUIBI Amna	Dr. Université d'Annaba

Année universitaire :2023/2024

REMERCIEMENTS

Notre gratitude va à « Dieu » le tout-puissant pour nous avoir accordé la santé, la patience et la détermination nécessaires pour mener à bien cette tâche.

À la fin de ce travail, nous désirons exprimer notre gratitude et notre reconnaissance.

Nous exprimons notre gratitude envers tous les acteurs et toutes les personnes universitaires, professionnelles ou autres qui, de près ou de loin, ont participé à sa réalisation, notamment :

*J'exprime ma profonde gratitude à Mme **Affef Baaloudj** pour avoir accepté de présider le jury en tant que présidente, ainsi que pour son soutien continu et son excellent enseignement.*

*Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude envers notre encadreur monsieur **Abdelhakim Rouibi**, pour son soutien, son encouragement et ses précieux conseils tout au long de l'élaboration de ce mémoire. Sa disponibilité et sa patience ont été d'une aide inestimable*

*Je souhaite exprimer ma gratitude envers Mme **Soumia Abdi** d'avoir accepté de participer au comité d'arbitrage en tant qu'examinateur, et je suis ravi d'entendre sa critique constructive du mémorandum.*

*Je tiens à remercier chaleureusement Mme **Anna Rouibi** pour son temps, et ses efforts acharnés, qui ont grandement influencé ce travail et aidé à identifier les échantillons collectés au cours de cette recherche.*

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à tous les professeurs qui m'ont enseigné et qui, grâce à leurs compétences, m'ont soutenu dans la poursuite de nos études.

*Il est important de souligner ma gratitude envers les responsables du département d'écologie de l'université **8 MAI 1945 QUELMA** pour tous les efforts qu'ils ont déployés.*

Yusra Triki

DEDICACES

En prélude à ce projet, je remercie Dieu qui m'a aidé et m'a donné patience et courage pendant ces années d'études particulières.

Je dédie cet ouvrage à ma mère, pour sa sagesse et sa gentillesse infinies, « Je ne te remercierai jamais assez pour tes encouragements constants, pour ton écoute, pour ton souci pour moi, tu es notre trésor, que Dieu te bénisse et prolonge ta vie

À mon père qui m'a soutenu et encouragé durant ces années scolaires Puissiez-vous trouver ici un témoignage de ma profonde gratitude.

À mes frères (Ramzi, AbouBakr et Mouhamed), mon soutien et mon épaule qui ne s'appuie pas, que Dieu les protège pour moi.

À mon grand-père, que Dieu prolonge votre vie. Merci de toujours prier pour moi.

À ma tante (Karima), ma deuxième mère, merci pour votre soutien continu. Que Dieu prolonge votre vie.

À mes amies proches (Amani Rayan) qui m'ont toujours soutenue et encouragée Je ne peux que vous aimez et vous souhaiter santé et bonheur.

À mon amie (Khawla) elle n'a jamais cessé de me donner des conseils et de toujours m'aider. Merci.

À mes chers amis (le groupe : Amani, Khawla, Manal, Rayan, Amani, Kholoud, hawa et chourok) qui sont toujours là pour moi.

À mes amis (Raoudha, Nihal, Ilham, Maryam, Douaa, Marwa, Rahma, Sondous, Oumaima, Nesrine, Yasmine), je veux dire : « Merci pour les jours qui m'ont fait vous rencontrer.

À toute ma famille proche,

- Triki (Nadjet, Hassiba, Dounia, Randa... et tous mes cousins)

- Bousalah (Yasmine, Asmaa, Amani, et tous mes cousins).

À mes grands-parents ; Que Dieu ait pitié de toi. Et à mon beau chat, Michou

Finalement, la personne qui mérite le plus de remerciements, c'est moi.

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Systematique générale des Culicidae présents en Algérie	4
2	Classification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne	5
3	Quelques photos d'œufs de moustiques	6
4	Quelques photos de larves de Culicidae	7
5	Aspect général d'une nymphe d' <i>Aedes</i>	8
6	Aspect générale d'un Culicinae adulte	9
7	Aspect général de l'adulte	10
8	Cycle de développement des Culicidae	14
9	Cycle de transmission de la filariose	20
10	Cycle de transmission du paludisme	21
11	Situation géographique de la wilaya de Guelma	22
12	Courbe ombro-thermique de la station de Guelma	26
13	Précipitations de la station de Guelma	27
14	Précipitations de la station de Héliopolis	27
15	Matériel utilisé sur terrain	29
16	Les matériels utilisés dans laboratoire	31
17	Abondance relative des genres rencontrés dans les différents gites	33
18	Abondance relative des espèces rencontrées dans les différents gites	33
19	Les différentes associations des espèces trouve dans les gites positifs	35

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Températures moyennes mensuel de la station des Salines (1980/2015) et Guelma (1985/2015)	25
2	Moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station des Salines en % (1980-2015)	26
3	Précipitation moyennes mensuelles des stations Salines et Pont Bouchet (1980/2015) et de Guelma (1985/2015) et Héliopolis (1985/2015)	27
4	Moyenne mensuelle de la vitesse des vents en m/s à la station des Salines (1984-2015)	28
5	Liste des espèces inventoriées et l'abondance relative dans la région d'étude	32
6	Associations faunistiques des Culicidae (Guelma)	34

Sommaire

-Liste des tableaux.

-Liste des figures.

Introduction 01

CHAPITRE I : Biologie et écologie de l'espèce.

1- Définition	03
2- Systématique	03
3- Morphologie générale des culicidae	05
3-1- L'œuf	05
3-2- La larve	06
3-2-1- La tête	07
3-2-2- Le thorax	07
3-2-3- L'abdomen	07
3-3- La nymphe	08
3-4- L'adulte	09
3-4-1- La tête	10
3-4-2- Le thorax	11
a- Les ailes	12
b- Les pattes	12
3-4-3- L'abdomen	12
4- Bioécologie de l'espèce	12

4-1- Alimentation des espèces	12
4-1-1- Alimentation des larves	12
4-1-2- Alimentation des adultes	13
4-2- Cycle de développement	13
a- Phase aquatique	14
b- Phase aérienne	15
4-2-1- Accouplement	16
4-2-2- Ponte	16
4-2-3- Développement larvaire et nymphose	17
a- Larvaire	17
b- Nymphose	17
4-2-4- Mue imaginale	17
4-2-5- Stade adulte	18
4-3- L'habitat	18
4-4- Activité	18
5- Rôle écologique	19
6- Répartition géographique	19
7- Rôle pathogène	19
7-1- Filariose lymphatique	20
7-2- Paludisme	21

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

1- Présentation du site d'étude	22
1-1- Situation géographique	22

1-2- Hydrogéologie	23
a- Zones de Guelma et des plaines du Bouchegouf	23
b- La zone des Djebels au Nord et Nord-ouest	23
c- La zone des plaines et collines de Tamloka	23
d- La zone des Djebels surplombant les Oueds Sedrata et Héliia	24
1-3- Etude climatique	24
1-3-1- Le climat	24
1-3-2- La température	24
1-3-3- L'humidité	26
1-3-4- Les précipitation	26
1-3-5- Le vent	28
2- Matériel et méthodes	29
2-1- Méthodes d'étude du peuplement <i>Culicidien</i>	29
2-1-1- Le matériel utilisé sur terrain	29
2-1-2- Technique d'échantillonnage sur terrain	30
2-1-3- Technique de collecte directe	30
2-2- Travail au laboratoire	30
2-2-1- Matériel du laboratoire	30
2-2-2- L'identification des espèces	31

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1- Résultats	32
1-1- Etude taxonomique	32
1-2- Espèces inventoriées dans la région d'étude	32

1-3- Association faunistique de la région de Guelma	34
1-4- Type de gite	35
2- Discussion	36
Conclusion	39
Résumés	40
Références bibliographiques	43

Introduction

Introduction :

Les Arthropodes, dont les insectes constituent la classe principale, sont caractérisés par leur squelette externe rigide et des appendices articulés, d'où leur nom. Ce squelette est essentiellement protéique et chitineux, ce n'est d'ailleurs pas la chitine qui en est le principal élément rigide, mais la protéine très particulière qui le compose à 80%. La cuticule est composée de trois strates : l'épicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule, secrétés par des cellules hypodermiques. Elle peut être garnie de poils, qui peuvent jouer un rôle important en systématique Roth, (1980).

Les insectes représentent environ les $\frac{3}{4}$ des branches des arthropodes et, de plus, grâce à leur diversité morphologique et leur plasticité écologique, les insectes en particulier ont pu coloniser la quasi-totalité des habitats naturels et s'adapter à de nombreux modes de vieselon. Ils sont des arthropodes à pattes et articulations. Cette classe comprend les $\frac{4}{5}$ des espèces animales actuellement connues. La classe des insectes comprend environ 30 ordres et plus de 600 000 espèces. Parmi celles-ci, seules quelques espèces ont une importance médicale Rodhain & Perez (1985).

De nombreux insectes sont des prédateurs, en général entomophages: certains chassent à l'affût (larves de cicindèles, de fourmilions, etc.), éventuellement à l'aide de pièges ; d'autres, comme les carabes, sont de rapides coureurs. Certaines espèces sont des parasitoïdes d'autres insectes (Hyménoptères Térébrants, Diptères *Tachinidae*) ; leurs larves vivent en ecto- ou endoparasites de l'hôte dont ils provoquent la mort à plus ou moins long terme. A ce titre, ils participent à la régulation naturelle des populations de nombreux consommateurs primaires. Mais on trouve également des insectes hématophages (Hémiptères *Reduviidae*, Diptères *Culicidae*, *Simuliidae*, *Glossinidae*, etc.) et souvent vecteurs de graves maladies humaines ou du bétail (paludisme, onchocercose, trypanosomiase, etc.) ; enfin, d'autres sont des ectoparasites de mammifères ou d'oiseaux (Diptères *hippoboscidae*, *Nycteribiidae*, etc., Siphonaptères, Phthiraptères) ; outre les irritations et plaies qu'ils provoquent, ils sont la source d'infections ou de maladies. Delvare & Aberlenc (1989).

Depuis leur apparition il y a environ 270 millions d'années, les moustiques ont colonisé tous les milieux, de l'équateur aux cercles polaires, et ce grâce à une extraordinaire diversification avec plus de 3 600 espèces répertoriées à ce jour. Leurs grandes capacités de vol, de reproduction ainsi que leurs facultés d'adaptation leur permettent de coloniser la plupart des environnements naturels ou créés par l'homme. Un plus grand nombre d'espèces se rencontre cependant sous les tropiques et à l'équateur Lecollinet *et al.*, (2022).

Les Culicidés ont généralement des caractères morphologiques distincts qui permettent une identification aisée de la famille et une bonne description de celle-ci. Cependant, leur regroupement en sous-familles, genres et sous-genres est beaucoup plus délicat. Au cours des vingt dernières années. En Algérie, 48 espèces de Culicidae appartenant à 6 genres différents sont regroupées en deux sous-familles, *Anophelinae* et *Culicinae* (Brunhes *et al*, 1999).

En Algérie, les travaux les plus anciens sur les Culicidae remontent au siècle dernier, les recherches menées à l'époque par Clastrier & Senevet (1961) et les travaux de Senevet & Andarelli (1954, 1955) constituent une étape importante dans la connaissance de ce groupe d'insectes.

Notre travail aborde différents aspects liés aux espèces de moustiques dans la région de Guelma (Nord-Est algérien) à travers une recherche systématique et écologique, en s'appuyant dans ce travail sur l'axe de nos recherches sur la biodiversité et la typologie des gîtes larvaires.

Dans ces derniers, des inventaires représentatifs de nos stations de recherche rurales et suburbaines ont été réalisés. Nos résultats ont été comparés avec les travaux précédents.

Notre travail suit une démarche qui s'articule autour de deux parties :

-La première partie faisant l'objet d'un aperçu général de la bioécologie des Culicidés et d'une description de la zone d'étude.

-La deuxième partie est consacrée à l'étude taxonomique et à l'inventaire de la faune culicidienne, des collectes ont été faites au niveau de la Wilaya de Guelma, ce qui a permis d'inventorier et d'identifier des spécimens.

CHAPITRE 1 :

Biologie et écologie de l'espèce

CHAPITRE I :

Biologie et écologie de l'espèce

1- Définition :

Moustiques est une espèce d'insectes de la famille des Culicidae, de l'ordre des Diptères et du sous-ordre des Entomophages. Les Culicidés sont une famille composée de trois sous familles: Toxorhynchitinae, Anophelinae et Culicinae (Matile, 1993 ; Brunhes *et al.*, 1999).

Les moustiques, également connus sous le nom de culicidés, sont actuellement répartis en plus de 3200 espèces et une quarantaine de genres répondants dans presque toutes les régions du globe (Coutin, 1988). Ils résident à la fois dans les environnements naturels et urbains (Fondje *et al.*, 1992).

Selon Balenghien (2006), les hématophages sont une source de protéines essentielle pour la maturation des œufs.

2- Systématique :

Les moustiques appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, classe des Insectes, ordre des Diptères, sous-ordre des Nématocères, famille des Culicidés. Selon la classification la plus récente de moustiques (Diptera : Culicidae), la famille comprend 2 sous-familles, 11 tribus, 111 genres (43 genres sur la base de la plus haute classification), et 3528 espèces de la faune du monde ; le genre *Anophèles* Meigen comprend 7 sous-genres et au moins 465 espèces (Harbach, 2007). Les moustiques sont trouvés partout autour du globe, excepté dans les zones gelées en permanence. Nous référençons aujourd'hui plus de 3500 espèces (Figure 1 et 2) (Marquardt *et al.*, 2005).

