

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université *Mouloud Mammeri* de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Spécialité : biologie et contrôle des populations d'insectes

Sujet

**Synthèse bibliographique sur les moustiques (Diptera :
Culicidea) en Algérie et lutte employée**

Présenté par :

M^{elle} CHIKH Sabrina & M^{elle} DJEMA Kenza

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} ALI BENALI-LOUNACI Z. Maître de conférences A à l'UMMTO

Promotrice : M^{me} AOUAR -SADLI M. Professeur à l'UMMTO

Examineur : M^r MOULOUA A. Maître de conférences A à l'UMMTO

Co-promotrice : M^{me} OUSSAD N. Doctorante à l'UMMTO

2019/2020

Remerciements

*Avant tout, nous tenons à remercier **ALLAH** le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la force et la bonne santé, la patience, la volonté et le courage de mener à bon terme ce modeste travail.*

Au terme de ce travail

*Nous tenons à exprimer nos profondes gratitudee et nos sincères remerciements à notre enseignante et promotrice Mme **AOUAR-SADLI MALIKA** professeur à l'UMMTO, pour son encadrement, son soutien, ainsi que pour ses conseils instructifs durant toute la période de la réalisation de ce travail.*

*Nos plus profonds remerciements à notre Co-promotrice Mme **OUSSAAD NADIA** Doctorante à l'UMMTO de nous avoir guidé pour mener à terme ce travail.*

*Nous devons toute notre reconnaissance à Mme **ALI BEN ALI LOUNACI ZOHRRA** Maitre de conférence de classe A d'avoir accepté d'honorer le jury entant que présidente.*

*Nous exprimons nos remerciements pour Mr **MOULOVA ABDELKAMAL** Maitre de Conférence de classe A pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes (amis, familles, enseignants, personnel de l'administration...etc.) Qui nous ont bien aidés à la réalisation de ce mémoire.



Dédicaces

Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime, je dédie ce modeste travail :

A Mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger. Que dieu le gardes et le protège.

A Ma mère pour son amour, son soutien, la tolérance et l'encouragement qu'elle a bien voulu consentir pour moi. Tous les mots restent faibles pour exprimer envers elle. Que Dieu la bénisse.

A ma chères sœurs Nassima et à mon cher frère Radouane que j'adore tellement et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.

A mon cher fiancé Djemal.

A ma grande mère, mes tantes et mes oncles.

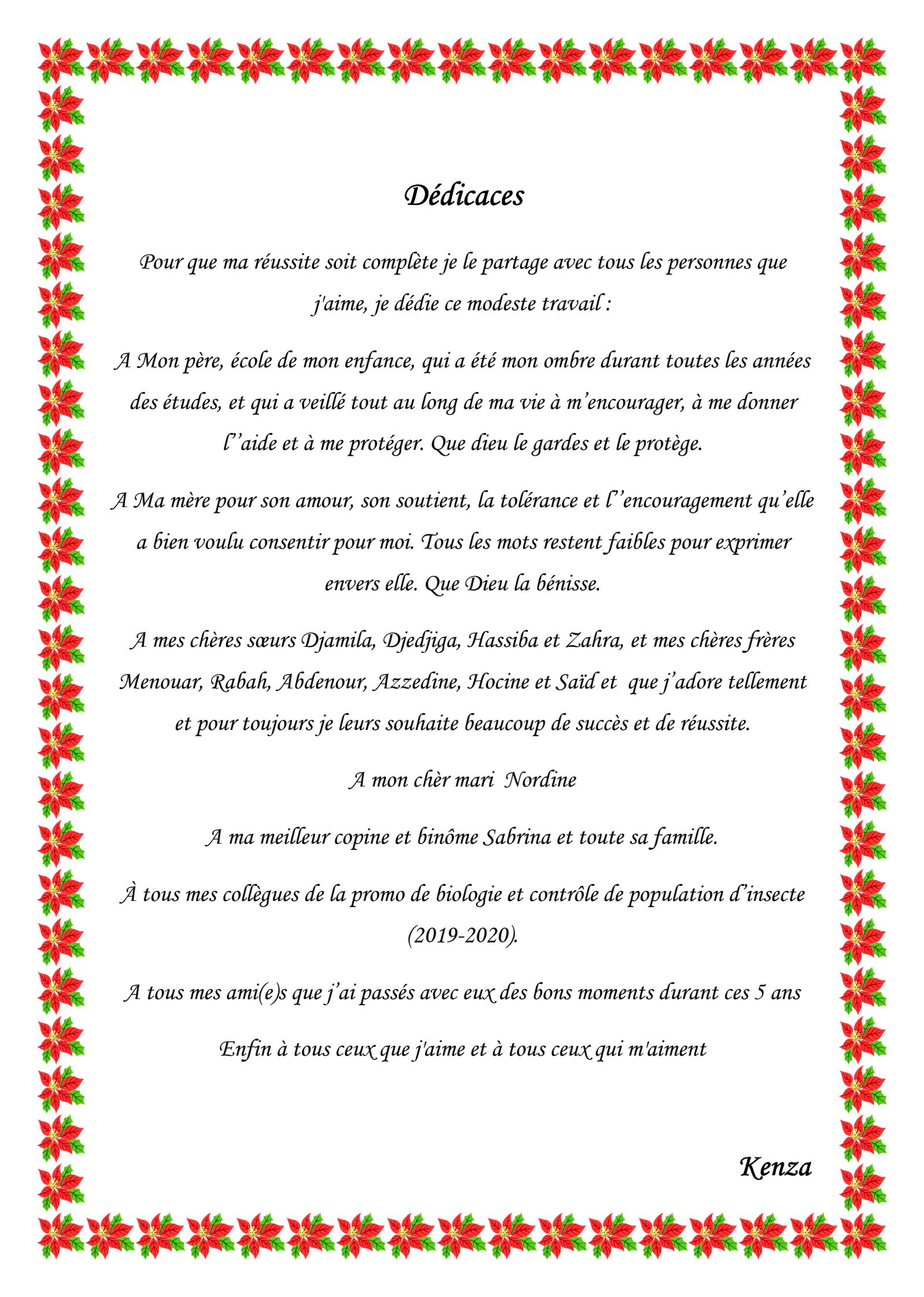
A ma meilleur copine et binôme Kenza et toute sa famille.

À tous mes collègues de la promo de biologie et contrôle de population d'insecte (2019-2020).

A tous mes ami(e)s que j'ai passés avec eux des bons moments durant ces 5 ans

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment

Sabrina



Dédicaces

Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime, je dédie ce modeste travail :

A Mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger. Que dieu le gardes et le protège.

A Ma mère pour son amour, son soutient, la tolérance et l'encouragement qu'elle a bien voulu consentir pour moi. Tous les mots restent faibles pour exprimer envers elle. Que Dieu la bénisse.

A mes chères sœurs Djamila, Djedjiga, Hassiba et Zahra, et mes chères frères Menouar, Rabah, Abdenour, Azzedine, Hocine et Saïd et que j'adore tellement et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.

A mon chère mari Nordine

A ma meilleur copine et binôme Sabrina et toute sa famille.

À tous mes collègues de la promo de biologie et contrôle de population d'insecte (2019-2020).

A tous mes ami(e)s que j'ai passés avec eux des bons moments durant ces 5 ans

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment

Kenza

La liste des figures

Figure 1: Les genres des Culicidae représentés en Algérie (BERCHI, 2000).....	3
Figure 2: Les œufs des trois genres de Culicidés (OMS, 2003).	4
Figure 3: Vue générale d'une larve (<i>Culicinae</i>) (BRUNHES et al, 2000).....	4
Figure 4: Aspect général d'une exuvie de larve (L4) de Culicidés (HOLSTEIN, 1949)	5
Figure 5:Aspect général d'une nymphe de Culicidés (CACHEREUL, 1997)	6
Figure 6: morphologie générale d'un adulte de <i>Culicinae</i> (BRUNHES et al, 1999)	7
Figure 7: Cycle biologique des <i>Culicidae</i> (BRUNHES et al., 1999).	9
Figure 8 : Classification des culicidae de l'Afrique méditerranéenne (BRUNHES et al. 1999).....	11
Figure 9: Quelques symptômes de Paludisme (BOUBIDI, 2008).	15
Figure 10: Eléphantiasis bilatéral chez un homme jeune avant et après traitement compressif de plusieurs mois (GILLET et al., 2010).....	16
Figure 11: Structure chimique d'un organochloré (PORTA et al., 2002).....	21
Figure12 : Structure générale d'un carbamate (ECOBICHON, 2001).....	22
Figure 13: Les insecticides de la classe des pyréthrinoïdes (ENDRIS et al., 2000)	23
Figure 14 : Isolats de <i>Lagenidium giganteum</i> agent de contrôle des moustiques (VILELA et al., 2015).	25
Figure 15 : Poisson larvivoire <i>Gambusia affinis</i> (galerie de NANFA, 2020).	26
Figure 16 : Aspect général d'un Copépode (CERINO, 2019).	26
Figure 17 : Notonecte adulte <i>Notonecta glauca</i> (HAMRSKY, 2020).....	27

La liste des tableaux

Tableau 1: Principales différences biologiques des moustiques <i>Anopheles</i>, <i>Aedes</i> et <i>Culex</i> (SMV et SFP, 2010).	10
Tableaux 2 : Synthèse des inventaires des moustiques réalisés en Algérie.	12
Tableau 3 : Principales affections vectorielles transmises à l'homme par les Culicidae (SMV et SFP, 2010).	14
Tableau 4: Liste des principales classes d'insecticides utilisées à ce jour. (MIGUEL &RUIZ ,1973).	20
Tableau 5: liste de certains insecticides commercialisés en Algérie.	29
Tableau 6 : Efficacité de quelques insecticides perturbateurs de la croissance des insectes à l'égard des larves du quatrième stade de <i>Culex pipiens</i>.	30

.

