



Institut des Sciences
Vétérinaires-Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

La surveillance entomologique du moustique tigre (*Aedes albopictus*) dans l'Algérois

Présenté par
Labed Farah

Devant le jury :

Président(e) :	MEDROUH B.	Doctorant	ISVB
Examineur :	DJERBOUH A.	M.A.A	ISVB
Promoteur :	LAFRI I.	M.C.A	ISVB
Co-promoteur :	ABDELLAHOUM Z.	Doctorant	USTHB

Année : 2018/2019



Institut des Sciences
Vétérinaires-Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

La surveillance entomologique du moustique tigre (*Aedes albopictus*) dans l'Algérois

Présenté par
Labed Farah

Devant le jury :

Président(e) :	MEDROUH B.	Doctrant	ISVB
Examineur :	DJERBOUH A.	M.A.A	ISVB
Promoteur :	LAFRI I.	M.C.A	ISVB
Co-promoteur :	ABDELLAHOUM Z.	Doctorant	USTHB

Année : 2018/2019

Remerciements

En tout premier lieu, le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donnée la force et courage pour survivre dépasser toutes les difficultés dans ma vie.

Je remercie le président de jury Mr. MEDROUH Bachir ainsi que l'examinatrice Mme DJERBOUH Amel d'accepter de consacrer leurs temps pour mon modeste travail.

Je remercie Mme la directrice CHABALLAH Linda et Mme BENCHIKH Salima qui est chef de département de la lutte anti-vectorielle et tous les autres services du HUPE de la wilaya d'Alger (Etablissement de l'hygiène urbaine et de la protection de l'environnement de la wilaya d'Alger) Ex HURBAL (Etablissement de l'Hygiène Urbain d'Alger), unité de lutte anti-vectorielle de Ouad Kouriche.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon promoteur Monsieur LAFRI Ismail. Je le remercie d'avoir accepté d'être mon encadreur ce fut un honneur pour moi.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur ABDELLAHOUM Zakaria, mon Co-promoteur, qui m'aurait aidé dès le départ. J'aimerais aussi le remercier pour l'autonomie qu'il m'a accordée, et ses précieux conseils et idées qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Un grand remerciement pour tous les professeurs et fonctionnaires de l'institut des sciences vétérinaires Blida, et à toute personne ayant participé de près ou de loin à la réussite de ce travail.

Dédicaces

Je dédié ce travail :

A ma très chère mère, Djahida, qui as toujours été la pour moi, tu as été le père avant la mère, tu as fais l'impossible pour moi, sans toi je ne suis pas arrivée où je suis aujourd'hui.

A mon très cher père, que dieu l'accueil dans son vaste paradis, j'aurais aimé qu'il soit entre nous et partage avec moi la joie de finir enfin mes études.

A Labed Rachida, Houda et Radia, vous êtes mes sœurs avant d'être mes cousines, je vous aime énormément.

A mon frère avant d'être mon meilleur ami depuis le collège OudjediChaker.

A mes proches amis ; Nabil, Abdelwahab, Nassila et Ahmed.

A ma copine Dr. vétérinaire Fatima Boudellal, dans la wilaya de Constantine qui ma beaucoup aidée au cours de mes 5 ans d'études.

A mes amis de promo à Blida et plus particulièrement ; Radja et Hocem.

Résumé

Aedes albopictus est une espèce de moustique invasive avec une distribution mondiale, cette dernière a récemment été détectée dans les pays maghrébins. En Algérie leur introduction a été signalée en 2010 dans la wilaya de TiziOuzou, depuis chaque année de nouveaux foyers sont découverts dans plusieurs wilayas du pays. Notre étude s'est penchée sur Alger, où nous avons inspecté des communes dont la présence d'*Aedes albopictus* n'a pas été signalée auparavant en se basant sur les plaintes des citoyens à propos d'un moustique qui piqué durant la journée. Les collectes ont été faites sur des larves à l'aide d'une louche et sur des adultes en utilisant le piège BG-Sentinel, afin de les identifier en se basant sur des critères morphologiques à l'aide d'un logiciel. Les résultats de l'identification morphologique ont confirmés la présence de l'espèce *Aedes albopictus* dans la commune d'Hussein Dey, Kouba, Alger centre, El Harrach et Dar El Beida et par ces résultats on dénombre les communes d'Alger centre, Dar El Beida et El Harrach comme nouveau foyer pour l'espèce *Aedes albopictus* sur la wilaya d'Alger, et on déclare aussi que la zone d'Alger centre est une zone à haut risque en raison de la présence du gîte larvaire de cette même espèce à l'intérieur de Centre hospitalier universitaire de Mustapha Bacha en raison du large spectre d'agents pathogènes transmis par *Aedes albopictus*.

Mots clés : *Aedes albopictus*, ALGERIE, Alger, BG-Sentinel2, gîte larvaire.

ملخص

الزاعجة البيضاء هي نوع من البعوض الغازي الذي يتوزع في جميع أنحاء العالم ، وقد تم اكتشافه في الأونة الأخيرة في البلدان المغربية. في الجزائر ، تم الإبلاغ عن تقديمها في عام 2010 في ولاية تيزي وزو ، حيث يتم اكتشاف حالات تفشي جديدة كل عام في عدة ولايات من البلاد. تطرقنا في دراستنا إلى الجزائر العاصمة ، حيث فحصنا البلديات التي لم يتم الإبلاغ عنها من قبل عن وجود الزاعجة البيضاء على أساس شكاوى من المواطنين حول البعوض الذي يلدغ أثناء النهار. المجموعات كانوا عبارة عن يرقات بواسطة مغرفة خاصة وبالغين بواسطة مصائد بيجي سنتينال، من أجل التعرف عليهم استعملنا معايير مورفولوجية معينة. أكدت نتائج التعرف المورفولوجي وجود فصيلة الزاعجة البيضاء في بلدية حسين داي ، القبة ، الجزائر العاصمة، الحراش و دار البيضاء. و من هذه النتائج نستنتج ان كل من بلديات الجزائر العاصمة، الحراش و دار البيضاء يعتبرون مستوطن جديد لهذا النوع من البعوض. ويذكر أيضًا أن منطقة وسط الجزائر هي منطقة شديدة الخطورة بسبب وجود موقع اليرقات من نفس النوع داخل مستشفى مصطفى باشا الجامعي بسبب الطيف الواسع من العوامل المسببة للأمراض التي تنتقل عن طريق الزاعجة البيضاء.

الكلمات المفتاحية : الزاعجة البيضاء ، الجزائر ، الجزائر العاصمة ، بي جي سينتينل ، مستوطن جديد

Abstract

Aedes albopictus is an invasive mosquito species with a worldwide distribution, the latter has recently been detected in the Maghreb countries. In Algeria their introduction was reported in 2010 in the Wilaya of TiziOuzou, since each year new outbreaks are discovered in several wilaya of the country. Our study looked at Algiers, where we inspected municipalities whose presence of *Aedes albopictus* was not previously reported based on complaints from citizens about a mosquito that sting during the day. Collections were made on larvae using a ladle and on adults using BG-Sentinel traps, in order to identify them based on morphological criteria using software. The results of the morphological identification confirmed the presence of the species *Aedes albopictus* in the commune of Hussein Dey, Kouba, Algiers center, El Harrach and Dar El Beida and by these results we count the municipalities of Algiers center, Dar El Beida and El Harrach as a new home for the species *Aedes albopictus* in the wilaya of Algiers, and it is also stated that the central Algiers area is a high-risk area because of the presence of the larval site of the same species inside Mustapha Bacha University Hospital because of the wide spectrum of pathogenic agents transmitted by *Aedes albopictus*.

Key words: *Aedes albopictus*, ALGERIA, Algiers, BG-Sentinel, larval site.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Données bibliographiques	
I.Généralité sur les moustiques	2
1.Les genres de moustiques d'intérêt médical.....	2
1.1. Le genre <i>Culex</i>	2
1.2. Le genre <i>Aedes</i>	2
1.3. Le genre <i>Anopheles</i>	3
2. Morphologie et biologie.....	3
2.1. Morphologie.....	3
2.1.1. Les œufs.....	3
2.1.2. Les larves.....	4
2.1.3. La Nymphe.....	5
2.1.4. L'adulte.....	6
a. La tête.....	6
b. Le thorax.....	7
c. Abdomen.....	8
2.2. Biologie.....	9
3. Distribution géographique.....	10
3.1. Dans le monde.....	10
3.2. En Algérie.....	11
II.Intérêt médical des moustiques	12
1.Les Arboviroses.....	12
1.1. Arbovirose humaine majeure.....	12
a. La Dengue.....	13
b. La Fièvre jaune.....	13
c. Chikungunya virus.....	13
1.2. Arboviroses Animales majeures.....	13
a. Encéphalite Japonaise.....	13
b. Encéphalite Vénézuélienne.....	14
c. La Fièvre de la Vallée du Rift.....	14
d. La Fièvre du Nil occidental.....	14

2. Parasitoses.....	15
a. Paludisme.....	15
Chapitre 2 : Matériel et Méthodes	
I.Matériel.....	16
1. Matériel de terrain.....	16
2. Matériel de laboratoire.....	16
3. Matériel biologique.....	16
II.Collectes d'échantillon	16
1. Dipping des larves.....	17
2. Piège BG Sentinel 2.....	19
II. Identification morphologique.....	20
Chapitre 3 : Résultats et discussion	
I.Résultat.....	29
II.Discussion.....	32
Conclusion.....	35
Références bibliographique.....	36

Liste des figures

Figure 1. Schémas des fourmes et des organisations des œufs de <i>Culex</i> et <i>Aedes</i> (b) d'après Cachereul, 1997 et d' <i>Anopheles</i> (a) d'après Russell et <i>al.</i> , 1963.	4
Figure 2. Schémas de la morphologie de la larve d' <i>Anopheles</i> (a) d'après Holstein, 1949 et de la larve de <i>Culex</i> et <i>Aedes</i> (b) d'après Kettle, 1995.	5
Figure 3. Schéma de la morphologie d'une nymphe d' <i>Anopheles</i> (a), extrémité abdominale (b), palette natatoire (c), et trompette respiratoire (d), d'après Gillies , 1968	5
Figure 4. Schéma de la morphologie d'une nymphe de <i>Culex</i> spp d'après Cachereul 1997.	6
Figure 5. Schéma de la morphologie de la tête d' <i>Anopheles</i> femelle d'après Holstein, 1949.	7
Figure 6. Schéma de la morphologie de la tête de <i>Culex</i> femelle (a) et mâle (b) d'après NEVEU-LEMAIRE, 1952.	7
Figure 7. Schéma du thorax et scutellum de Culicinae (a) et d'Anophelinae (b) d'après Carnevale et <i>al.</i> , 2009.	8
Figure 8. Schémas de la morphologie générale d'un moustique femelle <i>Culex</i> (a) et femelle <i>Anopheles</i> (b) d'après (Amougou, 2010).	8
Figure 9. Cycle de développement d'un moustique dans la nature d'après EID Atlantique.	10
Figure 10. Distribution géographique des moustiques dans le Monde (Figure personnelle, 2019).	11
Figure 11. Distribution géographique des moustiques en ALGERIE (Figure personnelle, 2019).	11
Figure 12. Sortie sur terrain avec l'unité de lutte anti-vectorielle (prospection de sous-sol) (Abdellahoum, 2019).	17
Figure 13. Le Dipping des larves au niveau d'une cave (Abdellahoum, 2019).	17

Figure 14. La collecte des larves sur le terrain (Abdellahoum, 2019).	18
Figure 15. Elevage des larves collectées au laboratoire dans des tubes (Abdellahoum, 2019).	18
Figure 16. L'émergence de l'adulte du moustique (Abdellahoum, 2019).	19
Figure 17. Installation du Piège BG Sentinel2 dans le jardin d'une maison (Abdellahoum, 2019).	19
Figure 18. Leurre pour piège BG Sentinel2 (Abdellahoum, 2019).	20
Figure 19. Façade du logiciel d'identification morphologique (Brunhes et <i>al.</i> , 1999) .	20
Figure 20. Observation des échantillons sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019).	21
Figure 21. Le choix niveau d'identification (genre ou l'espèce) (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	21
Figure 22. Liste des caractères pour l'identification d'un genre (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	22
Figure 23. Identification du sexe des moustiques (Antennes et les pièces buccale) (Brunhes et <i>al.</i> , 1999) .	22
Figure 24. Présence et absence de Soies Préspiraculaire (a) et des soies postspiraculaire (b) (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	23
Figure 25. Scutellum trilobé et sans lobes marqués (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	23
Figure 26. Ornementation de la base des ailes (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	24
Figure 27. Position de l'apex de la nervure A1 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999) .	24
Figure 28. A ; Longueur des tarsomères 4 et 5 de la Pth 1, B ; Longueur du tarsomère 1 par rapport au 4 autres tarsomère de la Pth 1 et 2 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	25
Figure 29. Les caractères permettant l'identification d'un moustique au niveau de l'espèce (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	26
Figure 30. Comparaison de la couleur du Tibia (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	26
Figure 31. Comparaison de la couleur du tarsomère 1 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	27
Figure 32. Comparaison de la couleur du tarsomère 2 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	27
Figure 33. Comparaison de la couleur du Tarsomère 5 au niveau de a Pth 3 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	28
Figure 34. Comparaison des ornements du Tergite IV (Face dorsale de l'abdomen)	28

(Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	
Figure 35. Aspect de la morphologie générale d'un <i>Aedes albopictus</i> mâle sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019).	29
Figure 36. Aspect de la morphologie générale d'un <i>Aedes albopictus</i> femelle sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019).	30
Figure 37. Ornementation su scutum chez l'espèce <i>Aedes albopictus</i> (Abdellahoum, 2019).	30
Figure 38. Absence des soies pré et post-spéaculaires chez l' <i>Aedes albopictus</i> (Abdellahoum, 2019).	30
Figure 39. Forme de l'aile de l'espèce <i>Aedes albopictus</i> (Abdellahoum, 2019).	31
Figure 40. La forme de l'abdomen chez l'espèce <i>Aedes albopictus</i> (Abdellahoum, 2019).	31
Figure 41. La couleur du Tarsomère 5 au niveau de la 3 ^{ème} patte thoracique e l'espèce <i>Aedes albopictus</i> (Abdellahoum, 2019).	31
Figure 42. Distribution géographique des moustiques dans les zones prospectées (Abdellahoum, 2019).	32

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification des arboviroses (Institut pasteur, 2012).	12
Tableau 2. Espèce et effectif des <i>Aedes albopictus</i> collecté par zone (Abdellahoum, 2019).	32

Introduction

Introduction

Les animaux désignés sous le nom d'Arthropodes constituent au sein des invertébrés, un embranchement intermédiaire entre les Vers et les Mollusques, et comprennent plusieurs classes. Ils constituent d'une part des problèmes de santé publique à l'échelle mondiale en étant des vecteurs de plusieurs agents infectieux et d'autre part une abondante source de nourriture pour de nombreuses espèces prédateurs, ce qui fait des Arthropodes un sujet d'étude important pour les entomologistes (Trari, 1991).