En Algérie, la famille des Culicidae est représentée par deux sous familles les Anophelinae et les Culicinae. Parmi les deux sous familles qui constituent la famille des Culicidae, c'est certainement celle des Culicinae qui apparaît la plus riche en genres et en espèces. Elle comprend notamment les genres *Aedes* (avec 14 espèces), *Culex* (avec 11 espèces), *Culiseta* (avec 06 espèces), *Orthopodomyia*

(avec une seule espèce) et *Uranotaenia* (avec une seule espèce). Par contre la sous famille des Anophelinae ne contient qu'un seul genre celui des anophèles (avec 14 espèces) (Brunhes, 1999)

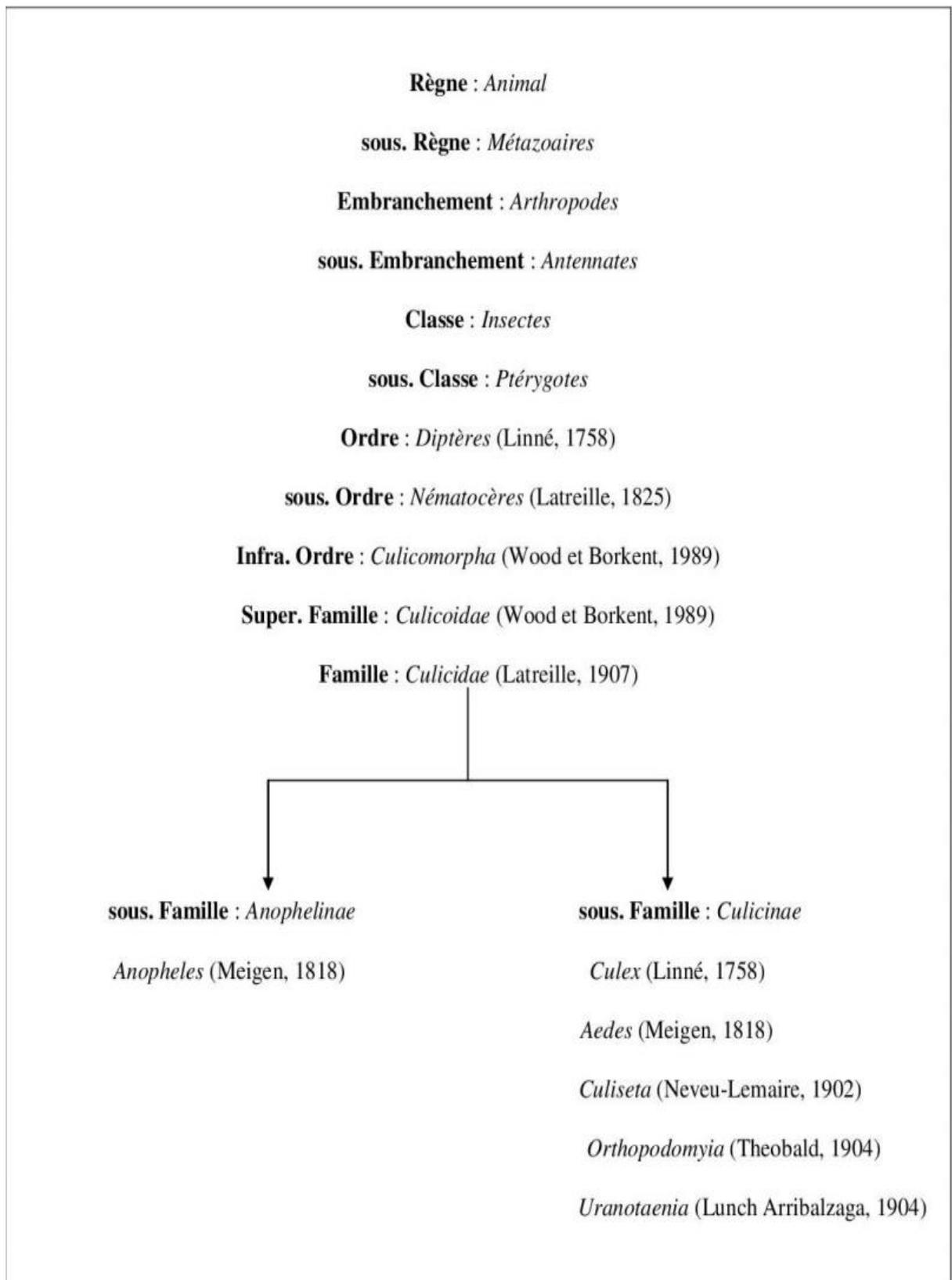


Figure 1 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (Berchi, 2000).

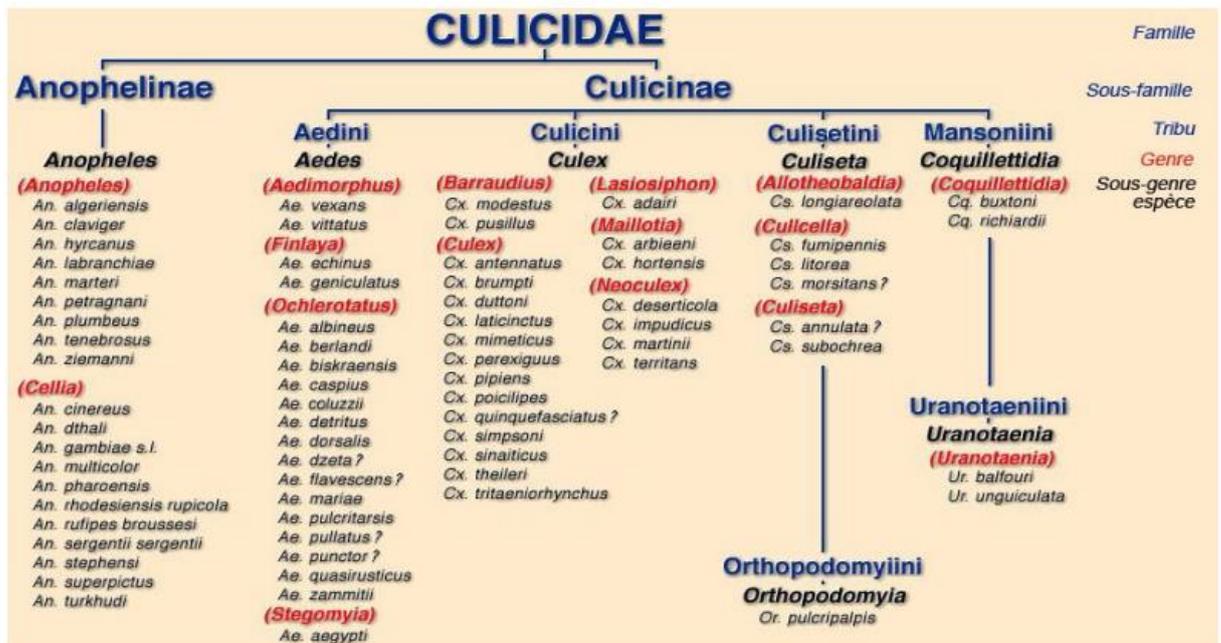


Figure 2: Classification des Culicidae de l’Afrique méditerranéenne (Brunhes et *al.*, 1999)

3- Morphologie générale des culicidae :

3-1- L’œuf

Les œufs, habituellement fusiformes, ont une longueur d'environ 1 mm (Figure 3). Au moment de la ponte, ils sont blanchâtres et s'assombrissent dans les heures qui suivent en raison de l'oxydation de certains composants chimiques de la thèque, en contact avec de l'eau ou de l'air (Sinegre *et al.*, 1977). Chez les Anophèles, ils sont pondus séparément à la surface de l'eau et équipés de flotteurs, ce qui les rend insubmersibles. Chez les Culex, ils sont regroupés en nacelles flottantes contenant de 50 à 200 œufs (Diedhiou & Faye 2010). En général, ils éclosent après 2 à 5 jours. (Brumpt, 1936). Plusieurs critères sont pris en compte par les moustiques pour choisir les gîtes larvaires qui accueilleront leur ponte, ces critères varient en fonction des espèces. (Rioux, 1958) propose une classification écologique des biotopes larvaires du littoral méditerranéen.

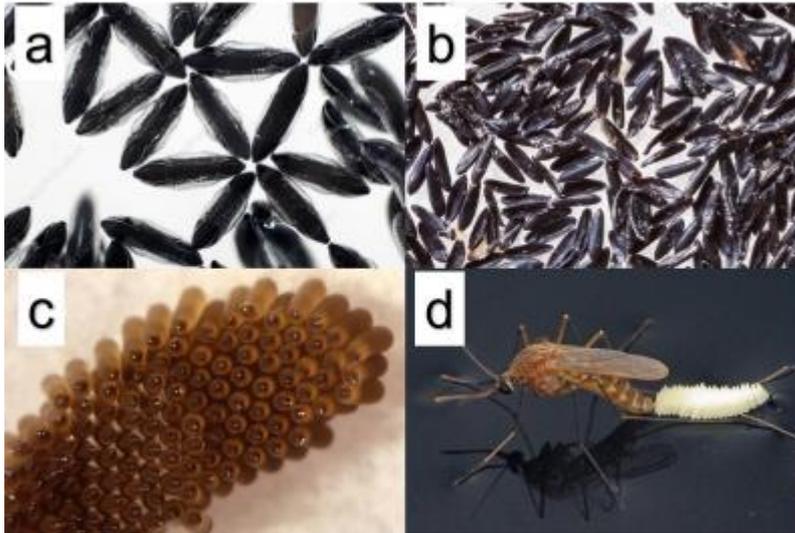


Figure 3 : Quelques photos d'œufs de moustiques : a - genre *Anopheles*, b – genre *Aedes*, c - Genre *Culex* d- moustique femelle du genre *Culex* lors de la ponte.

3-2- La larve :

Les moustiques sont des créatures aquatiques qui se composent d'une tête, d'un thorax et d'un abdomen. Ils sont de quelques millimètres à quelques centimètres de taille. Il est courant qu'elles mangent principalement des débris, mais certaines sont prédatrices ou même cannibales (Figure 4).

(Merabti, 2016). Selon Himmi *et al.* (1995), elles se déplacent par saccades et se nourrissent habituellement par filtration, que ce soit à la surface ou au fond du gîte larvaire. Selon Robert (2001), afin de se nourrir, la larve agit de manière rapide et régulière ses brosses mandibulaires (palpes rotatoires) sous la forme de petites houppes.

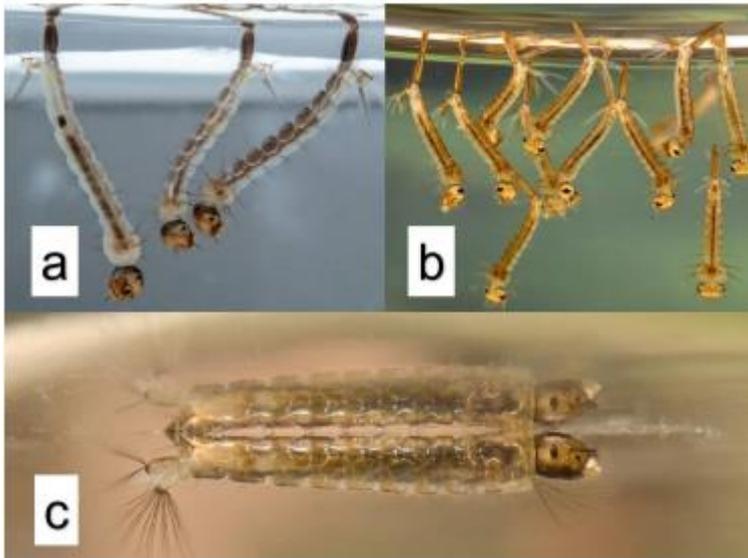


Figure 4 : Quelques photos de larves de Culicidae : a – genre *Aedes*, b – genre *Culex*, c – Genre *Anopheles* [04]

3-2-1- La tête

Corps très chitinisé, légèrement allongé, plus ou moins aplatie dorsoventralement. Elle comporte trois plaques avec des chitines. La larve du stade I présente une plaque médiodorsale (fronto-clypéus) losangique qui porte le bouton céphalique d'éclosion. Deux plaques, situées sur les côtés (plaques épicroaniennes), sont symétriques et accueillent les antennes et les yeux. Ces sclérites présentent des soies d'une importance taxonomique considérable. Le labre possède une paire d'organes spécifiques appelées brosses buccales, qui sont composées de soies courbes longues et jouent un rôle préhersile (Himmi, 2007).

3-2-2- Le thorax

Différencié en prothorax, mésothorax et métathorax. Le corps est garni de soies. Les soies prothoraciques sont organisées de manière à permettre la reconnaissance des espèces (Senevet & Andarelli, 1955 ; Rioux, 1958).

3-2-3- L'abdomen :

Les huit segments de l'abdomen sont visibles, le neuvième n'est pas visible, soudé au huitième, et le dixième segment forme le segment anal. Les sept premiers segments chez les Anophelinae sont identiques, le neuvième avec le huitième forme un anneau complet, c'est lui qui porte la paire de stigmates superficiels dorsaux, sur sa face latérale.

Chez les Culicinae et les Taxorhynchitinae, l'apex est équipé d'un organe médian chitinisé, tronconique, connu sous le nom de siphon respiratoire. Le segment anal, qui est le dixième, est constitué de quatre longues papilles anales (lobes annaux), d'une brosse ventrale et de soies caudales internes et externes. Sa partie tergale est sclérite (Snodgrasse, 1959).

3-3- La nymphe :

Après environ une semaine, la larve est complètement métamorphosée où la cuticule se brise pour former une nymphe (Singh *et al*, 2012). Ce céphalothorax globuleux regroupe la tête et le thorax de la nymphe, avec deux trompettes respiratoires. L'abdomen, qui est segmenté, présente deux palettes natatoires à son extrémité postérieure, situées de part et d'autre du huitième segment (Figure 5).