La liste des abréviations

ACHE: *Apium graveolens*

Ae: *Aedes*

An: *Anopheles*

Cs: *Culiseta*

Cx: *Culex*

D.D.T: Dichloro-diphenyl- trichloroethane

DENV: virus de la dengue

GST : *Global Storage Technologies*

HCH: l'hexachlorure de cyclohexane

INPES: L'Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé

INRS: Institut national de recherche et de sécurité

MEDD: Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie

OMS: Organisation mondiale de la santé

PCR : polymerase chain reaction

SFP: Société Française de Parasitologie

SMV: Société de Médecine des Voyages

Sp: espèce

Ur: *Uranotania*

WHO: World Health Organization

WN: West Nile

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I : Données bibliographiques sur les Culicidae

1. Systématique des Culicidae	3
2. Morphologie générale des Culicidés	4
2.1. Les œufs	4
2.2. La larve	4
2.3. La nymphe	6
2.4. L'adulte	6
3. Cycle de développement	8
3.1. La phase aérienne	8
3.2. La phase aquatique	9
4. Différences entre les principaux genres de moustiques	10
5. Moustique d'Algérie	11
6. Rôle pathogène de moustique	14
6.1. Les maladies d'origines parasitaires	14
6.1.1. Le paludisme	14
6.1.2. La filariose	15
6.2. Les maladies d'origine virale	16
6.2.1. La dengue	16
6.2.2. Le virus Nil occidental	16
6.2.3. La Chikungunya	17

Chapitre 2 : Méthodes de lutte utilisées contre les moustiques

1. La lutte physique	18
2. La lutte chimique	19
2.1. Modes d'action des insecticides	19
2.2. Les insecticides les plus utilisés dans le monde	20
2.2.1. Les organochlorés	20
2.2.2. Les organophosphorés	21
2.2.3. Les carbamates	22

2.2.4.	Les pyréthriinoïdes	22
2.3.	Inconvénients de la lutte chimique.....	23
2.3.1.	Résistances aux insecticides	23
3.	La lutte biologique	24
3.1.	Extraits de plantes	24
3.2.	Les bactéries entomopathogènes	25
3.3.	Les champignons entomopathogènes.....	25
3.4.	Les poissons larvivores.....	25
3.5.	Autres prédateurs naturels.....	26
4.	Lutte anti vectorielle (intégrée)	27
5.	Lutte anti vectorielle en Algérie	27
5.1.	Les insecticides commercialisés et utilisés en Algérie	27
5.1.1.	Le malathion.....	27
5.1.2.	La deltaméthrine	28
5.1.3.	DDT (Dichloro-diphenyl- trichloroethane).....	28
5.1.4.	Le bendiocarbe	28
5.1.5.	Le pirimiphos-methyl	29
5.1.6.	Efficacité des insecticides à l'égard des moustiques en Algérie	29
	Conclusion et perspectives.....	31
	Références bibliographiques	
	Résumé	

Introduction

Les arthropodes, constituent l'un des embranchements les plus importants du règne animale, tant par le nombre d'espèces (environ 80 à 85% des espèces animales connues) que par celui des individus. La classe des insectes représente à elle seule environ les trois quarts des arthropodes (RODHAIN et PEREZ, 1985). L'étude des insectes piqueurs - suceurs de sang, a pris un intérêt de premier ordre lorsque les scientifiques furent convaincus qu'ils étaient des agents vecteurs d'un grand nombre de maladies infectieuses de l'homme et des animaux (SENEVET et ANDARELLI, 1956).

Les Culicidae sont sans doute les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin. Ils sont vecteurs de trois groupes d'agents pathogènes pour l'être humain: Plasmodium, filaires ainsi de nombreux arbovirus (MURGUE *et al.*, 1950; ALAOUI SLIMANI *et al.*, 1999; ADJA *et al.*, 2011).

Les maladies à transmission vectorielles figurent parmi les principales causes des morbidités et des mortalités des hommes et des animaux. Leurs conséquences sur la santé publique et l'économie sont considérables; le contrôle de ces pathologies passe nécessairement par la connaissance la plus complète possible des vecteurs qui les transmettent (OMS, 2012). Les vecteurs sont des arthropodes capables de transmettre des maladies infectieuses d'un hôte (animal ou humain) à un autre. Il s'agit souvent d'insectes hématophages qui lors d'un repas de sang ingèrent des micro-organismes (Bactéries, Parasites ou Virus) pathogènes présents chez un hôte infecté (homme ou animal) pour les réinjecter dans un nouvel hôte à l'occasion du prochain repas de sang (LACEY et UNDEEN, 1986). Parmi ces vecteurs, les moustiques sont les mieux connus (OMS, 2012).

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, biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique dans des différentes régions (TINE, 2009). Dans le Nord de l'Algérie, BERCHI (2000) et BOUDEMAGH et penché sur l'inventaire et l'étude de la bioécologie des Culicidea, à l'est d'Alger et Tizi-Ouzou on note les travaux de LOUNACI (2003), à l'Ouest les travaux de HASSAINE (2002) à Tlemcen. Quelques d'inventaires sud algérien (Sahara), comme Oued Righ (Touggourt et Djamâa) et les travaux de région de Biskra (BENHISSEN, 2014).

Ces inventaires font apparaître la diversité de la faune Culicidienne et sa répartition géographique en Algérie. Leur répartition est déterminée essentiellement par des facteurs environnementaux et sociaux comme l'urbanisation, les systèmes d'assainissement, le changement climatique ou les modifications des pratiques agricoles. Quelques espèces à intérêt médical (*Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex perexiguus* et *Aedes caspius*) ou

vétérinaire (*Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata*) sont recensées (TINE-DJEBBAR *et al.*, 2011) .

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages. C'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies à vecteurs et de contrôle des insectes nuisibles (GUILLET *et al.*, 1997). Des campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes pour la réduction des nuisances au niveau des centres urbains et ruraux. L'efficacité des diverses méthodes de lutte est tributaire de la connaissance de la bioécologie de ces insectes (HIMMI *et al.*, 1998).

En raison des problèmes liés à l'utilisation des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, il y'a recours à des alternatifs naturels qui remplissent le même rôle que celui des insecticides de synthèse. L'efficacité de telles luttés, qu'elles soient chimiques ou biologiques, est tributaire de la connaissance de l'écologie de ces vecteurs.

Vu l'importance des Culicidae et dans le but d'améliorer et d'enrichir nos connaissances, nous contribuons par ce travail bibliographique afin d'étudier globalement la distribution et la dynamique des populations Culicidienne en Algérie et les principaux moyens de lutte employés. Notre étude est structurée en deux grands volets. Dans le premier chapitre, une analyse bibliographique sur les Culicidae, celui-ci comporte une partie sur la morphologie générale des Culicidae, le cycle de développement ainsi que les maladies vectorielles inoculées. Nous présentons une synthèse des travaux réalisés dans les différentes régions du pays. Le deuxième chapitre est consacré aux différents moyens de lutte contre les Culicidae dans le monde, avec une synthèse des principaux insecticides homologués, testés et commercialisés en Algérie. Enfin, une conclusion met l'accent sur les perspectives et les différents axes de recherche pour élucider certains problèmes causés par ces Culicidae.

Chapitre 1

Données bibliographiques sur les Culicidae

1. Systématique des Culicidae

Les Culicidés appelés communément moustiques, (SCHAFFNER, 2004) sont des arthropodes appartenant à la classes des insectes. Ils forment le sous-ordre des Nématocères à corps élancé dans l'ordre des Diptères (GRASSE *et al.*, 1970). Ils sont caractérisés par des antennes longues, fines et à multiples articles. Celles-ci sont plus développées chez le mâle que la femelle. Les femelles possèdent de longues pièces buccales rigides en forme de trompe, de type piqueur-suceur (MATILLE, 1993). Les Culicidae possèdent trois paires de pattes et un corps divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen (BEN MALEK, 2010). Les adultes possèdent une seule paire d'ailes pourvues d'écailles, la deuxième est transformée en haltères (ou balanciers), celle-ci sert d'organe de stabilisation pendant le vol. A ce jour, 3534 espèces de moustique, groupés dans 44 genres et 145 sous-genres sont inventoriés à l'échelle mondiale, mais un bien moins grand nombre pique l'homme (HARBACH, 2007). La famille des Culicidae est répartie en 3 sous-familles : Anophelinae, Culicinae et Toxorhynchitinae. (KNIGHT et STONE 1977).

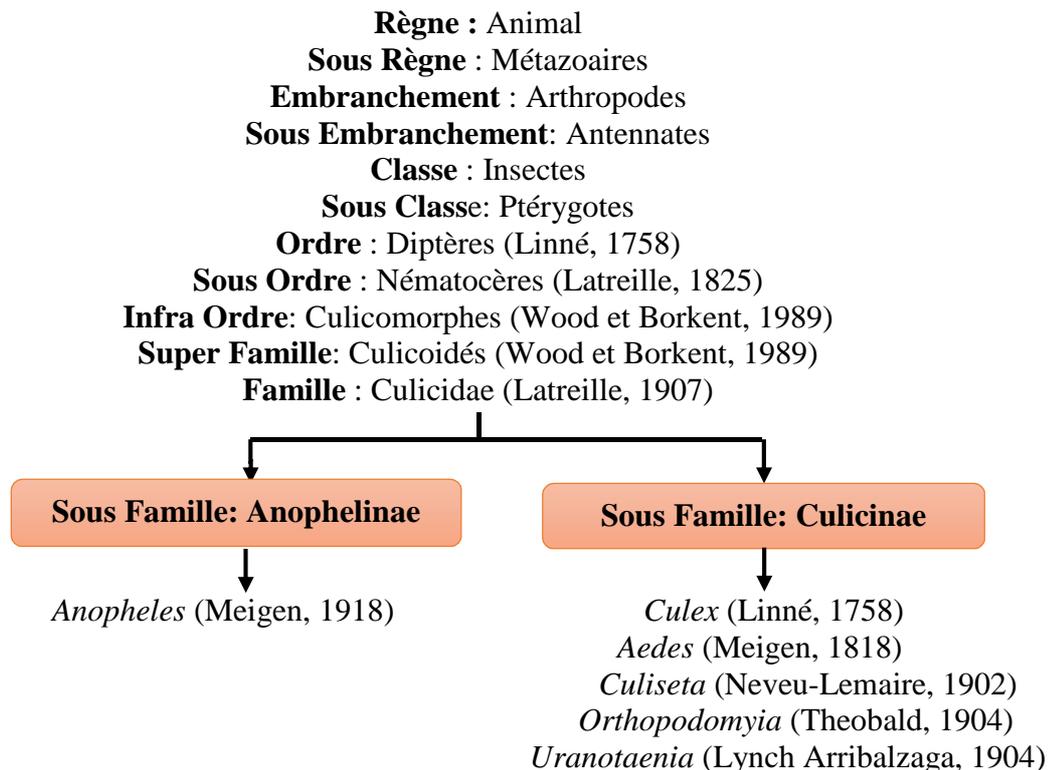


Figure 1: Les genres des Culicidae représentés en Algérie (BERCHI, 2000).

