



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

**Etude bibliographique sur les méthodes de lutte utilisées contre le
moustique tigre (*Aedes albopictus*).**

Présenté par

Amirat Zaina

Azizi Younes El Farouk

Devant le jury :

Président(e) :	DJERBOUH A.	M.A.A	ISVB
Examineur :	ABDELLAOUI L.	M.C.B	ISVB
Promoteur :	NEBRI R.	M.C.B	ISVB

Année : 2020/2021

Remerciement

Le présent travail est le résultat d'un soutien permanent et de nombreux encouragements d'un collectif de personnes que nous tenons à remercier amplement.

A mon promoteur Docteur **NEBRI R.**, pour avoir accepté de diriger ce travail, son orientation judicieuse, son encadrement et ses conseils qui nous ont guidés dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.

Nos sincères remerciements vont a :

A Mme **ABDELLAOUI L.** d'avoir fait l'honneur d'examiner ce mémoire.

A Mme **DJERBOUH A.** pour avoir fait l'honneur de présider le jury.

A tous les enseignants qui ont contribué à notre formation et aux fonctionnaires de l'Institut des sciences vétérinaires Blida, et à toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation et la réussite de ce travail.

Dédicaces

C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail à mes parents qui m'ont toujours soutenu dans mes choix et toujours encouragés à aller le plus loin possible dans mes études, que Dieu vous bénisse et vous accorde une longue vie pleine de satisfactions.

A mes très chères sœurs Sabrina, Sara, Thinhinane et Agnès, source de l'espoir et de motivation.

A mon petit frère Rayane qui rythme notre quotidien.

A mes amis, Melissa, Nadjat, Nassima, Lynda, Alilou, Sidali, Amine et mon binôme Younes pour tout le soutien continu et l'amour qu'ils m'ont apporté.

A ma sœur de cœur Lydia qui est toujours là pour moi et que j'aime tant.

Zaina

Dédicaces

Je dédie ce travail à toute ma famille, mes précieux parents, mon frère et mes sœurs pour leur soutien dans ces merveilleuses 5 années.

A mes amis, mes collègues et sans oublier mon amie et binôme Amirat Zaina.

A la mémoire de mon grand-père bien-aimé Abd El Rahman Djeriba que Dieu lui fasse miséricorde.

A toute les personnes que je connais.

Younes

Résumé :

Le moustique tigre *Aedes albopictus* ; skuse 1884, est apparu en 1970 en Asie du Sud-Est, rapidement il a envahi presque la totalité du globe. En Algérie, il a été signalé pour la première fois en 2010 à Larbaa-Nath-Irathen en Kabylie. Ces dernières années des infestations massives ont été constatées dans tout le Nord du pays. Ce qui nous a conduit à étudier cet insecte redoutable afin de mieux connaître sa bio-écologie dans le but de mettre à la disposition des chercheurs des données nécessaires pour une éventuelle contribution à l'installation d'un plan de lutte contre ce Culicidé vecteur d'arboviroses particulièrement la dengue, le chikungunya et le zika, maladies vectorielles dont les agents étiologiques sont des virus. Ces dernières peuvent causer des dommages incommensurables si le moustique tigre n'est pas surveillé et étudié.

Mots clés : Arboviroses, moustique tigre, vecteur.

Abstract:

The tiger mosquito *Aedes albopictus*; skuse 1884, appeared in 1970 in South-East of Asia. It is rapidly invaded almost the entire world. In Algeria, it was reported for the first time in 2010 in Kabylia. In these recent years, massive infestations have been observed in all north of Algeria, which led us to study this horrible creature in order to understand its bio-ecology in a better way to make it easier for scientists and gave them more information which helps them fighting against that mosquito vector of arboviruses (dengue, zika and chikungunya in particular) which are a vector-born diseases caused by viruses, these can damage if tiger mosquito not monitored and well studied.

Keywords: Arboviroses, Tiger mosquito, vector.

تلخيص:

ظهرت بعوضة النمر في عام 1970 في جنوب شرق آسيا, و سرعان ما غزت العالم بأسره. في الجزائر, تم الإبلاغ عنها لأول مرة في عام 2010 في الاربعاء-ناث-ارائن بمنطقة القبائل, لوحظ في السنوات الأخيرة انتشار واسع في جميع أنحاء شمال البلاد. قادنا ذلك إلى دراسة هذه الحشرة الهائلة من أجل فهم بيئتها الحيوية بشكل أفضل من أجل تزويد الباحثين بالبيانات للإسهام المحتمل في وضع خطة لمحاربة هذه الكوليسيدات الناقلة لفيروسات الاربوفيروس, و لا سيما حمى الضنك, الشيكونغونيا و الزيكا المنقولة بالنواقل التي تكون العوامل المسببة لها فيروسات, يمكن ان يسبب ذلك ضررا إذا لم تتم مراقبة و دراسة بعوض النمر *Aedes albopictus*.

الكلمات الرئيسية: *Aedes albopictus*, بعوض النمر, فيروسات الاربوفيروس.

Sommaire

Introduction :	1
Chapitre I.....	2
Données bibliographiques sur les moustiques ayant un intérêt médico-vétérinaire.	2
I. Généralités sur les moustiques :	3
I.1. Taxonomie :	4
I.1.1. Embranchement : Arthropodes :.....	4
I.1.2. Classe : Insectes :.....	5
I.1.3. Sous-classe : Ptérygotes :.....	5
I.1.4. Ordre : Diptères :	6
I.1.5. Sous-ordre : Nématocères :	6
I.1.6. Famille : Culicidés :	6
I.1.7. Sous-famille : Anophelinés et Culicinéés :	6
I.2. Morphologie et biologie :	7
I.2.1. Morphologie :	7
I.2.1.1. Les œufs :	7
I.2.1.2. Les larves :	7
I.2.1.3 La nymphe :	8
I.2.1.4. L'adulte :	9
I.2.2. Biologie :	12
I.3. Rôle écologique :.....	14
I.4. Distribution géographique :.....	14
I.4.1. Dans le monde :	14
I.4.2. En Algérie :	15
II. Intérêt médical des moustiques :.....	15

II.1. Les arboviroses (Arthrop-born-virus) :	16
II.1.1. Arboviroses humaines majeures :	17
II.1.1.1. La Dengue :	17
II.1.1.2. La fièvre jaune :	17
II.1.1.3. Chikungunya virus :	17
II.1.2. Arboviroses animales majeures :	18
II.1.2.1. Encéphalite Japonaise :	18
II.1.2.2. La fièvre de la vallée du Rift :	18
II.1.2.3. La fièvre du Nil occidentale (West Nile Virus) :	18
II.2. Parasitoses :	19
II.2.1. Paludisme ou Malaria :	19
II.3. Autres :	19
II.3.1. Maladie de Schmallenberg :	19
Chapitre II.....	20
Données bibliographiques sur <i>Aedes albopictus</i> skuse 1884(Le moustique tigre).	20
I. Rappel sur l'origine de l'espèce, la position systématique et la description d' <i>Aedes albopictus</i>	21
I.1. L'espèce :	21
I.2. Systématique :	21
I.3. Description et morphologie des <i>Aedesalbopictus</i> :	22
II. Cycle biologique :	26
III. Répartition géographique des <i>Aedes albopictus</i> :	27
III.1. Dans le monde :	27
III.2. En Algérie :	29
IV. Méthodes de lutte :	31
IV.1. La lutte chimique :	31
IV.2. La lutte mécanique :	31

IV.3. La lutte biologique :	31
IV.4. La lutte radiobiologique :	32
Conclusion :	33
Bibliographie	34

Liste des figures :

Fig. 1: Classification des culicidés en Algérie.	3
Fig. 2: Place des arthropodes dans le règne Animal.	4
Fig. 3: Principales parties d'un moustique adulte	5
Fig. 4: oeuf d'Anopheles	7
Fig. 5: Anatomie de la larve d'Anopheles	8
Fig. 6: Schéma de la morphologie d'une nymphe d'Anopheles (a), extrémité abdominale (b), palette natatoire (c), et trompette respiratoire (d).	9
Fig. 7: Antenne d'Anopheles mâle (gauche) et femelle (droite).	10
Fig. 8: Schéma de la morphologie de la tête d'Anopheles femelle.	10
Fig. 9: Schéma du scutellum au niveau du thorax de Culicinae (a) et d'Anophelinae (b).....	11
Fig. 10: Le cycle biologique des moustiques.....	12
Fig. 11: Cycle évolutif d'un moustique.	13
Fig. 12: Distribution mondiale des moustiques.	14
Fig. 13: Distribution des moustiques en Algérie	15
Fig. 14: Lucky bambou (à gauche) et <i>Dracaena sanderiana</i> (à droite).....	21
Fig. 15: Spécimen d' <i>Aedes albopictus</i> (moustique tigre) dans la région de Bou-Ismaïl Wilaya de Tipaza (Sahel Mitidja)	23
Fig. 16: <i>Aedes albopictus</i> femelle (à gauche) et mâle (à droite).	23
Fig. 17: Oeufs d' <i>Aedes albopictus</i>	24
Fig. 18: Larve d' <i>Aedes albopictus</i>	25
Fig. 19: Pupa d' <i>Aedes albopictus</i>	25
Fig. 20: Cycle biologique d' <i>Aedes albopictus</i>	27
Fig. 21: Distribution mondiale d' <i>Aedes albopictus</i>	28
Fig. 22: Localisation d' <i>Aedes albopictus</i> en Algérie.	29
Fig. 23: Distribution d' <i>Aedes albopictus</i> en Algérie.	30

Liste des tableaux :

Tableau 1: Classification des arboviroses (Tolou ,2012). 15

Tableau 2: Position systématique des Aedes albopictus. 21

Liste des abreviations :

FCO : Fièvre Catarrhale Ovine.

ECDC : European Centre for Disease prevention and Control (Centre européen de prévention et de contrôle des maladies).

Introduction :

Les arthropodes hématophages comprennent de multiples espèces de moustiques dont les plus connus et qui ont un intérêt médico-vétérinaire sont : *Aedes*, *Culex* et *Anopheles* (Yin, *et al.*, 2020). Ils transmettent des maladies qui font chaque année des millions de victimes (Chandrasegaran, *et al.*, 2020). Depuis quelques années, un moustique de la famille des Culicidés *Aedes albopictus* fait sa propagation et devient invasif dans le monde. Cela est dû au pouvoir des œufs à résister et à sa compétence vectorielle vis-à-vis des autres espèces de diptères considéré parmi les plus dangereux des arthropodes vecteurs potentiels de germes infectieux (Benelli, *et al.*, 2020). La plupart de ces vecteurs sont anautogènes, ce qui signifie que les femelles adultes doivent consommer au moins un repas sanguin pour chaque embouchure d'œufs qu'ils produisent (Briegel, 2003). Le moustique tigre *Aedes albopictus*, originaire d'Asie du Sud-Est, a connu une expansion spectaculaire de sa gamme au cours des dernières décennies, et actuellement classé parmi les 100 premières espèces envahissantes, il est aujourd'hui présent dans tous les continents (Benelli, *et al.*, 2020). Détecté pour la première fois en Algérie en 2010, le moustique tigre s'est implanté dans plusieurs wilayas du Nord de l'Algérie. Ce moustique s'est adapté à l'environnement humain et se développe dans les eaux stagnantes, préférentiellement dans des environnements urbains et périurbains (Anonyme, 2017).

Aedes albopictus pique principalement à l'aube et au crépuscule, le plus souvent à l'extérieur des maisons. Il est plus actif durant la période du mois de Mai à Novembre, il est en expansion mondiale, favorisé par les transports internationaux (Izri, *et al.*, 2011). C'est l'un des principaux vecteurs responsables du maintien, de dispersion et de la transmission des arbovirus en zone urbaine. Les principaux agents pathogènes potentiellement transmis par ce moustique : les virus du Chikungunya, de la Dengue et du Zika. La lutte contre les moustiques et les agents pathogènes qu'ils transmettent doit avoir pour principal objectif de protéger la santé de l'homme et des animaux dans le respect de la biodiversité et de la durabilité de cette dernière.