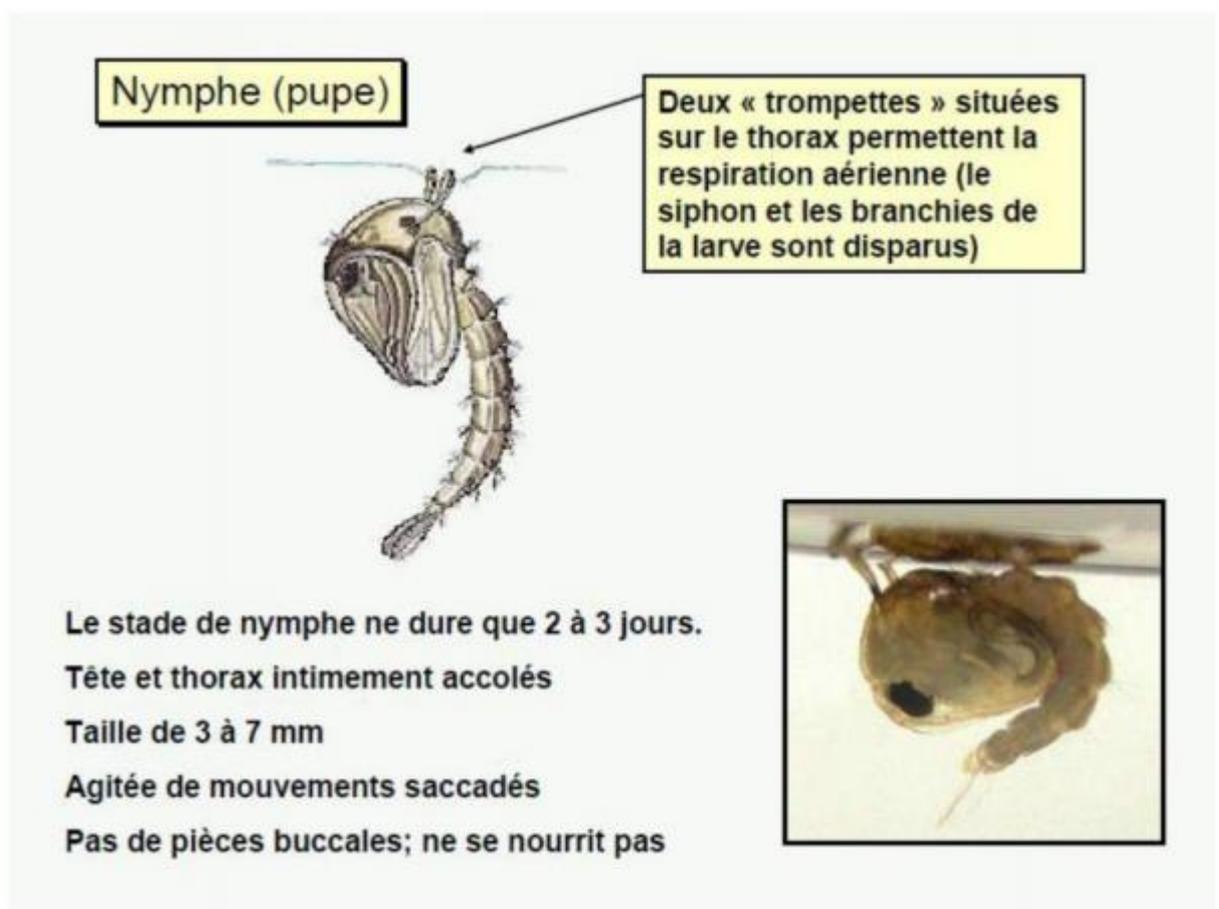


Figure 5 : Aspect général d'une nymphe d'*Aedes* (Brunhes *et al*, 2000)

3-4- L'adulte

Il mesure environ 9 mm de taille moyenne, d'un brun clair général, avec des bandes antérieures claires sur les tergites abdominaux (Figure 6 et 7). Il se compose de trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen dont la connaissance est nécessaire en systématique. (Becker & coll., 2003)

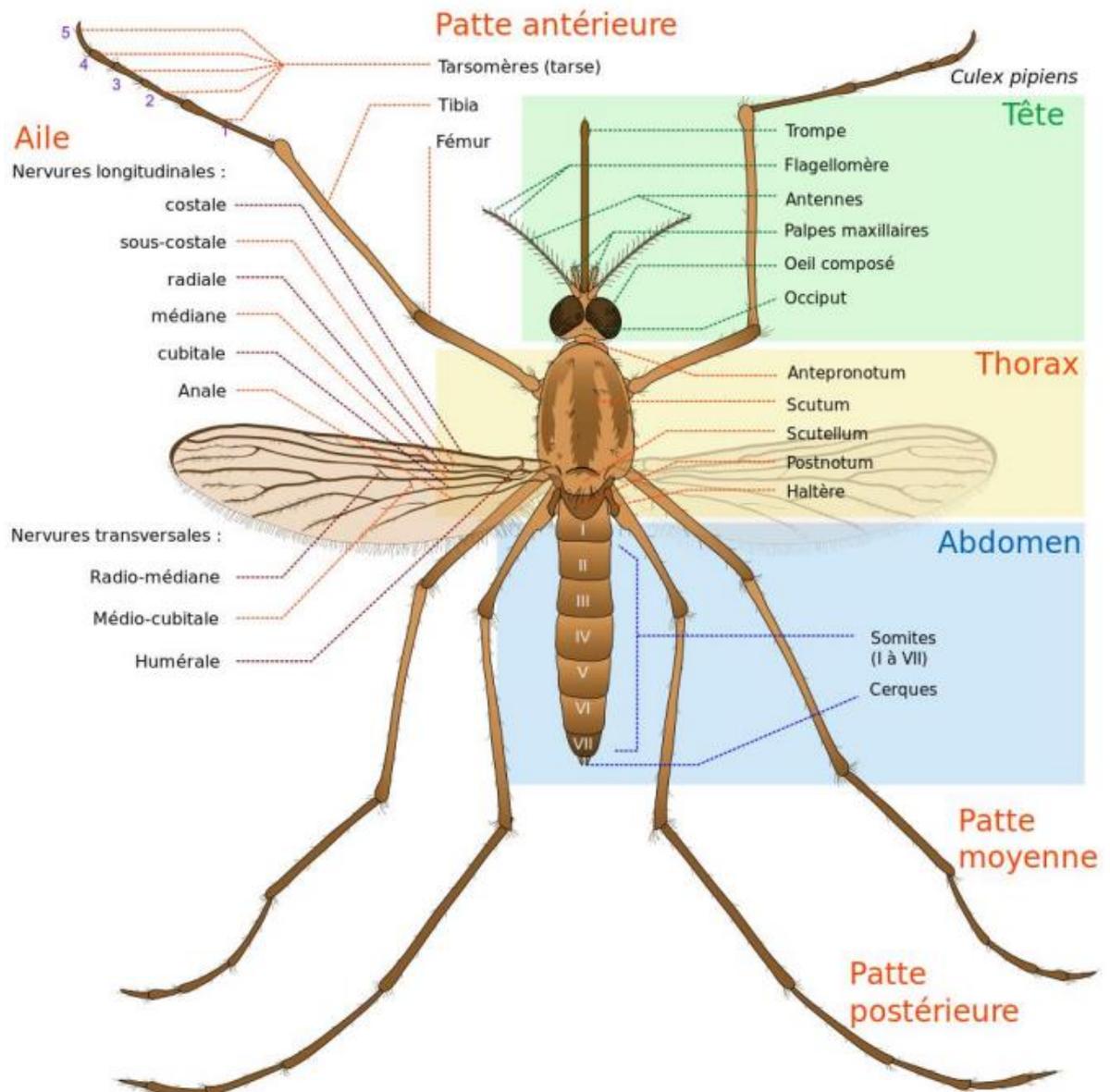


Figure 6 : Aspect générale d'un Culicinae adulte (Source : Wikipédia.org).

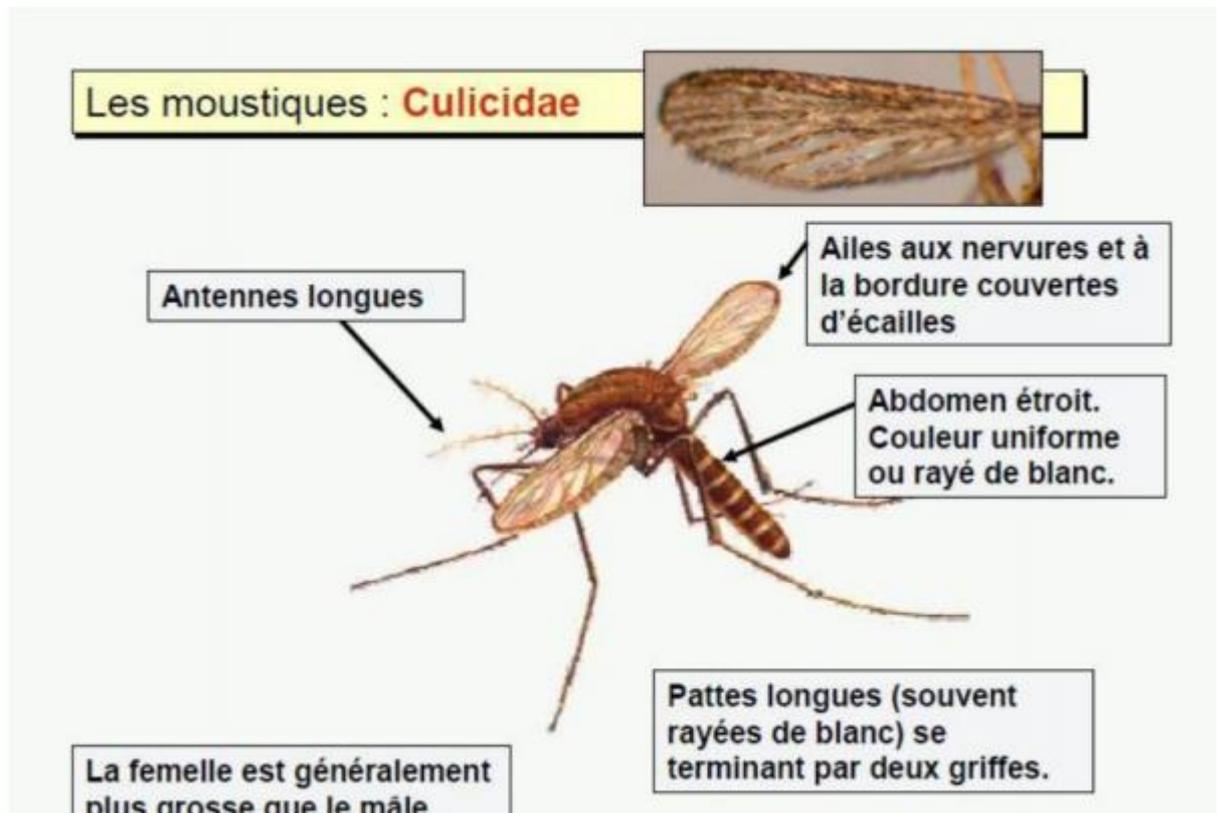


Figure 7 : Aspect général de l'adulte (Brunhes et *al*, 2000).

3-4-1- La tête :

L'une des caractéristiques qui distinguent les mâles des femelles, ainsi que les genres et les espèces, est la tête. Son œil est composé de deux yeux, avec de nombreuses ommatidies qui se trouvent sur les faces latérales, ainsi qu'une grande partie de la face dorsale et de la face ventrale.

Deux antennes, composées de 15 articles chez les mâles et 16 chez les femelles, s'insèrent entre les yeux. Elles sont couvertes de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses) chez les mâles. Les soies sont plus courtes et beaucoup moins nombreuses chez les femelles (antennes glabres). De part et d'autre du proboscis, sous les antennes, se trouvent deux palpes maxillaires pentaarticulés.

Les palpes maxillaires peuvent être longs, dilatés ou non à l'extrémité, en fonction du genre et du genre. Dans la trompe vulnérante, les six pièces buccales, transformées en stylets vulnérants, sont placées dans une gouttière formée par le labium. Le labium est terminé par deux languettes mobiles, les labelles (Seguy, 1950).

3-4-2- Le thorax

La fusion de trois segments rigides : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Rioux, 1958) engendre son origine. Les poils sont allongés, le second segment, le plus développé, porte une paire d'ailes couvertes de nombreuses écailles et dont la nervation est assez simple.

À cet anneau, on trouve aussi une paire de cuillerons, petites écailles membraneuses, épaisses sur les bords, que l'on appelle des appendices des ailes. Le segment troisième, peu visible, n'a pas d'ailes, mais il est équipé d'un réseau nerveux dense et semble avoir un rôle sensoriel. Il est nécessaire pour le vol : l'élimination d'un seul balancier rend cette opération impossible (Merabti, 2016).

Elle est composée de trois métamères fusionnés, dont la croissance est très inégale. Les plaques sclérifiées (sternites pour les plaques ventrales, pleurites pour les plaques latérales et tergites pour les plaques dorsales) sont reliées entre elles par des membranes.

Le thorax est constitué de trois paires de pattes, une paire d'ailes et une paire d'haltères, ou « balanciers », qui substituent la deuxième paire d'ailes.

Elle contient le scutellum. Les faces latérales sont recouvertes d'écailles et de soies pour la diagnose des espèces (Brunhes, 1970).

- **Le prothorax :**

Il est extrêmement petit et ne possède qu'une paire de pattes.

- **Le mésothorax :**

Il s'agit du plus avancé des trois métamères. Il possède une paire d'ailes, une paire de pattes et une paire de stigmates.