2. Morphologie générale des Culicidés

La morphologie des moustiques varie avec le stade de développement, le genre et l'espèce.

2.1. L'œuf

Les œufs mesurent environ 1 mm de long (LANE et CROSSKEY, 1993), sont déposés à la surface de l'eau par les femelles, d'abord blancs puis deviennent bruns noirâtres (ROTH, 1980; RESSEGUIER, 2011). Selon les genres, ils peuvent être ovoïdes et pourvus de flotteurs latéraux chez les *Anopheles* ou apicaux chez les *Culex* ; subtriangulaires, à l'exemple du genre *Aedes*, sphériques chez les Toxorhynchites ou ont un filament terminal (*Mansonia*). Ils peuvent être pondus isolément ou sous forme de radeaux (Fig. 2).

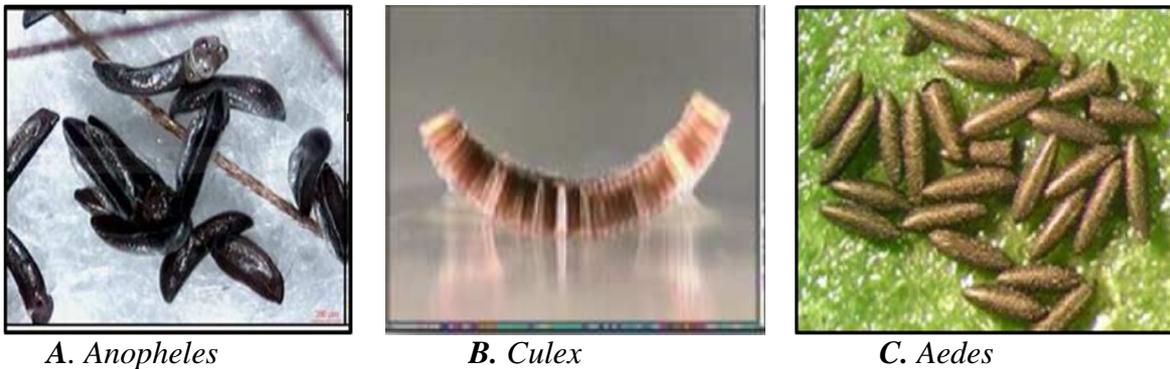


Figure 2: Les œufs des trois genres de Culicidés (OMS, 2003).

2.2. La larve

Le stade larvaire est aquatique, les larves de Culicidae se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes (Fig.3). On distingue quatre stades larvaires notés généralement L1, L2, L3, L4 ; dont les trois premiers ne présentent pas des caractères taxonomiques précis, seule la larve du 4ème stade rend la dichotomie facile. Ces larves sont clairement constituées de trois parties: la tête, le thorax et l'abdomen. (DAHL, 2000).



Figure 3: Vue générale d'une larve (L4) (*Culicinae*) (BRUNHES *et al*, 2000).

2.2.1. La tête

Bien dégagée du thorax, la tête est capable d'effectuer une rotation de 180° autour de son axe qui lui permet de se nourrir à la surface de l'eau (BERCHI, 2000). Elle est formée de trois plaques chitineuses unies par des sutures: une plaque dorso-médiane unique aussi appelée le fronto-clypeus, deux plaques latérales symétriques nommées Les épitrâniennes. La tête porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux et ventralement, deux palpes maxillaires et les pièces buccales (HIMMI, 2007). Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables qui permettent l'identification. (BECKER, 2011).

2.2.2. Le thorax

Le Thorax est plus large que la tête (BALENGHIEN, 2006). Il est subdivisé en: prothorax, mésothorax et métathorax. Le thorax porte des soies (Fig. 4). L'arrangement des soies prothoraciques permettant de reconnaître les espèces (SENEVET et ANDARELLI, 1955; RIOUX, 1958).

2.2.3. L'abdomen

L'abdomen est allongé sub-cylindrique, est composé de neuf segments individualisés, dont le huitième possède un intérêt majeur en taxonomie (SINERGE, 1974) et où se détache le siphon respiratoire caractérisant la sous-famille des Culicinae. Chez les *Anopheles*, le siphon est totalement absent. (RIOUX, 1958).

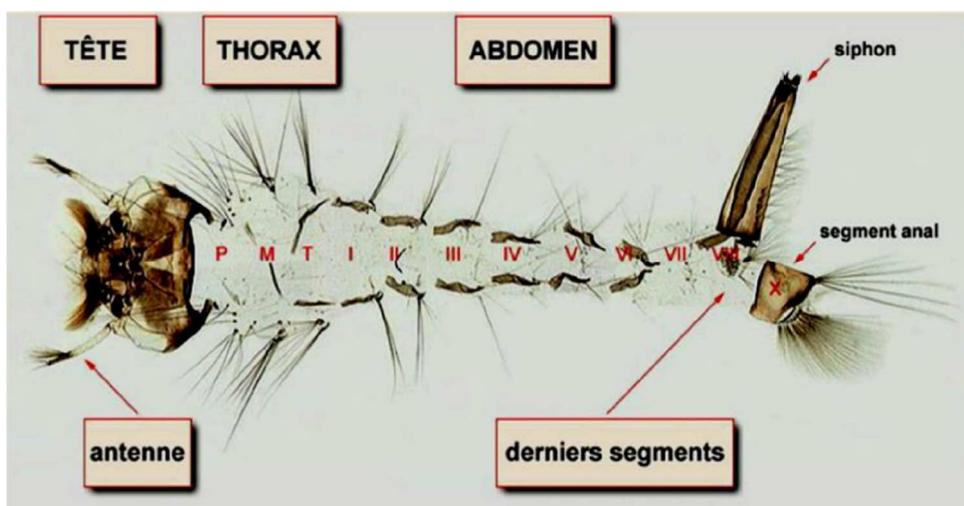


Figure 4: Aspect général d'une exuvie de larve (L4) de Culicidés (HOLSTEIN, 1949).

2.3. La nymphe

La nymphe est en forme de virgule ou de point d'interrogation. Sa tête fusionne avec le thorax pour constituer un ensemble très développé appelé céphalothorax. Deux trompettes respiratoires s'ouvrent dorsalement au niveau du céphalothorax. L'abdomen est constitué de dix segments dont huit sont visibles. Le huitième segment porte deux palettes natatoires (RODHAIN et PEREZ., 1985). Pouvant elles-mêmes s'orner de denticules ou de soies. Il existe également de nombreuses soies sur les segments abdominaux (Fig. 5). La nymphe comprend trois parties (HASSAINE, 2002).

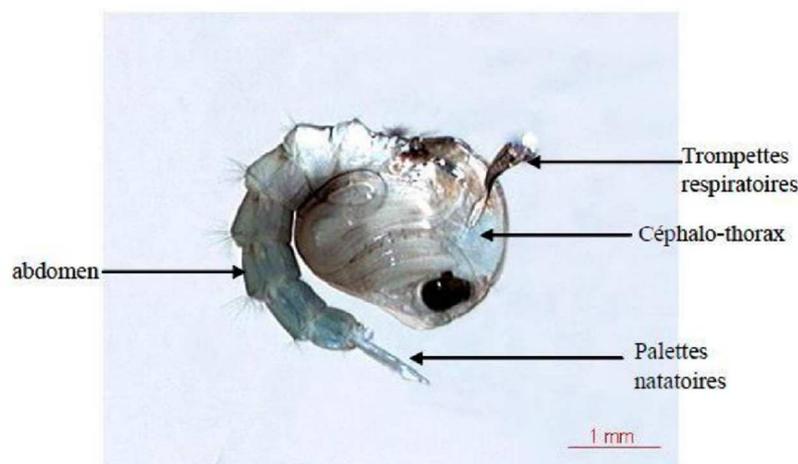


Figure 5: Aspect général d'une nymphe de Culicidés (CACHEREUL, 1997)

2.4. L'adulte

Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long (RODHAIN et PEREZ, 1985). Le corps comporte trois parties: la tête, le thorax, l'abdomen. (BENDALI-SAOUDI, 1989) (Fig. 6).

2.4.1. La tête

La tête est un des éléments permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et les espèces. Elle comprend deux yeux composés, de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et sur la face ventrale. Entre les yeux s'insèrent deux antennes constituées de 15 articles chez les mâles, 16 chez les femelles. Chez les mâles, elles portent de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses).

Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins nombreuses (antennes glabres). En dessous des antennes et de part et d'autre du proboscis se situent deux palpes maxillaires penta-articulées longues, dilatées ou non à leur extrémités, en suivant le genre et le sexe. Les six pièces buccales, transformées en stylets vulnérants, se disposent dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe vulnérante et douloureuse. Le labium présente à son extrémité deux languettes mobiles appelées labelles. (BOURBONNAIS, 2004).