Parmi les arthropodes nuisibles à l'homme les Culicidés, qui ont peuplé toutes les niches écologiques disponibles et dont on trouve sur tous les territoires et avec des concentrations toutes particulières dans les régions tropicales et subtropicales. En plus de leur vaste distribution les Culicidae ont un intérêt médical majeur, qui est confirmé par de nombreuses études qui montrent que les moustiques jouent le rôle de vecteurs des agents infectieux responsables de maladies chez l'homme et les animaux (Rodhain et al., 1985).

Ces agents infectieux sont principalement des arbovirus et des parasites nématodes (filarioses), qui sont transmis par les genres *Aedes*, *Culex* et le parasite *Plasmodium* agent du paludisme qui constitue aujourd'hui la pathologie la plus prévalente à l'échelle mondiale, et qui est transmis par le genre *Anopheles* (Schaffner et al., 2001).

Le contrôle des moustiques d'intérêt médicale et vétérinaire, et la maîtrise de leurs impacts sur la santé publique, nécessite une bonne connaissance de l'écologie et du comportement de ces insectes, mais le préalable indispensable à toute action ou intervention est la surveillance des moustiques qui s'effectue par un inventaire basé sur l'identification précise des espèces présentes dans une zone bien déterminée (Schaffner et al., 2001).

Notre travail a pour but la surveillance entomologique de l'espèce *Aedes albopictus* dans la région de l'algérois, et est scindé en trois parties ;

- La première consiste en un rappel des données bibliographiques.
- La seconde consiste en une partie pratique de collecte d'échantillons sur le terrain et l'analyse et l'identification de ce dernier au laboratoire.
- La dernière partie présente les résultats obtenus et la discussion de ces derniers.

Chapitre 1

I. Généralité sur les moustiques

Les moustiques sont considérés comme les plus importants vecteurs arthropodes au monde (Beerntsen et *al.*, 2000). Appartenant à la famille des Culicidae, à l'ordre des Diptères et au sous-ordre des Nématocères. Les trois genres les plus répandus dans le monde sont ; *Anopheles*, *Culex* et *Aedes* (Meyer, 2015), dont les moustiques femelles sont les seuls responsables de piqûres, en raison de leur besoin nutritionnel en sang pour la reproduction (Singh et *al.*, 2013).

Les femelles possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur (Wanson, 1949), leurs piqûres sont bénignes à l'homme et à l'animal, cependant les moustiques sont des vecteurs d'un nombre important de maladies et constituent une menace pour la santé humaine et vétérinaire (Seda et *al.*, 2019).

1. Les genres de moustiques d'intérêt médical

1.1. Le genre *Culex* (Harbach, 2004)

Le genre *Culex* se caractérise par son comportement invasif et parmi les espèces les plus impliquées dans la transmission des maladies nous citons ;

- *Culex pipiens* qui est une espèce très invasive et qui est un vecteur du West Nile Virus (WNV) (Amraoui et *al.*, 2012).
- *Culex quinquefasciatus* connue pour être le vecteur de la maladie « Fièvre du Nil », l'encéphalite de Saint-Louis (Reiman et *al.*, 2008).
- *Culex tritaeniorhynchus* responsable de la transmission de l'encéphalite japonaise (Diagana et *al.*, 2005).
- *Culex annulirostris* rapporté comme vecteur de l'encéphalite de Murray Valley (Krauss et *al.*, 2003).

1.2. Le genre *Aedes*

Le genre *Aedes* est classé parmi les plus dangereux vecteurs d'intérêt médical (Reinert et *al.*, 2004), dont *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* sont principaux vecteurs, responsables de la transmission du virus de la dengue, du virus Zika, du chikungunya virus et du virus de la fièvre

jaune (Krauss et *al.*, 2003) et aussi l'espèce *Aedes vexans* vecteur du West Nile Virus (WNV) (Trevejo et *al.*, 2008).

1.3. Le genre *Anopheles*

Caractériser par le plus grand nombre d'espèces existantes, ou on dénombre 484 espèces existantes dont 60 d'entre elles sont connues pour être les principaux vecteurs du parasite *Plasmodium* à l'homme, causant la malaria (Harbach, 2004), dont les espèces les plus connues sont ;

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

2. Morphologie et biologie

2.1. Morphologie

2.1.1. Les œufs

Pour les genres *Culex* et *Aedes* ; les œufs sont fusiformes, mesurant environ 1mm de long, de couleur blanchâtres au moment de la ponte (s'assombrissent dans les heures qui suivent). Ils sont pondus dans l'eau réunis en masse de 200 à 400 œufs (Figure 1b), cette arrangement leur permet d'être insubmersibles (Metge, 1986), par contre les œufs d'*Anopheles* sont pondus individuellement de forme allongée (Figure 1a), chacun ayant 0.5 millimètre de longueur, possédant généralement deux flotteurs latéraux pour leur permettre de flotter sur la surface de l'eau (Russell et *al.*, 1963).

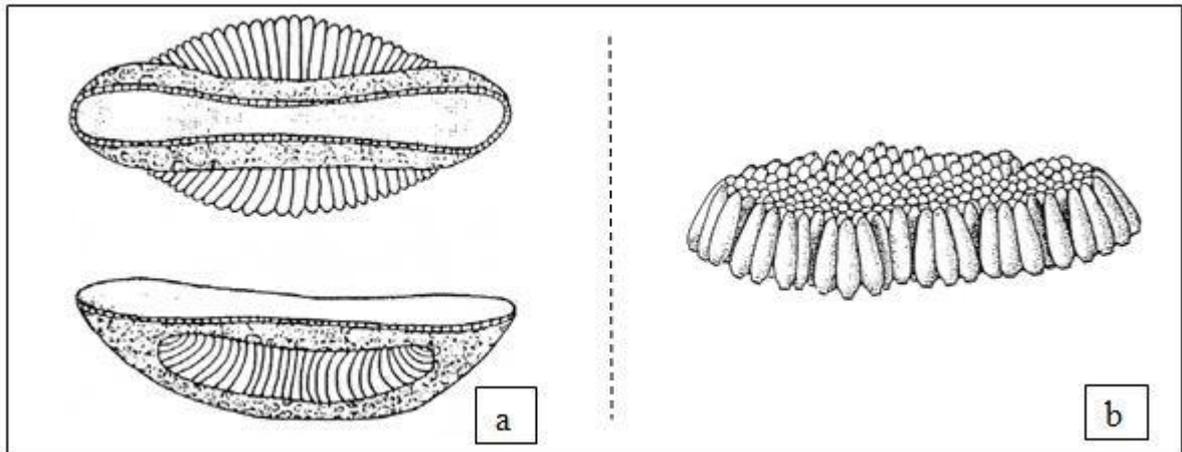


Figure 1. Schémas des formes et des organisations des œufs d'*Anopheles* (a) d'après Russell et *al.*, 1963 et de *Culex* et *Aedes* (b) d'après Cachereul, 1997.

2.1.2. Les larves

De forme vermiformes, composées de trois parties ; la tête, le thorax et l'abdomen. Les larves de *Culex* et d'*Aedes* ont un caractère très mobile et plongent en profondeur lorsqu'elles sont en danger ou pour la recherche de nourriture (Andreo, 2003).

Les larves d'*Anopheles* se reconnaissent des autres larves de moustiques aquatiques un thorax relativement gros (Carnevale et *al.*, 2009), en plus de leur position parallèle par rapport à la surface de l'eau ; tandis que les larves de *Cules* et d'*Aedes* se tiennent verticalement ou obliquement par rapport à la surface de l'eau (Carnevale et *al.*, 2009), ceci en raison de la présence du siphon respiratoire au niveau du 8^{ème} segment chez les genres *Aedes* et *Culex* et de son absence chez le genre *Anopheles* et de la présence de stigmates respiratoires au niveau de la cuticule du 8^{ème} segment (Service, 1997), comme l'illustre la Figure 2.

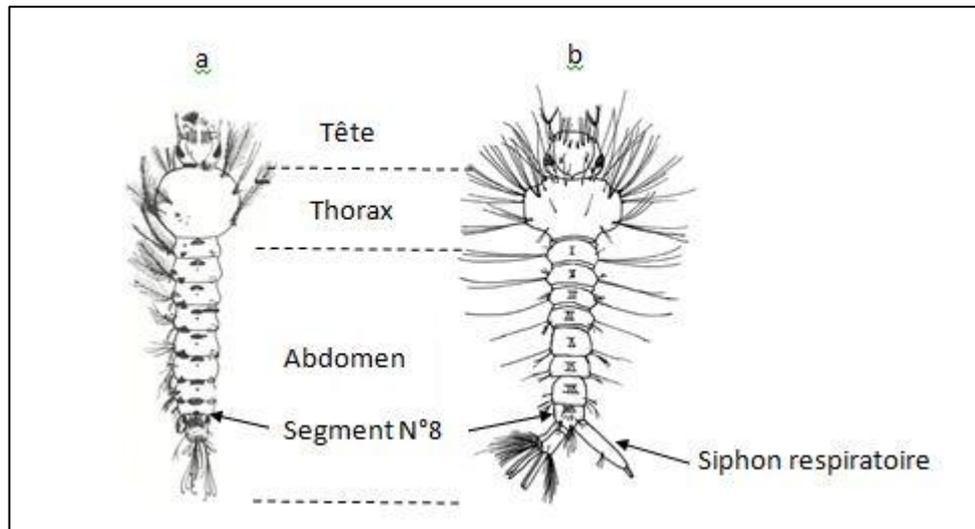


Figure 2. Schémas de la morphologie de la larve d'*Anopheles*(a) d'après Holstein, 1949 et de la larve de *Culex* et *Aedes*(b) d'après Kettle, 1995.

2.1.3. La Nympe

Ce caractère est caractérisé par céphalo-thorax (Tête et Thorax soudés) sur lequel on trouve deux trompes qui interviennent dans la respiration. Les orifices anal et buccal étant bouchés, la nymphe ne se nourrit pas et se déplace grâce aux palettes natatoires (Cachereul, 1997).

La différence entre les *Anopheles*, les *Aedes* et les *Culex* est plus difficile à ce stade, où on distingue des trompettes respiratoires plus courtes et plus évasées chez les *Anopheles* (Figure 3d) que chez les *Culex* et les *Aedes* où elles sont longues et régulières (Figure 4). (Andreo, 2003).

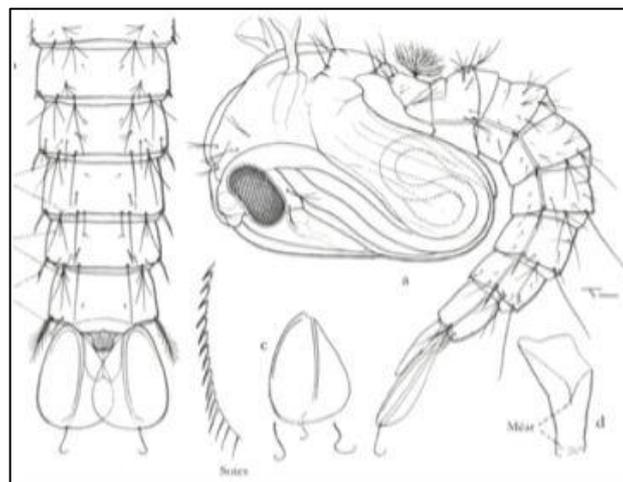


Figure 3 : Schéma de la morphologie d'une nymphe d'*Anopheles* (a), extrémité abdominale (b), palette natatoire (c), et trompette respiratoire (d), d'après Gillies, 1968.

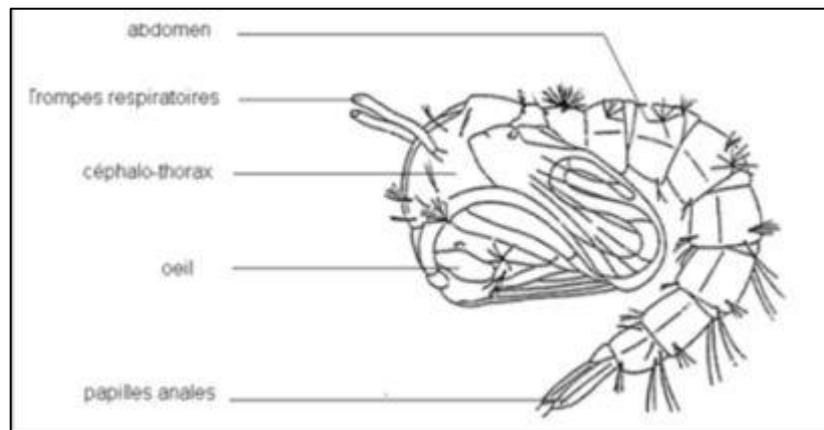


Figure 4 : Schéma de la morphologie d'une nymphe de *Culex* spp. Et d'*Aedes* d'après Cachereul 1997.