Chapitre I

Les moustiques d'intérêt médico-vétérinaire.

I. Généralités sur les moustiques :

Apparue depuis près de 400 millions d'années, la classe des insectes constitue dans le règne animal la part la plus importante en diversité et en biomasse, ils représentent ainsi plus de 77% des animaux (Gaudry, *et al.*, 2007). Les moustiques sont considérés comme les plus importants vecteurs arthropodes au monde (Beerntsen, *et al.*, 2000). Appartenant à la famille des culicidés, 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 seules responsables de piqûres, en raison de leur besoin nutritionnel en sang pour la reproduction (Singh, *et al.*, 2013).

Les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur suceur (Wanson, 1949), le rôle vectorielle des piqûres présentent une menace pour la santé humaine et vétérinaire (Seda, *et al.*, 2019).

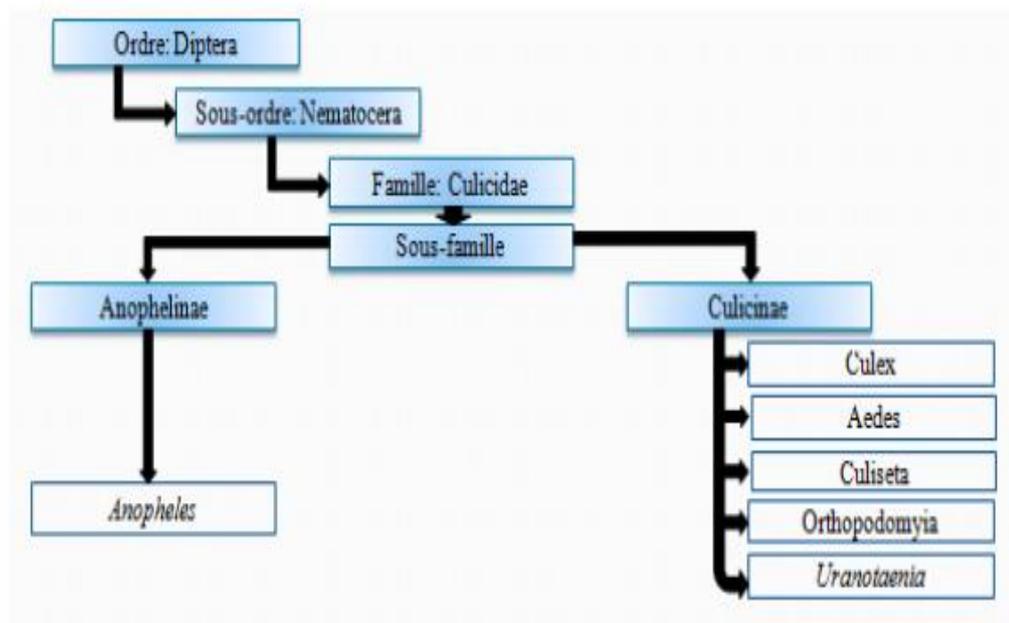


Fig. 1: Classification des culicidés en Algérie.

(BERCHI, 2000).

I.1. Taxonomie :

La systématique classique : ces nématocères communément appelés moustiques représentent l'ensemble de la famille des Culicidés.

Leur classification au sein du règne animal est comme suit :

I.1.1. Embranchement : Arthropodes :

Les arthropodes appartiennent au règne animal. Ils sont caractérisés par un squelette externe (exosquelette) imposant par mues successives, un grand nombre sont impliqués en pathologie humaine en raison de leur rôle de vecteur d'un agent pathogène, soit de leur comportement parasitaire (De Gentile, *et al.*, 2013).

Le terme arthropode signifie, insecte qui possède des pattes articulées, sous cet embranchement sont groupés, des invertébrés de formes très variables mais parfaitement symétrique, pourvus d'organes locomoteurs articulés et dont les masses centrales du système nerveux constituent un anneau ganglionnaire entourant l'œsophage et une chaîne ganglionnaire ventrale partant de cet organe. Cet embranchement regroupe les trois quarts des formes animales vivants. (Vachon, *et al.*, 1985) ; (Bourbonnais, 2004).

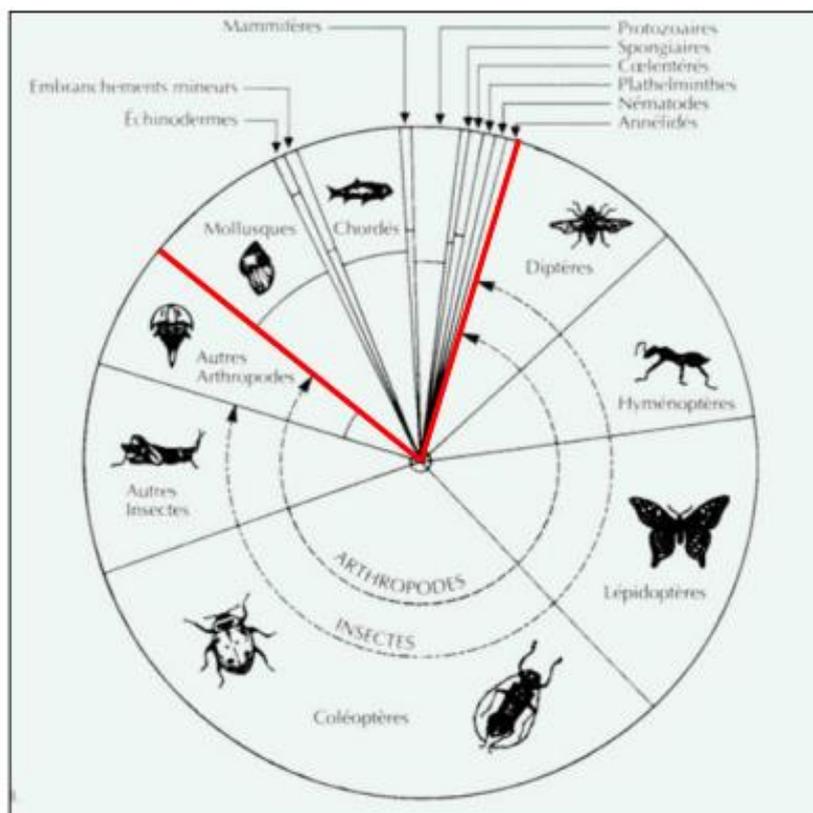


Fig. 2: Place des arthropodes dans le règne Animal (Bourbonnais, 2004).

I.1.2. Classe : Insectes :

Un insecte est un arthropode constitué de :

- 1- Tête, thorax, abdomen

- 2- 03 paires de pattes (sauf exception adaptation parasitaire).
- 3- 02 paires d'ailes.
- 4- Une paire d'antennes (Blanchard, 1905).

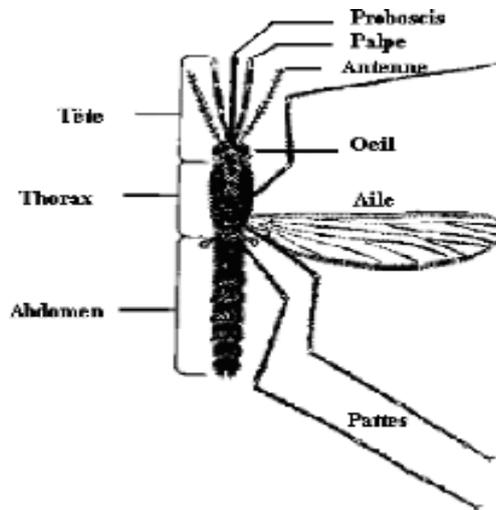


Fig. 3: Principales parties d'un moustique adulte

(Anonyme, 2013).

Les larves quant à elles, ne ressemblent pas toujours à l'adulte, car elles subissent une métamorphose complète (holométaboles) ou une métamorphose incomplète (hétérométaboles) (Gaumont, 1985).

I.1.3. Sous-classe : Ptérygotes :

La sous classe Ptérygotes représente la majorité des insectes de forme ailée. L'aile représente une importance considérable en entomologie, elle sert de ce fait dans l'étude de la phylogénie des insectes, cet organe et son développement traduit l'évolution de l'espèce qui lui confère une importance capitale dans l'étude de ces derniers. Ainsi, cette sous classe (Ptérygotes), dérive d'un type ancestral commun. D'autre part, les ptérygotes se caractérisent par le passage des stades larvaires (Gaumont, 1985).

I.1.4. Ordre : Diptères :

Comme leur nom l'indique, les diptères (mouches, moustiques notamment), sont des insectes qui ne possèdent qu'une seule paire d'ailes fonctionnelles appelées haltères ou pédoncules, les ailes postérieurs sont transformés en « balanciers » à rôle sensoriel, et leur régression entraîne des modifications du thorax, lequel est formé du prothorax, mésothorax et le métathorax

(Gaumont, 1985). Les pièces buccales forment une trompe piqueuse ou suceuse, selon les espèces. Le développement est holométabole (métamorphose complète) c'est-à-dire : les larves sont toujours apodes, se métamorphose en nymphe, celles-ci peuvent être mobiles (moustiques), d'autres sont enfermées dans une enveloppe dure ou puparium (mouche) (Gaumont, 1985).

I.1.5. Sous-ordre : Nématocères :

Les nématocères sont reconnaissables à leur tête portant des antennes longues de 06 à 40 articles, ainsi que des palpes maxillaires grêles pendantes, et un thorax présentant une structure transverse séparant le pronotum (prothorax) du mésotum (mésothorax) (Elouard, 1981). Le sous ordre des nématocères comprend les blepharocidae, simulidae, chironomidae, vivant dans des milieux d'eaux courantes, les chironimidae, chaoboridae, culicidae et les dixidae vivants dans les milieux d'eaux stagnantes et, enfin les psychodidae (phlébotomes) vivants dans des milieux d'eaux stagnantes ou carrément terrestres (Elouard, 1981).

I.1.6. Famille : Culicidés :

La famille des culicidés dont les espèces sont usuellement appelées « moustiques », comprend pas moins de 3500 espèces, qui sont regroupées en 37 genres (Carnevale, et al., 2009). Cette famille est divisée en 02 sous-familles qui sont : les culicinés et les anophélinés (Drouet, *et al.*, 2016). Les culicinés regroupent plus de 700 espèces, quant à la sous-famille des anophélinés, elle compte plus de 400 espèces, il s'agit de moustiques susceptibles de transmettre le paludisme (Drouet, *et al.*, 2016).

I.1.7. Sous-famille : Anophelinés et Culicinés :

La sous famille des anophelinés comprend environ 500 espèces décrites dans le monde et plus de 50 espèces susceptibles de transmettre le paludisme (Lupi, *et al.*, 2013).

I.2. Morphologie et biologie :

I.2.1. Morphologie :

I.2.1.1. Les œufs :

Habituellement, un anophèle pond de 50 à 300 œufs, de forme allongées, les œufs des genres Culex et Aedes sont fusiformes, les œufs sont de ½ millimètre de longueur. Pondus de couleur blanchâtre, ils brunissent au cours des heures suivant la ponte.

Les œufs sont pondus isolément, en plein vol, et cela, sur la surface de l'eau, ils possèdent à leur extrémités deux flotteurs latéraux (Carnevale, *et al.*, 2009).