- **Le métathorax :**

Sa taille est très faible, et il a une paire de pattes, une paire d'haltères et une paire de pieds. Les pattes s'insèrent dans la partie inférieure du thorax et se composent de 9 parties : le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et 5 tarsomères qui forment le tarse. Selon GuèyeFall (2013), le dernier membre du tarse (tarsomère 5) possède une paire de griffes, un empodium médian et une paire de pulvilles.

a- Les ailes :

Les cellules sont séparées les unes des autres par des nervures longitudinales et transversales qui soutiennent la membrane alaire transparente. Ces nervures sont en outre écaillées et le bord postérieur de l'aile est garni d'une frange d'écailles de formes, de couleurs. Il existe également une diversité de dispositions pour les segments thoraciques et les pattes (Rodhain & Perez, 1985) (Hadjoudj, 2012).

b- Les pattes :

Elles s'insèrent dans la face inférieure du thorax et se composent de 9 articles : coxa, trochanter, fémur, tibia et 5 tarsomères qui forment le tarse, le dernier article du tarse portant une paire de griffes et un empodium médian. Chez *Aedes vexans*, les différents articles de la patte trois sont remarquables : le tibia et les cinq tarsomères portent un anneau blanc basal (Brunhes *et al.* 2000), le tarsomère 3 des trois paires de pattes est aussi annelé à la base.

3-4-3- L'abdomen

Selon (Himmi *et al.* 1995), il est mince et allongé. Ses dix segments, dont huit sont visibles à l'extérieur, sont constitués d'une partie dorsale (tergite) et d'une partie ventrale (sternite) reliées par une membrane souple latérale, les segments sont ornés de soies et

Les écailles sont de différentes couleurs et disposées (écailles qui ne sont pas présentes chez les Anophelinae) (Bendali-Saoudi, 2006) (Hadjoudj, 2012).

4- Bioécologie de l'espèce :

4-1- Alimentation des espèces :

4-1-1- Alimentation des larves :

La majorité des larves de moustiques se nourrissent de phytoplancton, de bactérioplancton, d'algues microscopiques et de particules de matière organique solubles dans l'eau du gîte. Selon [01], cela est réalisé grâce aux mouvements de leurs soies buccales qui génèrent un courant adéquat pour aspirer les aliments.

4-1-2- Alimentation des adultes :

D'une façon générale, les pièces buccales des Culicidae et en particulier celles des mâles sont adaptées à piquer et à sucer les sucs végétaux et le nectar des fleurs (Becker *et al*, 2003). Donc les moustiques mâles ne sont pas hématophages ; de ce fait ils se déplacent assez peu à partir du gîte dont ils sont issus, et ne pénètrent que rarement dans les habitations. Les moustiques femelles absorbent également des jus sucrés d'origine végétale, mais ont pour la plus parts un régime hématophage.

Cependant, la prise d'un repas de sang par les femelles, est nécessaire pour la maturation des œufs (Carnevale & Robert, 2009). La femelle pond puis se nourrit à nouveau et le cycle recommence. La durée de ce cycle (appelé cycle gonotrophique) est variable suivant les espèces et les climats.

Certaines espèces, comme le moustique urbain *Culex pipiens*, peuvent produire une première ponte sans prendre de repas de sang ; ces espèces sont dites autogènes et utilisent les réserves énergétiques accumulées par la larve. Mais pour les pontes suivantes un repas sanguin est obligatoire. Les moustiques piquent préférentiellement à certaines heures de la journée, le plus souvent à l'aube et au crépuscule (Guillaumot, 2006).

Le mécanisme de la piqûre est relativement simple. La trompe comprend entre autre, un canal salivaire et un canal alimentaire, acéré en biseau à l'extrémité. Au repos ces pièces buccales sont protégées par une enveloppe souple : le labium. Lorsqu'un moustique veut se nourrir, alors que le labium se replie sur la trompe, celle-ci pénètre et recherche un capillaire sanguin qu'il cathétérise. La salive est injectée à plusieurs reprises durant la pénétration des pièces buccales. Dans la salive différents composants interviennent pour provoquer une anesthésie locale et empêcher le sang de coaguler dans la trompe. La quantité de sang ingérée peut varier de 4 à 10 mm³ (Balenghien, 2007).

4-2- Cycle de développement

Si les conditions climatiques sont favorables, le cycle des culicidés peut durer de 2 à 3 semaines (Figure 8), mais il peut être beaucoup plus long si la température est basse en raison de la présence de formes de résistance (œufs, larves, formes adultes quiescentes) (Auriane, 2010).

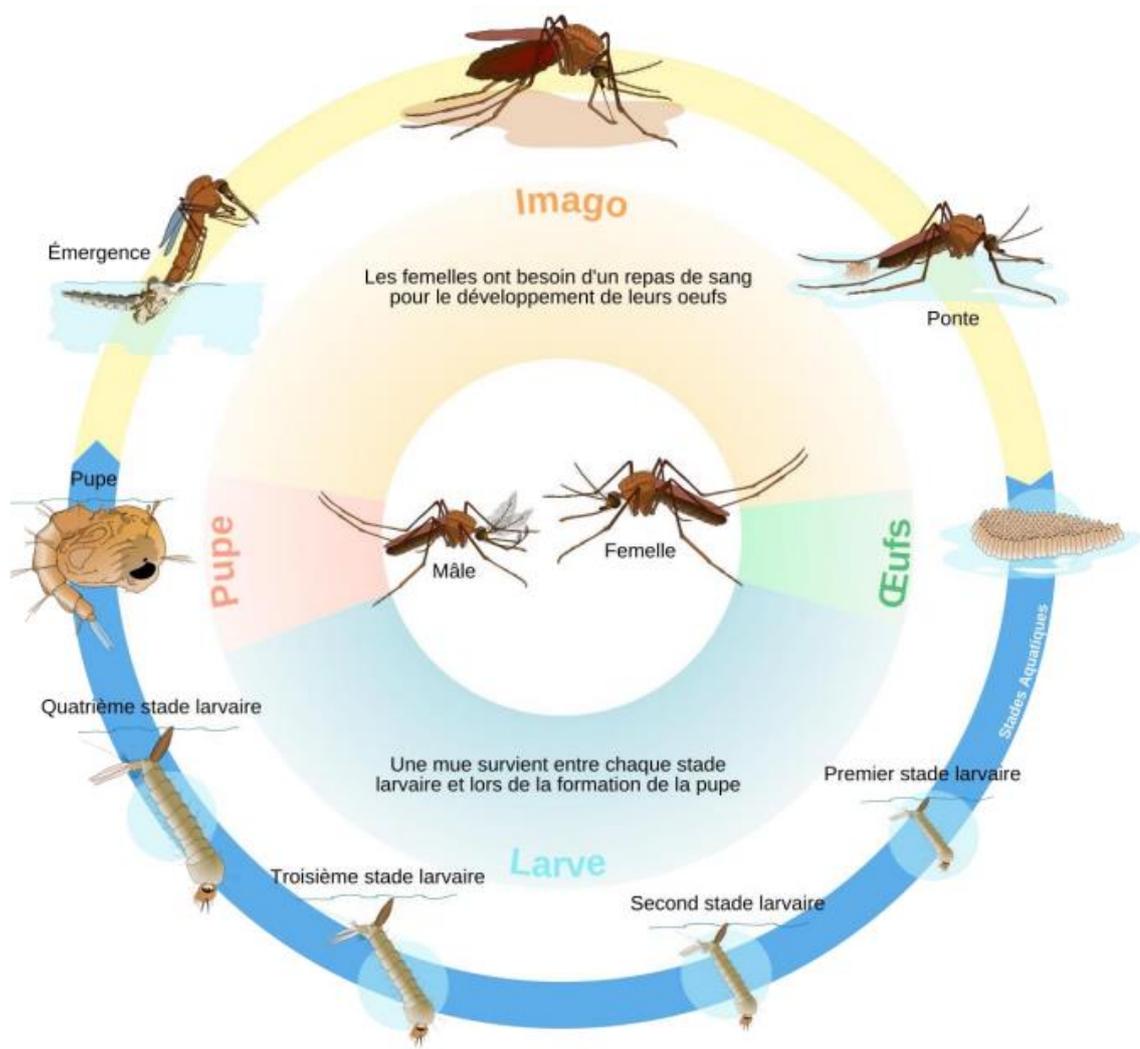


Figure 8 : Cycle de développement des Culicidae. [05]

a- Phase aquatique :

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

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Au bout de 6 à 10 jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe : c'est la nymphose (Tahraoui, 2012).

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

Les femelles viennent les y rejoindre. Les couples se forment et quittent l'essaim pour coupler. En générale, la durée de vie des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Certains individus ont vécu 2 mois en élevage. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement (Larbi-Cherif, 2015).

b- Phase arienne :

Les mâles et les femelles se rapprochent en vol ou dans la végétation et volent de 1 à 2 km. Les mâles, grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, peuvent écouter le bruit du battement rapide des ailes des femelles qui s'approchent des mâles. Le vol nuptial entraîne des essaims (Arbaoui, 2017).

À cette époque, le mâle donne naissance à la femelle en lui laissant un réserve de sa semence (Tahraoui, 2012). Selon Bechini (2017), après l'accouplement, la femelle conserve les spermatozoïdes dans la spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen. Ainsi, elle ne se marie qu'une seule fois (Tahraoui, 2012).

Une fois fécondées, les femelles se rendent à la recherche d'un repas sanguin. Les mâles ne restent que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur donnent de l'énergie, et seul le sang est absorbé par la femelle. Ce repas sanguin est à l'origine de protéines indispensables à la formation des œufs (Arbaoui, 2017). Ce repas sanguin s'accumule sur un vertébré, puis se décompose dans un endroit sécurisé. Une fois que la femelle est enceinte, elle cherche un lieu de ponte approprié pour la croissance de ses larves. En général, la ponte se fait au crépuscule. Selon (Taharoui 2012), le gîte larvaire est une eau qui stagne ou a un courant faible, qu'elle soit douce ou salée.

4-2-1- Accouplement:

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. La fertilisation est rapide mais exige une température d'au moins 20°C. Un seul male peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés (Seguy, 1950). Le sperme étant stocké dans les spermathèques (une petite poche située dans l'abdomen) de la femelle où il est conservé tout au long de la vie de celle-ci. Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (Clements, 1999).

4-2-2- Ponte :

Avant de pondre, les femelles ont généralement besoin de prendre un repas sanguin qui leur apporte les protéines nécessaires à la maturation de leurs ovocytes. Nous distinguons des espèces anautogènes (qui doivent obligatoirement se gorger de sang avant de pondre), et des espèces dites autogènes (qui peuvent pondre une première fois sans prendre un repas sanguin) (Berchi, 2000). Les femelles gravides se mettent en quête d'un lieu favorable à la ponte. Une fois qu'elles y ont déposé leurs œufs, elles retournent prendre un autre repas sanguin, vont pondre à nouveau et ainsi de suite jusqu'à la mort (Himmi, 2007).

4-2-3- Développement larvaire et nymphose :

a- Larvaire :

Typiquement, les larves de moustique s'alimentent en filtrant les particules organiques fines et autres microorganismes (bactéries, protistes, micro-métazoaires) présents dans son milieu. Certaines espèces ont toutefois acquis des modes de nutrition alternatifs ou complémentaires, et on trouve des espèces dont les larves sont racleuses, broyeuses et/ou prédatrices. Si les conditions du milieu sont favorables, la larve passera alors successivement par quatre stades larvaires distincts, chacun précédé par une mue. Au dernier stade larvaire, l'individu finira par se nymphose et après quelques jours réalisera sa mue imaginale laissant émerger un moustique adulte (Talaga, 2016).

b- Nymphose :

Lorsqu'elle a terminé sa croissance, la larve devient moins active. Elle se transforme en nymphe ou puppe. Celle-ci, beaucoup plus trapue que la larve, a la forme d'une virgule (**Fig**). La nymphe est active mais il lui arrive de rester immobile juste sous la surface de l'eau, absorbant l'air par ses tubes respiratoires. Si elle est dérangée, elle plonge vers le fond pour échapper aux prédateurs. La nymphe des Culicidae, même si elle est active, ne se nourrit pas (Pihan, 1986).

Le stade nymphal dure généralement 24 à 48 heures durant lesquelles s'opère une importante métamorphose interne aboutissant à la transformation en adulte ailé (Singh et *al*, 2012).

L'émergence ne dure que quelques minutes, mais il s'agit d'un moment risqué pour le moustique puisqu'il est alors vulnérable face aux prédateurs et risque la noyade (Goulu, 2015).

4-2-4- Mue imaginale :

La nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement, et très lentement l'imago s'extirpe de l'exuvie, l'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou. En général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles [02].

En général, la durée de vie des adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Certains individus ont vécu deux mois en élevage. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement [03].

4-2-5- Stade adulte:

Dès leur naissance, les adultes passent de 1 à 5 jours de repos. Cette période est marquée par une rotation de 180° des genitalia des mâles. Il existe différents types d'abri : trous d'arbres, terriers d'animaux, feuillage, végétation, toiles d'araignées, etc... L'accouplement peut se produire pendant cette période ou plus tard (lors du premier repas sanguin des femelles) selon les espèces (Boulkenafet, 2006).

4-3- Habitat

Les Culex sont surtout abondants dans les pays chauds, où on les retrouve toute l'année. Dans les pays tempérés, ils abondent surtout en été et automne. Très hygrophiles, ils ont une activité principalement nocturne, et leur développement est lié à la présence d'eau.