2.1.4. L'adulte

Le corps d'un moustique adulte est composé de trois parties bien distinctes.

a. La tête

Sombre, couverte d'écailles dressées de couleur foncé entre lesquelles sont situées des écailles claires et des poils bruns. Les antennes sont de calibre uniforme, composées de 15 articles chez le mâle et de 14 articles chez la femelle. Les mâles ont à la base des antennes un deuxième article dilaté comprenant des organes sensoriels disposés radialement appelé organe de Johnston (siège de l'audition) (Georgi, 1990).

Les femelles possèdent des pièces buccales de type piqueur-suceur devant la tête, sont composées de ; labium, deux mandibules et deux maxilles (Andreo, 2003). Les deux palpes maxillaires (formées de 5 articles) situés de part et d'autre de la trompe permettent de reconnaître immédiatement les femelles d'*Anopheles* grâce aux palpes maxillaires aussi longs que la trompe (Figure 5), alors que chez les *Culex* et les *Aedes* les palpes maxillaires sont nettement plus courts que la trompe (Figure 6) (Holstein, 1949).

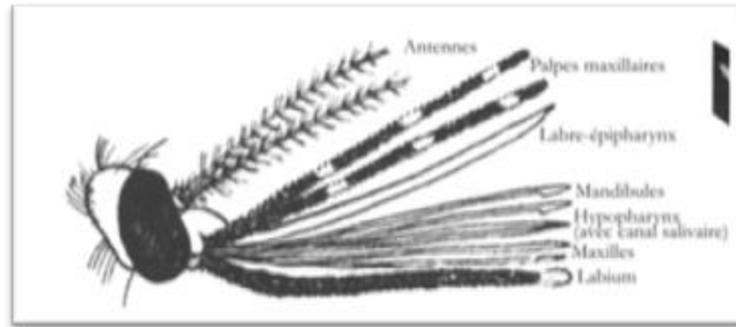


Figure 5 : Schéma de la morphologie de la tête d'*Anopheles* femelle d'après Holstein, 1949.

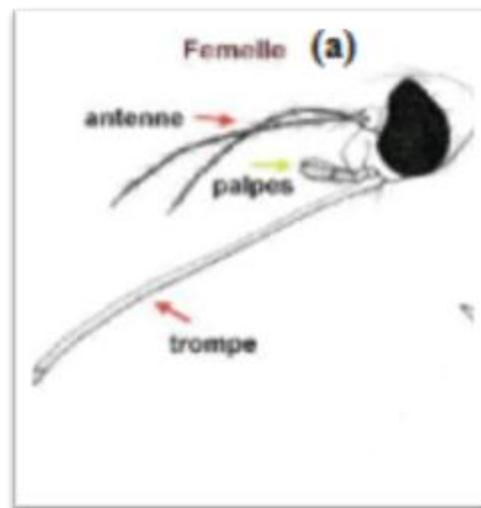


Figure 6 : Schéma de la morphologie de la tête de *Culex* et d'*Aedes* femelle (a) et mâle (b) d'après Neveu-Lemaire, 1952.

b. Le thorax

Composé de trois segments soudés (le prothorax, le mésothorax et le métathorax), il porte une paire d'ailes et trois paires de pattes, divisé en trois parties ; le fémur, le tibia et le tarse formé à son tour de 5 articles, dont le 5^{ème} porte 2 griffes (Cachereul, 1997).

Le prothorax et le métathorax sont considérablement réduits par rapport au mésothorax (Gaumont, 1985), ce dernier porte des plaques dorsales postérieures appelé scutellum, qui sont arrondi chez les *Anopheles* et trilobé chez les *Culex* et les *Aedes* (Figure 7) et représente de ce fait un critère taxonomique de différenciation (Carnevale et al., 2009).

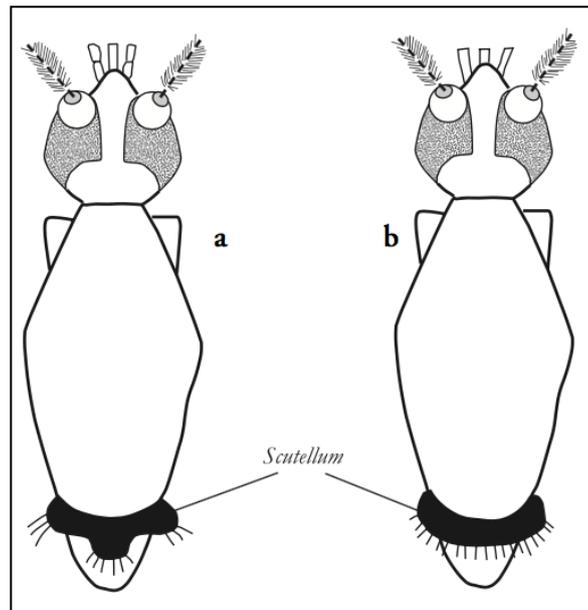


Figure 7 : schéma du scutellum au niveau du thorax de *Culex* et d'*Aedes* (a) et d'*Anopheles* (b) d'après Carnevale et *al.*, 2009.

c. Abdomen

Allongé, il est composé de 9 à 10 segments selon les espèces recouvert d'écailles de couleurs différentes selon les espèces et représentées un critère taxonomique, en plus de longs poils sur la face dorsale (Neveu-Lemaire, 1952).

Chez les mâles, l'abdomen se termine en une armature génitale (Claspers), servant à maintenir la femelle durant l'accouplement, qui possède un oviscapte (Bussieras et *al.*, 1991).

La figure 8 illustre les différences dans la morphologie générale entre les Anophelinae et les Culicidae.

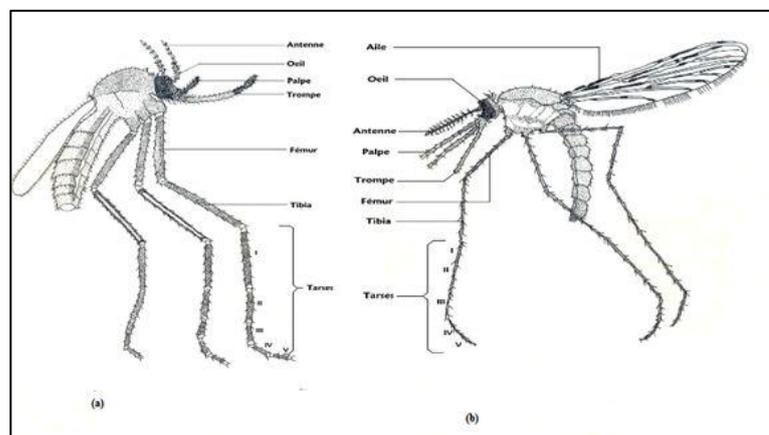


Figure 8: Schémas de la morphologie générale d'un moustique femelle Culicidae (a) et un moustique femelle Anophelinae (b) d'après (Amougou, 2010).

2.2. Biologie

Le moustique mâle est attiré par les vibrations des ailes de la femelle (200 à 400 battements par seconde), la copulation peut se dérouler entièrement en vol ou bien commencer en vol et se poursuivre en sol, ceci se déroule pendant quelque seconde (Diabate et *al.*, 2006)

Après reproduction, les mâles ne tardent pas à mourir. La femelle fécondée généralement qu'une seule fois au début de la vie adulte, le sperme étant stocké dans les spermathèques de la femelle où il est conservé tout au long de la vie de celle-ci. La fécondation des œufs a lieu au fur et à mesure des pontes (Diabate et *al.*, 2006).

Les œufs sont pondus sur la surface de l'eau (claire en général) (Figure 9), mais on en trouve également dans les eaux polluées avec des matières organiques, qui permettront aux larves de se nourrir. L'éclosion se produit environ 24H à 48H après l'oviposition et donne des larves dont le mode de vie est exclusivement aquatique (Figure 9), en condition optimal et après une durée de 5 à 6 jours pour les Culicidae et 1 à 3 semaines pour les Anophelinae et 3 mues (Du stade larvaire 1 au stade larvaire 4) émergent les nymphes (Figure 9) (Simsek, 2006). La vie nymphale dure 2 à 3 jours, qui est une période suffisante pour le développement de l'anatomie de l'adulte (Figure 9). Après l'émergence les adultes sont au repos dans des endroits abrités et leur premier repas est composé de nectar, qui permet la maturation des organes génitaux ainsi que la constitution de réserves énergétiques pour le vol, par la suite, l'appareil buccal de la femelle se développe et devient piqure suceur, ainsi que son régime alimentaire qui devient hématophage, contrairement au mâle qui garde le même appareil buccal et le même régime alimentaire phytophage (Kettle, 1995).

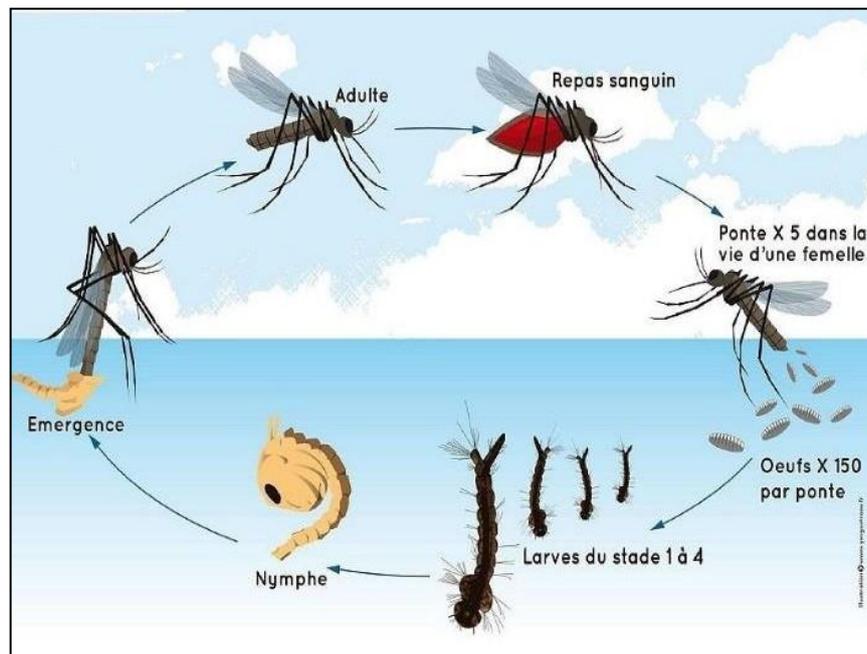


Figure 9 : Cycle de développement d'un moustique dans la nature d'après EID Atlantique.

3. Distribution géographique

3.1. Dans le monde

En termes de distribution géographique les moustiques sont cosmopolite, dont l'espèce *Culex pipiens* est la plus largement distribué dans le monde, contrairement à *Culex quinquefasciatus* qui est répandu dans les zones tropicales et subtropicales uniquement (Andreadis, 2012). Alors que les *Anopheles* ont aussi une répartition quasiment mondiale à l'exception des zones polaires (nord du Canada, Alaska, nord de la Sibérie, Groenland, Islande, Antarctique), des îles du Pacifique central ou occidental (Nouvelle-Calédonie) (Carnevale et al., 2009). Tandis que le genre *Aedes* été signalé au début du siècle dernier dans le continent Asiatique, par la suite une expansion brutale a eu lieu en Europe en 1980 et récemment le continent Africain et Américain ont été touché (Takken et al., 2007).

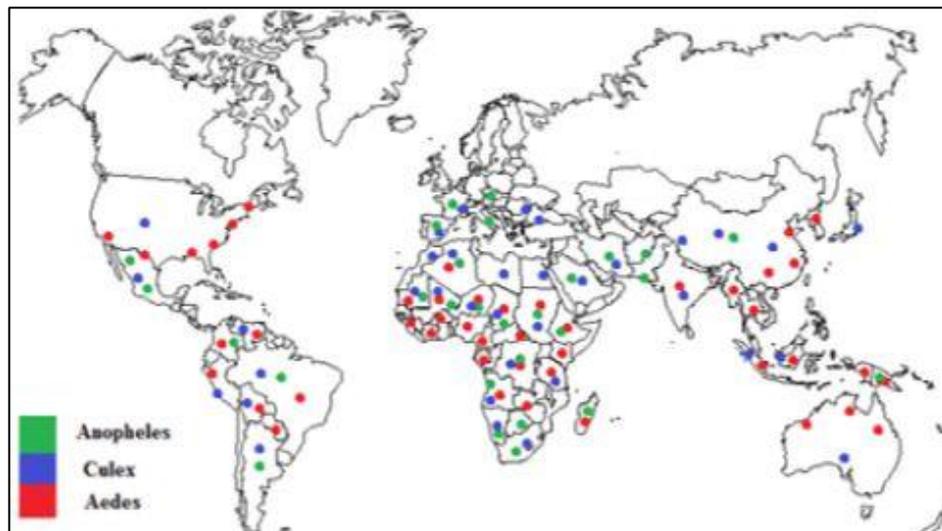


Figure 10 : Distribution géographique des moustiques dans le Monde (Figure personnelle)

3.2. En Algérie

Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et à la biologique (Bendali et *al.*, 2001; Boudjelida et *al.*, 2005; Tine-Djebbar et *al.*, 2011), dans le but d'avoir plus d'idées sur la distribution des moustiques en ALGERIE. La carte suivante illustre la distribution des moustiques rapportés en ALGERIE (Figure 13).