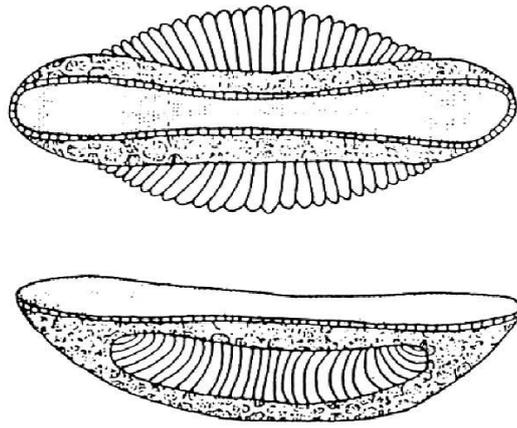


Fig. 4: œuf d'Anopheles

d'après Russell *et al.*, 1963

I.2.1.2. Les larves :

Les larves d'anophèles se distinguent des autres larves d'insectes aquatiques par l'absence de pattes, et le thorax est relativement gros. Lorsqu'elle se développe, la larve subit 03 mues et passe ainsi par 04 stades larvaires, la mue qui survient entre chaque stade permet l'accroissement de la taille de la larve pendant que la nouvelle cuticule durcit. Au stade 04, la larve d'anophèle mesure environ 12 à 15 mm. La larve sur le plan morphologique, se compose de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Carnevale, *et al.*, 2009).

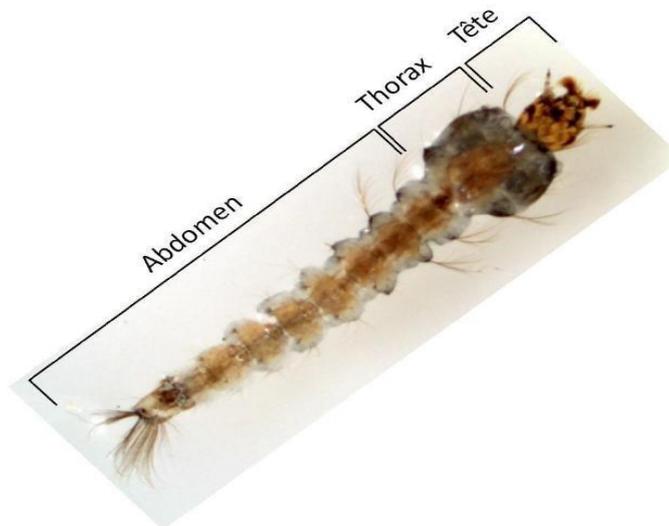


Fig. 5: Anatomie de la larve d'Anopheles.

(Maiga, 2015).

I.2.1.3 La nymphe :

Se caractérise par un céphalothorax (tête et thorax soudés) sur lequel on trouve deux trompes qui interviennent dans la respiration.

Les orifices anal et buccal étant bouchés, la nymphe se nourrit pas et se déplace grâce aux palettes natatoires (Cachereul, 1997).

La différence entre les Anophles, les Aedes et les Culex est plus difficile à ce stade, où on distingue des trompes respiratoires plus courtes et plus évasées chez les Anopheles que chez les Culex et le Aedes où elles sont longues et régulières.

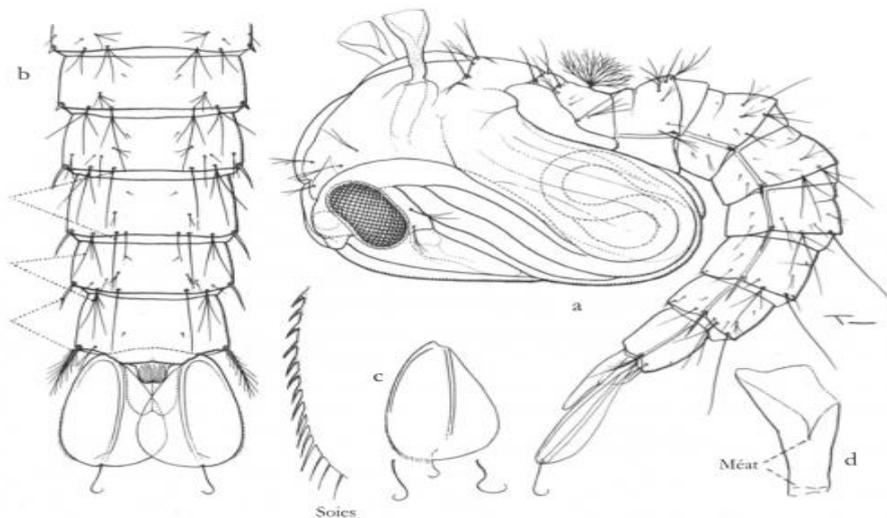


Fig. 6: Schéma de la morphologie d'une nymphe d'Anopheles (a), extrémité abdominale (b), palette natatoire (c), et trompette respiratoire (d) (Gillies, 1968).

I.2.1.4. L'adulte :

Le corps du moustique, comme tout insecte est constitué de 03 segments :

- La tête :

Pour la tête, nous distinguons essentiellement :

- Les yeux, les antennes (celle des culicinés) sont plumeuses chez le mâle et glabres chez la femelle.

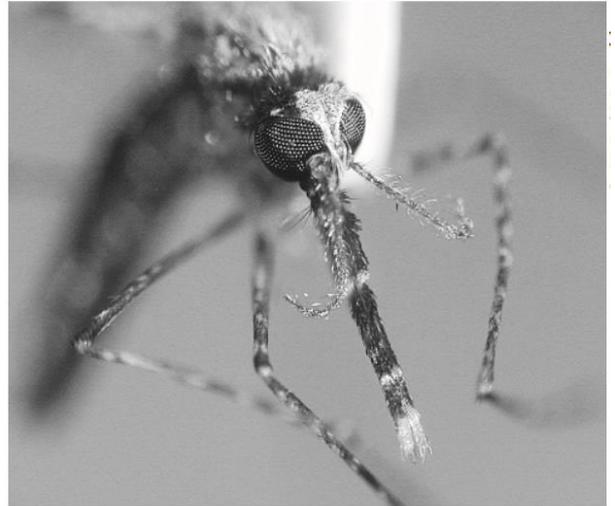


Fig. 7: Antenne d'Anopheles mâle (gauche) et femelle (droite).

(<https://books.openedition.org/irdeditions/10388>)

- Les palpes maxillaires.
- Les pièces buccales.
- Les mandibules, à rôle perforant, absentes chez les diptères, n'existent que chez les espèces hématophages donc également chez le moustique.
- Le labre (labrum) qui a deux rôles principaux : perforant et aspirateur.
- Le labium qui est la partie la plus importante de la trompe, il se replie en une gouttière contenant les autres pièces buccales.
- L'hypopharynx, grâce à son canal salivaire joue un rôle important chez les espèces hématophages vecteurs de maladies (Roth, 1974).

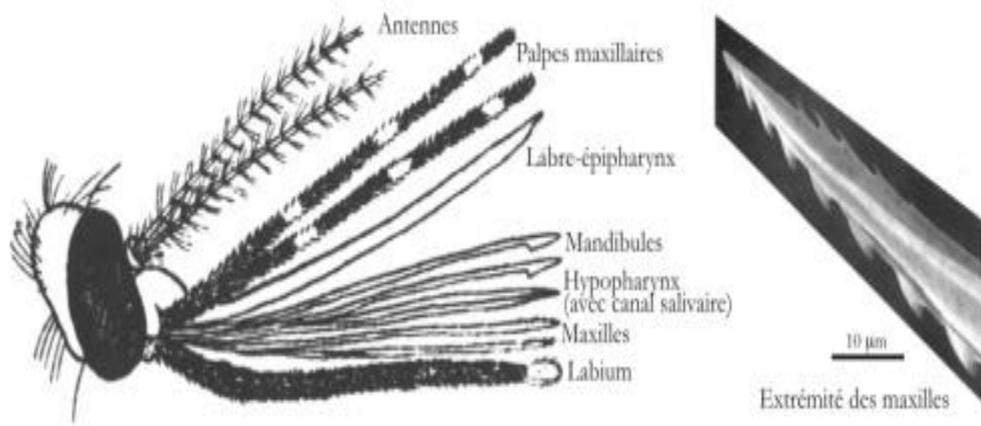


Fig. 8: Morphologie de la tête d'*Anopheles* femelle (HOLSTEIN, 1949).

- 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 divisées en trois parties : le fémur, le tibia et le tarse formé à son tour de 05 articles, dont le 5ème porte 02 griffes (Cachereul, 1997).

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

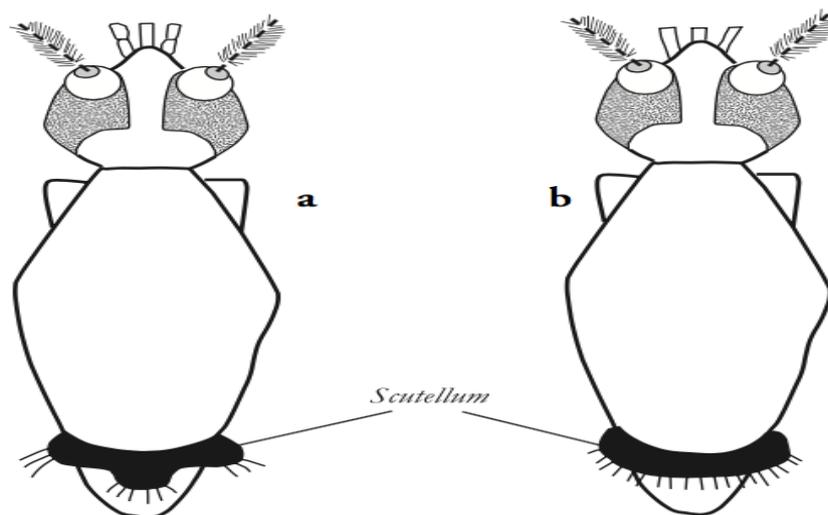


Fig. 9: Schéma du scutellum au niveau du thorax de Culicinae (a) et d'*Anophelinae* (b)

(Carnevale, *et al.*, 2009)

- L'abdomen :

Allongé, il est composé de 09 à 10 segments selon les espèces, recouvert d'écailles de couleurs différentes selon les espèces et représente 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, servant à maintenir la femelle durant l'accouplement qui possède un oviscapte (Bussiaries, *et al.*, 1991).

I.2.2. Biologie :

- **Cycle de développement :**

Le cycle de vie parcourt deux milieux totalement différents :

- Une phase aquatique et cela pour les stades pré-imaginaux ou immatures, lieu de développement depuis la ponte (œuf) jusqu'à la libération de l'imago, cette phase comprend 04 stades larvaires, ces stades concernent notamment une période de croissance, donc une augmentation de taille (Carnevale, *et al.*, 2009).
- Une phase aérienne et celle-ci est spécifique au stade adulte ou imaginal, elle consiste en le lieu de vie du moustique adulte et concerne ainsi, les mâles et les femelles, cette phase représente la période de reproduction, et de dissémination (Carnevale, *et al.*, 2009).

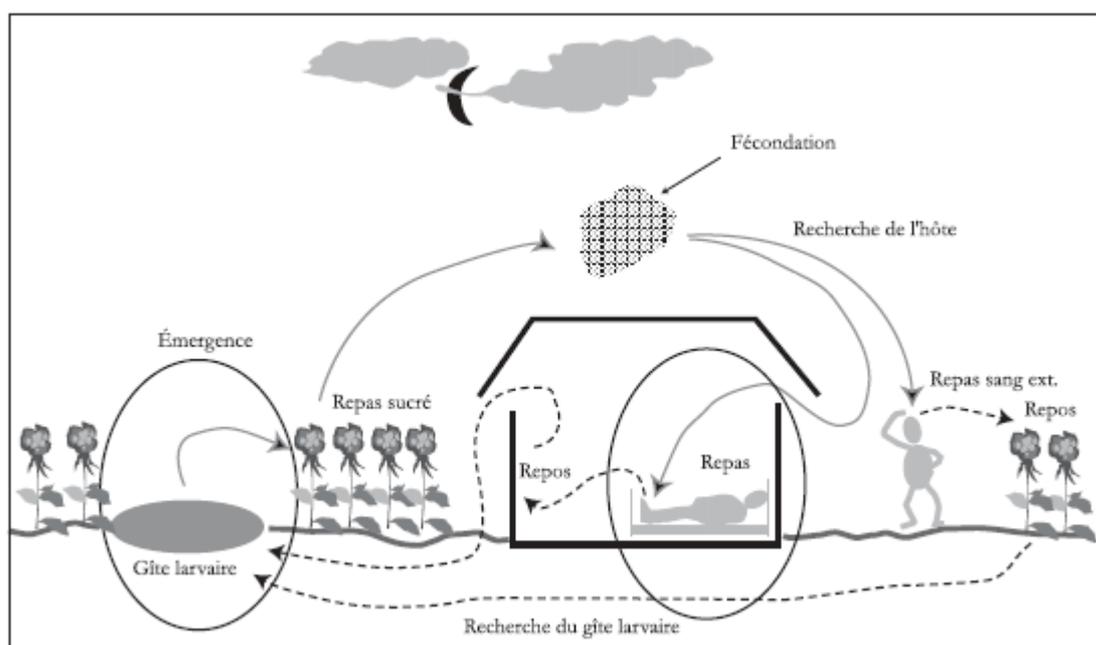


Fig. 10: Le cycle biologique des moustiques.