4-4- Activité

L'activité spontanée est la première étape de la recherche d'un hôte, et consiste en la détection de composés volatils émanant de ce dernier. Elle ne dépend pas de facteurs internes à l'hôte, mais est régulée de façon endogène selon le rythme circadien et l'état physiologique de la femelle moustique. Ce comportement a lieu préférentiellement la nuit et à l'intérieur des habitations chez les Anopheles (Lundwall *et al.* 2005, Carnevale & Robert 2009) et en extérieur pendant les premières et dernières heures du jour chez les Aedes (Cardé & Gibson 2010). Deux stratégies existent chez les insectes hématophages:

Passive (stratégie sit and wait): l'insecte reste immobile et attend de rencontrer un signal indiquant la présence d'un hôte. Cette stratégie est beaucoup retrouvée chez les insectes diurnes comme de aegypti, qui peut se servir de signaux visuels pour localiser son hôte (Carde and Gibson 2010). Active (stratégie search). l'insecte effectue un vol de recherche, contre le vent, souvent en zigzag, dans le but de rencontrer un bouquet d'odeurs attractif. Cette stratégie a été observée chez An. gambiae et implique un comportement de klinokinèse, où l'insecte s'oriente grâce à un stimulus, et se dirige vers l'endroit où l'intensité de ce stimulus est la plus forte (Carde & Gibson 2010). Quand une femelle a perçu un bouquet d'odeurs provenant de l'hôte, elle va modifier son comportement et passer en vol orienté.

5- Rôle écologique :

Les moustiques jouent un rôle crucial dans l'équilibre biologique et fonctionnel des zones humides. Les biologistes les considèrent comme des bio-indicateurs essentiels. La nourriture des Culicidés (Larves et adultes) est très appréciée par de nombreux prédateurs. La biomasse des écosystèmes aquatiques est constituée de larves qui filtrent jusqu'à deux litres par jour en se nourrissent de micro-organismes et de déchets organiques. Les moustiques ont toujours été négligés malgré leur rôle crucial dans la biodiversité (Fang, 2010)

6- Répartition géographique :

*** Dans le monde :**

Le moustique de la famille des Culicidae est retrouvé en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, et des déserts aux forêts tropicales. Les culicidae sont extrêmement communs dans l'ensemble des zones tempérées d'Europe, d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du nord et du sud (Morin, 2002).

*** En Algérie :**

Dans les villes d'Algérie, les Culicidae présentent une large répartition géographique. Seules les Culicinae et les Anophelinae sont représentés en Algérie avec six genres. Kettle (1990) et Berchi (2000).

7- Rôle pathogène :

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

7-1- Filariose lymphatique :

Les microfilaries sont présentes dans le sang des moustiques lorsqu'ils piquent un hôte infecté. L'intérieur du moustique contient des microfilaries qui se transforment en larves infestantes. Les larves matures du parasite sont déposées sur la peau d'une nouvelle personne piquée par le moustique infecté et peuvent alors entrer dans l'organisme (Figure 9). Par la suite, les larves se déplacent vers les vaisseaux lymphatiques où elles atteignent leur maturité, continuant ainsi le cycle de transmission. La filariose lymphatique est transmise par divers moustiques, dont les *Culex*, qui sont très répandus dans les zones urbaines et semi-urbaines, les *Anopheles*, qui sont principalement présents dans les zones rurales, et les *Aedes*, qui sont principalement présents dans les îles du Pacifique où la maladie dérive (OMS., 2023)

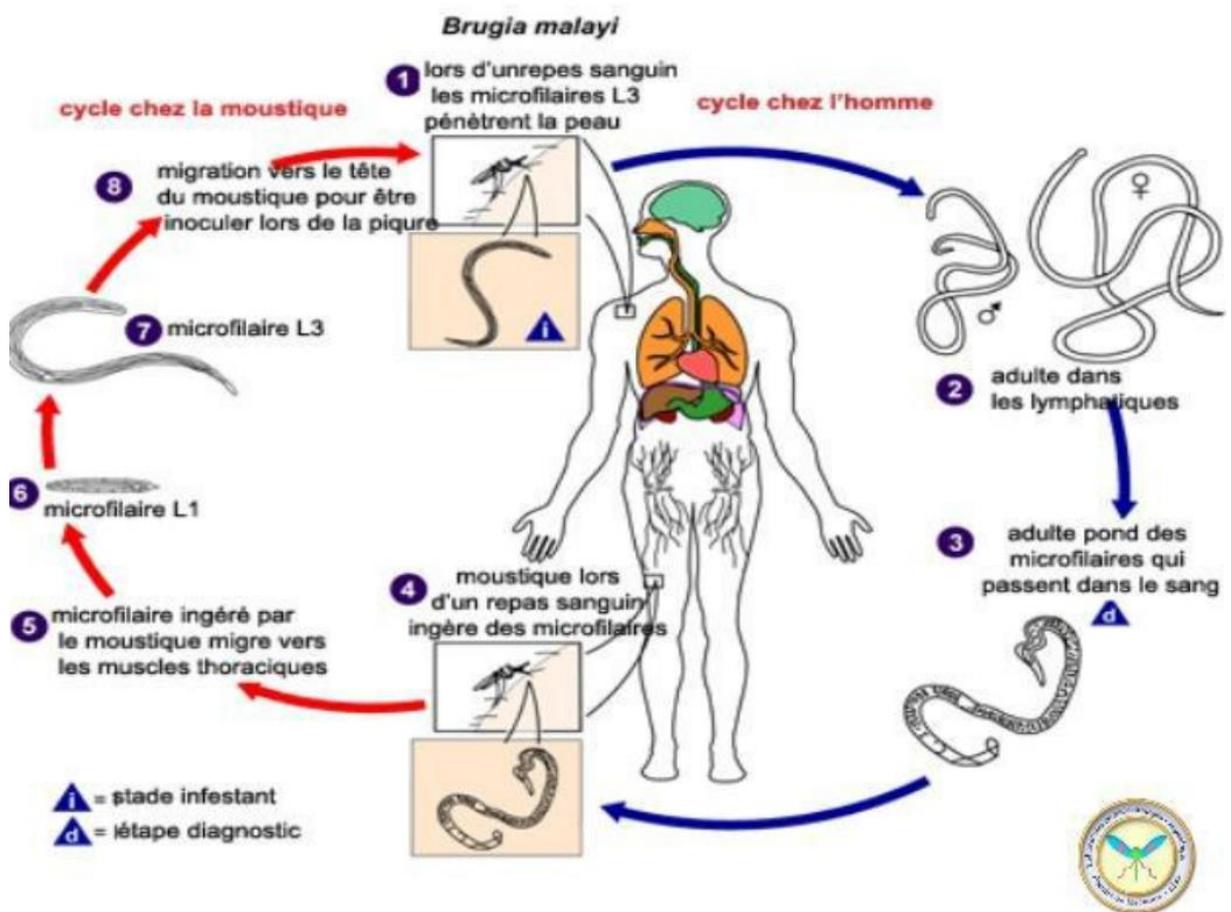


Figure 9 : Cycle de transmission de la filariose. [05]

7-2- Paludisme :

Le parasite du paludisme a un cycle biologique assez complexe qui implique deux hôtes, l'homme en tant qu'hôte final et l'Anophèle en tant qu'hôte intermédiaire et vecteur. Elle est subdivisée en trois étapes. L'une se produit chez le moustique (cycle sporogonique) et l'autre chez les oiseaux (Figure 10).

Selon O.M.S. (2003), l'hôte humain présente deux cycles : le cycle érythrocytaire (dans les cellules sanguines) et le cycle exo-érythrocytaire (hors des cellules sanguines).

Après avoir été injecté dans le sang de l'hôte humain par piqûre, le parasite va s'introduire dans le foie afin de se reproduire et de changer de forme. Par la suite, il revient dans le sang, infectant les globules rouges, se nourrissant de l'hémoglobine et provoquant la rupture de sa cellule interne. Ces explosions brutales sont responsables des accès de fièvre bien connus chez les patients (Florian, 2007).

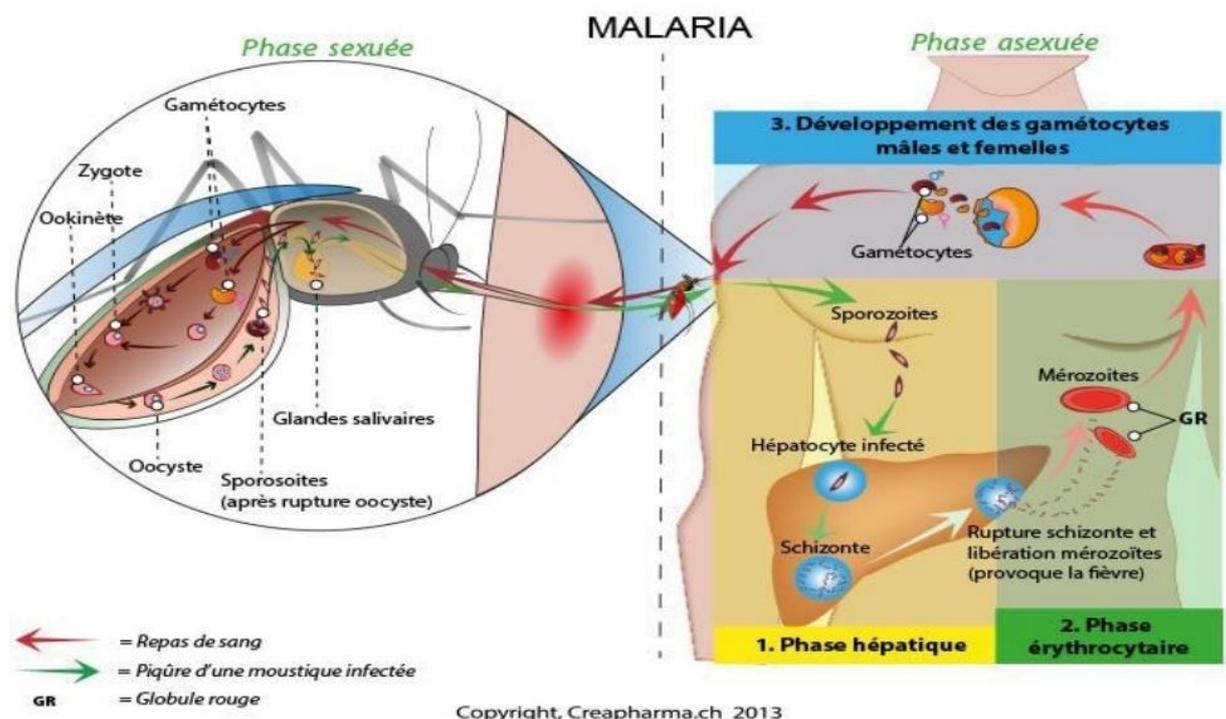


Figure 10 : Cycle de transmission du paludisme (Florian, 2007)

CHAPITRE II :

Matériel et méthodes

CHAPITRE II :

Matériel et méthodes

1- Présentation du site d'étude :

1-1- Situation géographique :

La wilaya de Guelma se situe au Nord-Est du pays ($36^{\circ} 25'N$, $7^{\circ}25' E$) et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire tunisien à l'Est (Figure 11). Au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, elle s'étend sur une superficie de 386 624 hectares et entourée de montagnes (Maouna, Debagh, Houra). Elle est limitée au Nord par la Wilaya d'Annaba, au Nord-Est par la Wilaya d'El Tarf, au Nord- Ouest par la Wilaya de Skikda, à l'Ouest par la Wilaya de Constantine, au Sud par la Wilaya d'Oum El Bouaghi et à l'Est par la Wilaya deSouk Ahras, région frontalière de la Tunisie (Chahat, 2018).

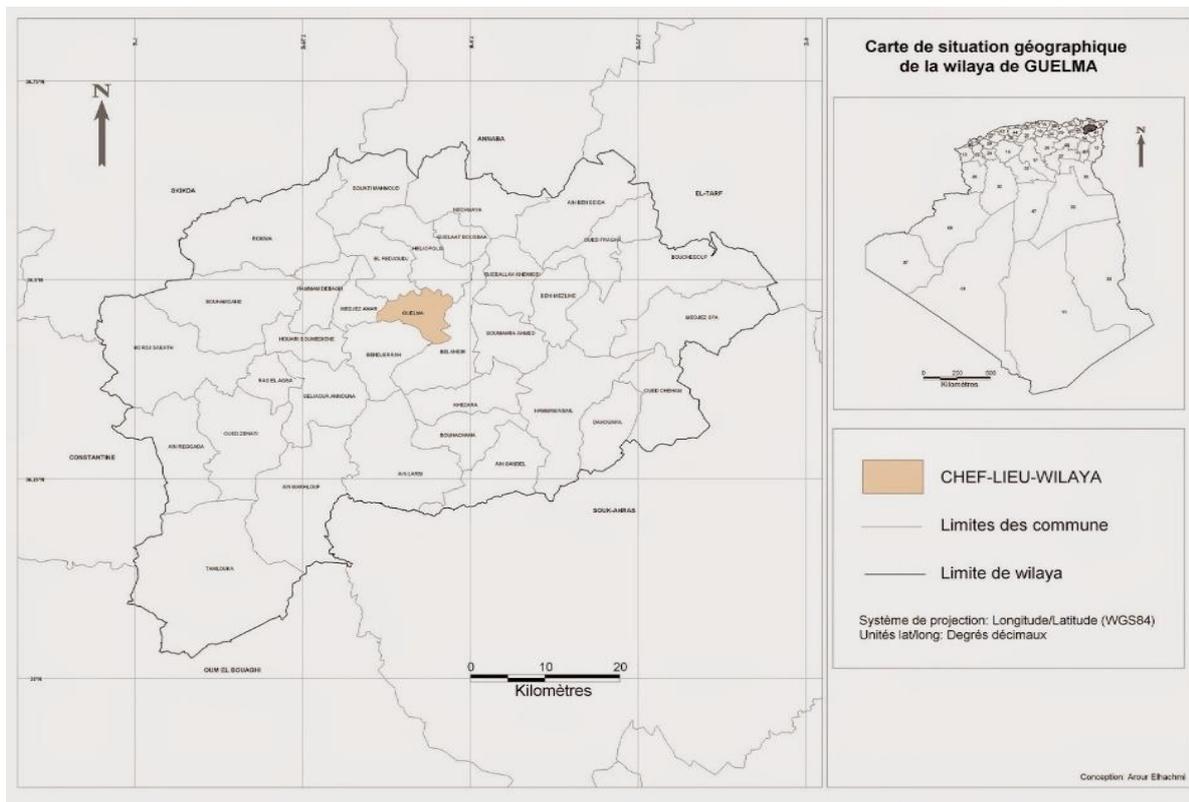


Figure 11 : Situation géographique de la wilaya de Guelma.