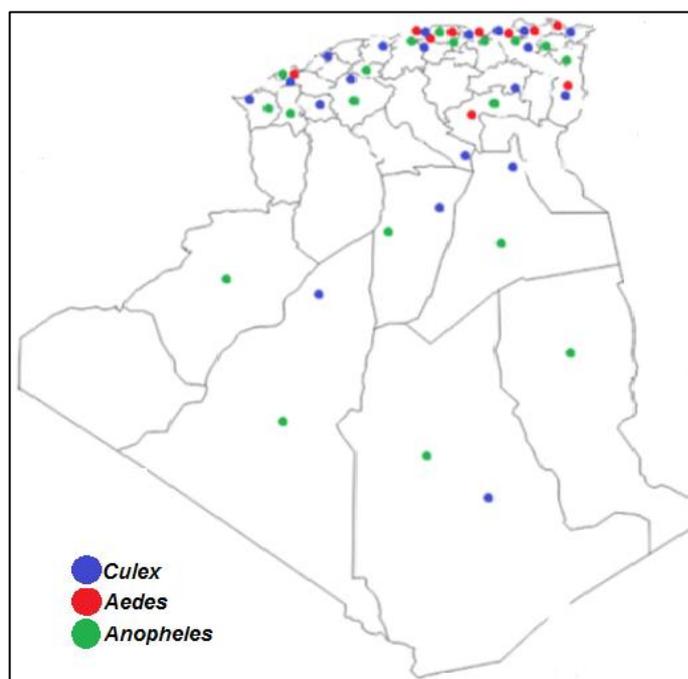


Figure 11. Distribution géographique des moustiques en ALGERIE (Figure personnelle).

II. Intérêt médical des moustiques

L'intérêt médical des moustiques est principalement due à leur rôle de vecteur de virus, de bactéries et de parasites et qui peuvent être pathogène voire mortelle à l'homme.

1. Les Arboviroses

Les arboviroses sont des zoonoses regroupant plus de 500 virus de plusieurs familles, parmi lesquels 150 sont pathogène à l'homme, mais il existe que quelques espèces qui peuvent être transmit par les moustiques et possèdent un potentiel épidémique notamment le virus de la Dengue, le Chikungunya virus et le Zika virus (Weaver, 2010). Le **tableau 1** présente la classification de quelques arbovirus transmit à l'homme par les moustiques.

Tableau 1. Classification des arboviroses (Institut pasteur, 2012).

Familles	Virus	Vecteurs
Togaviridae	Chikungunya virus	<i>Aedes aegypti</i> et <i>Aedes albopictus</i> .
	Virus de la rivière Ross	<i>Culex annulirotis</i> et <i>Aedes</i> spp.
	Virus Mayaro	<i>Aedes aegypti</i>
Bunyaviridae	Fièvre de la vallée du rift	Plusieurs espèces d' <i>Aedes</i> spp. et de <i>Culex</i> spp.
Flaviviridae	Dengue virus	<i>Aedes</i> spp.
	Zika virus	<i>Aedes</i> spp.
	Virus de la Fièvre jaune	<i>Aedes aegypti</i>
	Virus de l'encéphalite japonaise	<i>Culex tritaeniorhynchus</i> et <i>Culex vishrui</i>
	West Nile virus	<i>Culex</i> spp.

1.1. Arbovirose humaine majeure

Les arboviroses concernent en grande partie les régions tropicales et subtropicales, où leur incidence a considérablement augmenté ces dernières années, en plus des arbovirus autochtones déjà existant (Huraux, 2003).

a. La Dengue

La dengue est une infection virale causée par quatre sérotypes différents (DENV1, 2, 3 et 4), véhiculés principalement par *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*, selon un cycle hétéroxène à deux hôtes ; homme-moustique, moustique-homme (OMS, 2016).

Il est estimé que 50 à 100 millions de nouveaux cas survient chaque année, dans plus d'une centaine de régions endémiques à travers le monde, avec plusieurs centaines de milliers de cas sévères responsables de 20000 décès (Guzman et *al.*, 2015).

b. La Fièvre jaune

La fièvre jaune est une arbovirose, transmise par des moustiques du genre *Aedes*. Elle est due à un Flavivirus (le virus amaril) (Toulo, 1996). Cette affection atteint environ 200 000 personnes et est responsable d'environ 30 000 de décès par an en particulier les enfants à travers le monde (Monath, 2006). La fièvre jaune est endémique en Afrique et sévit surtout en forêt chaude et humide dont le principale vecteur est *Aedes africanus* (Rogers et *al.*, 2006).

c. Chikungunya virus

Le Chikungunya virus (CHIKV) est un arbovirus transmis aux humains par une piqûre de moustique du genre *Aedes*. Bien qu'il ne cause pas un taux de mortalité élevé, il est associé à un haut taux de morbidité, principalement lié à des arthralgies persistantes et peut entraîner une réduction considérable de la productivité (Thiberville et *al.*, 2013). Depuis 2004, le CHIKV a été à l'origine de vastes épidémies dans le monde (Morrison, 2014).

1.2. Arboviroses Animales majeures

a. Encéphalite Japonaise :

C'est une zoonose virale grave, touche actuellement des régions tempérées et tropicales d'Asie du Sud et de l'Est (Van den Hurk et *al.*, 2009), transmis par l'espèce *Culex tritaeniorhynchus* aux chevaux, oiseaux, et accidentellement à l'homme (Service, 2008). Les chevaux présentes souvent une forme subclinique ou un léger syndrome fébrile. Plus rarement, on observera une forme sévère, avec de fortes fièvres et des symptômes d'encéphalite (Impoinvil et *al.*, 2012). Chez l'homme, les personnes affectées sont à 75% des enfants et dans la majorité des cas chez l'adulte, l'infection est asymptomatique (Impoinvil et *al.*, 2012).

b. Encéphalite Vénézuélienne :

Zoonose grave en forte expansion dans le monde, cette maladie a des conséquences économiques importantes, notamment pour la filière équine, causée par un Alphavirus et transmis par *Culex Melanoconion* (Zacks et al., 2010). Chez les équins, la période d'incubation est de 1 à 4 jours, des symptômes sont observés dans plus de 90% des cas. Elle se traduit par un syndrome grippal et rarement par une encéphalite ou une méningite. Chez l'homme la maladie se traduit par des signes neurologiques, dont de la désorientation, l'ataxie, la dépression et des convulsions surviennent dans 14% des cas, notamment chez les enfants. L'infection provoque également des avortements et des morts fœtales (Weaver et al., 2012).

c. La Fièvre de la Vallée du Rift :

Une maladie infectieuse virale commune aux animaux et à l'homme causée par un Phlébovirus, transmise par *Culex poicilipes* et *Aedes vexans arabiensis*. Elle fut identifiée pour la première fois en 1930 au Kenya, dans la Vallée du Rift, cette dernière ayant donné son nom à la maladie. Par la suite, jusqu'au milieu des années 70, de nombreuses épizooties eurent lieu en Afrique sub-saharienne, touchant essentiellement les animaux. La maladie était alors considérée comme une maladie africaine (AFSSA, 2008).

Elle se caractérise chez les animaux par des avortements et une forte mortalité des nouveaux nés (Mondet et al., 2005). Tandis que l'homme présente une fièvre hémorragique virale, la moitié des personnes demeurent asymptomatiques et l'autre moitié présente des symptômes grippaux avec installation brutale de fièvre, accompagnée de douleurs musculaires et articulaires et des céphalées (Gerdes, 2004).

d. La Fièvre du Nil occidental

Le West Nile Virus (WNV) est un Arbovirus, qui cause la fièvre du Nil à l'homme, se traduisant par une atteinte neurologique (Campbell et al., 2002). Le Virus a été isolé pour la première fois en 1937, dans le district du Nil de l'Ouest au nord de l'Ouganda, dans le sang d'une femme adulte (Gariépy et al., 2002).

Les moustiques du genre *Culex* constituent les vecteurs les plus communs, notamment *Culex pipiens*, *Culex quinquefasciatus* et *Culex tarsalis* qui piquent occasionnellement l'homme (Apperson et al., 2004). La période d'incubation varie entre 2 et 14 jours. Environ 80 % des personnes infectées ne présentent aucun symptôme et les 20 % restantes ont des symptômes

modérés ; fièvre et une atteinte neuro-invasive et souffrent de syndromes cliniques tels que méningite, encéphalite, paralysie flasque (Campbell et *al.*, 2002).

2. Parasitoses

a. Paludisme

Le paludisme cause chaque année 1,5 à 2,7 millions de mort, dont 1 million d'enfants de moins de 5 ans (Akilimali, 2009). Il est causé par la présence dans le sang des protozoaires du genre *Plasmodium* transmis par des moustiques *Anopheles*. Sa transmission est élevée dans toute la zone intertropicale. *Plasmodium falciparum* est l'espèce la plus pathogène, et est responsable d'environ 80 % de tous les cas de paludisme, et de 90 % des décès (Mendis, 2001).

Les personnes les plus à risque du paludisme sont les enfants de 7 mois à 7 ans, les femmes enceintes et les voyageurs immunodéprimés. C'est un parasite intracellulaire vivant dans le foie de l'homme puis dans ses globules rouges dont ils provoquent la destruction, ce qui est à l'origine d'une anémie et déclenche des accès fébrile avec des frissons (Aubry, 2009).

Vu le nombre d'agents pathogènes transmis par les moustiques et leurs capacité à envahir presque toute les régions du monde, depuis les contrées arctiques jusqu'aux tropiques, et s'adapter aux rudes hivers ou aux saisons sèches. Nous nous sommes intéressés aux moustiques, spécifiquement le Moustique Tigre (*Aedes albopictus*), en raison de son introduction récente et son expansion rapide en ALGERIE, de plus sa capacité d'envahir de nouveaux biotopes, de transmettre des agents pathogène causant de sérieux problèmes de santé publique et pouvant déclencher des épidémies, tel que l'épidémie du virus Chikungunya en 2005 à l'île de la Réunion, et du virus Zika en Brésil en Mai 2015, avec le plus grande nombre de cas jamais décrit jusqu'à présent. En outre il existe d'autres agents pathogènes qui sont susceptible d'être transmis par le Moustique tigre et qui reste à confirmer.

En Algérie, il fut signalé pour la première fois en 2010 à Larabaa Nath Irathendans la wilaya de Tizi-Ouzou par hasard dans un écurie par (Izri et *al.*, 2011). Notre but est de surveiller l'activité du moustique tigre et de détecter de nouveaux gîtes dans la wilaya d'Alger, capital du pays.

Chapitre 2

I. Matériel

1. Matériel de terrain

Piège à BG Sentinel2 avec lumière UV.

Une louche (Dipping des larves).

2. Matériel de laboratoire

Loupe binoculaire (Leica Zoom 2000).

Congélateur -20°C.

Clé taxonomique (Logiciel des Culicidés d'Afrique Méditerranéenne, Brunhes et *al.*, 1999).

3. Matériel biologique

Larves et adultes de moustique.

Notre travail a été facilité par une convention avec les services du HUPE de la wilaya d'Alger (Etablissement de l'hygiène urbaine et de la protection de l'environnement de la wilaya d'Alger) Ex HURBAL (Etablissement de l'Hygiène Urbain d'Alger), unité de lutte anti vectorielle (Oued Koriche), qui nous ont permis un accès facile au terrain (Maison individuelle et cave de bâtiment).

Les missions de l'HUPE ;

- La prévention des toxi-infections alimentaires et des M.T.H
- La lutte contre les vecteurs nuisibles (rongeurs, insectes).
- La lutte contre les zoonoses.
- La communication et sensibilisation.

II. Collectes d'échantillon

Pour la collecte des échantillons nous avons été contactés par les services de l'HURBAL, après les plaintes des citoyens à propos des moustiques qui piquent la journée (Figure 12).



Figure 12. Sortie sur terrain avec l'unité de lutte anti-vectorielle (prospection de sous-sol) (Abdellahoum, 2019).

Les collectes sur le terrain ont été réalisées par deux techniques ;

1. Dipping des larves

Utilisé pour la collecte des larves dans leurs gîtes naturelle, à titre d'exemple les eaux stagnante au niveau des caves (figure 13), le Dipping s'effectue avec une louche, et consiste en un prélèvement de la surface de l'eau où les larves se regroupent, et avec des gestes rapides pour éviter que les larves s'échappent en profondeur.



Figure 13. Dipping des larves au niveau d'une cave (Abdellahoum, 2019).

Les larves collectées, sont ensuite déposées dans un sot avec l'eau dans laquelle elles vivaient (Figure 14).



Figure 14. La collecte des larves sur le terrain (Abdellahoum, 2019).

Au laboratoire les larves collectées sont mises dans des tubes contenant la même eau de leur milieu naturel (eau collectée avec les larves), pour permettre leur développement (Figure 15) et l'émergence des adultes (Figure 16).



Figure 15. Elevage des larves collectées au laboratoire dans des tubes (Abdellahoum, 2019).



Figure 16. L'émergence d'un adulte de moustique (Abdellahoum, 2019).

2. Piège BG Sentinel 2

Utilisé dans les habitats et les jardins, la pose du piège se fait le matin à 6h jusqu'à 18h, qui sont les horaires correspondant à l'activité des moustiques tigre, l'opération est répétée 2 à 3 fois dans le même site.