(Carnevale, *et al.*, 2009).

- **Reproduction et vie larvaire :**

Le mâle attiré par les vibrations des ailes de la femelle qui sont de l'ordre de 200 à 400 battements par seconde (Bonaventure, *et al.*, 1958), l'accouplement se fait en plein vol, généralement au crépuscule, ainsi les moustiques exécutent des sortes de danses aérienne, et cela au-dessus des arbustes où ils étaient dissimulés pendant le jour (Blanchard, 1905), après l'accouplement, les femelles effectuent un repas sanguin sur un hôte humain, un mammifère ou un oiseau, pour la maturation des œufs. La ponte peut toutefois être autogène, les œufs sont pondus sur la surface de l'eau (Sérandour, 2009).

Les différents stades larvaires se passent dans l'eau douce, elle poursuit également son développement dans l'eau saumâtre ou dans l'eau salée (Blanchard, 1905).

Par la suite, les 04 stades larvaires et le stade nymphal aquatique vivent en profondeur dans un substrat boueux riche en matières organiques, ils se nourrissent essentiellement de microorganismes. L'habitat manquant d'oxygène reste contraignant pour les larves, ainsi leur survie dépend de leur capacité à puiser de l'oxygène circulant dans les méats aérifères développés par les racines. Ce mode de vie est rendu possible par l'adaptation morphologique du siphon de la larve (des trompettes respiratoires pour les nymphes) en appareil de perçage des racines des hélophytes, et par un métabolisme ralenti des larves assimilable à une diapause

(Sérandour, 2009)

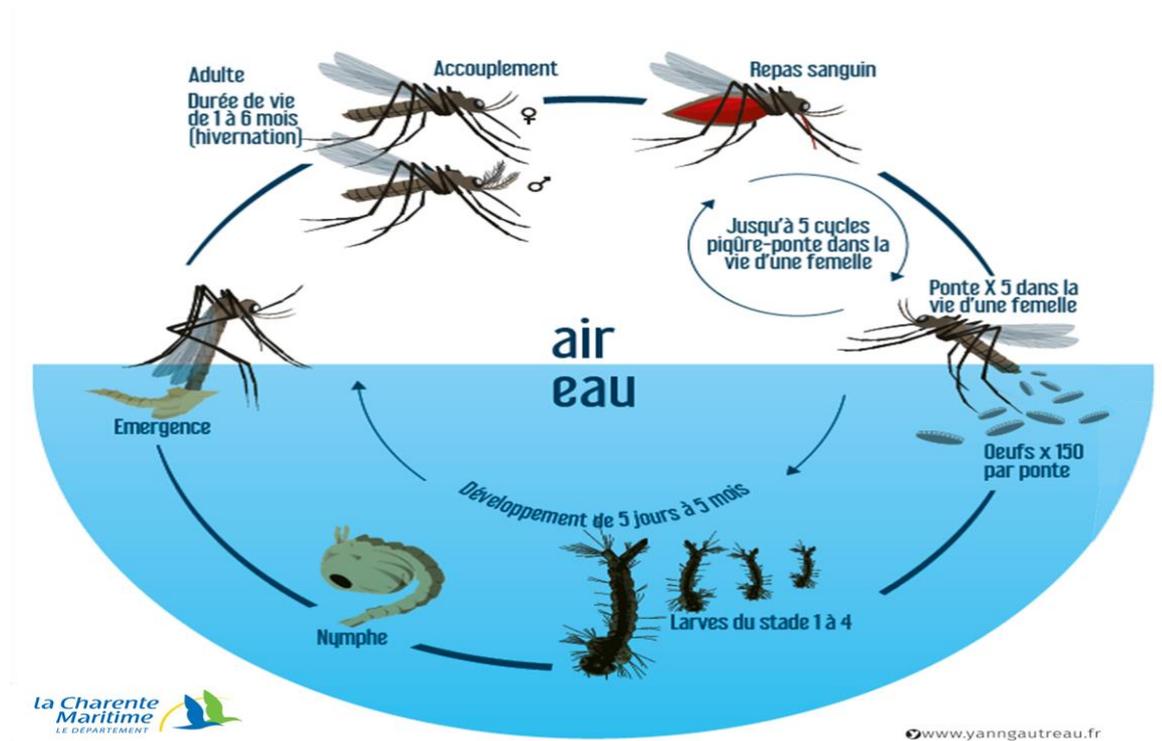


Fig. 11: Cycle évolutif d'un moustique (Anonyme, 2013).

I.3. Rôle écologique :

Le moustique comme décrit par plusieurs auteurs, représente un maillon essentiel dans le fonctionnement de tout écosystème aquatique. Par sa présence en un nombre considérable, il constitue en effet une biomasse essentielle dont se nourrissent de multiples organismes des zones humides. En d'autres termes, les larves, par leur régime alimentaire omnivore, participent à la destruction de la matière organique de l'écosystème aquatique par l'ingestion de feuilles en décomposition par exemple (Bocqueho, 2018).

I.4. Distribution géographique:

I.4.1. Dans le monde :

En terme de distribution géographique, les moustiques sont cosmopolites, dont l'espèce *Culex pipiens* est la plus largement distribuée dans le monde, contrairement à *Culex quinquefasciatus* qui est réparti 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), les îles du pacifique central ou occidental (Nouvelle-Calédonie) (Carnevale, *et al.*, 2009). Tandis que le genre *Aedes* a 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 touchés (Takken, *et al.*, 2007).

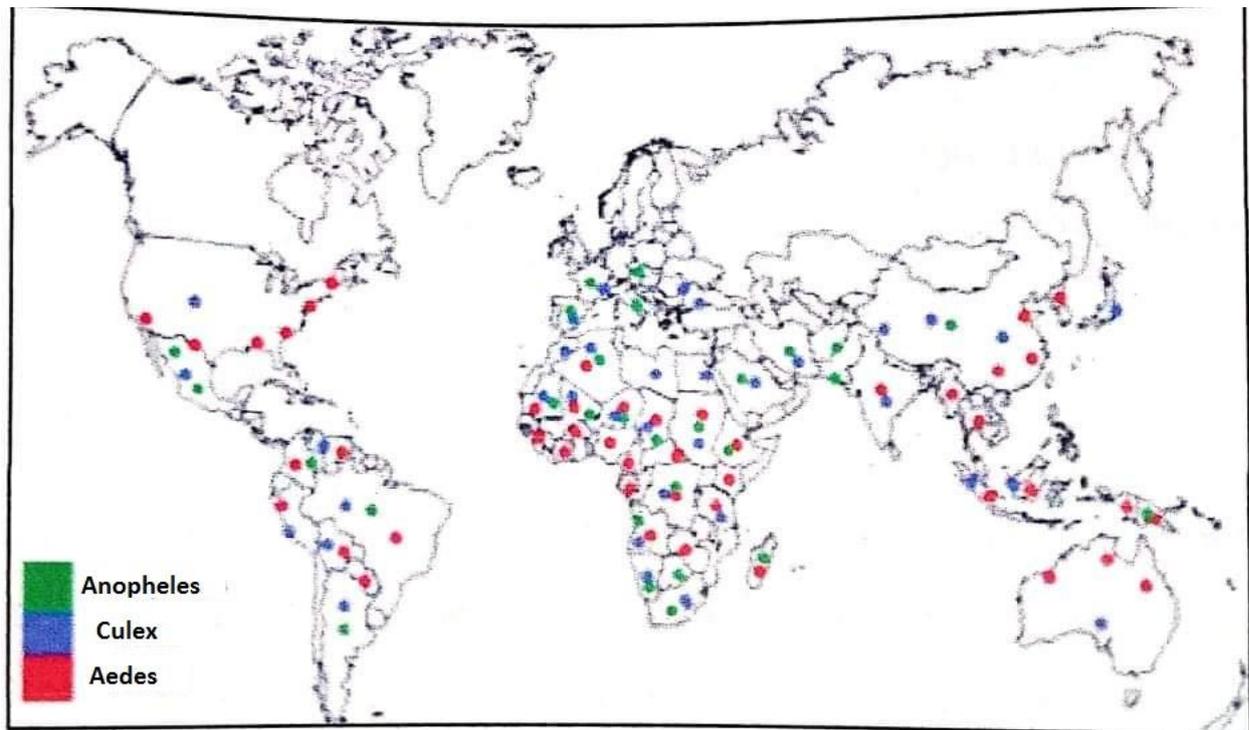


Fig. 12: Distribution mondiale des moustiques (Anonyme, 2015).

I.4.2. En Algérie :

Au cours des vingt dernière 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 morphologie, la lutte chimique et à la biologie (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 Algérie (Nebri, *et al.*, 2014).

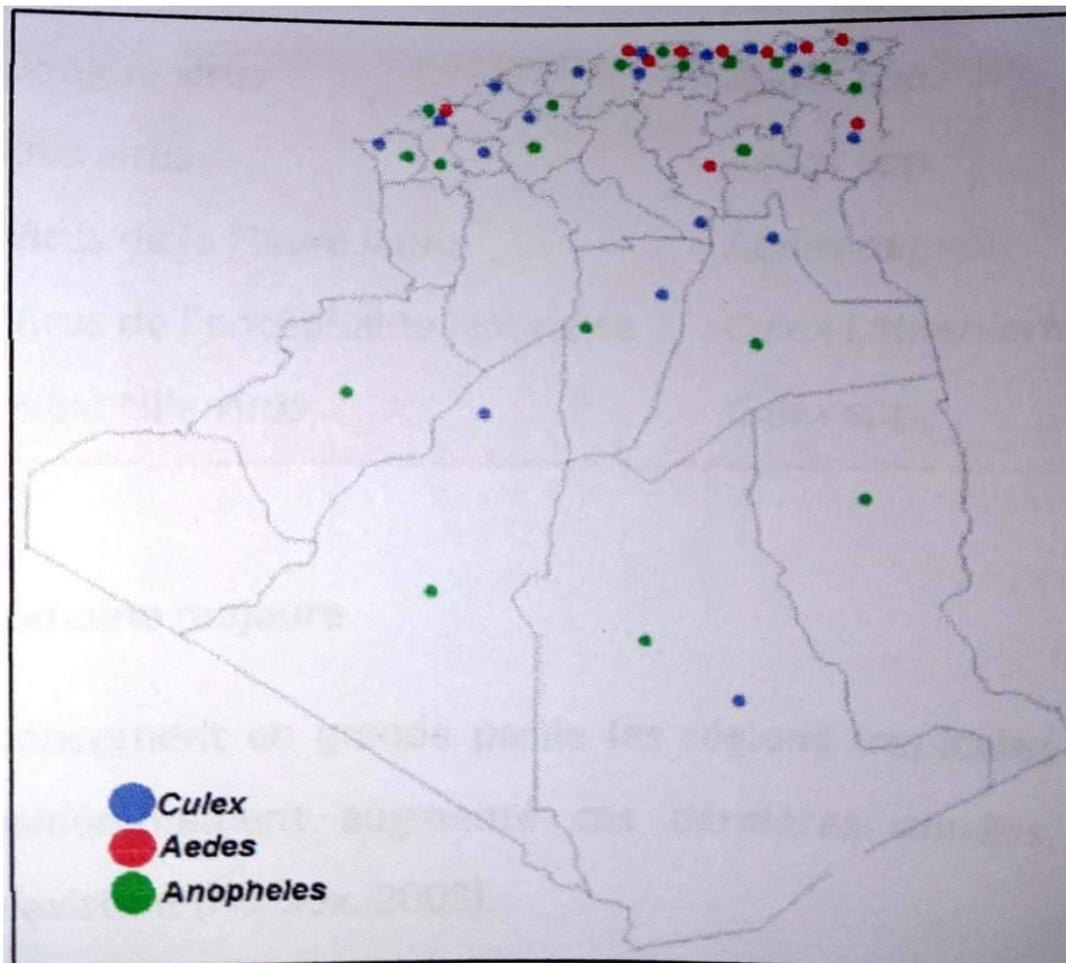


Fig. 13: Distribution des moustiques en Algérie (Anonyme, 2015).