1-2- Hydrogéologie :

L'ensemble du territoire de la Wilaya de Guelma est composé de quatre zones (ou sous-bassins versants) hydrogéologiques différentes :

a- Zones de Guelma et des plaines du Bouchegouf :

Peu de 40 km le long de la vallée de la Seybouse sont occupés par les nappes captives du champ de Guelma, alimentées par les infiltrations et les ruissellements qui se déversent dans l'Oued Seybouse. Elles ont un débit exploitable de 385 litres par seconde. Elles représentent les nappes les plus importantes de la Wilaya. Les alluvions semblent moins perméables que ceux de la plaine de Guelma au niveau de la nappe de Bouchegouf. Elle a la capacité de retenir une nappe alluviale plus faible.

b- La zone des Djebels au Nord et Nord-ouest :

Elle s'étend sur tout le nord du territoire de la Wilaya. Elle englobe tout l'Oued Zénati et le nord de la région de Guelma. Outre la plaine, la majeure partie de cette zone est constituée d'argiles rouges Numidiennes sur lesquelles reposent des grés peu perméables. La quantité de sources est importante, mais elle diminue pendant l'été. Cette zone présente une faible perméabilité malgré une pluviométrie assez importante. Cependant, l'infiltration peut être importante sur les calcaires crétacés inférieurs des Djebels Debagh et Taya. Dans l'ensemble et même si la pluviométrie est importante, surtout dans sa partie Nord, la région possède des réserves d'eau souterraine assez bas.

c- La zone des plaines et collines de Tamloka :

Il convient de noter que dans cette région, les structures synclinales du crétacé supérieur peuvent abriter des nappes actives alimentées par des infiltrations sur les calcaires qui sont peu perméables lorsqu'ils sont profonds. Les formations quaternaires sont drainées par des nappes phréatiques qui reposent sur des argiles miocènes. Les différents affluents de l'Oued Charef les drainent, mais une partie de leurs eaux s'évapore dans les cavernes.

d- La zone des Djebels surplombant les Oueds Sedrata et Héliia :

Cette région couvre les régions nord de Tamlouka et sud de Guelma et Bouchegouf. Il est indéniable que sa partie Sud est la plus riche en eau. Sa particularité réside dans la présence de dalles calcaires élevées du Crétacé supérieur perchées sur des marnes. Des sources assez significatives sont présentes à leur portée. L'autre partie de la zone (la plus vaste) présente des dalles calcaires plus redressées et fractionnées, tandis que des sources parfois assez importantes émergent des calcaires en contact avec les marnes. Les principales ressources sont généralement les eaux superficielles (Oued Sedrata et Oued Héliia).

1-3- Etude climatique :

La description du climat tient principalement compte de certains paramètres essentiels, telle la température, les précipitations. Pour Caractériser le climat de notre zone d'étude nous avons tenu compte des données météorologique fournies par la station météorologique de Belkhier, durant la période de (2002-2013) (Haffaressas, 2018).

1-3-1- Le climat :

Le climat du territoire de la Wilaya est sub-humide au centre et au Nord, et semi-aride au Sud. L'hiver est doux et pluvieux et l'été est chaud. En moyenne, la température oscille entre 4°C en hiver et plus de 35°C en été. Le régime pluviométrique annuel enregistré dans la Wilaya est généralement compris entre 400 et 500 mm (O.N.M., 2022).

La pluviométrie est enregistrée à la station de Guelma avec une moyenne de 654 mm par an. 627 millimètres par an à la station d'Ain-Larbi. La station de Medjez-Ammar produit 526 mm par an. La pluviométrie oscille entre 400 et 500 mm/an dans le Sud et près de 1000 mm/an dans le Nord.

1-3-2- La température :

Les températures moyennes mensuelles et annuelles ont un impact direct sur le phénomène d'évaporation, en interaction avec d'autres facteurs météorologiques tels que la précipitation, l'insolation, etc., et donc sur le déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

La station des Salines, seule à pouvoir enregistrer ces mesures à Annaba, est l'endroit où sont enregistrées les températures extrêmes sur une période de 35 ans. Et celle de Guelma pendant une période de trente ans. Les données figurent dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Températures moyennes mensuel de la station des Salines (1980/2015) et Guelma (1985/2015)

		Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Les Salines	T Min °C	21.9	12.34	13.9	7	9.2	8.4	11.62	12.2	15.68	20.6	24.25	22.05
	T Max °C	26	22.219	17.8	14.83	14.1	13.5	14.85	17.2	19.67	24.8	28.2	28.7
	T Moy °C	23.44	70	15.92	12.41	11.46	11.58	13.14	15.26	18.32	22.27	24.60	25.56
Guelma	T Min °C	21,4	17,1	12,6	7,3	7,3	7,2	11	11,9	10,6	15,7	24,2	25,4
	T Max °C	23,95	20,08	14,70	10,97	9,77	10,14	12,39	14,92	18,81	23,35	27,14	27,52
	T Moy °C	26,3	22,8	17,2	14	12,2	12,5	15,8	17,4	21,6	24	29,7	30,6

D'après ce tableau, il est possible d'observer une évolution graduelle des températures tout au long de l'année. Cette évolution est clairement visible dans la courbe ombrothermique dans la station de Guelma (figure 12).

Le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 12.2 °C, tandis que le mois d'août est le mois le plus chaud avec une température moyenne de 30.6 °C.

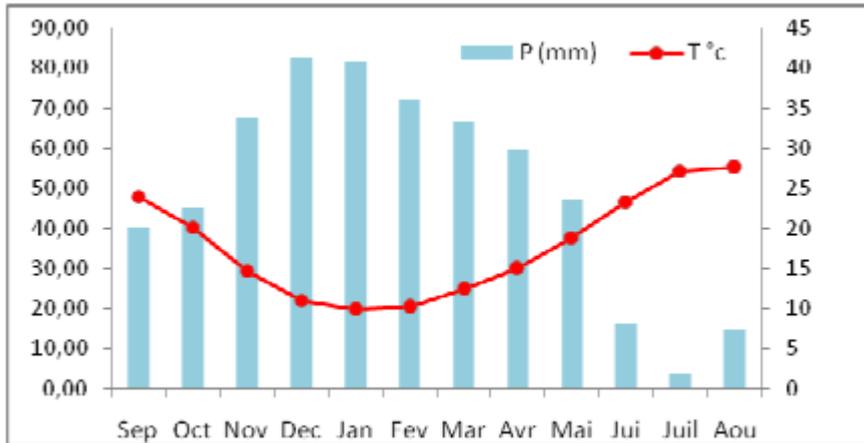


Figure 12 : Courbe ombro-thermique de la station de Guelma (1985-2015)

1-3-3- L'humidité :

Le rapport de la tension de vapeur réelle observée à la tension de vapeur saturante à la même température est connu sous le nom d'humidité relative. L'humidité relative moyenne mensuelle varie de 71,90 % en été (juillet) à 79,89 % en hiver (janvier), avec une moyenne de 71,90 %. Évolution annuelle de 75,66 % (Tableau 2)

Tableau 2 : Moyenne mensuelle de l'humidité relative à la station des Salines en % (1980-2015)

Mois	sep	oct	Nov	dec	Jan	fev	mar	Avr	mai	jui	Juil	aout
Moyenn	74.0	75.1	76.6	78.3	79.8	77.2	75.5	75.5	76.4	74.3	71.9	72.7
e	3	9	2	4	9	1	8	3	5	9	0	6

1-3-4- Les précipitations :

Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (tableau 3) (Faurieal., 1983). Le terme de précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige et la grêle, etc (Rouaiguia, 2015).

Tableau 3 : Précipitation moyennes mensuelles des stations Salines et Pont Bouchet

(1980/2015) et de Guelma (1985/2015) et Héliopolis (1985/2015)

Stations	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou
Salines	37,75	63,93	85,54	113,76	100,36	77,90	74,94	55,45	35,76	11,91	2,56	6,10
Pont Bouchet	37,13	59,71	88,12	107,60	91,81	74,85	64,41	53,09	34,24	11,37	2,11	11,21
Guelma	40,12	45,02	67,60	82,38	81,47	72,31	66,92	59,38	47,31	16,40	3,57	14,52
Héliopolis	35,60	43,30	63,90	91,80	88,00	70,20	65,00	57,60	42,00	15,70	4,50	11,90

Les graphiques ci-dessous (figure 13, 14) illustrent de manière évidente la fluctuation des précipitations mensuelles dans les stations évaluées.

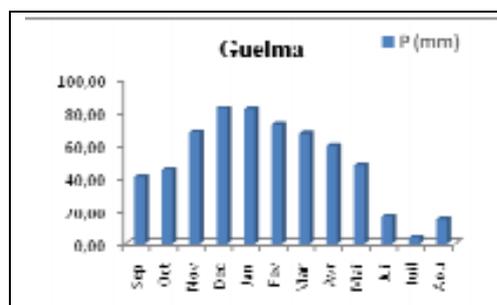


Figure 13 : Précipitations de la station de Guelma (85/2015)

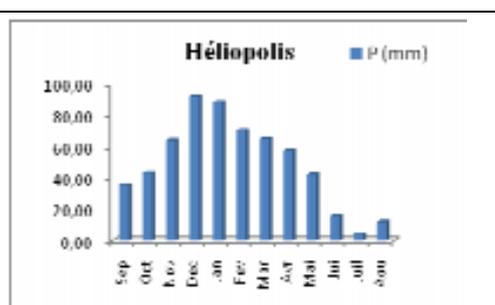


Figure 14 : Précipitations de la station de Héliopolis (85/2015)

Dans les quatre stations de Pont Bouchet, les salines, Guelma et Héliopolis, les histogrammes des précipitations moyennes mensuelles montrent que le mois le plus pluvieux dans cette région est celui de décembre, avec des précipitations moyennes de.

Le mois de juillet est le mois le plus chaud, avec des précipitations de 107.60 et 113.79, 78.97 et 93.63 mm respectivement, et des précipitations de 2.6 mm pour les deux stations de la basse Seybouse et 10.1 mm pour la moyenne Seybouse.

1-3-5- Le vent

Les phénomènes d'évaporation de précipitation sont fortement influencés par les vents, tandis que les températures sont moins affectées. Les vents dominants dans la région d'étude sont de direction NW-SE et leur vitesse moyenne est d'environ 3,75 m/s (Tableau 4).

Tableau 4 : Moyenne mensuelle de la vitesse des vents en m/s à la station des Salines (1984-2015)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août
Moyenne	3.64	3.28	3.63	3.94	3.79	3.9	3.8	3.89	3.65	3.75	4	3.78

2-Matériel et méthodes:

2-1- Méthodes d'étude du peuplement *Culicidien*:

2-1-1- Le matériel utilisé sur terrain :

Passoire		GPS	
Boite		Seau	
Fossé		Puit	

Figure 15 : Matériel utilisé sur terrain.

2-1-2- Technique d'échantillonnage sur terrain :

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

2-1-3-Technique de collecte directe :

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

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

Une fois les larves prélevées et mises avec l'eau de leurs gîtes dans des bouches numérotés, les échantillons ont été acheminées avec précaution directement au laboratoire. Les larves sont triées par stade larvaire et leurs élevages sont maintenus au laboratoire en vue d'une étude taxonomique (Tahraoui, 2012).

2-2- Travail au laboratoire :

2-2-1- Matériel du laboratoire :

Le montage des larves et l'identification des espèces nécessitent le matériel suivant :Lame, Glycérine, Pince souple, Compte-goutte et Microscope (Figure 16).



Figure 16 : Les matériels utilisés dans laboratoire.

2-2-2- L'identification des espèces :

Après avoir été préparées, les lames ont été analysées à l'aide d'un microscope photonique et d'un oculaire de grossissement x10.

Des critères morphologiques tels que le point d'insertion des soies et leur nombre, la forme du siphon, etc. ont été utilisés pour identifier les larves, en utilisant le logiciel "Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne : Programme d'identification et d'enseignement". L'Institut de recherche pour le développement (IRD) de Montpellier a conçu ce logiciel en partenariat avec l'Institut Pasteur de Tunis (Brunhes et al., 1999). Ce logiciel d'un maniement facile, rend la détermination très aisée et donne des caractéristiques morphologiques sur les différentes espèces.

CHAPITRE III :

Résultats

Et

discussion

CHAPITRE III :

Résultats et discussion

1- Résultats :

1-1- Etude taxonomique :

Durant une période d'étude de deux mois (avril et mai 2024) dans la région d'étude (la wilaya de Guelma), nous avons identifié cinq espèces de Culicidae appartenant à 3 genres : *Culex*, *Culiseta* et *Aedes*.

1-2- Espèces inventoriées dans la région d'étude :

La détermination des spécimens récoltée au niveau des gîtes rencontrés à partir d'une collection de 1797 individus nous a permis d'élaborer une liste d'espèces caractéristiques de cette région. (Tableau 5).

Tableau 5 : Liste des espèces inventoriées et l'abondance relative dans la région d'étude.