Le piège BG Sentinel 2 (Figure 17) permet la collecte des moustiques adultes, grâce au leurre introduit dans le piège (Figure 18), qui est composé d'un cocktail breveté de molécules imitant l'odeur humaine particulièrement attractif pour les moustiques, en plus de la source de CO₂ au quelle il est connecté, ce qui fait de ce piège une parfaite imitation de l'homme et une cible souhaité par les moustiques adultes, qui seront aspiré dans une poche par un petit ventilateur très économique d'énergie.



Figure 17. Installation du Piège BG Sentinel2 dans le jardin d'une maison (Abdellahoum, 2019).



Figure 18. Leurre pour piège BG Sentinel2 (Abdellahoum, 2019).

Tous les échantillons de moustique adulte (Collecté par le Piège BG Sentinel2 ou issue de l'élevage des larves), sont conservé au congélateur à -20°C.

III. Identification morphologique

Effectuer grâce à un logiciel d'identification et d'enseignement (Culicidae de l'Afrique méditerranéenne) créée par Brunhes J. *et al.*, 1999 (Figure 19).

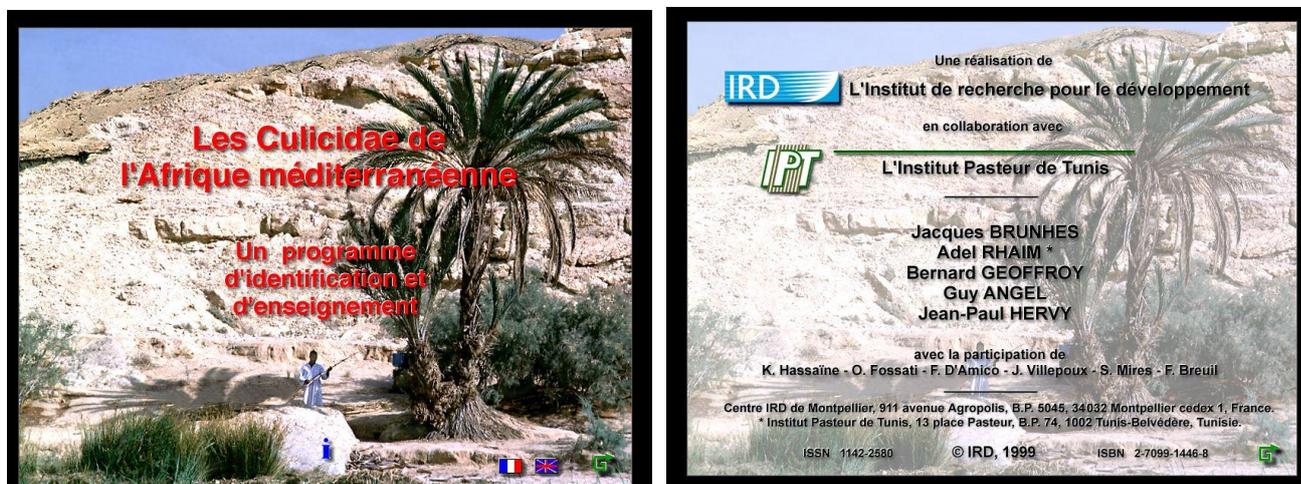


Figure 19. Façade du logiciel d'identification morphologique (Brunhes *et al.*, 1999)

Le logiciel comprend deux parties ;

La première consiste en un outil d'identification, englobant 73 espèces de la famille des Culicidae (larves et adultes), signalées en Afrique méditerranéenne (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte) et la seconde représente une base des connaissances sur les moustiques dans cette même région.

L'identification, guidée par l'ordinateur permet de comparer la morphologie (Tête, Thorax, Ailes et Pattes) entre les différentes espèces par les quelle est implémentée la base de données du logiciel, afin de déterminé un genre ou une espèce. Le programme propose plus de cinq cent illustrations originales qui permettent une vérification minutieuse du résultat.

Notre travail a porté sur les moustiques adultes femelles, et pour permettre de bonnes observations onta utilisé une loupe Binoculaire Leica (ZOOM 2000) (Figure 20).



Figure 20. Observation des échantillons sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019).

Les identifications sont faites en deux parties, dont la première consiste à l'identification du genre et la seconde à l'identification de l'espèce (Figure 21).

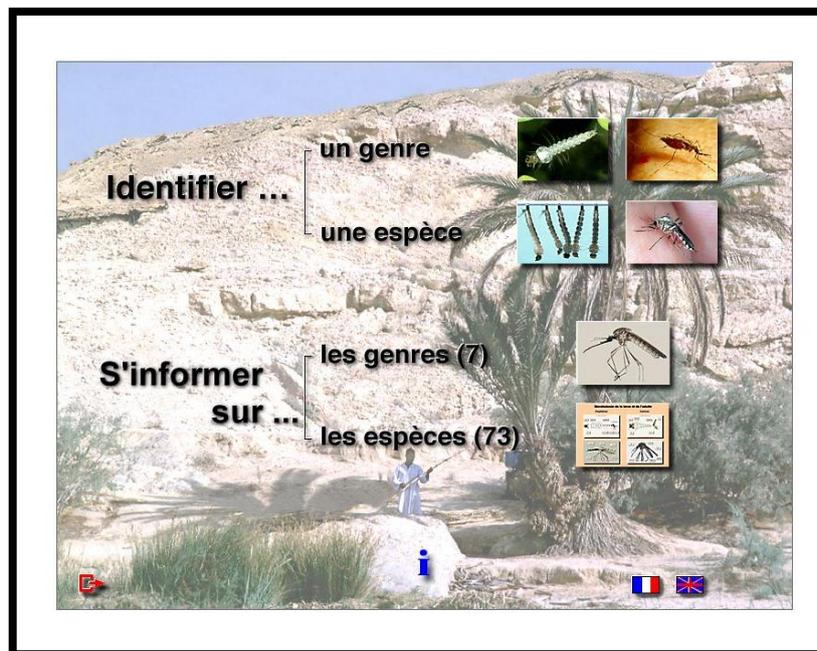


Figure 21. Lechoix niveau d'identification (genre ou l'espèce) (Brunhes et *al.*, 1999).

Pour l'identification du genre le logiciel propose 10 caractères de différenciation entre les genres (Figure 22), qu'on doit suivre étape par étape, en commençant par identifier le sexe au niveau des antennes et des pièces buccales portées par la tête (Figure 23).

CARACTÈRES DISPONIBLES	10
TÊTE : Longueur du palpe maxillaire	
THORAX : Soies préspiraculaires	
THORAX : Soies postspiraculaires	
THORAX : Forme générale du scutellum	
AILE : Ornementation de la base (alula)	
AILE : Position de l'apex de la nervure 1-A	
AILE : Longueur de la fourche R2/R3	
PATTE I : Longueur du tarsomère 4	
PATTE II : Longueurs relatives du tarsomère 1 et des 4 autres réunis	
PATTES : Organes sensoriels portés à l'apex des tarsomères 5	

Figure 22. Liste des caractères pour l'identification d'un genre (Brunhes et *al.*, 1999).

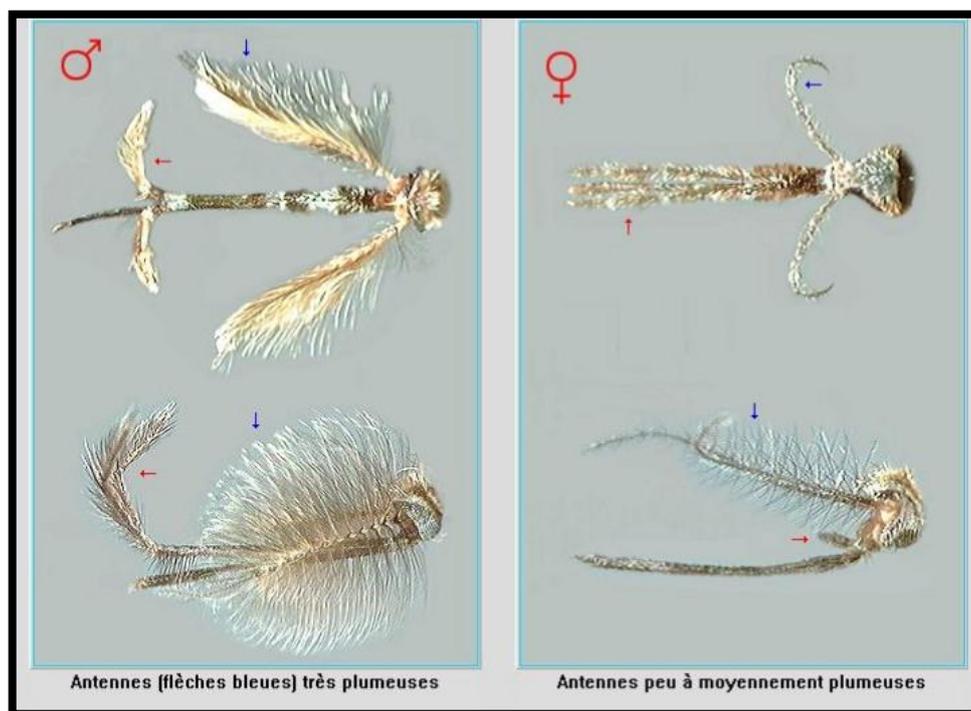


Figure 23. Identification du sexe des moustiques (Antennes et les pièces buccale) (Brunhes et *al.*, 1999).

La suite de l'identification se penche sur le thorax, dont la première caractéristique consiste à vérifier la présence ou l'absence des soies pré et post-spiraculaires (Figure 24), suivie par la forme trilobé ou fusionné du scutellum qui permet de distinguer entre le genre *Anopheles* et les autres genres (Figure 25).

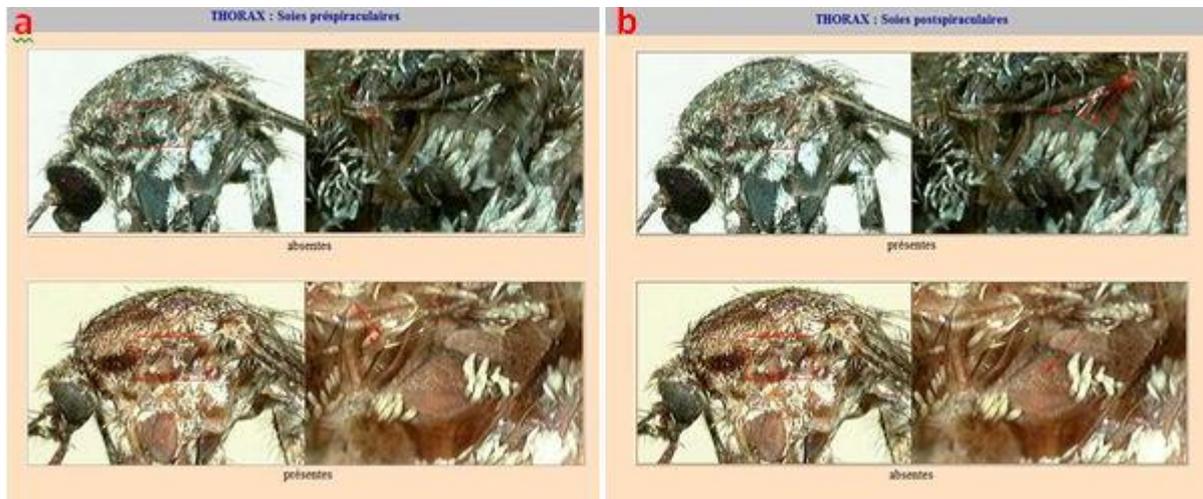


Figure 24. Présence et absence de Soies Pré-spiraculaire (a) et des soies post-spiraculaire (b) (Brunhes et *al.*, 1999) .

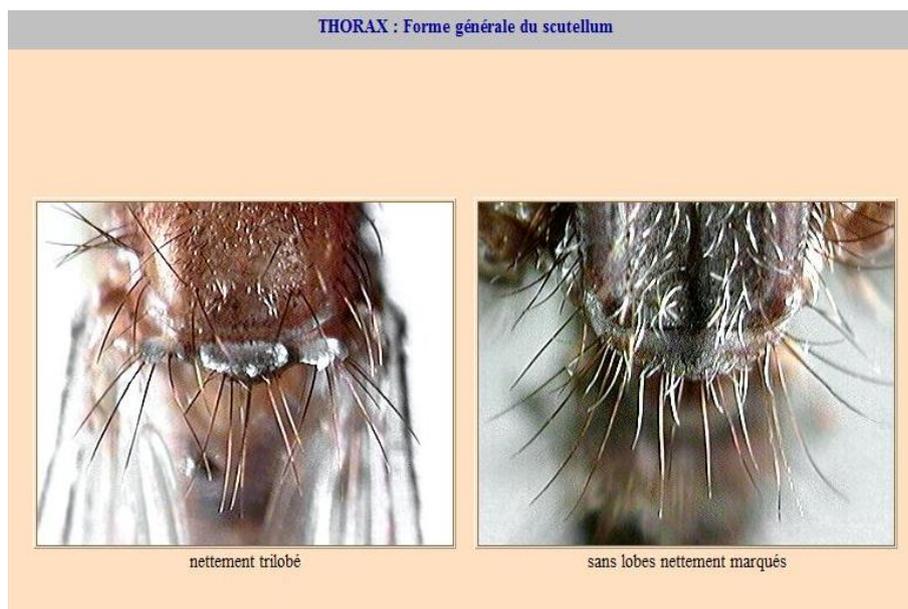


Figure 25. Scutellum trilobé et sans lobes marqués (Brunhes et *al.*, 1999).