II. Intérêt médical des moustiques :

En effet, il est considéré que ces insectes ont un intérêt capital dans le domaine médical, aussi bien en médecine humaine que vétérinaire, d'où la dangerosité des maladies pathogènes virales, bactériennes et parasitaires transmises par ces derniers, en effet il est considéré que 725000 personnes décèdent chaque année suite à des infections transmises par des moustiques (Duvallat, *et al.*, 2020). Les maladies virales transmises per ces vecteurs arthropodes sont appelées arboviroses.

II.1. Les arboviroses (Arthrop-born-virus) :

Les arboviroses sont des zoonoses regroupant plus de 500 virus de plusieurs familles, parmi lesquels 150 sont pathogènes à l'Homme, mais il existe que quelques espèces qui peuvent être transmise par les moustiques et possèdent un potentiel épidémique, notamment le virus de la

Dengue, le Chikungunya virus et le Zikavirus (Weaver, 2010). Le tableau 1 représente la classification de quelques arbovirus transmis à l'homme par les moustiques.

Tableau 1: Classification des arboviroses (Tolou ,2012).

Famille	Virus	Vecteur
Togaviridae	Chikungunya virus	Aedesa egyptiet Aedes albopictus
	Virus de la rivière Ross	Culex annuliroset Aedes spp.
	Virus Mayaro	Aedes aegypli
Bunyaviridea	Fièvre de la vallée du rift	Plusieurs espèces d'aedes spp et Culex spp.
Flaviviridae	Dengue virus	Aedes spp.
	Zika virus	Aedes spp.
	Virus de la fièvre jaune	Aedes aegypti
	Virus de l'encéphalite Japonaise	Culex triteaniorhynchus
	West Nile virus	Culex spp.

II.1.1. Arboviroses humaines majeures :

Les arboviroses les plus connues et majeures chez l'homme se répandent en premier lieu dans les régions tropicales. Ce sont des infections virales transmises par des arthropodes hématophages.

Le vecteur peut être un moustique, une tique ou un phlébotome. Les moustiques sont considérés comme le premier groupe de vecteurs de ces maladies. La transmission interhumaine est possible de la mère à son fils pendant la grossesse ou au cour de l'accouchement, à la suite de transfusions sanguines ou d'un accident d'exposition au sang (Merle, et al., 2018).

Les plus connues sont les suivantes :

II.1.1.1. La Dengue :

La dengue est une infection virale qui est souvent causée par quatre sérotypes (DENV1, 2, 3 et 4), transmis par *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* (O.M.S., 2016). Il est estimé à environ 25000 le nombre de décès annuel, principalement chez les enfants, mais le taux de létalité réel pourrait être deux fois plus élevé (Dussart, *et al.*, 2012).

II.1.1.2. 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) (Tolou, 1996). Cette affection est responsable d'environ 3000 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 principal est *Aedes africanus* (Rogers, *et al.*, 2006).

II.1.1.3. Chikungunya virus :

Le chikungunya virus (CHIKV), est un arbovirus transmis à l'homme par *Aedes albopictus*. Il cause une maladie virale infectieuse initialement tropicale qui présente un délai d'incubation de deux à dix jours (Courtioux, 2019). Il est associé à un haut taux de morbidité, qui peut causer de l'athargie, ainsi qu'une réduction de productivité, d'où son danger pour l'être humain (O.M.S., 2017).

II.1.2. Arboviroses animales majeures :

II.1.2.1. Encéphalite Japonaise :

L'encéphalite japonaise est une zoonose transmise par le virus flavivirus, elle est transmise aux oiseaux et les porcs par des moustiques du genre *Culex*.

D'abord signalé au Japon, elle s'étendra ensuite à tout le Sud-Est asiatique, de la Chine et l'Indonésie, du Pakistan au détroit de Torres.

30000 à 50000 cas humains sont déclarés chaque année surtout en Eté, en milieu rural, surtout dans les régions de rizière. Il n'y a pas de cycle urbain, 95% des formes sont asymptomatiques ou purement fébriles. L'encéphalite est une zoonose très grave, en effet, la mortalité est estimée de 30 à 80% selon l'âge (Abgueuen, *et al.*, 2000) .

II.1.2.2. La fièvre de la vallée du Rift :

La fièvre de la vallée du Rift (F.V.R.) est une zoonose virale originaire d'Afrique, qui a été décrite pour la première fois au Kenya en 1931 (Bourée, 2019). Elle est due à un virus à ARN appartenant au genre Phlébovirus, de la famille des Bunyaviridae. Elle constitue un véritable problème de santé (Rakotoarivelo, *et al.*, 2011), en effet la F.V.R. est responsable de 5 à 100% d'avortements, d'environ 20% de décès chez les troupeaux infectés. Ceux qui constituent des pertes économiques substantielles. La transmission à l'homme par la piqûre des moustiques *Aedes vexansarabiensis*, *Culex poicilipens*, ou lors de manipulation des viandes ou avortons provenant d'animaux malades, ce qui constitue un moyen de transmission direct et sans précautions (Rakotoarivelo, *et al.*, 2011).

II.1.2.3. La fièvre du Nil occidentale (West Nile Virus) :

Le vecteur du virus est le moustique urbain (*Culex pipiens*), dont la piqure infecte l'homme et divers mammifères voire les oiseaux (O.M.S., 2011).

C'est une infection causée par un flavivirus, transmis à l'homme par des oiseaux sauvages, lors d'un contact, il s'agit d'un hôte accidentel. La transmission du virus d'un homme à homme peut survenir malencontreusement lors de contact avec le sang de la personne infectée (transfusion sanguine et transplantation d'organe) (Manus, 2018).

Les premiers cas « moderne » de l'infection à West Nile Virus ont été d'abord signalé au Canada et aux États-Unis il y'a peu de temps au siècle dernier, mais l'identification du virus remonte selon l'E.C.D.C à 1937 en Ouganda, où le virus a gagné sa dénomination actuelle (Manus, 2018).

II.2. Parasitoses :

II.2.1. Paludisme ou Malaria :

Le paludisme est une maladie parasitaire tropicale, transmis par une piqûre d'un moustique du genre Anophèles, il est essentiellement causé par un hématozoaire du genre Plasmodium. Chaque année, le paludisme affecte plus de 250 million et tue près de 400000 personnes, d'entre elle 90% des morts sont des enfants d'origine d'Afrique Saharienne. L'incidence du paludisme a diminué de façon significative depuis 2007 et ceci en grande partie grâce à l'utilisation des insecticides. Ainsi, l'incidence tout comme la mortalité du paludisme a diminué de 41% en 2000 et de 62% en 2015 (Leblanc, *et al.*, 2019). Le nombre de pays endémiques a diminué de 108 et est maintenant à 91.

Les personnes 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 où il provoque leur destruction, ce qui entraîne une anémie et déclenche un état fébrile avec des frissons (Aubry, 2009).

Toutefois, le paludisme reste une maladie pédiatrique mortelle et ceci dans le monde (Leblanc, *et al.*, 2019).

II.3. Autres :

II.3.1. Maladie de Schmallenberg :

Apparu en Europe vers la fin de l'année 2011 et le début de l'année 2012, provoque de différents symptômes suivant le type d'animal allant de la fièvre, de la diarrhée et de la chute de la reproduction à des avortements et des malformations congénitales. Les Culicoïdes sont considéré pour le moment les principaux vecteurs de transmission du virus de Schmallenberg. En effet, l'ARN du virus de Schmallenberg a été retrouvé dans des Culicoïdes.

Il s'agit de diptères hématophages, des moucherons piqueurs dont la taille varie entre 1 et 4 mm. Ils sont essentiellement impliqués dans la transmission de plus d'une cinquantaine de virus tel que : la peste équine, la FCO et bien évidemment le virus de Schmallenberg (Joly, 2019).

Chapitre II

Aedes albopictus (skuse ; 1884)

(Le moustique tigre).

I. Rappel sur l'origine de l'espèce, la position systématique et la description d'*Aedes albopictus* :

I.1. L'espèce :

Jusque dans les années 1970, le moustique tigre était confiné à l'Asie du Sud-Est et dans l'Océan Indien. C'est dans les années 1980 qu'il a entamé sa conquête du continent européen, malgré une technique de vol maladroite et que cette dernière est limitée à 100-150 mètres autour de son gîte (Courtioux, 2019).

Il a été introduit à travers le monde particulièrement l'Europe par les cargos venant d'Asie, de pneus usagés (sites de pente) et plus auxiliairement des plantes venant du Sud de la Chine, *Dracaena sanderiana* ou *Lucky bambou*, sont les causes principales de colonisation (Gratz, 2004).



Fig. 14: Lucky bambou (à gauche) et *Dracaena sanderiana* (à droite).

(Anonyme, 2017)

I.2. Systématique :

Aedes albopictus est un moustique de la famille des Culicidae comprenant 263 espèces, regroupées en 21 sous-genres (Bourée, *et al.*, 2015).

Tableau 2: Position systématique des *Aedes albopictus*.

Phylum	Arthropoda
Class	Insecta
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematocera
Famille	Culicidae
Genre	<i>Aedes</i>
Espèce	<i>Aedes albopictus</i>

I.3. Description et morphologie des *Aedes albopictus* :

L'aspect du moustique tigre est proche d'*Aedes aegypti*, il se caractérise par un corps de couleur noir marqué de bandes blanches argentés. Avec une seule rayure au centre dorsal du thorax (Dussart, *et al.*, 2012).

Aedes albopictus est généralement plus petit que le moustique commun, sa taille est de 0.5mm d'épaisseur et 2mm de long, mais certains spécimens sont plus gros et sont de 1mm d'épaisseur et 8mm de long (Courtioux, 2019).

Le corps des adultes est divisé en trois parties :

- La tête : globuleuse et dégagée du thorax, et porte les organes sensoriels. Elle comporte une paire d'yeux très grand, réniformes et composés d'ommatidies, une paire d'antennes implantées dans la région faciale formée de plusieurs segments (le scape).
- Le thorax : il forme la partie centrale du corps du moustique où les pattes et les ailes sont attachées, sur la face dorsale du thorax, il y'a la présence d'une ligne médiane blanche caractéristique de cette espèce.
- L'abdomen : c'est la partie postérieure du moustique. Il est constitué de dix segments et contient la plupart des organes tels que le cœur, l'appareil digestif et reproducteur.



Fig. 15: Spécimen d'*Aedes albopictus* (moustique tigre) dans la région de Bou-Ismaïl Wilaya de Tipaza (Sahel Mitidja) (Photo réelle, 2021) (Prise par smartphone).