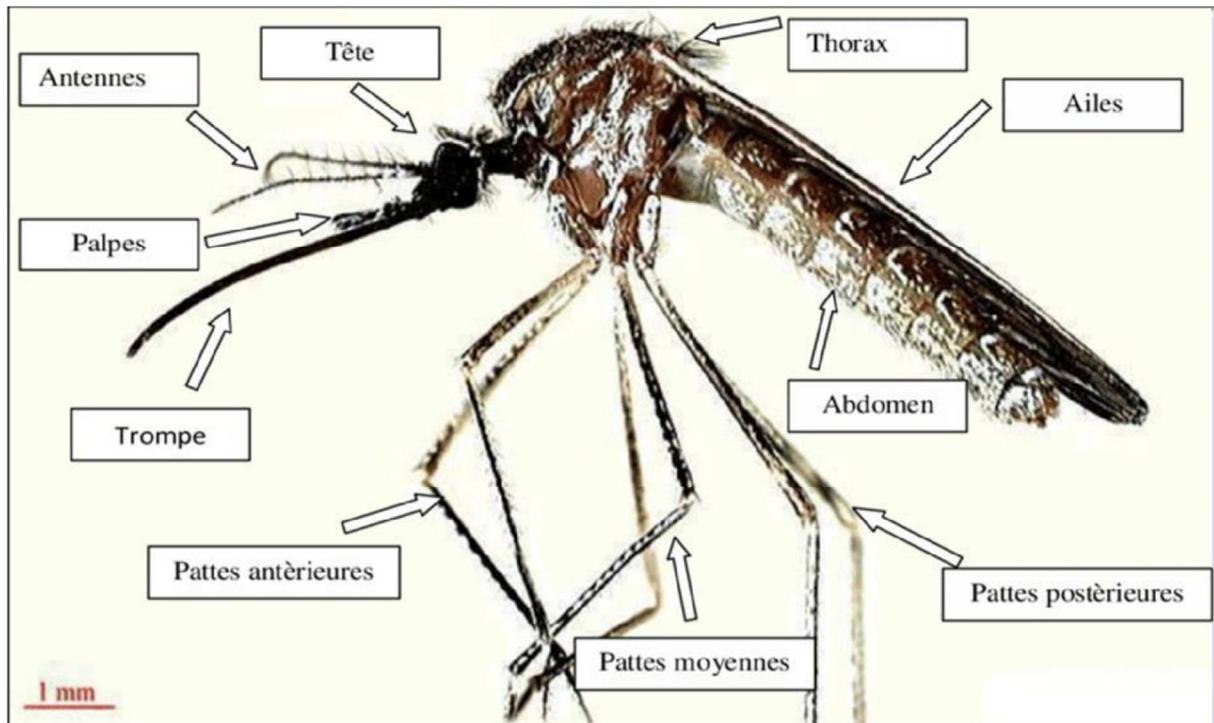


Figure 6: morphologie générale d'un adulte de *Culicinae* (BRUNHES *et al.*, 1999)

2.4.2. Le thorax

Il est globuleux, composé de trois segments soudés: prothorax, mésothorax et métathorax, dont chacun présente une partie dorsale (tergum) et une partie ventrale (sternum), les pièces latérales étant des pleurs. Sur chacun de ces segments s'insère une paire de pattes. Le mésothorax, très développé, porte en plus une paire d'ailes, une paire de stigmates et un prolongement appelé scutellum. Le métathorax porte une paire de stigmates et une paire de balanciers (ou haltères). (SEGUY, 1950). Nous trouvons aussi trois paires de pattes longues et grêles, souvent marquées de bandes blanches près du corps ou à l'autre extrémité. Chaque patte se compose de cinq parties : le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia, le tarse lui-même

composé de cinq articles (RHODAIN & PEREZ; 1985), dont le dernier porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles (FARAN et LINTHICUM, 1981). Les ailes des Culicidés, comme chez tous les Diptères présentent des nervures costales bariolées, des écailles sombres et des écailles claires. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance de vol du moustique (SEGUY, 1950). Des écailles de formes, de couleurs et de dispositions variées, couvrent également les segments thoraciques et les pattes.

2.4.3. L'abdomen

L'abdomen possède dix segments, mais seuls les huit premiers sont différenciés et visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale. Ces segments sont ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées (écailles absentes chez les Anophelinae). Les deux derniers segments sont modifiés pour les fonctions reproductrices (BERCHI, 2000). Le dixième segment porte le génitalia pour le mâle (phallosome) et les cerques pour les femelles. (LANE et CROSSKEY, 1993).

3. Cycle de développement

Les moustiques sont des insectes holométaboles (à métamorphoses complète) ; c'est à dire que les larves sont très différentes des adultes (YEED *et al.*, 2004). La durée du stade larvaire varie selon les espèces de Culicidae, la température du milieu, la densité larvaire ainsi que la disponibilité en nourriture (CLEMENTS, 1999). Le cycle de développement des moustiques dure environ douze à vingt jour (ADISSO & ALIA, 2005). Les stades de l'œuf, de la larve et de la nymphe sont aquatiques, alors que l'adulte est aérien.

3.1. Phase aérienne

Les adultes s'accouplent en vol ou sur la végétation et ont une distance de dispersion de un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle dotée d'un caractère particulier, celui du maintien en vie jusqu'à la mort des spermatozoïdes, conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spermathèque). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (DARRIET, 1998).

Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin ; duquel, elles puisent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité et calme (GUILLAUMOT, 2006). Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée selon les espèces (AYITCHEDJI, 1990).

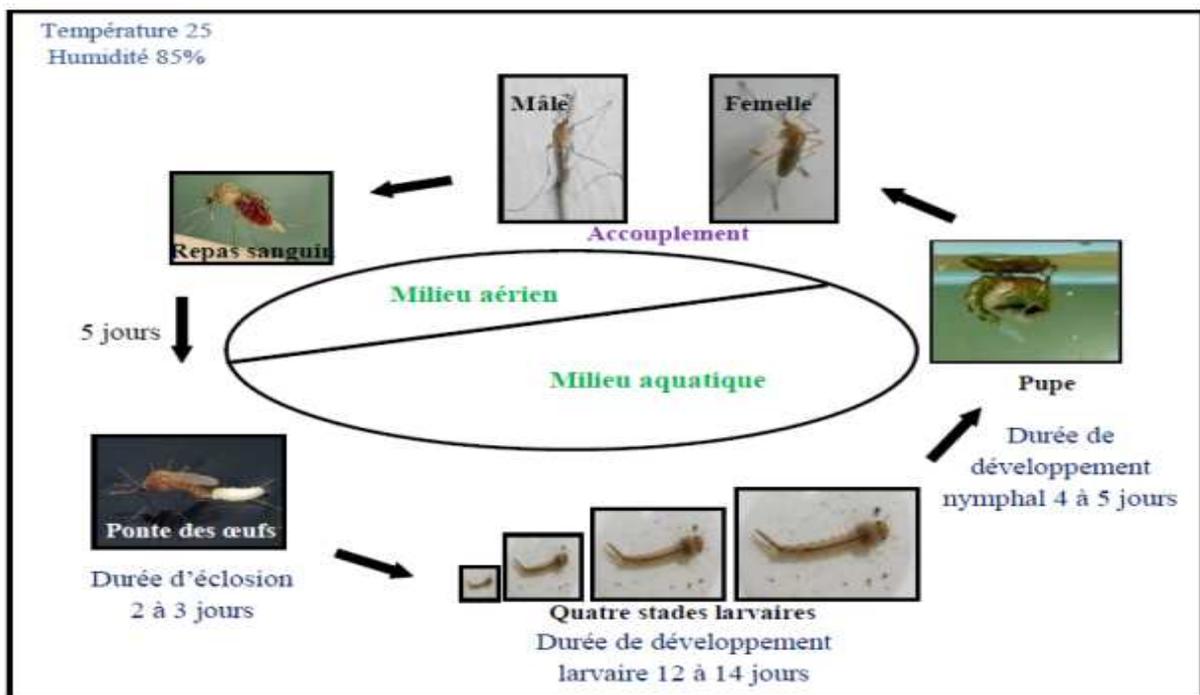


Figure 7: Cycle biologique des *Culicidae* (BRUNHES *et al.*, 1999)

3.2. Phase aquatique

Selon les espèces, les œufs sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs. Le stade ovulaire dure deux (2) à trois (3) jours dans les conditions de : température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. A maturité, les œufs éclosent et donnent naissance à des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). La larve (L1) se transforme en L2 et ainsi de suite jusqu'au stade L4 (Fig.07). Au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la larve (L4) mue et donne naissance à une nymphe : c'est la nympheose (GUILLAUMOT, 2006).

Sous forme de virgule, la nymphe est mobile et se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose). Ce stade dure entre un (1) à cinq (5) jours. A la fin, la nymphe s'étire et son tégument se fend dorsalement, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze (15) minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (RODHAIN et PEREZ, 1985). Les larves de Culicidae passent par les quatre stades mais seules les larves ayant atteint le quatrième stade font l'objet d'une identification fiable. Les nymphes sont élevées jusqu'à l'émergence et l'identification est faite sur l'imago (Lounaci, 2003).

4. Différences entre les principaux genres de moustiques

Le tableau 1 compare les caractéristiques biologiques des trois principaux genres de moustiques. Selon les genres de moustiques, l'activité hématophage est également variable en termes de mode de piqûre et d'aspect de la piqûre. Par ailleurs, des paramètres tels que l'habitat préférentiel participent aux critères de choix des stratégies de la lutte anti vectorielle (LAV).

Tableau 1: Principales différences biologiques des moustiques *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (SMV et SFP, 2010).

Différences	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Habitat préférentiel	Préférentiellement rural mais également péri-urbain ou urbain surtout en Afrique	Variable selon les espèces, mais parfois strictement urbain	
Horaire des piqûres	Nocturne (mais espèces crépusculaires en Amérique du Sud)	Diurne	Nocturne
Mode de piqûre	En une fois	Harcèle son hôte jusqu'à avoir pris un repas complet	Ordinairement, en une fois
Type de vol	Silencieux	Bruyant	
Aspect de la piqûre	Non douloureuse, peu de signes inflammatoires	Sensible avec signes inflammatoires plus ou moins importants	

5. Moustique d'Algérie

En Algérie seules les deux sous-familles *Culicinae* et *Anophelinae* sont représentées (BERCHI, 2000) avec six genres répartis comme suit : la sous famille d'*Anophelinae* comprend un seul genre uniquement qui est le genre *Anophèles* (MEIGEN, 1818). Dans La sous famille du *Culicinae*, on compte cinq genres : *Culex* (LINNE, 1758), *Aedes* (MEIGEN, 1818), *Culiseta* (Neveu LEMAIRE, 1902), *Orthopodomyia* (THEOBALD, 1904) et *Uranotaenia* (LYNCH ARRIBALZAY, 1904).

Les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 49 illustrées dans la (fig. 8) (BRUNHES *et al*, 1999).