L'étape suivante consiste à identifier les ailes, qui représentent un caractère taxonomique décisif pour la différenciation entre les genres. Pour cela nous avons comparé l'ornementation de la base des ailes, qui se traduit par la présence ou l'absence des écailles au niveau de cette zone (Figure 26), en plus de la comparaison du point d'insertion de la nervure A1 (postérieure ou antérieure) comme l'indique la flèche bleue par rapport à la position de la fourche (Avant ou après) marqué par la flèche rouge (Figure 27).

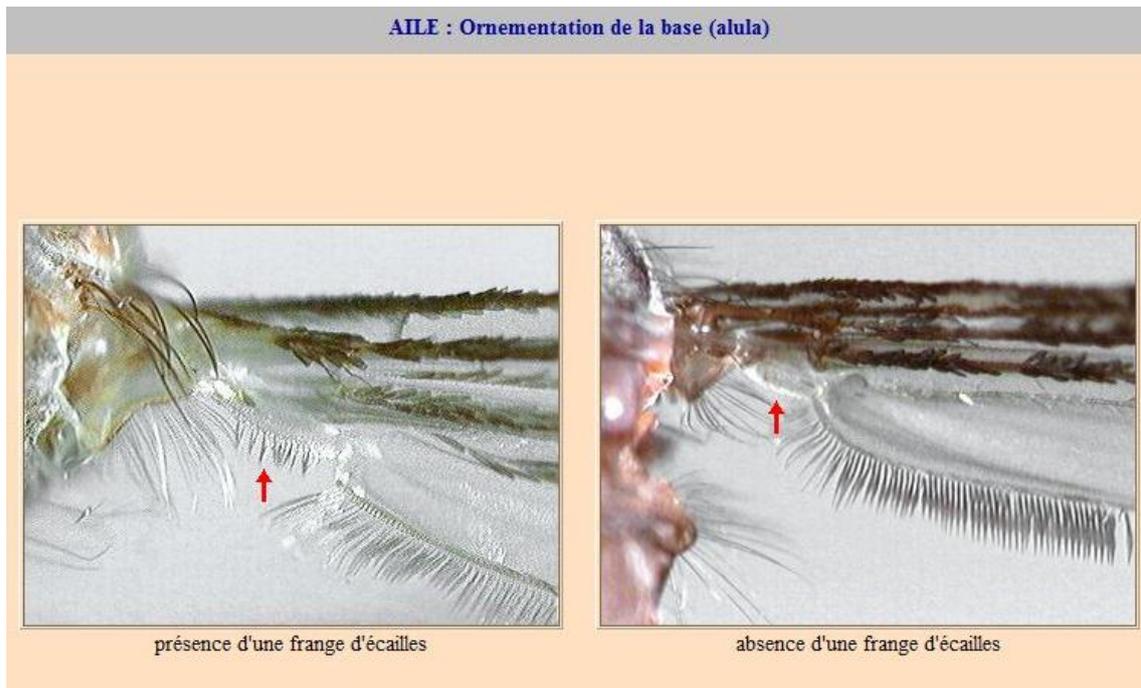


Figure 26. Ornementation de la base des ailes (Brunhes et *al.*, 1999) .

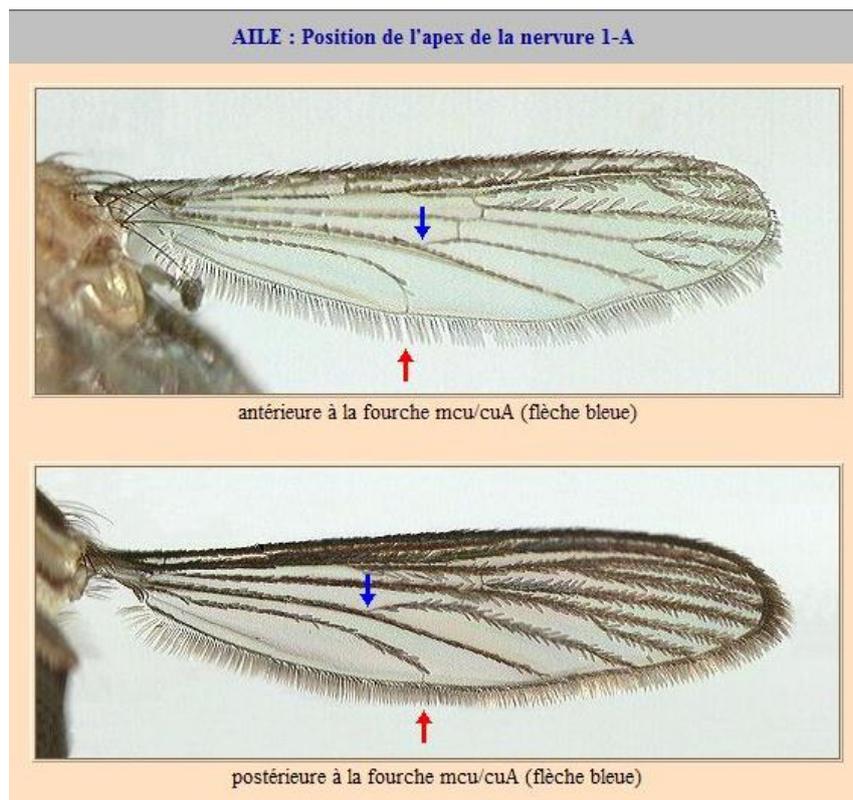


Figure 27. Position de l'apex de la nervure A1 (Brunhes et *al.*, 1999).

La dernière étape se concentre sur l'analyse et la comparaison des cinq tarsomères des pattes thoracique (Pth) 1 et 2 (Figure 28 a et b).

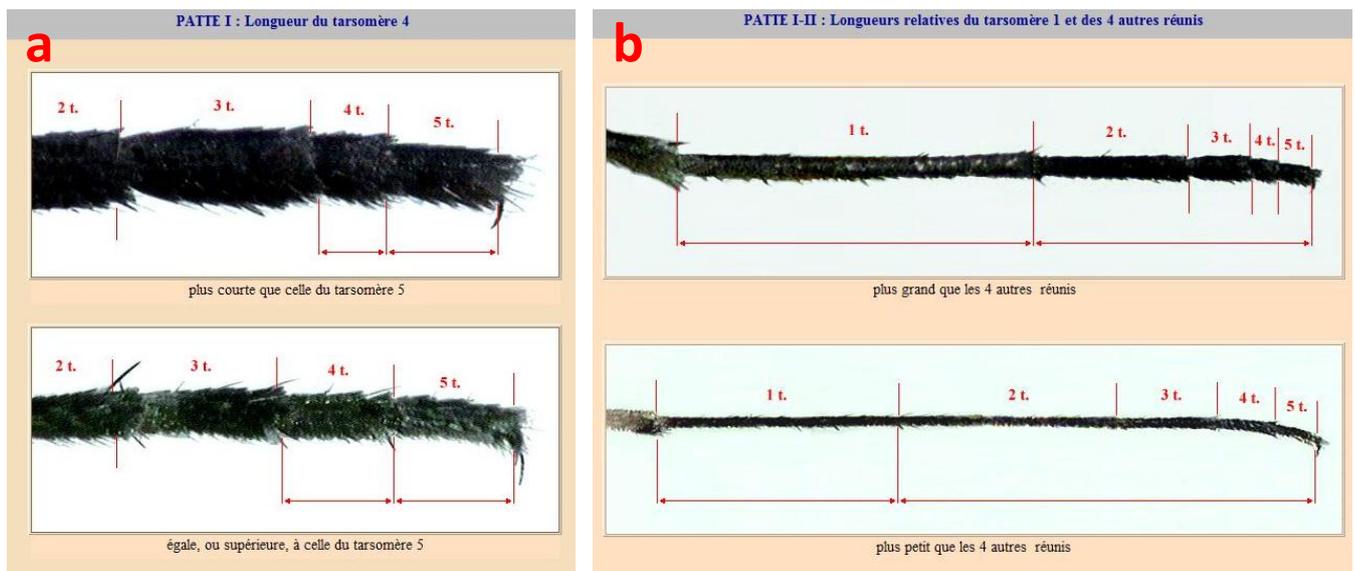


Figure 28.a ; Longueur des tarsomères 4 et 5 de la Pth 1, b ; Longueur du tarsomère 1 par rapport au 4 autres tarsomères de la Pth 1 et 2 (Brunhes et *al.*, 1999) .

Ainsi le logiciel procède par élimination au fur et aux mesures que les critères sont sélectionnés, jusqu'à l'obtention d'un résultat et l'identification du genre de l'échantillon analysé.

Une fois le genre déterminé, on passe à l'identification de l'espèce, qui consiste à exploiter plus de détails morphologiques (Figure 29), dont les plus importants sont le Tibia (Figure 30), le tarsomère 1 (Figure 31), le tarsomère 2 (Figure 32) et le tarsomère 5 (Figure 33) au niveau de la 3^{ème} patte thoracique et l'ornementation du tergite numéro 4 au niveau de la face dorsale de l'abdomen (Figure 34).



Figure 29. Les caractères permettant l'identification d'un moustique au niveau de l'espèce (Brunhes et al., 1999).

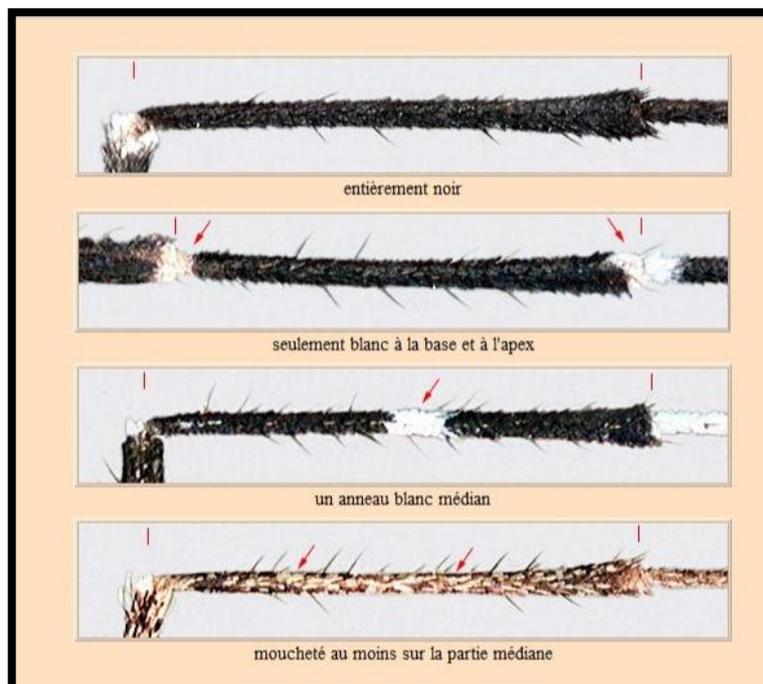


Figure 30. Comparaison de la couleur du Tibia (Brunhes et al., 1999).

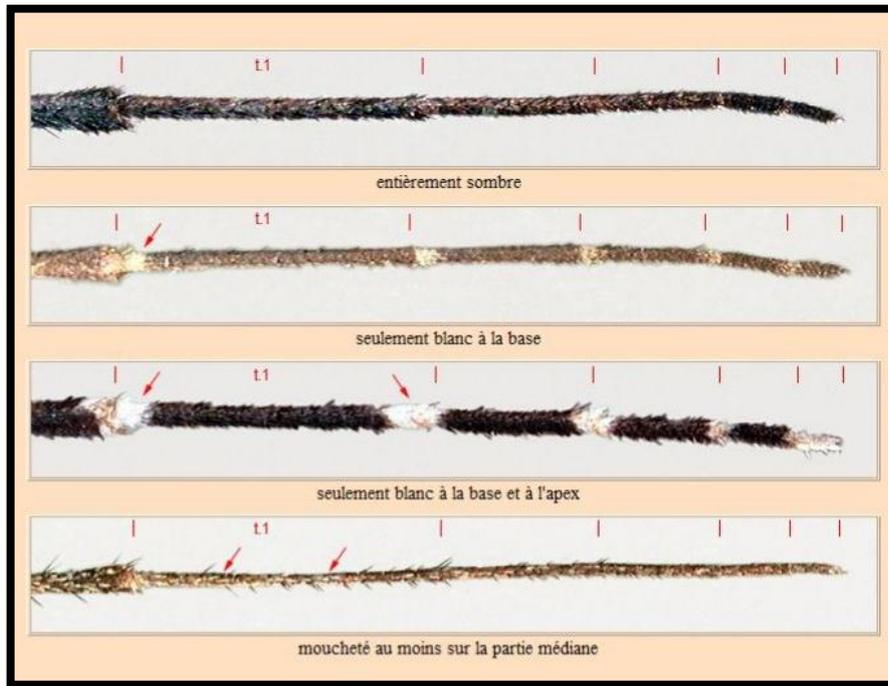


Figure 31. Comparaison de la couleur du tarsomère 1 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et *al.*, 1999).