Les moustiques tigres femelles possèdent une trompe complètement noire. Chez les mâles, elle comporte des anneaux blancs complémentaires.



Fig. 16: *Aedes albopictus* femelle (à gauche) et mâle (à droite).

(Henon, 2021).

- Les œufs : ils sont de couleur noire, fusiformes, dépourvus de flotteurs latéraux, munis de pattes saillies qui assurent leur stabilité sur le fond de l'eau. Ces œufs d'*Aedes* sont entourés d'une épaisse coquille pourvue au pôle antérieur d'un micropyle. Le nombre d'œufs varie en fonction des espèces et de la qualité de sang absorbée (Lema, 2000). Dans le genre *Aedes*, les femelles pondent en moyenne entre 51 et 72 œufs en fonction du repas sanguin. D'après (Xue, *et al.*, 2009), les œufs sont plus résistants à la sécheresse que ceux d'autres moustiques. Ils peuvent éclore en 48h pour donner naissance à une larve. Certains sont pondus sur la terre et dans ce cas ils attendent l'arrivée de la pluie ou une montée d'eau pour se développer.



Fig. 17: Oeufs d'*Aedes albopictus*

(Henon, 2021).

- Les larves : l'éclosion des œufs donne naissance à des larves très mobiles dans l'eau et dépourvues de pattes et d'ailes avec un siphon abdominal lui permettant de respirer en surface, sa croissance est discontinue et subit 4 mues du stade 1 au stade 4 permettant de passer de 2 à 12mm pour devenir une pupa en 5 à 6 jours dans des conditions favorables (Legro, 2014).



Fig. 18: Larve d'*Aedes albopictus* (Henon, 2021)

- La nymphe : est une pupe devient moins mobile que la larve, apode, en forme de virgule. La nymphe elle-même ne peut plus absorber de nourriture. En raison de son corps sclérosé, elle ne possède pas la capacité de respirer à travers le tégument. Les nymphes viennent alors respirer à la surface de l'eau par le biais de trompettes respiratoires qui leurs apportent l'oxygène nécessaire. Une fois la métamorphose achevée, le tégument de la nymphe éclate et l'imago se pousse hors de celui-ci (Henon, 2021).



Fig. 19: Pupa d'*Aedes albopictus* (Henon, 2021).

II. Cycle biologique :

Aedes albopictus est un insecte à métamorphose complète (aucune ressemblance dans les différents stades), passe par plusieurs étapes et transformations morphologiques au cours de sa vie.

Le cycle de vie parcourt deux milieux totalement différents :

- Une phase aérienne (terrestre) : lieu de vie du moustique adulte.
- Une phase aquatique : lieu de développement depuis la ponte jusqu'à la libération de l'imago.

Aedes albopictus comme toutes les espèces de moustiques, passe par une succession d'étapes et de transformations morphologiques au cours de sa vie (Brasseur, 2011). Après l'accouplement, la femelle stocke les spermatozoïdes dans les spermathèques, après un repas sanguin, elle pondra tous les 04 jours (Brasseur, 2011). La femelle d'*Aedes albopictus* dépose les œufs au niveau des parois d'un gîte larvaire potentiel, asséché ou même sur un sol sec et pourrons

attendre la mise en eau durant plusieurs semaines ou mois. Les œufs sont pondus isolément, l'ensemble de la ponte constitue une menbrane qui peut être flottante ou fixée à un support (Vacus, 2012). La femelle pond majoritairement ses œufs à l'ombre et à proximité d'une collection d'eau. C'est que l'on appelle l'oviposition, elle a pour habitude de les disperser à plusieurs endroits (Brasseur, 2011). Le nombre d'œufs composant une ponte est de l'ordre de 100 à 400, lorsque les conditions sont favorables la durée du stade ovulaire est de 2 à 3 jours (Vacus, 2012). A la suite de son éclosion, les larves d'*Aedes albopictus* croissent pendant en moyenne 5 à 6 jours pour finalement former une nymphe, de multiples facteurs sont encore à prendre en considération suivant les cas : la température, le pH de l'eau, la nature de l'abondance de la végétation aquatique, de la faune associée. La durée du stade nymphal est d'environ 1 à 5 jours (Vacus, 2012) au cours duquel le moustique immature se métamorphose en fonction des conditions abiotiques de l'eau et devient adulte.

L'émergence dure environ 15 min, l'émergence des mâles à lieu en moyenne 14 heures avant celle des femelles. La femelle a un comportement anthrophile et primatophile et pique ses proies au lever du jour et au crépuscule entre 15h et 19h (Bourée, 2013).

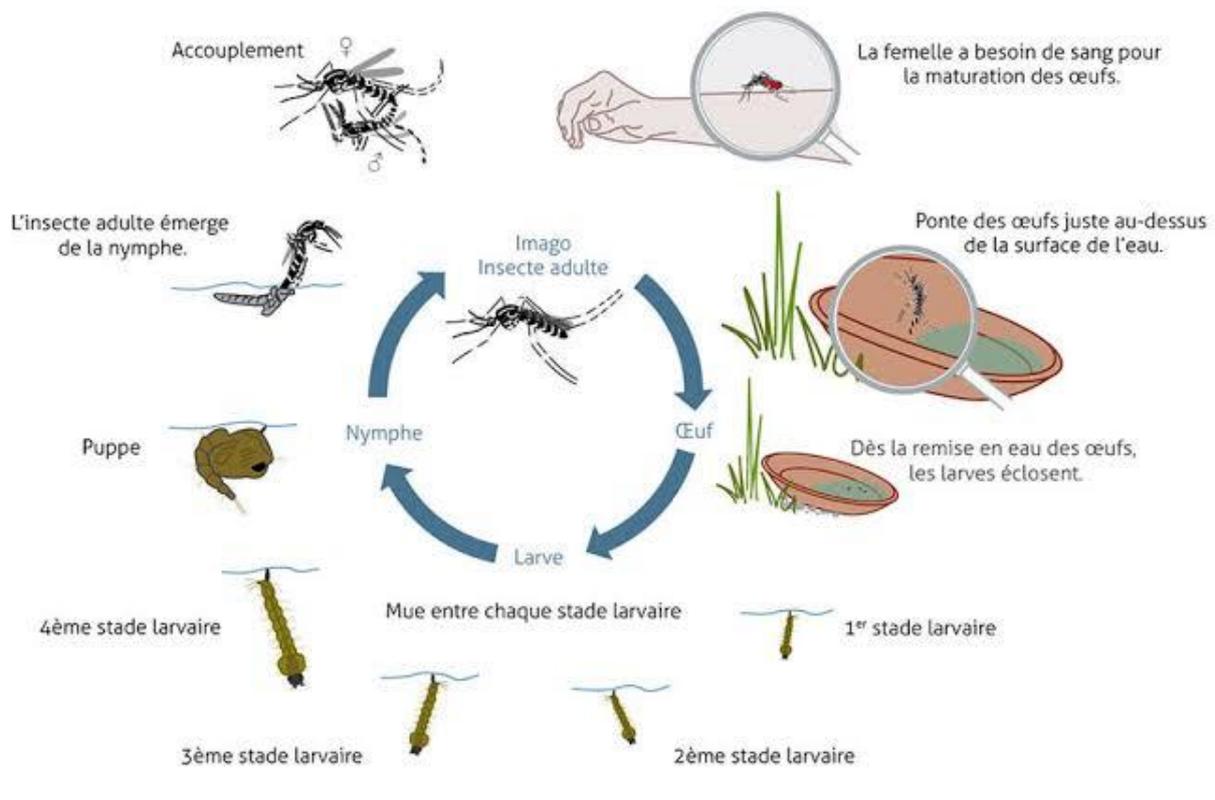


Fig. 20: Cycle biologique d'*Aedes albopictus*.

(Courtioux, 2019)

III. Répartition géographique des *Aedes albopictus* :

III.1. Dans le monde :

Aedes albopictus, plus connu sous son nom vernaculaire de « moustique tigre » à cause d'une alternance de taches blanches et sombres sur le corps, a pu coloniser tous les continents, excepté l'Antarctique, en l'espace de 40 ans. Son aire d'origine correspondait à la région de l'Asie du Sud-Est élargie à la portion Sud de la Chine, à une partie du Japon, à la Corée ainsi qu'à la péninsule indienne.

Aedes albopictus est décrit pour la première fois sur l'île de la Réunion dans les années 1900 (Delatte, et al., 2008) au sein de l'Océan Pacifique, c'est-à-dire à l'Est de son aire originelle d'implantation. Le moustique est présent à Hawaï dès la fin du XIX^{ème} siècle et s'installe à Guam (Philippines) lors de la seconde guerre mondiale (Gratz, 2004).

Alors qu'*Aedes albopictus* restait localisé de façon stable en ces régions (Asie, Océan Indien et Océan pacifique, on assista dès les années 1980, à une expansion des lieux d'observation de ce moustique. C'est en Europe, en Albanie plus précisément qu'il fut signalé en 1979.

Aux USA, il fut signalé pour la première fois en 1983, son implantation durable a commencé au Texas en 1985.

En 1990, il est remarqué en Australie à Darwin (Territoire du Nord) et au Queensland. En Afrique, *Aedes albopictus* fut d'abord apporté en Afrique du Sud en 1989 où des mesures immédiates empêchent leur implantation. Deux ans plus tard, il était trouvé au Nigeria où il pullulait. En Afrique Central, *Aedes albopictus* a été enregistré au Cameroun en 2000 puis s'est développé rapidement au Sud du pays.

Aedes albopictus a également été signalé en Algérie en 2010 (Izri, et al., 2011), mais son installation effective n'a été constatée qu'en 2015 au Nord-ouest du pays (Benallal, et al., 2016).

Le Maroc a également rapporté son installation en 2016 (Benallal, et al., 2016).

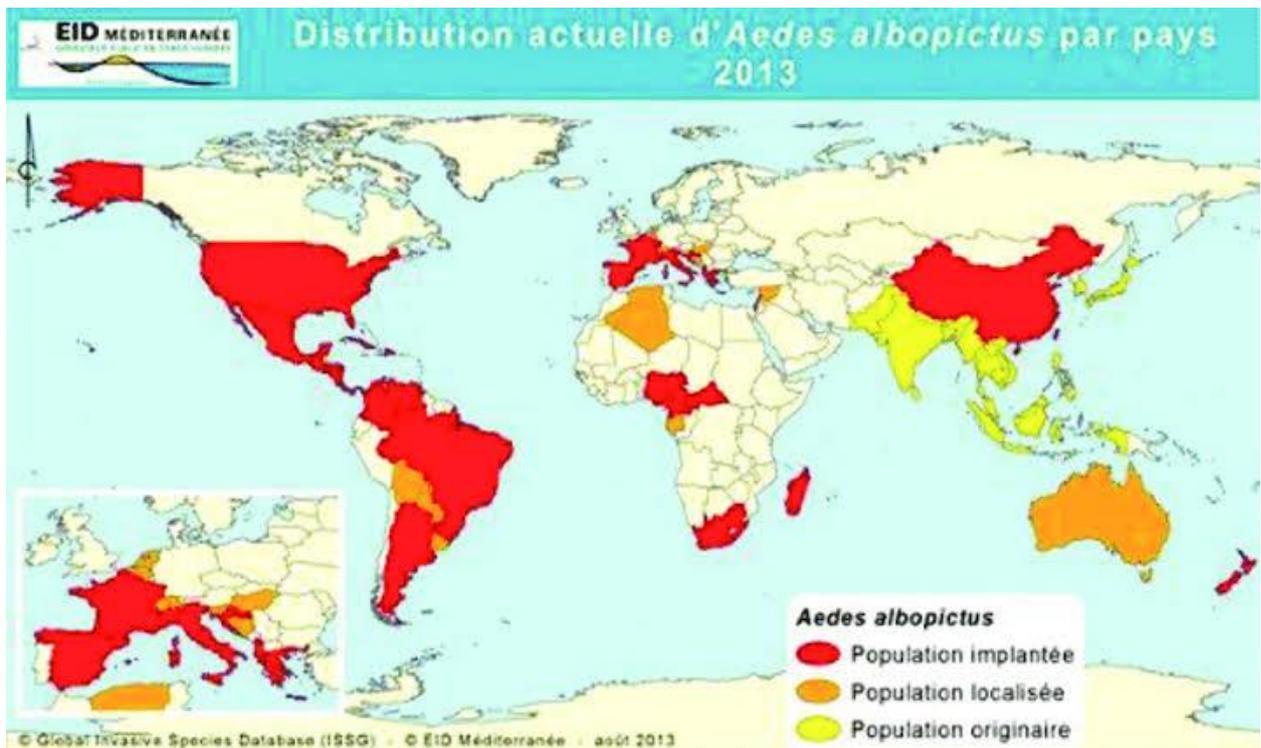


Fig. 21: Distribution mondiale d'*Aedes albopictus*.