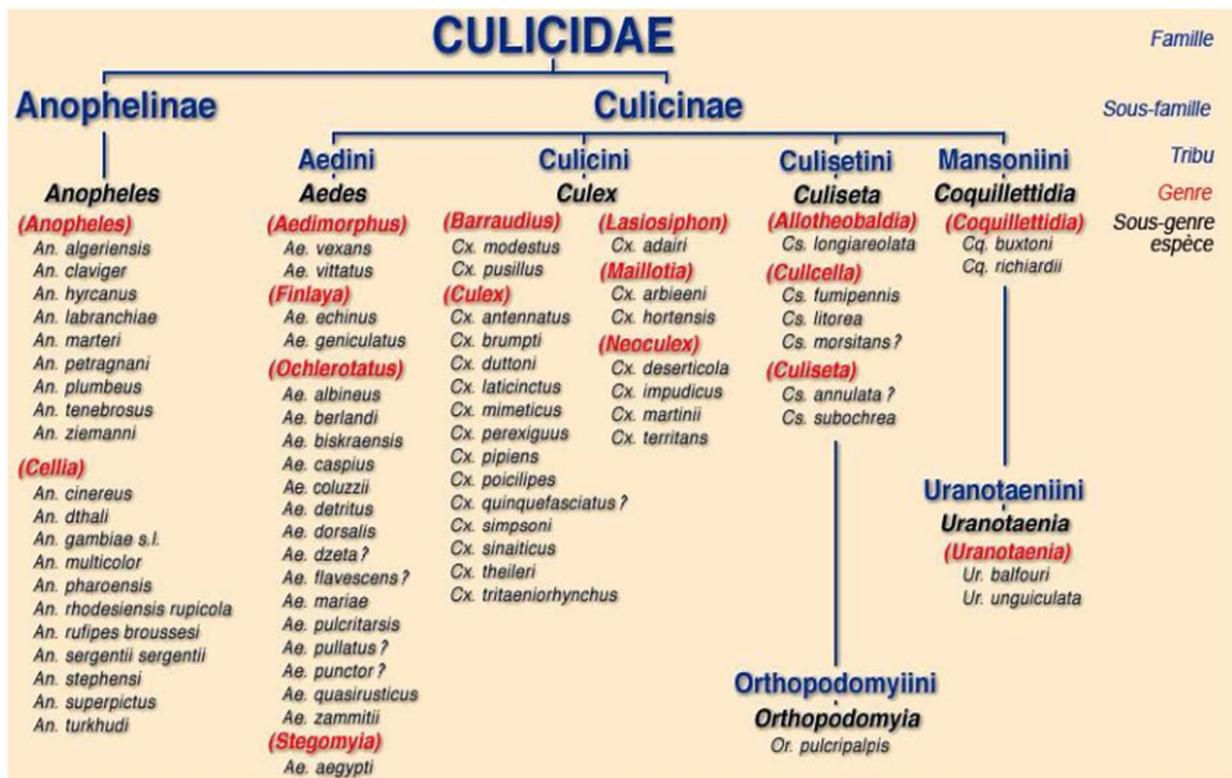


Figure 8 : Classification des culicidae de l'Afrique méditerranéenne (BRUNHES *et al.*, 1999)

LAFRI *et al.* (2014) a recensé lors d'un inventaire des moustiques effectués dans 28 régions d'Algérie (Tipaza, Boumerdes, Tindouf, Oran, Msila, Tlemcen... etc.), 17 espèces appartenant aux genres : *Culex*, *Culiseta*, *Aedes* et *Uranotania*. LOUNACI (2003) a capturé dans la partie orientale de l'Algérois, aux abords de marais de Reghaia et dans la région de Sébaou près de Tizi-Ouzou, 13 espèces de Culicidae réparties entre deux sous familles Anophelinae et Culicinae. Dans la région Est, plus précisément à Mila, MASSAI *et al.*,

(2010) a inventorié 12 espèces appartenant à 4 genres, c'est le cas de *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Anopheles labranchiae*, *Culex theileri*, *Culex impudicus*, *Culex hortensis*, *Culex deserticola*, *Culex modestus*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex antennatus*, *Culex laticinctus*, *Anopheles pharoensis*). Selon BOUABIDA *et al.*, (2012), il existe 9 espèces de Culicidae dans la région de Tébessa qui sont: *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Aedes caspius*, *Culex perexiguus*, *Culex laticinctus*, *Culiseta annulata*, *Culiseta subochrea*. Dans les zones humides de la région de Souk-Ahras, un inventaire effectué par BENMALEK *et al.* (2017) a révélé la présence de 18 espèces : 12 espèces appartenant au genre *Culex*, trois espèces du genre *Culiseta* (*Culiseta morsitans*, *Culiseta subochrea*, *Culiseta annulata*), deux espèces du genre *Anopheles* (*Anopheles coustani*, *Anopheles hyrcanus*), et une seule espèce appartenant au genre *Aedes* (*Aedes pilatus*).

Dans la région Ouest d'Algérie (Tlemcen), HASSAIN (2002) a noté la présence de 20 espèces. Par contre dans la zones arides de Biskra, BENHISSEN *et al* (2018) à révèlent la présence de 11 espèces appartenant à quatre genres différents. Le genre *Anopheles* est représenté par une seule espèce *Anopheles multicolor*. Le genre *Aedes* est représenté par trois espèces: *Aedes caspius*, *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus*. Le genre *Culex* compte 6 espèces et le genre *Culiseta*, une seule espèce qui est *Culiseta longiareolata*. L'inventaire systématique des Culicidae récoltés à la région de Boussaâda (BENHISSEN, 2018) a révélé la présence de 11 espèces appartenant à 4 genres différents *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* et *Culiseta*. Un peu plus au sud, dans la région du M'Zab-Ghardaia, l'étude morphotaxonomique des larves, des femelles et des génitalia ont permis d'identifier dix espèces (BOUKRAA *et al.*, 2012) on note la présence d'*Aedes caspius*, *Anopheles sergentii*, *Culex deserticola*, *Culex laticinctus*, *Culista subochrea* et *Uranotaenia unguiculata*. Selon (BRUNHES *et al*, 1999) les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 49 espèces.

Tableaux 2 : Synthèse des inventaires des moustiques réalisés en Algérie.

Espèce	Benhissen <i>et al.</i> (2018)	Bouabida <i>et al.</i> (2012)	Messai <i>et al.</i> (2010)	Lafri <i>et al.</i> (2014)	Boukraa <i>et al.</i> (2012)	Lounaci <i>et al.</i> (2014)	Brunhes <i>et al.</i> (2000)
<i>Cx pusillus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cx mimeticus</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>Cx brumpti</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cx. Pipiens</i>	+	+	+	+	+	+	+

<i>Cx. modestus</i>	-	-	+	-	-	+	+
<i>Cx. hortensis</i>	-	+	+	+	+	+	+
<i>Cx. theileri</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cx. deserticola</i>	+	-	+	+	+	-	+
<i>Cx. laticinctus</i>	+	+	+	-	+	-	+
<i>Cx. territans</i>	-	-	-	+	-	+	-
<i>Cx. impudicus</i>	-	-	+	+	-	+	+
<i>Cx. antennatus</i>	-	-	+	-	-	-	+
<i>Cx. perexiguus</i>	+	+	-	-	-	+	+
<i>Cx. arbieeni</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cs. Litorea</i>	-	-	-	+	-	-	+
<i>Cs. longiareolata</i>	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cs. annulata</i>	-	+	-	-	+	-	+
<i>Cs. subochrea</i>	-	+	-	-	-	+	+
<i>Cs. fumipennis</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. caspius</i>	+	+	-	-	+	+	+
<i>Ae. dorsalis</i>	+	-	-	+	-	-	+
<i>Ae. detritus</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. albopictus</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ae. geniculatus</i>	-	-	-	+	-	-	+
<i>Ae. Vexans</i>	-	-	-	+	-	-	+
<i>Ae. coluzzii</i>	-	-	-	+	-	-	+
<i>Ae. flavescens</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ae. quasirusticus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. pulcritarsis</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. aegypti</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. albineus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. berlandi</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. beskraensis</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. mariae</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. echinus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ae. Vittatus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. cineris</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. torrentium</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>An. multicolor</i>	+	-	-	+	-	-	+
<i>An. sergentii</i>	-	-	-	-	+	-	+
<i>An.pharoensis</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>An. labranchiae</i>	-	-	+	+	-	+	+
<i>An. algeriensis</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. Claviger</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. marteri</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. Dthali</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. petragnani</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. plumbeus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. rhodesiensis</i>	-	-	-	-	-	-	+

<i>An. rupicola</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. rufipes</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. superpictus</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>An. turkhudi</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Or. pulcripalpis</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Ur. Unguiculata</i>	-	-	+	+	+	+	+

Ae: *Aedes*, *An:* *Anopheles*, *Cx:* *Culex*, *Cs:* *Culiseta*, *Ur:* *Uranotania* ; *Or :* *Orthopodomyia*;
 (+) *presence* ; (-) *absence*.

6. Rôle pathogène des moustiques

Les Culicidés ont un rôle majeur dans la transmission des maladies. Certains parmi eux tirent profit de leur hôte sans causer de dégâts. D'autres ont la capacité de transmettre des agents pathogènes qui peuvent amener la mort de leur hôte (BENYOUB, 2007). Il suffit de dire que les *Culicidae* sont responsables de la transmission de plusieurs virus, protozoaires et nématodes qui causent des sérieuses maladies et de graves infections (comme le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, les encéphalites et les filarioses) (CALLOT et HELLUY, 1958 ; RODHAIN et PEREZ, 1985 ; BECKER *et al.*, 2003).

Tableau 3 : Principales affections vectorielles transmises à l'homme par les Culicidae (SMV et SFP, 2010).

Moustiques vecteurs	Agents pathogènes	Maladies
<i>Anopheles</i>	<i>Plasmodium sp.</i>	Paludisme
<i>Aedes</i>	<i>Flavivirus</i>	Fièvre jaune Dengue
	<i>Alphavirus</i>	Chikungunya
<i>Culex</i>	<i>Flavivirus</i>	Infection à West Nile virus Encéphalite japonaise
Tous les genres de moustiques	<i>Wuchereria bancrofti</i> et <i>Brugia malayi</i>	Filariose lymphatique

6.1. Les maladies d'origines parasitaires

6.1.1. Le paludisme

La malaria ou paludisme est une maladie parasitaire qui pose un grand problème de santé publique (SAMANIDON *et al.*, 1993). Les parasites responsables du paludisme sont des protozoaires de la classe des sporozoaires du genre *Plasmodium* transmit par les moustiques

du genre *Anopheles*. Environ 20 espèces de *Plasmodium* infectent les primates et près de 40 touchent les oiseaux et les reptiles (BECKER *et al.*, 2003). Le paludisme humain est causé par quatre espèces différentes: *P. falciparum*, *P. malariae*, *P. ovale* et *P. vivax*. L'homme est occasionnellement infecté par des espèces de *Plasmodium* qui parasitent normalement les animaux, c'est le cas pour *P. knowlesi* (OMS, 2014) qui représente le cinquième parasite du paludisme chez l'homme (FITGTREE *et al.*, 2010).