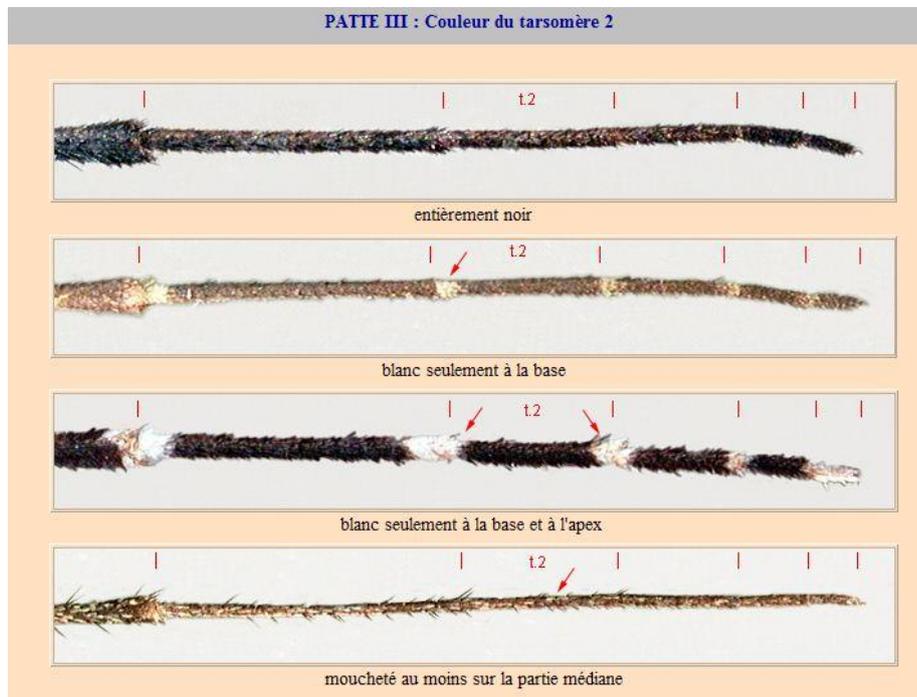


Figure 32. Comparaison de la couleur du tarsomère 2 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et *al.*, 1999).



Figure 33. Comparaison de la couleur du Tarsomère 5 au niveau de a Pth 3 (Brunhes et *al.*, 1999).



Figure 34. Comparaison des ornements du Tergite IV (Face dorsale de l'abdomen) (Brunhes et *al.*, 1999).

Chapitre 3

I. Résultat

L'identification morphologique des moustiques adultes nous a permis d'identifier l'espèce *Aedes albopictus*, qui est caractérisé par sa couleur noir et blanche, ses longues pattes et la rigidité de son corps (Figure 35 et 36), de plus d'une seule ligne bien définie de couleur blanche qui divise le scutum (partie dorsale du thorax) en deux parties (Figure 37) et qui représente un caractère décisif dans la taxonomie de l'espèce *Aedes albopictus*. Cette espèce est caractérisée aussi par l'absence des soies pré-speraculaire et post-speraculaires au niveau du thorax (Figure 38) et des ailes couvertes par des écailles de couleur sombre, portant une frange d'écaille au niveau de la base de l'alula (Délimité en rouge sur la Figure 39) et avec une position postérieure de l'apex de la nervure A1 (Flèche rouge Figure 39) par rapport à la fourche mcu/cuA (flèche bleue Figure 39), ainsi qu'un abdomen avec des tâches blanches avec une position latérale (Figure 40) et pour confirmer notre identification nous avons le tarsomère numéro 5 de la 3^{ème} patte thoracique de couleur blanche (Figure 40).



Figure 35. Aspect de la morphologie générale d'un *Aedes albopictus* mâle sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019).



Figure 36. Aspect de la morphologie générale d'un *Aedes albopictus* femelle sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019).



Figure 37. Ornementation su scutum chez l'espèce *Aedes albopictus* (Abdellahoum, 2019).



Figure 38. Absence des soies pré et post-spiraculaires chez l'*Aedes albopictus* (Abdellahoum, 2019).

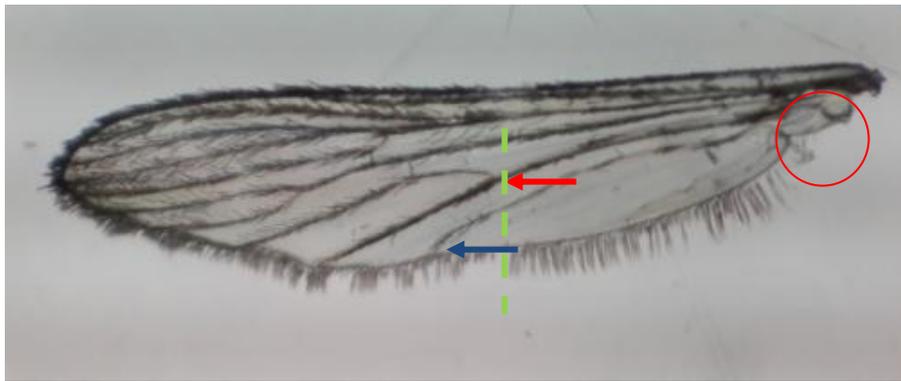


Figure 39. Forme de l'aile de l'espèce *Aedes albopictus* (Abdellahoum, 2019).

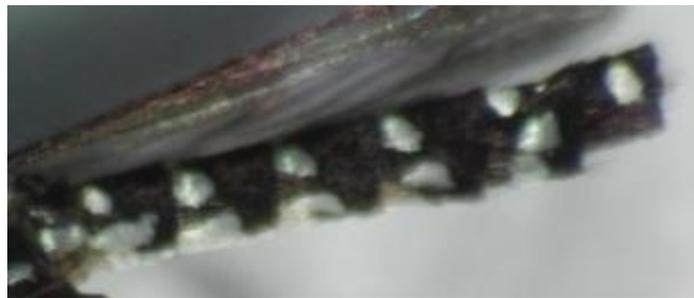


Figure 40. La forme de l'abdomen chez l'espèce *Aedes albopictus* (Abdellahoum, 2019).

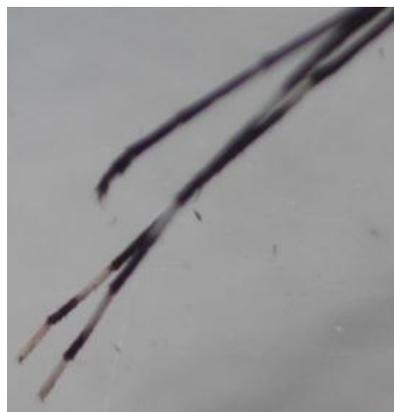


Figure 41. La couleur du Tarsomère 5 au niveau de la 3^{ème} patte thoracique e l'espèce *Aedes albopictus* (Abdellahoum, 2019).

Les moustiques identifier en tant qu'*Aedes albopictus* provenais de cinq commune de la willaya d'Alger (Hussein Dey, El Harrach, Alger centre, Kouba e Dar El Beida), dont trois nouveau foyer ou cette dernière n'a pas été signal' au pare avant (Dar El Beida, El Harrach et Alger centre) comme l'illustre la figure 42. E plus grand nombre d'effectif de collecte été enregistré à dar el Beida avec 104 spécimens d'*Aedes albopictus*.

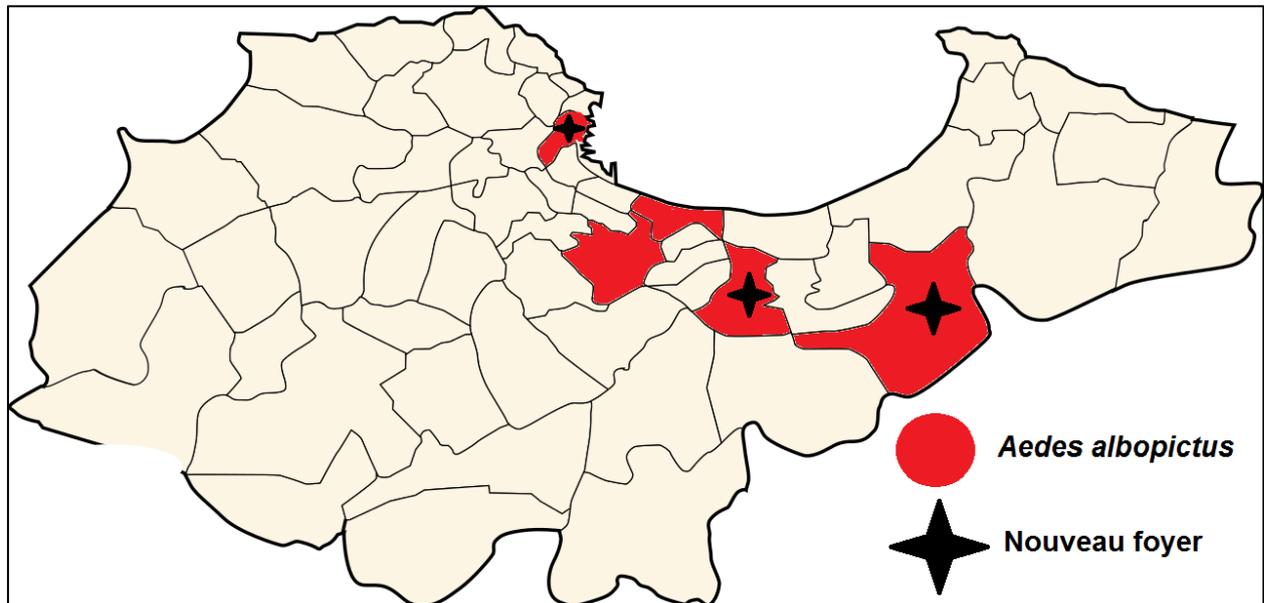


Figure 42. Distribution géographique des moustiques dans les zones prospectées (Abdellahoum, 2019).

Tableau 2. Espèce et effectif des *Aedes albopictus* collecté par zone (Abdellahoum, 2019).

Zones	Espèce	Effectifs
El Harrach	<i>Aedes albopictus</i>	3
Jolie vue	<i>Aedes albopictus</i>	4
Dar EL Beida	<i>Aedes albopictus</i>	104
Hussein Dey	<i>Aedes albopictus</i>	5
Alger centre	<i>Aedes albopictus</i>	30

II. Discussion :

Nos résultats montrent l'invasion de trois nouveaux foyers non signalé à Alger auparavant par l'espèce *Aedes albopictus*, on cite ; Dar El Beida, El-Harrach et Alger centre. Ceci vient après le premier signalement de cette espèce en juillet 2016 sur la wilaya d'Alger au niveau de la commune de Birkhadem, ou habitants d'un quartier « Zonka » ont signalé une forte nuisance d'un moustique qui pique surtout le matin et au crépuscule, ce qui a fait l'objet d'une enquête par les entomologistes de l'institut Pasteur d'Alger (IPA), et dont les résultats ont confirmé la présence de l'espèce *Aedes albopictus* à tous les stades de son développement (œufs, larves et adultes), depuis les campagnes de démoustication intensif ont été lancé dans la zone, durant une période d'une année (du mois Juillet 2016 au mois de juillet 2017), malgré tous ces efforts par les services HURBAL le moustique tigre s'est propagé au zones mitoyenne Vieux Kouba, Saoula, Khrecia, Hussein Dey et Annasers, qui sont des zones mitoyenne de Birkhadem et ont

été confirmé par l'institut Pasteur d'Alger lors d'un rapport au cours du mois de juillet 2017 (IPA 2017). Ces données confirment la résistance du moustique tigre aux produits insecticides utilisés et qui se sont avérés efficaces contre les autres espèces, tel que *Culex pipiens* et qui est l'espèce la plus répandue en Algérie, et confirme aussi le grand pouvoir d'invasion des *Aedes albopictus* qui se sont propagés dans la wilaya d'Alger sur une période de d'une année, malgré tous les efforts fournis par les services d'hygiène de la wilaya.

Pour confirmer le grand pouvoir d'invasion du moustique tigre, nous citons sa première détection en Algérie qui a eu lieu en Aout 2010, durant un programme de surveillance entomologique pour la collecte des phlébotomes signalés dans la région de Laarbaa-Nath-iraten dans la wilaya de TiziOuzou, où une femelle d'*Aedes albopictus* vivante a été collectée (Izri et al., 2011). A partir de cette année le moustique tigre a été signalé en 2015 Oran (Benallal et al., 2015), suivie par Jijel et Annaba et enfin Alger (Institut Pasteur, 2017), ces données nous confirment le pouvoir invasif de ce moustique en raison des distances existantes entre les foyers où il a été signalé (de l'Est à l'Ouest du pays) et qui est considéré comme l'un des 100 espèces les plus envahissantes dans le monde (ISSG, 2009). De plus les invasions ont été facilitées par le facteur humain à travers les voies de commerce et de transport de voyageurs à l'intérieur du pays.

Le plus gros nombre est détecté à Dar El Beida avec 104 spécimens dans un gîte larvaire formé d'un petit seau d'eau dans une maison individuelle ce qui nous informe sur le grand nombre de descendance qui peut être issue d'une telle population et des nuisances causées par ce moustique en plus de la possibilité d'envahir les communes environnantes et des risques de santé publique.

La détection du second gîte larvaire durant le mois de décembre 2018 à proximité du Centre hospitalier universitaire de Mustapha Bacha (CHU Mustapha Bacha) à Alger centre constitue un réel danger à la population de la zone en particulier et à la population de la wilaya d'Alger en générale et fait de cette zone, une zone à haut risque en raison du grand nombre de malades qui fréquentent cet hôpital dont on ignore les infections qui peuvent être portées et à cause du nombre incalculable des germes et des agents infectieux conventionnels et nosocomiaux qu'on peut trouver dans un grand hôpital tel que le CHU de Mustapha Bacha, en outre la présence d'un service de maternité à cette même hôpital augmente le risque en raison de la capacité de l'espèce *Aedes albopictus* à transmettre le virus Zika, qui se transmet à son tour de la mère au fœtus et est responsable de malformation à ce dernier qui s'exprime par des syndromes de microcéphalie ou bien le syndrome de Guillain-Barré et qui peuvent être fatales au nouveau-né et qui a été responsable de grande épidémie dans le monde, à titre d'exemple l'épidémie du Brésil en 2015.

Dans la commune d'El-Harrach, les 3 spécimens de moustique collectés au niveau d'une maison individuelle à l'aide du piège BG-Sentinel2, impliquent l'existence d'un gîte larvaire qu'on n'a pas pu localiser en raison de la difficulté d'accès aux maisons et aux obstacles causés par les citoyens. De plus la commune de Kouba et la commune d'Houssein Dey qui ont été signalées

auparavant par l'institut pasteur d'Alger montre la résistance de l'espèce *Aedes albopictus* malgré tous les efforts de lutte fournis par les services de l'HURBAL.