(Anonyme, 2013).

III.2. En Algérie :

En Algérie, *Aedes albopictus* a été signalé deux fois en 2010 et en 2014 (Benallal, *et al.*, 2016; Izri, *et al.*, 2011). En Août 2010, lors d'un programme entomologique ciblant les phlébotomes, dans la région de Larbaa-Nath-Iraten, Wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie), une femelle *Aedes albopictus* a été capturée vivante et partiellement engorgée, c'est le premier rapport d'*Aedes albopictus* en Algérie et plus largement au Maghreb (Izri, *et al.*, 2011).

En Décembre 2015, des spécimens d'*Aedes albopictus* (2 mâles, 3 femelles et 3 pupes) ont été récoltés suite à une prospection sur terrain dans la région Ain Turk (Oran, Algérie) dans l'Ouest algérien. C'est la première observation de ce moustique envahissant qui confirme sa présence et son implantation en Afrique méditerranéenne (Benallal, *et al.*, 2016).

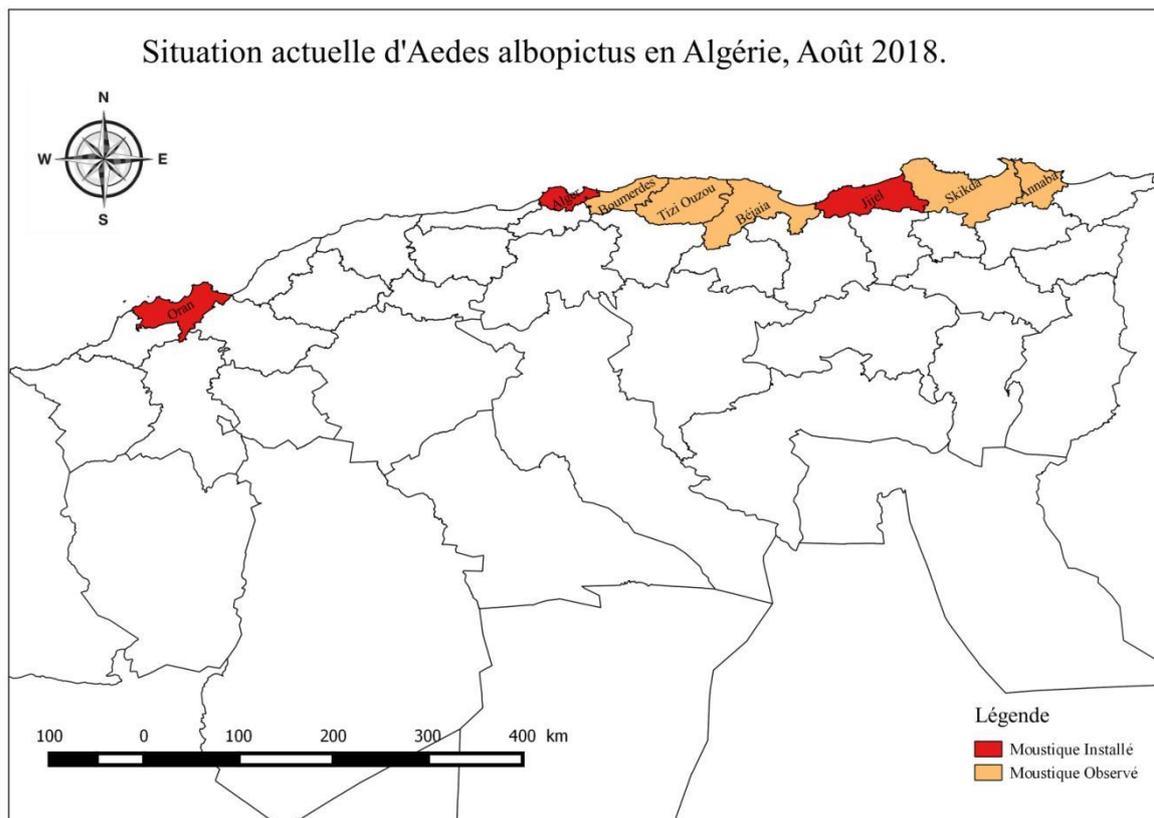


Fig. 22: Localisation d'*Aedes albopictus* en Algérie.

(Benallal, *et al.*, 2016).

Le premier signalement d'*Aedes albopictus* dans la Wilaya d'Alger, remonte à une prospection des maisons d'habitation, 57 points d'observations collectés ont permis de construire la carte de prédiction de ce moustique en Algérie.

Dans la région de Sétif, les résultats de l'échantillonnage ont confirmé l'absence de l'espèce dans les hautes plaines algériennes et limitant sa présence dans l'extrême Nord de l'Algérie (Nabti, *et al.*, 2020).

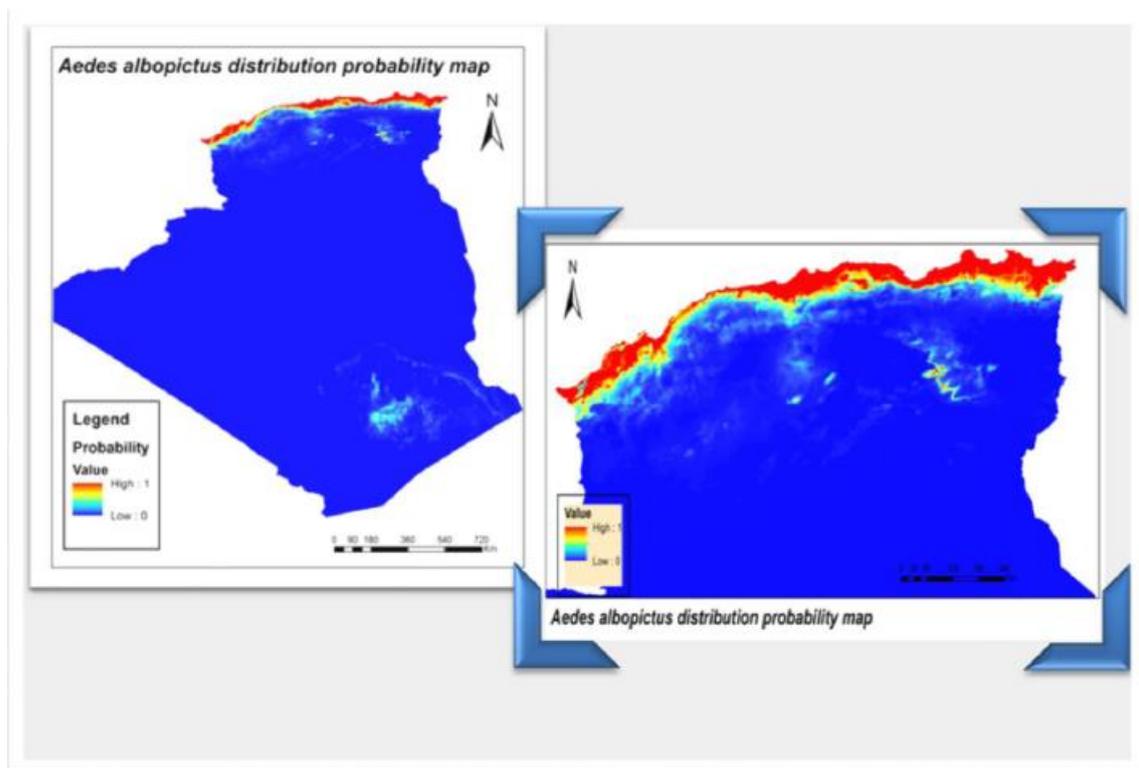


Fig. 23: Distribution d'*Aedes albopictus* en Algérie.

(Benelli, *et al.*, 2020)

IV. Méthodes de lutte :

La propagation mondiale d'*Aedes albopictus* également connu sous le nom de moustique tigre invasif, l'un des événements les plus dynamiques en santé publique, son expansion rapide et sa capacité vectorielle pour divers arbovirus affectent une proportion plus importante de la population mondiale, l'application de lutte contre ce vecteur devrait être améliorée par la connaissance de sa biologie, de son écologie et sa compétence vectorielle (Bonizzoni, *et al.*, 2013).

IV.1. La lutte chimique :

Pour contrôler les stades adultes et larvaires du moustique tigre, des composés chimiques sont utilisés comme régulateurs de croissance des insectes (méthopène, novaluron et pyriproxifène),

l'organophosphate et le témophasé qui sont appliqués dans différentes stratégies aux sites de reproduction des moustiques pour réduire les populations larvaires (O.M.S., 2011). Actuellement, il n'existe qu'une seule famille d'insecticides autorisée : les pyréthrinoides (deltaméthrine) contre le moustique tigre. L'utilisation massive et continue de la même substance active engendre un risque important de sélectionner des résistances à cette substance (Baldet, *et al.*, 2020).

IV.2. La lutte mécanique :

La lutte mécanique également appelée lutte « physique » contre les stades immatures est la plus efficace et la plus utilisée. Elle se fonde sur le fait que le moustique ne vole pas très loin et consiste à détruire les larves existantes et à éliminer les gîtes de pontes autour des habitations. Pour cela, il faut éviter l'accumulation d'eau de pluie ou d'arrosage et jeter tous les éléments pouvant faire office de gîte (Anonyme, 2013).

La lutte mécanique doit être couplée à d'autres méthodes de lutte dont l'utilisation de larvicides déposés dans les gîtes que l'on ne peut pas supprimer (Brasseur, 2011).

IV.3. La lutte biologique :

La lutte biologique utilise des espèces prédatrice (telle que *Macrocyclus albidus*) et des micro-organismes pathogènes (champignons et bactéries) pour réduire la population des moustiques comme vecteurs de maladies. Les avantages de la lutte biologique sont que les ressources utilisées sont généralement biodégradables et respectueuses de l'environnement (Courtioux, 2019).

IV.4. La lutte radiobiologique :

- La technique de l'insecte stérile (TIS) : fait partie des méthodes de lutte contre les insectes ravageurs. L'irradiation, par exemple aux rayons gamma ou aux rayons X, est utilisée pour stériliser les insectes élevés en masse, ce qui les empêche de se reproduire sans toutefois les priver de leur compétitivité sexuelle. Le TIS ne met en jeu aucun processus transgénique (manipulation génétique) et présente de nombreux avantages dont notamment le fait qu'elle est écologique et ne cible que l'espèce à combattre (pas d'effets collatéraux sur les autres espèces ou organismes non cibles) ; elle permet de s'affranchir à terme de l'utilisation d'insecticides et peut conduire à la suppression de certaines populations de moustiques (Gilbert, *et al.*, 2017).