Chaque année, entre 300 et 500 millions de cas sont dénombrés, dans plus de 100 pays, ce qui engendre la mort de 1,5 à 2,7 millions de personnes par an, 90% de ces décès surviennent en Afrique sub-Saharienne et les victimes sont principalement de jeunes enfants. (OMS, 2009, 2010). De plus, les continents ne sont pas tous concernés de manière uniforme par les épidémies de paludisme qui varient selon la gravité des symptômes et le nombre de cas. En effet, la pathogénicité et la morbidité sont différentes d'une espèce de parasite à l'autre. *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, et *Plasmodium malariae* sont des espèces distribuées de manière inégale dans le monde, mais ne sont pas mortelles. L'espèce la plus pathogène, *Plasmodium falciparum*, est aussi responsable des cas mortels de paludisme (Institut Pasteur, 2013). La pathogénicité désigne l'aptitude que possède un vecteur d'assurer le développement du parasite et par la suite le transmettre lors d'un repas de sang ultérieur (FAILLOUX et RODHAIN, 1999).



Figure 09: Quelques symptômes de Paludisme (BOUBIDI, 2008).

6.1.2. La filariose

La filariose lymphatique, menace plus d'un milliard de personnes dans à peu près 80 pays. Sur les quelque 120 millions de personnes déjà affectées, plus de 40 millions sont gravement handicapées ou défigurées par la maladie (déformations sévères des membres et des organes génitaux). Ces aspects de la maladie ont de graves incidences psychologiques et sociales (SCIAMA, 2006). Chez l'homme, des lésions de filarioses lymphatiques sont causées par les filaires adultes : *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* et *Brugia timori*. Ces microfilaries sont transmises uniquement par de moustiques, de différents genres (*Culex*, *Anopheles*, *Aedes* et *Mansonia*) et la principale espèce vectrice est *Culex quinquefasciatus*

(CALLOT et HELLUY, 1958 ; ELDRIGE et EDMAN, 2000). Becker (2003), a énuméré 26 espèces de moustiques capables de transmettre la *Dirofilaria immitis*, agent causale de la *Dirofilariose canine* ou la maladie des vers du cœur chez le chien.



Figure 10: Eléphantiasis bilatéral chez un homme jeune avant et après traitement compressif de plusieurs mois (GILLET *et al.*, 2010).

6.2. Les maladies d'origines virales

6.2.1. La dengue

La dengue, parfois appelée « grippe tropicale » est une arbovirose transmise à l'homme par les moustiques du genre *Aedes*, *Aedes aegypti* étant le principal vecteur (Institut Pasteur, 2011; OMS, 2012). La dengue est une maladie endémique répandue dans les régions tropicales et subtropicales, urbaine et périurbaine, dans plus de 100 pays d'Afrique, d'Amérique, de la méditerranée orientale de l'Asie du sud-est et de la pacifique occidentale. Ces deux dernières régions sont les plus affectées (OMS, 1995). La transmission a surtout progressé en zones urbaines et périurbaines, où le moustique *Aedes* est particulièrement actif (OMS, 2012). Le virus de la dengue (DENV), un virus à ARN dont on distingue quatre sérotypes (DEN-1, DEN-2, DEN-3 et DEN-4), appartient à la famille des *Flaviviridae* et au genre *Flavivirus* (INRS, 2010 ; Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie, 2012).

6.2.2. Le virus du Nil occidental

La fièvre à virus WN est une arbovirose dont l'agent causal est un flavivirus isolé pour la première fois en 1937 dans le district du West Nile en Ouganda, chez une femme souffrant d'une forte fièvre (SMITHBURN *et al.*, 1940). Endémique à l'Afrique sub-saharienne puis détecté en Egypte dans les années 40, en Roumanie dans les années 50 et en Camargue (France) dans les années 60, le virus WN s'est, ensuite, largement disséminé en Afrique du Nord, en Europe, aux Etats-Unis puis au Canada et au Mexique (ZELLER et SCHUFFENECKER, 2004). Le cycle épidémiologique de la maladie implique des oiseaux migrateurs jouant le rôle de réservoir aviaire, des moustiques ornithophiles principalement du genre *Culex* en tant que vecteurs amplifiant la circulation virale entre les populations

d'oiseaux (HUBALEK et HALOUZKA, 1999). Les oiseaux migrateurs assurent l'introduction du virus d'Afrique vers les zones tempérées, en Afrique du Nord et en Europe (TRAORE LAMIZANA *et al.*, 1994; ZELLER, 1999). En présence de vecteurs ornithophiles tels que *Culex pipiens*, le cycle moustiques/oiseaux pourrait être initié si les facteurs favorables à la pullulation des moustiques sont réunis : pluies abondantes survenant généralement en automne, irrigation, températures élevées (MURGUE *et al.*, 2001a ; Durand *et al.*, 2004). Le vecteur est le plus souvent un moustique du genre *Culex* (*Culex pipiens* ou *Culex Modestus* en Europe). *Aedes albopictus* et *Aedes vexans* sont aussi suspectés de jouer ce rôle, car ils sont compétents pour ce virus (BANLENGHIEN, 2007 et Jourdain *et al.*, 2008). Depuis quelques années, le pouvoir pathogène du virus s'est modifié avec l'apparition de nombreuses atteintes nerveuses centrales et de décès observés principalement chez des personnes âgées en Algérie et en Roumanie mais aussi chez des oiseaux sauvages dans les zones d'émergence du virus (ZELLER, 1999).

6.2.3. Le Chikungunya

Le Chikungunya est une maladie virale qui se traduit par une fièvre élevée à début brutal et des douleurs vives aux articulations des membres (TABTI, 2015). Comme la dengue, le Chikungunya peut se transmettre selon deux modes: le cycle sylvatique et le cycle endémique. En milieu urbain, le virus est transmis d'homme à homme par l'intermédiaire des moustiques du genre *Aedes* (GAUZERE, 2011). Décrite pour la première fois à l'occasion d'une flambée dans le sud de la Tanzanie en 1952. Le Chikungunya, du makondé (dialecte de Tanzanie) « l'homme qui marche courbé », est une arbovirose transmise à l'homme par les moustiques du genre *Aedes* (*Ae. spp.* dont *Ae. Aegypti* et *Ae. albopictus*) (INPES & Ministère en charge de la santé, 2008). Ce nom illustre la posture caractéristique des patients atteints de chikungunya, en raison des douleurs articulaires qu'il entraîne (Institut Pasteur, 2010). En Afrique, plusieurs autres moustiques vecteurs ont été impliqués dans la transmission de la maladie, notamment les espèces du groupe *Aedes fuscifer-taylori* et *Aedes luteocephalus*. Il semblerait que certains animaux, y compris non-primates, des rongeurs, des oiseaux et de petits mammifères servent de réservoir (OMS, 1963). Le virus du chikungunya (CHIKV) est un virus à ARN du genre *Alphavirus* qui appartient à la famille des *Togaviridae*. Il a été isolé pour la première fois lors d'une épidémie à Entebbe (Ouganda) en 1953 (INPES, 2008).

Chapitre 2

**Méthodes de lutte utilisées contre les
moustiques**

Depuis l'antiquité, l'homme a toujours cherché à se protéger contre les arthropodes nuisant et vecteurs. Dans différentes régions tropicales, certaines pratiques traditionnelles permettent la réduction des piqûres de moustiques dans les habitations. Les moyens mis alors en œuvre étaient essentiellement des mesures d'aménagement de l'environnement (MOUCHET et CARNEVALE, 1991).

Dans le cadre de la lutte contre ces vecteurs de maladies parasitaires, des quantités très importantes d'insecticides sous forme de produits chimiques de synthèses sont déversées chaque année dans la nature. Cependant, certains produits chimiques telle que le D.D.T (Dichloro-diphényl- trichloroéthane), les organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certaines espèces (OMS, 1963 ; CHANDRE et *al.*, 1999 ; RODRIGUEZ et *al.*, 2002 ; KONAN et *al.*, 2003). Les recherches actuelles tentent alors de trouver d'autres produits naturels accessibles (les plantes, les champignons et les bactéries), moins toxiques pour mener cette lutte. On se tourne alors, de plus en plus vers les composés naturels issus des plantes pour la mise au point de nouvelles molécules insecticides.

1. La lutte physique

L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux d'aménagement de l'écoulement ou par d'autres moyens (OMS, 1974). Dans ce cadre, il est souvent préconisé en milieu urbain, de supprimer tout ce qui pourrait servir de réservoir potentiel d'eau stagnante. Ainsi que l'assèchement des zones marécageuses à des fins agricoles, les plantations d'arbres ou de plantes destinées à produire de l'ombre qui va ainsi gêner la multiplication des larves des moustiques (AZONDEKON, 2006). De même, il est nécessaire de respecter les normes d'hygiène et de gestion des déchets (OMS, 2014), Les autorités sanitaires recommandent le ramassage et le traitement des ordures ménagères, aussi de limiter les pots de fleurs ou les vases, de nettoyer régulièrement les gouttières, de fermer correctement les poubelles ou encore de remplir les fosses de gravier et d'obturer les creux d'arbre par du ciment. La lutte physique peut être aussi individuelle, elle est basée sur l'utilisation des moustiquaires de lit (des grillages aux portes et aux fenêtres, l'emploi des tortillons (fumigènes), des diffuseurs électriques et les vibreurs électrique (CHOI et *al.*, 1995).

2. La lutte chimique

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimiques de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustique. La première génération d'insecticide: sont des insecticides de synthèse qui datent d'avant 1940 (ex : dinitro-o-cresylate de potassium, dinitroorthocresol) et côtoyait des insecticides inorganiques (aceto-arsenate de cuivre), fluores (fluore de sodium), soufres (sulfure de carbone). La deuxième génération correspond aux insecticides organiques de synthèse divisée en organochlorés (DDT, lindane, endosulfan), organophosphorés (dichlorvos, chlorpyrifos, temephos) et carbamates (carbaryl, aldicarbe, propoxur). La troisième génération, apparue plus tard, comprend les pyrethrinoides de synthèse, les phenylpyrazoles (fipronil), les neonicotinoides (imidaclopride) et aussi les régulateurs de croissance d'insectes (RCI : fenoxycarbe, lufenuron) (REGNAULT- ROGER, 2005).