Espèce	Fréquences (%)	Genre	Fréquences (%)
<i>Culex pipiens</i>	75,51	<i>Culex</i>	77,52
<i>Culex theileri</i>	0,61		
<i>Culex hortansis</i>	1,39		
<i>Aedes geniculatus</i>	4,23	<i>Aedes</i>	4,23
<i>Culiseta longiareolata</i>	18,25	<i>Culiseta</i>	18,25
Total	100		100

Sur l'ensemble de la faune récoltée, nous avons observé que le genre *Culex* est le plus représentatif avec une abondance de 77.52% suivi par le genre *Culiseta* avec 18.25% ensuite dans la troisième place le genre *Aedes* et le plus faible présent avec 4.23%. (Figure.17)

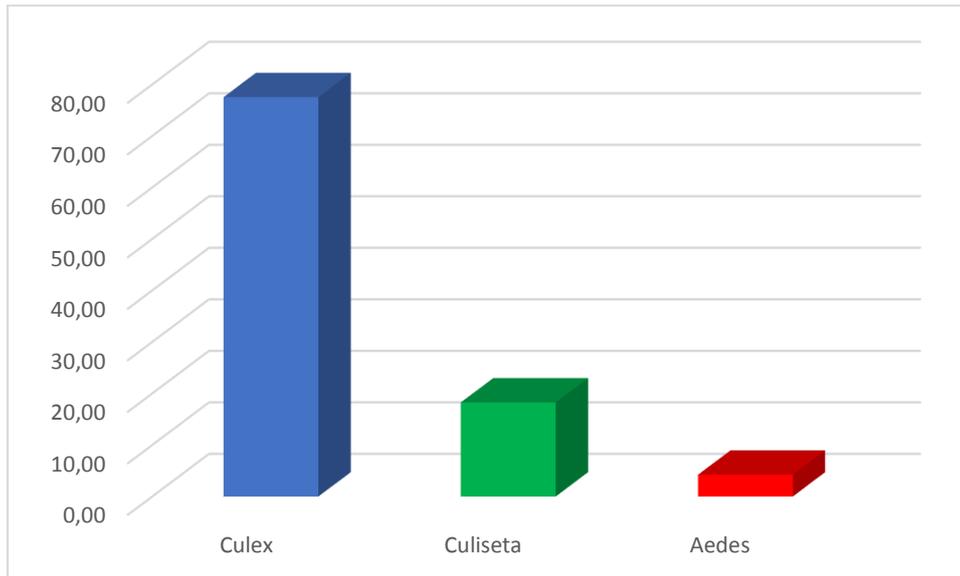


Figure 17 : Abondance relative des genres rencontrés dans les différents gites.

1797 individus ont été identifiés dont l'espèce *Culex pipiens* est la plus représentative avec une fréquence de 75.51%, elle est suivie par *Culiseta longiareolata* avec une fréquence de 18.25% ensuite *Aedes geniculatus* avec une fréquence de 4.23%. Le reste des autres espèces, pour les espèces *Culex theileri* et *Culex hortensis* ont des fréquences faibles : 0.61 et 1.39 successivement. Le genre *Culiseta* et *Aedes* ont été représenté que par une seule espèce. (**Figure. 18**).

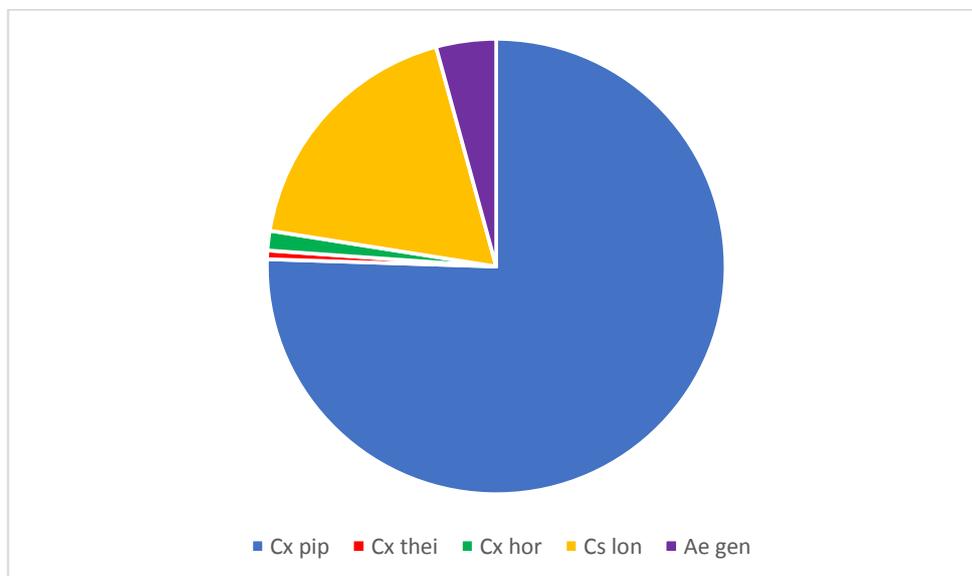


Figure 18 : Abondance relative des espèces rencontrées dans les différents gites.

1-3- Association faunistique de la région de Guelma:

Le **tableau (6)** montre l'espèce *Cx. pipiens* est associée avec la majorité des espèces inventoriées (*Cx. theileri*, *Cx. hortensis* et *Cs. longiareolata*) ,ainsi elle est présente dans la majeure partie des gîte positif visité. On a trouvé *Aedes geniculatus* dans un gîte artificiel et seul. il y a des espèces qui occupent plusieurs types de gîtes d'une forte présentation :*Cs. longiareolata* et *Culex pipiens*.

Tableau 6 : Associations faunistiques des Culicidae (Guelma)

Espèces	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. theileri</i>	<i>Cx. hortensis</i>	<i>Cs longiareolata</i>	<i>Aegeniculatus</i>
<i>Cx pipiens</i>		+	+	+	-
<i>Cx theileri</i>	+		-	-	-
<i>Cx hortensis</i>	+	-		+	-
<i>Cs longiareolata</i>	+	-	+		-
<i>Ae geniculatus</i>	-	-	-	-	

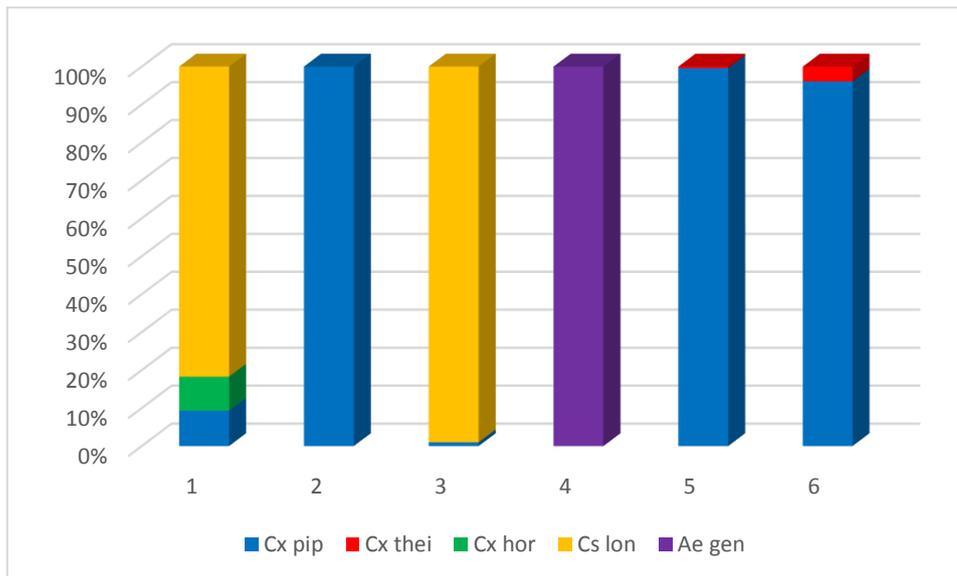


Figure 19 : Les différentes associations des espèces trouve dans les gites positifs.

1-4- Type de gite :

La majorité des gites positif trouver ont été des gites naturels ou on a trouvé la majorité des espèces a l'exception de *Aedes geniculatus* qui a été trouvé dans un gite artificiel et c'été la seule détection de cette dernière.

2- Discussion :

Notre région d'étude se caractérise par une situation géographique stratégique et intéressante sur le bassin méditerranéen, la wilaya de Guelma représente un bassin entouré des montagnes et représente la source d'un des grands oueds qui est Oued Seybouse. La présence et la grande distribution de moustiques dans notre région d'étude représente un grave problème de société à cause de leur nuisance et considérés comme un vecteur pathogène potentiel, à cet effet le contrôle et la surveillance de moustiques doivent être impératif pour les contrôlés.

Les inventaires ont été effectués dans 6 sites différents. Les prospections menées sur terrain ont permis d'inventorier 5 espèces de Culicidae appartenant à 3 genres (*Culex*, *Culiseta* et *Aedes*). Le genre *Culex* est représenté essentiellement par l'espèce *Cx. pipiens* et en deuxième position *Cx. theileri* et *Cx. hortensis*. Les deux genres *Culiseta* et *Aedes* sont présentés tous les deux par une seule espèce, *Cs. Longiareolata* et *Ae geniculatus*. Basé sur les données de la littérature, des études antérieures sur les Culicidae de l'Algérie ont signalées la présence de 48 espèces. (Brunhes *et al.*, 1999)

Des études similaires ont été menées dans la région de Biskra par (Merabti, 2016), 22 espèces appartenant à deux sous familles, celle des Culicinae présentée par cinq tribus : la tribu de Aedini est représentée par six espèces : *Aedes ochleratatus caspius*, *Aedes ochleratatus annulipes*, *Aedes vexans*, *Aedes dorsalis*, *Aedes sp1* et *Aedes sp2*. La deuxième tribu est celle des Culicini, dont elle est représentée par six espèces : *Culex hortensis hortensis*, *Culex pipiens*, *Culex modestus*, *Culex theileri*, *Culex laticinctus* et *Culex torrentium*. La tribu de Culisetini qui a été présentée par cinq espèces : *Culiseta longiareolata*, *Culiseta annulata*, *Culiseta subochrea*, *Culiseta ochroptera* et *Culisetasp*. Une quatrième tribu d'Orthopodomyiini, qui a été présentée par une seule espèce : *Orthopodomya pulcirtarsis*. Une dernière tribu d'Uranotaeniini avec une seule espèce aussi *Uranautenia unguiculata*.

Les espèces trouvées dépendent de plusieurs facteurs influençant sur la présence et l'absence des espèces inventoriées dans notre travail : Les sites inventoriés le climat la période d'étude, de la nature du gîte, du lieu de prélèvement et de l'accessibilité de ce dernier.

Culiseta longiareolata peuple les gîtes les plus divers, Son optimum écologique est atteint dans les eaux claires (Hassaine, 2002 ; Himmi, 2007). En outre, cette espèce a été récoltée par (Berner, 1976) et (Hassaine, 2002) dans les eaux riches en matière organique.

Ceci ne concorde pas avec les données trouvées par (Louah, 1995). Au Portugal, cette espèce a été trouvée dans des piscines en ciment pour usage domestique ou agricole (Ramos *et al*, 1977/78 ; Pires *et al*, 1982).

Cette espèce à large répartition est présente dans le sud de la région paléarctique, dans les régions orientale et Afrotropicale. Elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne. Les gîtes larvaires sont de types très variés (bassins, a, puits abandonnés, tus de rochers, rizières, canaux) mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée. Un aussi large spectre de possibilités explique la vaste répartition et l'abondance de l'espèce. Les larves sont carnivores et peuvent hiverner mais sans subir de vraie diapause.

Culex theileri a été récolté dans les wilayas de Guelma région de Boukharouba. Cette espèce s'étend de l'Afrique du Nord à la Russie, de l'Europe et du Maroc à l'Inde et au Népal (Brunhes *et al*, 1999). Elle est fréquente dans des gîtes variés, comme les gîtes pollués, les gîtes permanents riche en végétation et les gîtes temporaires à eau stagnante avec ou sans végétation. Elle a été trouvée dans plusieurs régions d'Algérie ; (Senevet & Andarelli (1960) signalent l'existence de cette espèce à Alger et à Oran. (Senevet et Andarelli, 1969) et (Berchi 2000) à Constantine. (Clastrier & Senevet, 1961), signalent l'existence de l'espèce dans deux régions du Sahara algérien, El Golea et Ain Emgeul. (Lounaci, 2003) affirme que cette espèce préfère les gîtes naturels. (Hamaidia, 2004) l'a rencontré dans les régions de Souk- Ahras et Tébessa, (Bebba, 2004) dans la région d'Oued Righ et (Matoug, 2018) dans la wilaya de Skikda et Guelma.

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

Lors de nos prospections, le moustique le plus fréquemment récolté est *Culex pipiens* qui montre une plasticité au niveau de deux types de sites. Les larves de cette espèce sont rencontrées dans les gîtes les plus divers comme, les gîtes permanents à eau douce pauvre ou riche en végétations, gîtes temporaires à eau douce riche en végétations. Rouibi *et al* (2023) a confirmé la présence de *Aedes albopictus* dans la région de Guelma, El Tarf et Annaba et a donné une explication de comportement et de préférence de cette espèce vers les sites artificiel aussi à sa capacité de s'adapter à différents climats de la région d'étude sans faire oublier sa capacité de coexister et partager ces gîtes avec *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, malgré que notre travail n'a pas réussi à trouver cette espèce qui est gravement dangereuse, mais elle est toujours présente avec ces risques de transmission des maladies.

Conclusion

Conclusion

La présence de moustique a devenu une menace mondiale et critique à cause de leur capacité à transmettre des maladies qui provoquent des mortalités chaque année. Malgré ça, La réalisation d'inventaire faunistique s'inscrit dans le cadre de la conservation de la biodiversité qui consiste en un enjeu planétaire et qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore.