Conclusion

Conclusion

Notre étude au niveau de la wilaya d'Alger nous a permis de détecter la présence de l'espèce *Aedes albopictus* dans cinq communes (Kouba, Hussein Dey, Alger centre, El Harrache et Dar El Baida), dont trois zones que nous signalons pour la première fois dans la wilaya d'Alger qui sont ; Alger centre, El Harrache et Dar El Baida .

L'analyse des résultats obtenus nous confirme le pouvoir invasif du moustique tigre et sa résistance aux insecticides, ainsi que son grand pouvoir d'adaptation. De plus la présence et la propagation de l'espèce *Aedes albopictus* a de nouveaux foyers augmente le risque de transmission de maladie et le déclenchement d'épidémie, à cause des virus qui sont transmis par cette dernière (Chikungonia virus, Denge virus et Zika virus) et du large spectre d'agent pathogène qui peuvent aussi être transmis par ce moustique et dont on ignore leur nature jusqu'à présent. La présence du moustique tigre à proximité des zones sensibles tel que les hôpitaux, multiplie le risque et augmente le danger en raison des agents infectieux qui s'y trouvent, dont le danger peut aller de modéré au très dangereux.

Les résultats obtenus montrent la gravité de la situation, et la délicatesse de la situation vis-à-vis des problèmes de santé publique qui peuvent être liés aux agents infectieux transmis par l'espèce *Aedes albopictus*.

Pour cela on suggère ;

Une étude approfondie des caractères d'adaptation des populations Algériennes du moustique tigre.

L'étude de la résistance de l'espèce *Aedes albopictus* vis-à-vis les produits insecticides utilisés par les services spécialisés en Algérie.

La mise au point d'un programme de lutte contre cette espèce en utilisant de nouvelles molécules d'insecticides, après test et analyse physico-chimique, et envisager un programme de lutte biologique.

La sensibilisation des citoyens.

La mise au point d'un système de contrôle au niveau des ports et des aéroports, pour la détection des probables introductions des virus transmis par le moustique tigre par les voyageurs.

***Références
Bibliographiques***

Références bibliographiques

1. AFSSA. 2008. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur le risque de propagation de la fièvre de la vallée du Rift (FVR) dans un département et une collectivité départementale français de l'Océan Indien (la Réunion et Mayotte). Saisines 2007-SA-0106 et 2008-SA-0074. 156 p.
2. Akilimali P, 2009. Déterminants de l'utilisation de la moustiquaire imprégnée d'insecticide en faveur des enfants de moins de cinq ans dans la ville de Kinshasa, Ecole de Santé Publique de l'Université de Kinshasa.
3. Amraoui F, Thèse de Doctorat, 2012. Le moustique *Culex pipiens*, vecteur potentiel des virus West Nile et fièvre de la vallée du Rift dans la région du Maghreb.
4. Amougou S, 2010, thèse pour DEA de biologie animale, Cameroun.
5. Andreadis TG, 2012. The contribution of *Culex pipiens* complex mosquitoes to transmission and persistence of West Nile virus in North America. *J Am Mosq Control Assoc*; 28p.
6. Andreo V. 2003. L'effet anti-gorgement sur un chien d'un shampoing à 0,07% de Deltaméthrine sur un moustique du Complexe *Culex pipiens*; Thèse de Médecine Vétérinaire, Toulouse, 70 p.
7. Apperson, C.S., Hassan, H.K., Harrison, B.A., Savage, H.M., Aspen, S.E., Farajollahi, A., Crans, W., Daniels, T.J., Falco, R.C., Benedict, M., Anderson, M., McMillen, L., Unnasch, T.R. 2004. Host feeding patterns of established and potential mosquito vectors of West Nile virus in the eastern United States. *Vector Borne Zoonotic Dis.*
8. Aubry. Actualités 2009. Paludisme.
9. Beerntsen BT, James AA, Christensen BM, 2000. Genetics of mosquito vector competence. *MicrobiolMolBiol Rev.* p64.
10. Benallal KE, Allal-Ikhlef A, Benhamouda K, Schaffner F etHarrat Z.2016.First report of *Aedes(Stegomyia) albopictus*(Diptera: Culicidae) in Oran, West of Algeria. *Acta Trop.* p411-413.
11. Bendali F., Djebbar F. &Soltani N. 2001. Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* dans des conditions de laboratoire. *Parasitica* p57.
12. Boudjelida H., Bouaziz A., Soïn T., Smagghe G. &Soltani N. 2005. Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* p83.
13. Bussieras J., Chermette R. 1991. Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, p58-61.

Références bibliographiques

14. Cachereul A. 1997. Les moustiques: cycle de développement, aspects anatomo-physiologiques et régulation du cycle ovarien, Thèse de Médecine Vétérinaire, Nantes, p117.
15. Campbell G.L., Marfin, A.M., Lanciotti, R.S., Gubler, D.G. 2002. West Nile Virus. *Lancet Infectious Diseases*, p2.
16. Carnevale P, Vincent R, Sylvie M, Vincent C, Didier F, Claire G, Christophe R. IRD édition 2009. Les anophèles, Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. P22-46.
17. CEMI 17 et Journées annuelles de la SMV Institut Pasteur, Paris, 15 et 16 mars 2012.
18. Collantes, F., Delacour, S., Alarcón-Elbal, P.M., Ruiz-Arrondo, I., Delgado, J.A., Torrell-Sorio, A., Bengoa, M., Eritja, R., Miranda, M.A., Molina, R., Javier Lucientes, J. 2015. Review of ten-years presence of *Aedes albopictus* in Spain 2004–2014: known distribution And public health concerns. *Parasit.Vectors*. 8, 655.
19. DIABATÉ A., DABIRÉ R.K., KENGNE P., BRENGUES C., BALDET T., OUARI A., SIMARD F., LEHMANN T., 2006. Mixed swarms of the molecular M and S forms of *Anopheles gambiae* (Diptera :Culicidae) in sympatric area from Burkina Faso. *J. Med. Entomol.* p480-483.
20. Diagana M., Tabo A., Debrock C., Preux P.M. 2005. L'Encéphalite japonaise. *Med. Trop.*, p 65.
21. Gariépy, C., Lambert, L., Milord, F., Macrisopoulos, P., Massicotte, J., Picard, J. 2002. Épidémiologie et effets de l'infection par le virus du Nil occidental sur la santé humaine.
22. Gaumont R. 1985. Insectes In *Encyclopaedia Universalis*, Corpus 9.
23. Georgi J.R., GEORGI M.E. 1990: *Parasitology for Veterinarians*, Fifth Edition, WBSaunders Company, p3-5.
24. Gerdes, GH. 2004. Rift Valley fever. *Rev. -Off. Int. Epizoot.* p613-623.
25. GILLIES M.T., 1968 « Anophelinemosquitos : vector behaviour and bionomics ». In Wernsdorfer W.H., Mac Gregor I. eds: *Malaria. Principles and Practice of Malariology*, Churchill Livingstone.
26. Guzman MG, Harris E. 2015. *The Lancet*; Dengue.
27. HARBACH R.E. 2004 .The classification of genus *Anopheles* (Diptera :Culicidae) : a working hypothesis of phylogenetic relationships. *Bull. Ent. Res.*, p 537-553.
28. Harrat Z. 2017. journée d'information sur le moustique en Algérie. insp
29. HOLSTEIN M. 1949. *Guide pratique de l'anophélisme en A.O.F.* Dakar, Direction générale de la Santé publique.
30. Huraux J-M, 2003. *Traité de Virologie médicale*.

Références bibliographiques

31. IMPOINVIL DE, BAYLIS M, SOLOMON T .2012. Japanese Encephalitis: On the One Health Agenda. *Curr Top Microbiol Immunol*, p 205-47.
32. Institut Pasteur Alger, 2017. Rapport sur la présence du moustique tigre en Algérie.
33. ISSG (Invasive Species Specialist Group).2009. Global Invasive Species Database – *Aedes albopictus*.
34. Izri A., Bitam I, Chareln RN .2011.First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus*(Skuse, 1984) in Algeria . *Clin Microb Inf*.
35. Kettle D.S. 1995. *Medical and Veterinary Entomology*, 2° edition, Wallingford: CAB international, p 725.
36. Krauss, H., Weber, A., Appel, M., Enders, B., Isenberg, H. D., Schiefer, H. G., Slenczka, W., von Graevenitz, A., & Zahner, H. (Eds.). 2003. *Zoonoses Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans* (3rd ed.). Washington: ASM press.
37. Mendis, K. et al. 2001. «The neglected burden of Plasmodium vivax malaria», dans *Am J Trop Med*, vol. 64, n°1-2, pp. 97-106.
38. Metge G., 1986. Etude des écosystèmes hydromorphes(DAYA et MERJÀ) de la Meseta occidentale Marocaine. Typologie et synthèse cartographique.
39. Meyer C., ed. sc., 2015, *Dictionnaire des Sciences Animales*. Montpellier, France, Cirad.
40. Monath TP. 2006.Yellow fever as an endemic/epidemic disease and priorities for vaccination. *Bull Soc Pathol Exot*.
41. Mondet, A., Diaité, A. G., Fall, and V. Chevalier. 2005. Relations entre la pluviométrie et le risque de transmission virale par les moustiques : cas du virus de la Rift Valley Fever (RVF) dans le Ferlo (Senegal). *Environnement, Risques et Santé*, p125-129.
42. Morrison TE. 2014. Re-emergence of chikungunya virus. *Journal of Virology*.
43. Neveu-Lemaire. 1952. *Précis de Parasitologie vétérinaire, Maladies Parasitaires des animaux domestiques*, 3° Edition, Vigot frères.
44. OMS. 2016. Relevé épidémiologique hebdomadaire.
45. OMS. MAJ 2016. Dengue et dengue sévère. Aide-mémoire n° 117.
46. Reimann, C. A., Hayes, E. B., DiGuseppi, C., Hoffman, R., Lehman, J. A., Lindsey, N. P., Campbell, G. L., & Fischer, M. 2008. Epidemiology of neuro invasive arboviral disease in the United States, 1999-2007. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, p974-979.

Références bibliographiques

47. Reinert JF, Harbach RE, Kitching IJ. 2004. Phylogeny and classification of *Aedini* (Diptera: Culicidae), based on morphological characters of all life stages. Zool J Linnean Soc p 289-368.
48. Rodhain & Peterz C., 1985. Précis d'entomologie Médicale et vétérinaire Malorue. S. A. Editeur 27 Rue d'école de médecine 75006. Paris.
49. Rogers DJ, Wilson AJ, Hay SI, Graham AJ. 2006. The global distribution of yellow fever and dengue. Adv Parasitol.
50. RUSSELL P.F., WEST L.S., MANWELL R.D., MACDONALD G., 1963 .*Practical malariology*. 2nd edition, London, Oxford Univ Press.
51. Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaïem A. & Brnhes J., 2001. Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification.
52. Seda J, Horrall S. 2019 Apr 7. Stat Pearls Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing; 2019.
53. SERVICE, M.W., 1997. Mosquito (Diptera :Culicidae) dispersal – the long and short of it. *J. Med. Entomol.*, p589-593.
54. Service M (2008). Medical Entomology for Students. 4^{me} édition. Cambridge: Cambridge University Press. p54.
55. SIMSEK F.M., 2006. Investigation of the ecological characteristics of the Malaria vector species *Anopheles claviger* (Diptera :Culicidae) in Sanliurfa (Siverek). *Turkiye Parazitol. Derg.*, p 115-120.
56. Singh S, Mann BK. 2013 Mar-Apr. Insect bite reactions. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* p151-64.
57. Takken (W.), KNOLS (B. G. J.). 2007. Waiting for the tiger: establishment and spread of the *Aedes albopictus* mosquito in Europe: Emerging pests and vector-borne diseases in Europe, ed. par TAKKEN (W), KNOLS (B. G. J.), Wageningen Academic Publisher The Netherlands, p241-260.
58. Thiberville SD, Moyen N, Dupuis-Maguiraga L, Nougairede A, Gould EA, Roques P, et al. 2013. Chikungunya fever: epidemiology, clinical syndrome, pathogenesis and therapy. *Antiviral Research*.
59. Tine-Djebbar F., Larhem A.B. & Soltani N. 2011. Enzyme immunoassay measurements of the molting hormone in different post-embryonic stages of two mosquito species, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. *African Journal of Biotechnology* 10.
60. Trevejo RT, Eidson M. 2008. West Nile Virus.

Références bibliographiques

61. Trari B. 1991. Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes duGuarb et de leurs communautés larvaires. Thèse de 3^{ème} cycle, Fac. Sc., Univ. Mohamed V, Rabat, p209.
62. Tolou H. 1996. La fièvre jaune : aspects modernes d'une maladie ancienne. Med Trop.
63. VAN DEN HURK AF, RITCHIE SA, MACKENZIE JS. 2009. Ecology and geographical expansion of Japanese encephalitis virus. Annual Review of Entomology, p54.
64. Wanson M. 1949. Une technique simple d'élevage des moustiques *Taeniorhynchus*. Rev. Zool.
65. Weaver SC, Winegar R, Manger ID, Forrester NL. 2012. Alphaviruses: population genetics and determinants of emergence. Antiviral Res., p94.
66. Weaver WK. 2010. Revenir Present and future arboviral threats. Antiviral Res. p85.
67. Zacks, M. A., & Paessler, S. 2010. Encephalitic alphaviruses. Veterinary Microbiology, p281-286.