2.1. Modes d'action des insecticides

Au cours de ces dernières années, de nombreuses familles d'insecticides sont apparues. Elles peuvent être classées par groupe, selon leurs modes d'action et la cible visée (Tab. 4). Ces cibles sont variées et correspondent à des enzymes, des protéines, des canaux et des récepteurs. Certaines familles agissent sur la croissance en perturbant la mue des insectes (famille des diacylhydrazines), d'autres comme les benzoylurées, perturbent leurs développements (Tab. 4). Les insecticides interviennent également dans la respiration cellulaire ou encore au niveau des muscles, pour une toute petite partie d'entre eux. Cependant une classe reste largement majoritaire de part son efficacité élevée, elle correspond aux neurotoxiques. Ils agissent au niveau du système nerveux et renferment plusieurs familles d'insecticides comme les organochlorés ou les néonicotinoïdes (Tab. 4). D'autres insecticides sont également utilisés mais la cible et le mode d'action restent incertains ou méconnus comme le bifénazate (CASIDA, 2009). Toutes ces familles d'insecticides agissent donc au niveau de cibles bien distinctes.

Tableau 4: Liste des principales classes d'insecticides utilisées à ce jour. (IRAC, 2012)

Cible	Action	Familles	Exemples de molécules
Croissance et Développement	Biosynthèse de chitine	Benzoylurées	Chlorfluazuron, diflubenzuron, lufénuron, Novaluron
	Récepteur à l'ecdysone	Diacylhydrazine	Chromafénozide, halofénozide, Tébufénozide
Respiration Cellulaire	ATP synthase mitochondriale		Azocyclotine, Cyhexatine, Diafenthiuron
	Transport des électrons Dans la mitochondrie		Acequinocyl, Pyridabène, Phosphine
	Acétyl Coa carboxylase		Spirodiclofène, spiromésifène, Spirotetramate
Système nerveux	Canal N ⁺ voltage –dépendant	Organochlorés	DDT, Méthoxychloréoni
		Pyréthrinoïdes	Cyperméthrine, Deltaméthrine, Pyréthrine, Téfluthrine
	Acétylcholinestéras	Organophosphorés	Chlorpyrifos, Diazinon, Malathion, Parathion
		Carbamate	Aldicarbe ,carbaryl,carbosulfan, thiocarbe
	Récepteur nicotinique à L' acétylcholine	Néonicotinoïdes	Acétamipride, Imidaclopride, Nitenpyrame, thiaméthxam
		Spinosynes	Spinétorame, spinosad
	Récepteurs GAB allergiques	Phénylpyrazoles	Ethoprole, Fipronil
		Organochlorés	Chlordane, Endosulfan
	Récepteurs à l'octopamine		Amitrase
Récepteurs à la ryanodine	Diamines	Flubendiamide, Chlorantraniliprole	

2.2. Les insecticides les plus utilisés dans le monde

Les organochlorés (6%), organophosphorés (43%), carbamates (32%) et pyrethroides (6%) représentent la majorité des insecticides organiques utilisés actuellement (CPP, MEDD, 2002).

2.2.1. Les organochlorés (OC)

Les organochlorés (OC) sont des insecticides qui contiennent du carbone, de l'hydrogène et des atomes de chlore. Ces sont les insecticides les plus anciens, même s'il persiste actuellement peu de substances actives encore autorisées (ALAIN *et al.*, 2004).

Ils regroupent en :

- **Dérivés biphényles** dont le DDT ; le dicofol, le rhothane, le chlorbenside, le méthoxychlore.

• **Cyclodiènes** tel que l'aldrine, la dieldrine, l'endrine et l'endosulfan, souvent appliqués dans les domaines de la santé et de la protection des cultures, particulièrement dans la lutte contre les ravageurs du sol (HILDEBRANT, 2008).

• **l'hexachlorure de cyclohexane** également connu sous le nom de HCH, dont l'isomère (Lindane) est un insecticide polyvalent très utile. Il a été prouvé que dans les conditions tropicales, en raison de sa tension de vapeur relativement élevée, son action résiduelle n'est pas aussi satisfaisante que sous les climats tempérés (KUMAR, 1991).

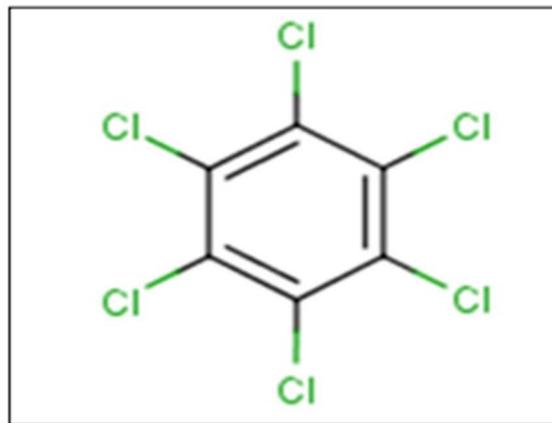


Figure 11: Structure chimique d'un organochloré (PORTA *et al.*, 2002).

2.2.2. Les organophosphorés

Les organophosphorés (OP) sont des insecticides qui agissent sur le système nerveux. Ils inhibent la synthèse de l'acétylcholinestérase (ACHE), qui est bloquée sous une forme inactive, empêchant la transmission de l'influx nerveux chez les insectes entraînant ainsi leur mort (FLOESSER, 2001). L'apparition d'une résistance des vecteurs aux organochlorés a conduit à leur remplacement par les organophosphorés et des carbamates. Toutefois, ces produits sont plus coûteux, généralement toxiques pour l'homme, et ils ont fréquemment un effet rémanent plus court que celui des organochlorés utilisés en santé publique. Parmi quelques centaines de composés organophosphorés, le malathion est l'insecticide le plus utilisé dans les programmes de lutte antipaludique. Les organophosphorés provoquent chez le moustique une excitabilité suivie de tremblement des extrémités et une paralysie entraînant la mort (CALLEC *et al.*, 1985).

2.2.3. Les carbamates

Le groupe des carbamates est composé d'un grand nombre de molécules, parmi lesquelles les plus connues et les plus utilisées en santé publique sont le propoxur, le carbonyl, le bendiocarb et le carbosulfan. Le propoxur par exemple, est très efficace contre les insectes domestiques, C'est un bon insecticide en traitement spatial extérieur contre les anophèles. Il est disponible sous forme de poudre mouillable et de concentré pour émulsion. Tout comme les organophosphorés, les carbamates sont des inhibiteurs des cholinestérases (CALLEC *et al.*, 1985).

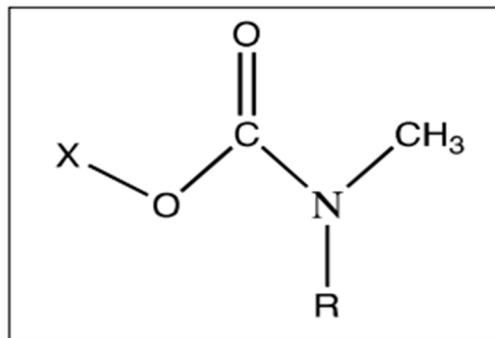


Figure12 : Structure générale d'un carbamate (ECOBICHON, 2001).

2.2.4. Les Pyréthrinoïdes

Sont des insecticides chimiques synthétiques. Leur structure chimique est adaptée à celle des pyréthrines. Ce sont des insecticides botaniques naturels produits par les fleurs de chrysanthèmes (*chrysanthemum cinerariaefolium* et *chrysanthemum cineum* : espèces retrouvées essentiellement en Afrique et en Australie). Ce sont des dérivés de la molécule pyréthrine, présente dans la fleur de pyrèthre dont l'activité insecticide était connue depuis l'époque des Perses. Les molécules de synthèse telles que le perméthrine, le cyperméthrine, le deltaméthrine sont des inhibiteurs d'estérases, ainsi que du canal sodium au niveau des membranes des neurones chez les insectes. Ces pesticides sont très puissants (FRERY *et al.*, 2013), peu résistants et moins stables dans l'environnement (ALIGON *et al.*, 2010).

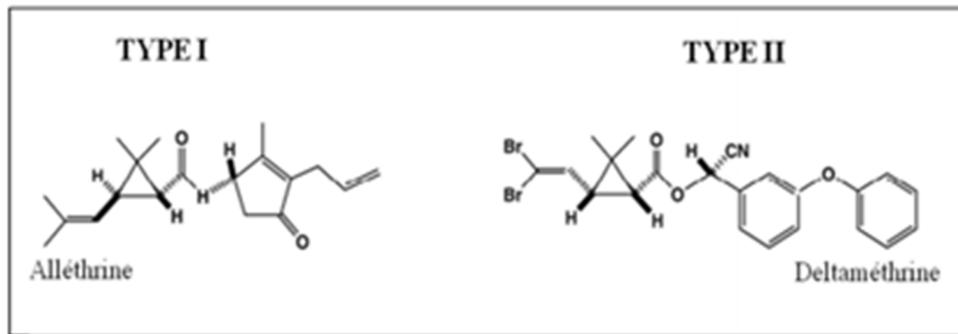


Figure 13: Les insecticides de la classe des pyréthriinoïdes (ENDRIS *et al.*, 2000).

2.3. Inconvénients de la lutte chimique

Les insecticides les plus efficaces contre les insectes sont aussi les plus dangereux (ROZENDAAL, 1999). Parmi les effets directs, les empoisonnements aigus des animaux sont les plus frappants (DARRIET, 2000). Par conséquent la modification de la biodiversité, de la taille des populations, de la dispersion des espèces entraîne un appauvrissement des écosystèmes. Chez l'homme, les conséquences immédiates d'une brève exposition varient d'un léger empoisonnement marqué par des lésions à de la peau, des vertiges ou des saignements de nez jusqu'à des troubles respiratoires. D'autres effets peuvent apparaître plusieurs années après l'exposition: cela va de lésion a des organes vitaux (foie, reins, poumons), d'allergies ou d'effets neurotoxiques, jusqu'à des effets cancérogènes, des anomalies chez l'embryon, des modifications du matériel génétique et des troubles de la reproduction ou diminution de l'immunité (ROZENDAAL, 1999).