L'extrême Nord Est de l'Algérie se caractérise par un climat méditerranéen (chaud et humide) et riche en réserve hydrologique, ce qui favorise le développement des Culicidae. Les caractéristiques environnementales ont permis de prendre la région en main plus pressamment la région de Guelma, et donner un listing des différentes espèces de la région. La première partie de notre étude a été consacrée à l'identification systématique des espèces de Culicidae, des inventaires ont été effectués dans des mares urbaines et gîte artificiel de la région de Guelma. Les prospections menées sur terrain, ont permis d'inventorier 5 espèces (*Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Culisita longiariolata*, et *Aedes geniculatus*). Ces résultats indiquent que malgré la limite de notre période d'étude la population Culicidienne est très diversifiée dans cette région.

Ce travail n'est pas achevé, des perspectives sont à étudier ultérieurement :

- Continuer l'inventaire des Culicidae dans d'autre partie de la région de Guelma et bien déterminer la faune culicidienne de cette région.
- Étudier le comportement écologique de ces espèces et comprendre les raisons d'association intraspécifique de cette famille.
- Déterminer les paramètres écologiques qui contrôlent la présence et l'absence de ces espèces.

Résumés

Résumé

Cette étude est considérée comme un travail complémentaire aux travaux réalisés dans les années précédentes. L'objectif était de réaliser un inventaire des espèces de moustiques dans la région de Guelma (nord-est de l'Algérie). Les sortés ont été achevés au cours des mois d'avril et mai 2024. Le nombre total spécimens était de 1797, appartenant à 3 genres, représentés par les espèces suivantes : *Culex pipiens* (75.51%), *Culex hortensis* (1.39%), *Culex theileri* (0.61%) *Culiseta longiareolata* (18.25%) fréquente les gîtes naturels alors que, *Aedes geniculatus* (4.23%) fréquente les gîtes artificiels. En ce qui concerne la dominance on a trouvé que *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* sont les plus abondantes avec des fréquences (75.51 et 18.25% successivement).

Mots clés : Culicidae, inventaire, abondance, Guelma, Nord-est Algérien.

Abstract

This study is considered complementary work to the work carried out in previous years. The objective was to carry out an inventory of mosquito in the Guelma region (north-eastern Algeria). The sampling was completed during the months of April and May 2024. The total number of specimens was 1797, belonging to 3 genera, represented by the following species: *Culex pipiens* (75.51%), *Culex hortensis* (1.39%), *Culex theileri* (0.61%), *Culiseta longiareolata* (18.25%) frequent natural breeding habitats while *Aedes geniculatus* (4.23%) frequents artificial breeding sites. Regarding dominance, we found that *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata* the most abundant species with frequencies (75.51 and 18.25% successively).

Keywords: Culicida, inventory, abundance, Guelma, Northeast Algeria.

الملخص

تعتبر هذه الدراسة عمل مكمل لأعمال أنجزت في السنوات السابقة كان الهدف منها هو إجراء حصر لأنواع البعوض في منطقة قالمة (شمال شرق الجزائر)، أنجز العمل خلال شهري أبريل وماي لسنة 2024، كان العدد الإجمالي للعينات 1797، تنتمي ل 3 أجناس، تمثلها الأنواع التالية: *Culex pipiens* (%75.51) و *Culex hortensis* (%1.39) و *Culex* *theileri* (%0.61) و *Culiseta longiareolata* (%18.25) في الأوساط الطبيعية و *Aedes geniculatus* (%4.23) في الأوساط الاصطناعية. فيما يتعلق بالوفرة، تعتبر كل من *Culiseta longiareolata* و *Culex pipiens* هما الأكثر وفرة بنسب (75.51 و 18.25% على التوالي).

الكلمات المفتاحية: البعوضيات، الحصر، الوفرة، قالمة، شمال شرق الجزائر.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques :

Arbaoui, L., 2017. Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptères Culicidae de la région de Ain Fezza - Tlemcen (extrême ouest Algérienne) (mémoire). Université AboBekerBelkaid, Tlemcen, p53.

Auriane B. B., 2010. Manifestations Dermatologiques Associés Aux Diptères Chez Le Chien Et Le Chat. (Thèse de Doctorat). Ecole Nationale Vétérinaire D'Alfort, France, P185.

Balenghien T., 2007. Les moustiques vecteurs de la fièvre du Nil occidental en Camargue. Insectes, 146(3) : 13-17.

Bechini L., 2017. Piqure de moustiques, un risque sanitaire à ne pas négliger. (these doctorat). universite Aix-marseille., marseille, p134.

Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J. & Kaiser A., 2003. Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.

Bendali-Saoudi F., 2006. Etude bioécologique et biochimique des Culicidae (Diptera Nematocera) de la région d'Annaba, lutte biologique anticulicidienne. Thèse de Doctorat Université D'Annaba. 224p.

Benyoub N., 2007. Contribution à l'étude de la bio écologie des Culicides (Diptera Nématocéra) dans la commune de Mansourah (w. Tlemcen). Men. Ing. Uni. Tlemcen. Fac. Scien : 85p.

Berchi S., 2000. Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse Doc. Es. Science. Université. Constantine : 133p

Boulknafe F., 2006. Contribution à l'étude des Phlébotomes (Diptera :Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Mémoire de Magister, Université de Constantine, 190 p.

Brumpt, 1936.- Précis de parasitologie. Tome 2. Coll. Précis médicaux, Massons, Paris, pp.1457-1550.

Brunhes J., Hassaine K., Rhaim A. & Hervy J.-P., 2000. Les culicides de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Soc. Ent. France,105 (2) 195 – 204

Brunhes, J. 1970. Les Culicidae : morphologie et systématique. Communication personnelle. 1970.

Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P., 1999. Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne, logiciel d'identification et d'enseignement, IRD, Montpellier, (France)

Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Ang G. & Hervy J.P., 1999. Les Culicidés d'Afrique méditerranéenne. Liste et répartition des espèces. Bull. Soc. Entomol. Fr., 8, 91-100 .

Brunhes J., Hassaine K., Rhaim A. & Hervy J.-P., 2000. Les culicides de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). *Bull. Soc. Ent. France*, 105 (2) 195 – 204

Bussieras J. & Chermette R. : Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, 1991, 58-61.

Cardé, R. & G. Gibson. 2010. Host finding by female mosquitoes: mechanisms of orientation to host odours and other cues. In Takken, W., Knols, B. (eds.), *Olfaction Vector-Host Interact.* Wageningen Academic, Wageningen.

Carnevale, P., & Robert, V., 2009. Les anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte Anti-vectorielle. Ed. I. R. D., Marseille, 389 p.

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

Clements A.N., 1999. The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior. CAB International Publishing, 576 p. *coluzzin. sp.* (Diptera - Culicidae) espèce jumelle A. du complexe *detritus*. *Parasitologia*, (40): 353 - 360.

Coutin, R., (1988). Les moustiques : des insectes nuisibles présents partout. Biologie des espèces. *Culicidae*). *BioresourceTechnology.*, 98 (9): 1856-1860. *Culicideae*). *Pest Manage. Sci.*, 58, 491-495.

Delvare, G., & Aberlenc H. P., 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. PRIFAS, CIRAD-GERDAT, Montpellier, FRANCE. 305p.

Diedhiou S.M and Faye O, 2010. Etude de l'agressivité des Culicinae associée à la faune Anophélienne en zone urbaine et périurbaine : exemple de la région de Dakar (Sénégal). *Mim.Mast.Ento.Med.Uni. Cheikhanta diop*. 38p

Fang, 2010. Ecology: A world without mosquitoes. *Nature* 466: 432–434

Florian M., Saihi M. & Teyssandier M., 2007. Maladies transmissibles et insectes piqueurs sur le territoire métropolitain, Thèse D'ingénieur du génie sanitaire, Atelier Santé

Environnement, Ecole Nationale de La sante publique. 26p

Fondje, O., Robert, V., Legoff, G., Toto J.C & Carnevale, P., 1992. Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun) : étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. Bull. Soc. Path. Ex., 74 (85) : 57-63.

Goulu M., 2015. Développement d'une nouvelle stratégie de protection chimique contre les moustiques vecteurs de maladies : utilisation d'une association répulsif/insecticide afin d'optimiser l'efficacité du traitement tout en réduisant les doses utilisées. Thèse Doc. Université d'Angers, 219p.

Guèye Fall A., 2013. Techniques de Capture et d'identification des moustiques (Diptera: Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, 31p.

Guedache K & Ben Makhlouf S., 2021. Bio-écologie et biodiversité des Culicidae d'intérêt médicale et vétérinaire dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire master : Biologie et contrôle des populations d'insectes. Université Mouloud MAMMARI de TIZI- OUZOU 17-18 p

Guillaumot, L., 2006. Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p.

Hadjoudj S., 2012. Contribution à l'étude des Gastéropodes et des Culicidés de l'Est-algérien. Thèse de Magister En Biodiversité et conservation des zones humides, Univ. De Guelma. 175p

Hamzaoui W., 2019. Gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant de la Seybouse - Cas de la région d'Annaba et de Guelma. Thèse : Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en sciences. Faculté des Sciences de la Terre Département de Géologie. Université Badji Mokhtar-Annaba .29_32

Harbach, R. E., 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. Zoota

Himmi O., Dakk M., Trari B. & Elagbani M.E., 1995. Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologique et écologique. Travaux de l'institut scientifique (44). Rabat (Maroc).

Himmi O. & Trari B., 1998.- Contribution à l'étude à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des moustiques (Diptera: culicidae) dans la région de rabat- Kenitra (Maroc). Bull Ins. Sc. Rabat ;21 :71-79

- Himmi O., 2007.** Les diptères (Insectes, Diptères) du Maroc : systématiques, Ecologique et études épidémiologiques pilotes. Thèse.Doc., Université Mohamed V, Rabatt : 289p.
- Kettle D. S., 1990.** Medical and veterinary entomology. Ed. C.A.B. International, Wallingford, and Oxon, UK: 658 pp.
- Larbi-Cherif Y., 2015** diversité et caractérisation des habitats des Diptères (Diptera, Culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen). Mémoire de Master, Université Abou BekerBelkaid – Tlemc
- Lecollinet S., Fontenille D., Pagès N. & A.-B. Failloux A. B., 2022.** Les Moustiques, Edition Quae, Versailles, France, 18p.
- Lundwall, E., C. Pennetier, V. Corbel, L. De Gentile, and F. Legros. 2005.** Paludisme : Où en est la prophylaxie d'exposition ? la revue des praticien, 55, 841-848.
- Marquardt W.C., 2005.** Biology of disease vectors, second edition. Elsevier Academic Press. xa 1668: 591–638
- Matile, L., 1993.** Les Dipteres d'Europe Occidentale. Introduction, techniques d'étude et morphologies. Nematocères, Brachycères, Orthorrhaphes et Aschizes. Ed. Boubée, Paris.
- Merabti B., 2016.-** Identification, composition et structure des populations Culicidiénne de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte
- Morin A., 2002.** Note de cour : les Arthropodes. Biologie U.d'Ottawa.
- Neveu-Lemaire M. 1952.** Précis de Parasitologie vétérinaire, Maladies Parasitaires des animaux domestiques, 3° Edition, Vigot frères, 1952.
- O.M.S., 2003.** Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs: Guide du stagiaire. Provisoire, OMS, Genève. 100p
- Paprierok B., Croset H., & Rioux J.A., 1975.** Estinmtion de l'effectif des populations larvaires d'Aedescataphyladyar 1916 (DipteraCulicidae) Methode utilisant le « COUD de louche » ou (dipping) Cah. ORSTOM Ent. med et Parasitol, vol. XII no 1:47-51.
- Pihan J. C., 1986.** Les Insectes, Paris, New York, Barcelone. Masson – 160p.
- Rioux J A., 1958.** Les Culicidae du « Midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paulle chevalier, Paris : 301 p.
- Robert P.A., 2001.** Les Insectes. Editeur Delachaux & Niestle, Edition mise jour par Jacque d'Aguilar .43édition. Par 2001. Février 2001.p461
- Rodhain F. & Perez C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine, Paris, 458p.

- Roth M., 1980.** Initiation a la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, (1980). Paris, France, 259p.
- Saidi S., 2013.** Etude de la biodiversité des moustiques (Diptera : culicidae) dans le Haras National Chaouchaoua de Tiaret, localisation de leurs gîtes larvaires et Identification de Six Tiques de Chevaux. (mémoire). Université Saad Dahleb, Blida, p89.
- Seguy E., 1950.** La biologie des Diptères. Encyclopédie entomologique. Ed. Paul Le chevalier, Paris, sér. A, XXVI, 609p.
- Senevet G., &Andarelli L., 1955.** À propos d'Anopheles algeriensis. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 33 : 269-272.
- Senevet. G. & Andarelli. L. 1954.** Le genre Culex en Afrique du Nord, Les adultes. Arch.Inst. Pasteur. Algérie, 32 (1) : 36 – 70 p.
- Sinagre G., Jilien JL., & Gaven B., 1977.** Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de Culex pipiens (L.) dans le Midi de la France. Parasitologia 19 (1/2), p. 79–94.
- Singh B., Singh P. R., and Mohanty M. K., 2012.** Toxicity of a plant based mosquito repellent/killer. Interdiscip. Toxicol. 5(4) :184-91.
- Snodgrasse R. E., 1959.** The anatomical life of the mosquito. Smiths misc., 139(8) 1- 87.
- Talaga S., 2016.** Ecologie, diversité et évolution des moustiques (Diptera : Culicidae) de Guyane française : implications dans l'invasion biologique du moustique Aedes aegypti (L.). Thèse Doc. Université de Guyane, 217p.

Site Web :

[01] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/wilaya-guelma>

[02] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Culicidae>.

[03] [istockphoto.com](https://www.istockphoto.com), [cdc.gov](https://www.cdc.gov), [aquaticinsect.net](https://www.aquaticinsect.net) respectivement

[04] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/wilaya-guelma>

[05] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/2-page-accueil/22-hydrogeologie>