Conclusion :

Au terme de cette recherche bibliographique, des éléments importants sont apparus. *Aedes albopictus* s'est définitivement installé en Algérie, particulièrement au centre Est du pays et dans l'oranaï, cet envahisseur s'installe dans les gîtes larvaires classiques, nous citerons les eaux stagnantes, divers points d'eau, jardins et sous-pots. Il semblerait que son activité est matinale et semi-nocturne. Il sévit vraisemblablement du mois d'Octobre voire Novembre si les conditions de chaleur et d'humidité sont optimales.

Se rapportant à la bibliographie consultée, il apparaît aisément que la méthode de lutte utilisée est celle ayant trait à l'utilisation d'insecticides (méthropène, novaluron et pyriproxifène), moult auteurs mettent en exergue des méthodes de luttés mécaniques, des luttés radiobiologiques sont aussi décrites dans les publications scientifiques, de nombreux auteurs s'accordent à dire que c'est la méthode la plus propice pour lutter contre ce vecteur de trois arboviroses (Chikungunya, dengue et zika), cette dernière est efficace parce qu'elle est propre sur le plan écologique, elle cible uniquement l'insecte objet de lutte, par contre elle présente l'inconvénient qui consiste en la rareté des réacteurs nucléaires.

Bibliographie

Abgueuen, P. & Pichard, E., 2000. *Arboviroses: notions générales et particularités des principales infections*. *Revue Française des Laboratoires*, p31-35.

Andreadis, T., 2012. *The contribution of Culex pipiens mosquitoes to transmission and persistence of West Nile virus in North America*. p28. I Am Mosq Control Assoc.

Anon., http://svt.ocean-indien.pagesperso-orange.fr/cyclemoustique/cycle_moustique.htm. [En ligne]

Available at: http://svt.ocean-indien.pagesperso-orange.fr/cyclemoustique/cycle_moustique.htm

[Accès le 14 Mai 2021].

Anon., <https://books.openedition.org/irdeditions/10388>. [En ligne]

Available at: <http://books.openedition.org/irdeditions/docannexe/image/10388/img-14.jpg>

[Accès le 14 Mai 2021].

Anonyme, O., 2013. *Relevé épidémiologique hebdomadaire*.

Atlantique, E., s.d. <https://www.eidatlantique.eu/#>. [En ligne]

Available at: <https://www.eidatlantique.eu/page.php?P=144>

[Accès le 14 Mai 2021].

Aubry, 2009. *Paludisme, actualités*.

Baldet, T. et al., 2020. *AVIS de l'ANSES relatif à "l'évaluation du rapport bénéfice risque des pratiques de lutte anti-vectorielle habituellement mises en oeuvres pour lutter contre la dengue, dans le contexte actuel de confinement global"*.

Beerntsen, B., James, A. & Christensen, B., 2000. Genetics of mosquito vector p64.

Benallal, K. et al., 2016. First report of Aedes (Stegomyia) albopictus in Oran, West of Algeria.

Bendali, F., Djebbar, F. & Soltani, N., 2001. *Efficacité comparée des quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de Culex pipiens dans des conditions de laboratoire*. p57.

Benelli, G., Wilke, B. & Beier, C., 2020. *Aedes albopictus (Asian Tiger Mosquito)*.

BERCHI, 2000.

Blanchard, R., 1905. *Les moustiques: histoire naturelle et médicale*, p 70-88. 1 éd. Paris: Rudeval.

Bocqueho, C., 2018. *Expansion d'Aedes albopictus: problème de santé public et moyens de prévention. Thèse en vue de l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie, Université de Nantes*. p 20-22. Nantes.

Bonaventure, N. et al., 1958. *L'année psychologique : Psychologie animale*, p 473-497.

Bonizzoni, M., Gasperi, G., Chen, X. & Anthony, A., 2013. The invasive mosquito species Aedes albopictus; current knowledge and future perspectives.

Boudjelida, H. et al., 2005. *Effects of ecdysone agonist halfenozide against Culex pipiens*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, p.83.

- Bourbonnais, G., 2004. *Les principaux ordres d'insectes, cour(diaporama)*, Collège d'Enseignement Général et Professionnel. Québec.
- Bourée, P., 2013. *Aedes albopictus*, un moustique multifonctions.
- Bourée, P., 2019. *La fièvre de la Vallée du Rift revient à Mayotte*, In: *Revue Francophone des Laboratoires*, p18.
- Bourée, P., Zambon, P. & Ensaf, A., 2015. *Aedes albopictus*: un moustique multifonctions p13-16.
- Brasseur, A., 2011. Analyse des pratiques actuelles destinées à limiter la propagation d'*Aedes albopictus* dans la zone sud est de la France et propositions d'amélioration. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique (E.H.E.S.P)
- Briegel, H., 2003. Physiological bases of mosquito ecology. *J Vector Ecol*, pp. 1-11.
- Bussiàres, J. & Chermette, R., 1991. *Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA*, p58-61.
- Cachereul, A., 1997. *Les moustiques: cycle de développement, aspects anatomo-pysiologiques et régulation du cycle ovarien*, Thèse de Médecine Vétérinaire, p117. Nantes.
- Carnevale, P. et al., 2009. *Les anophèles: biologie, transmission du plasmodium et lutte antivectorielle*. p 18. Marseille.
- Chandrasegaran, K., Lahondère, C., Escobar, L. & Vinauger, C., 2020. Linking mosquito ecology, traits, behavior, and disease transmission: Trends in Parasitology. pp. 393-403.
- Courtioux, B., 2019. *Le moustique tigre, vigilance et conseils*. *Actualités pharmaceutiques*, p 40-43.
- De Gentile, L. & Carsuzaa, F., 2013. *Scabiose, pédiculoses et piqure d'arthropodes: Dermatologie*, p 1-13.
- Delatte, H. et al., 2008. (*Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue viruses in Reunion Island: biology and control) *Parasite*. pp. 3-13.
- Drouet, M., Sarre, M. J., Bonneau, J. & Hope, A., 2016. *Mosquitoes and allergy* 1-3.
- Dussart, P., Cesaire, R. & Sall, A., 2012. *Dengue, Fièvre et autres arboviroses*. p3-20.
- Duvallet, G. & Chabasse, D., 2020. *Moustiques et pathogènes*. p 34-43.
- Elouard, J., 1981. *Diptères caractères généraux, clé systématique et famille peu importantes*, p 553-567. Paris: Edi Ostrom.
- Gaudry, E. et al., 2007. L'entomologie légale : lorsque insecte rime avec indice de revue francophone des laboratoire. 23-31.
- Gaumont, R., 1985. *Diptères*, In: *Encyclopaedia Universalis, Corpus 6*, p 261-268.
- Gaumont, R., 1985. *Insectes* In *Encyclopaedia Universalis, Corpus 9*.
- Gaumont, R., 1985. *Insectes*, In: *Encyclopaedia Universalis, Corpus 9*, p 1195-1210.

- Gilbert, L. G. et al., 2017. *Technique de stérilisation (TIS) utilisée contre le moustique tigre*.
- Gratz, N., 2004. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and veterinary entomology*, 3(18), pp. 215-227.
- Henon, N., 2021. TIGER- Tri-national Initiative Group of Entomology In Upper Rhine valley.
<https://books.openedition.org/irdeditions/10388>,
<https://books.openedition.org/irdeditions/10388>. [En ligne]
 Available at: <https://books.openedition.org/irdeditions/docannexe/image/10388/img-15.png>
 [Accès le 14 Mai 2021].
- Izri, A., Bitam, I. & Charrel, R., 2011. First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Aleria.. *Clin. Microbiol. Infect*, pp. 1116-1118.
- Joly, C., 2019. *Le virus de Shcmallenberg: de son origine jusqu'à nos jours*. Belgique.
- Leblanc, C. et al., 2019. *Management and prevention of imported malaria in children. Update of the French guidelines, p 127-140*.
- Legro, V., 2014. *Etude dynamique et Protéomique de l'interaction entre Aedes albopictus et les virus de la dengue et du Chikungunya*.. Toulouse.
- Lema, E., 2000. Etude qualitative de la faune culicidienne et son influence sur la prévalence plasmodiale en milieu urbain et périurbain de Yaoundé. Mémoire DI.P.E.S II ENS: 41..
- Lupi, E., Hatz, C. & Schlagenhauf, P., 2013. *The efficacy of repellents against Aedes, Anopheles, Culex and Ixodes spp. - A literatue review : Travel Medicine and Infectious Disease*. 375-409.
- Maiga, H., 2015. *Etude de la bio-écologie des mâles d'Anopheles gambiae s.l. et optimisation des méthodes d'élevage dans une perspective de développement de la lutte génétique*. [En ligne]
 Available at: https://www.researchgate.net/publication/331298922_Etude_de_la_bio-ecologie_des_males_d'Anopheles_gambiae_sl_et_optimisation_des_methodes_d'elevage_dans_une_perspective_de_development_de_la_lutte_genetique
 [Accès le 14 Mai 2021].
- Manus, J., 2018. *La fièvre du Nil Occidental en bref : Revue francophone des Laboratoires*, p10.
- Merle, H. & Benzekri, R., 2018. *Manifestations oculaires de chikunguniya et de l'infection à zika*. p 1-11.
- Monath, T., 2006. *Yellow as an endemic/epidemic disease and priorities for vaccination*.. s.l.:Bull SocPatholExot.
- Nabti, I. & Bounechada, M., 2020. Biodiversité des moustiques dans la région de Sétif (Hautes Plaines Algériennes), densité et répartition des espèces sur deux zones climatiques..
- Nebri, R., Berrouane, F. & Doumandji, S., 2014. *Distribution and Comparative Diversity of Nematocera within four livestock types in the plain of Mitidja Algeria*. Algérie.
- Neveu-lemaire, 1952. *Précis de Parasitologie Vétérinaire, Maladies Parasitaires des animaux domestiques*. 3 éd. s.l.:Vigot frères.
- O.M.S., 2011. *Weekly epidemiological records*.

O.M.S., 2016. *Weekly epidemiological record*.

O.M.S., 2017. *Weekly epidemiological record*.

Rakotoarivelo, R. et al., 2011. *Severe presentations of Rift Valley Fever in Madagascar*. 319-320.

Rogers, D., Wilson, A., Hay, S. & Graham, A., 2006. *The global distribution of yellow fever and dengue*. s.l.:AdvParasitol..

Roth, M., 1974. *Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes* p 125-139.

Seda, J. & Horrall, S., 2019. Stat Pearls Treasure.

Sérandour, J., 2009. *Contribution à l'étude des moustiques anthropophiles de France: le cas particulier du genre Coquillettida*. p 57-58.

Singh, S. & Mann, B., 2013. Insect bite reactions.

Takken, W. & Knols, B., 2007. *Waiting for the tiger: establishment and spread of the Aedes albopictus mosquito in Europe*. p 421-260.

Tine-Djebbar, F., Larhem, A. & Soltani, N., 2011. Enzyme Immunoassay measurements of the molting hormone in different post-embryonic of two mosquito species, *Culex pipiens* *Culiseta longiareolata*. *African Journal of Biotechnology*, , Issue 10.

Tolou, H., 1996. *La fièvre jaune: aspect modernes d'une maladie ancienne*. s.l.:Med Trop.

Vachon, M. & Legendre, R., 1985. *Arthropodes In Encyclopaedia Universalis*, p807-810.

Vacus, G., 2012. Expansion géographique d'*Aedes albopictus*. Quel risque de maladies émergentes en France métropolitaines. Mémoire pour l'obtention du diplôme de médecine agricole. INMA, France, p111.

Wanson, M., 1949. Une technique simple d'élevage des moustiques *Taeniorhynchus*.

Weaver, W., 2010. *Reisen Present and future arboviral threats*. *Antiviral Res*, p85.

Xue, R., Barnard, D. & Ali, A., 2009. Influence of multiple blood meals on gonotrophic dissociation and fecundity in *Aedes albopictus*. 4(25).

Yin, C. et al., 2020. Roles of Symbiotic Microorganisms in Arboviral Infection of Arthropod Vectors: Trends in Parasitology. pp. 607-615.