2.3.1. Résistances aux insecticides

Les moustiques vecteurs deviennent de plus en plus résistants aux insecticides, les possibilités de lutte contre les maladies vectorielles telles que le paludisme deviennent strictement limitées, car peu de nouveaux insecticides ont été développés ces dernières années. En effet, différents mécanismes permettent aux insectes de résister à l'action des insecticides, regroupés en trois catégories comme suit: la résistance métabolique, la résistance par modification de la cible et la résistance comportementale (DJOGBENOU *et al.*, 2009). La résistance métabolique est la résistance à travers la détoxification métabolique elle est fondée sur les systèmes enzymatiques que les insectes possèdent pour se détoxifier naturellement. Ces systèmes comprennent les estérases, les mono-oxygénases du cytochrome P450 et les glutathion-S-transférases (HEONG *et al.*, 2011). La résistance comportementale repose sur une modification du comportement de l'insecte lui permettant d'éviter un contact avec la

molécule d'insecticide. Ce type de résistance est moins bien connue que les autres mécanismes de résistance (DJOGBENOU *et al.*, 2009). La méthode d'essai biologique biochimique et immunologique permet de détecter la résistance en se basant sur les estérases élevées (Ops et pyréthroides), oxydases à fonctions mixtes élevées (mfos) (pyréthroides et carbamates), des taux élevés de glutathion S-transférases (GST) le DDT et l'insensibilité à l'acétylcholinestérase (ACHE) OP et Carbamate). Dans les essais moléculaires, les sondes d'ADN et d'ARN sont utilisées pour détecter des gènes de résistance par réaction en chaîne de la polymérase (PCR).

3. La lutte biologique

La méthode biologique, a fait l'objet d'une nouvelle méthode lutte, plus sûre, plus sélective et moins toxique. Elle est représentée par l'utilisation de micro-organisme, champignons, poissons et même des extraits végétaux.

3.1. Extraits de plantes

Les extraits végétaux ont des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères (BENDALI, 1989, 2001 ; LEPAGE *et al.*, 1992; SALEH *et al.*, 2003; AOUINTY *et al.*, 2006). L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides, est connue depuis longtemps. En effet, le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (CROSBY *et al.*, 1966). Dans certaines régions d'Afrique, les feuilles de tabac malaxées avec l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques et les odeurs du Basilic *Ocimum basilicum*, Basil (Labiee) et de *Sarghina*, *Corrigiola telephiifolia* (Caryophyllacée) sont des répulsifs très efficaces (AOUINTY *et al.*, 2004). L'utilisation des extraits des plantes, comme type de lutte contre les insectes en Algérie a commencé à se développer, à travers une multitude des travaux récentes (KEMASSI *et al.*, 2008 ; LEBOUZ *et al.*, 2010 ; HABBACHI *et al.*, 2013). AOUINTY *et al.* (2006) ont montré l'efficacité des extraits de cinq plantes à différentes doses (1%, 2%, 3%, 4% et 5%), qui ont été testés sur quatre espèces différentes de moustiques tels que *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*. ABDUL RAHUMAN et VENKATESAN (2008) ont démontré l'activité des acides oléique et linoléique extraits de *Citrullus colocynthis* sur les larves des moustiques (*Aedes aegypti*, *Ae. stephensi* et *Culex quinquefasciatus*).

3.2. Les bactéries entomopathogènes

L'utilisation de micro-organismes entomopathogènes est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante de par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur grande variété, leur dissémination

facile, leur spécificité, d'action et aussi leur persistance dans l'environnement (AHMED et LEATHER, 1994). *Bacillus thuringiensis* (variété nommée *Israelensis*) et *Bacillus sphaericus* sont les bactéries les plus connues et les plus utilisées pour lutter contre les larves des moustiques (ZAHIRI *et al.*, 2002; MONNERAT *et al.*, 2004) .

3.3. Les champignons entomopathogènes

Plusieurs espèces de champignons entomopathogènes ont été isolées et testées sur la plupart des moustiques vecteurs de maladies et qui peuvent tuer à la fois la forme larvaire et adulte (SCHOLTE, 2004). Les espèces de champignons entomopathogènes les plus utilisées en lutte biologique appartiennent aux genres *Beauveria*, *Metharizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutella* et *Entomophthora* (DE KOUASSI, 2001).

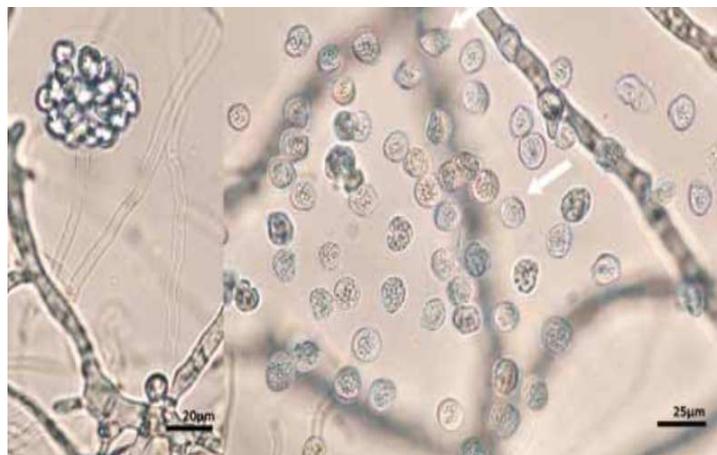


Figure 14 : Isolats de *Lagenidium giganteum* agent de contrôle des moustiques (VILELA *et al.*, 2015).

3.4. Les poissons larvivores

Dans différentes régions du monde, des poissons indigènes ont été utilisés pour contrôler les larves de moustique. C'est le cas de *Gambusia affinis*, *Poecilia reticulata*, *Oreochromis mossambicus*..., mais *G. affinis* reste l'espèce la plus utilisée en matière de lutte biologique contre les larves des moustiques (SCHLEIER *et al.*, 2007).



Figure 15 : Poisson larvifère *Gambusia affinis* (Galerie NANFA, 2020).

3.5. Autres prédateurs naturels

Dans le cadre de la lutte anti vectorielle (LAV), L'utilisation de prédateurs naturels est plutôt récurrente, notamment pour limiter les populations de larves de moustiques. Certains arthropodes sont aussi des prédateurs de larves de moustiques, comme les copépodes qui sont de petits crustacés parasites. Ainsi, il a été observé au Vietnam que l'utilisation de copépodes dans les grands réservoirs d'eau permettait d'éliminer les larves d'*Aedes* et *Anopheles* (KAY et VU, 2005).



Figure 16 : Aspect général d'un Copépode (CERINO, 2019).

La présence de Notonectes, qui sont de petites punaises aquatiques prédatrices, peut aussi dissuader les femelles moustiques de pondre dans le même bassin. Enfin, certaines larves de moustiques non hématophages, comme *Toxorhynchites sp.*, sont larvifères et mangent les larves des autres espèces, notamment d'*Aedes aegypti* (BONIZZONI *et al*, 2013). Concernant les prédateurs des moustiques adultes, les plus connus restent les chiroptères insectivores. Ainsi dans certaines villes françaises, des nichoirs pour chauvesouris ont été installés afin d'attirer de nouvelles populations qui favorisent la démositication naturelle (MAIRIE de SAINT-TROPEZ, 2015). Parmi les prédateurs aériens, on retrouve aussi de nombreux oiseaux comme les hirondelles ou les martinets.



Figure 17 : Notonecte adulte *Notonecta glauca* (HAMRSKY, 2020)

4. Lutte anti vectorielle (intégrée)

LAV est l'ensemble de moyens chimiques, physiques et biologiques qui vise à limiter les vecteurs et qui permet de maintenir leur population en dessous de la densité vectorielle critique (HIMMI *et al.*, 1998). L'efficacité d'une lutte dépend de la solidité de ses bases écologiques, en particulier, de la connaissance des variations spatio-temporelles, du développement et de l'activité de ces insectes (LOUNACI, 2003).

5. Lutte anti vectorielle en Algérie

Les stratégies de lutte employées en Algérie sont essentiellement basées sur l'utilisation d'insecticides. La quasi-totalité des insecticides utilisés en santé publique proviennent de la lutte contre les insectes d'intérêt agricole. On distingue les insecticides chimiques de synthèse et les insecticides biologiques.

5.1. Les insecticides commercialisés et utilisés en Algérie

5.1.1. Le Malathion

Ce composé appartient au groupe chimique des organophosphorés qui inhibent l'acétylcholinestérase, (ALDRIDGE, 1950). Cet insecticide présente une faible toxicité sur les mammifères avec une DL_{50} pour le rat par ingestion de 1 375 à 2 800 mg/kg (TOMLIN, 2000). En revanche son action biocide est élevée pour les poissons et les abeilles (TOMLIN, 2000). Il est le plus utilisé dans la lutte contre les moustiques. Il est fréquemment employé à Tahiti, en Guyane et en Guadeloupe pour lutter contre *Ae. aegypti*, vecteur de la dengue. Le malathion est le moins cher de tous les organophosphorés et ne présente que peu de danger pour l'homme s'il est appliqué suivant les recommandations de l'OMS. Le malathion possède

l'avantage de se dégrader rapidement dans l'environnement, ce qui limite dans le temps son impact sur l'environnement

5.1.2. La deltaméthrine

Cet insecticide qui appartient à la famille chimique des pyréthriinoïdes agit en perturbant la cinétique d'activation et d'inactivation du canal sodium, entraînant la paralysie puis la mort de l'insecte (LUND & NARAHASHI, 1983). Cet insecticide est pratiquement sans danger pour les mammifères avec une DL₅₀ pour le rat par ingestion de 135 à plus de 5 000 mg/kg (TOMLIN, 2000). Depuis plus de 20 ans, la deltaméthrine est recommandée pour lutter contre les stades adultes des moustiques. Comme pour la perméthrine (DARRIET *et al.*, 1984), la deltaméthrine a été l'un des premiers pyréthriinoïdes évalués en imprégnation de moustiquaires (RANQUE *et al.*, 1984 ; CARNEVALE *et al.*, 1988 ; ROBERT *et al.*, 1991). L'effet excitorépulsif de ce composé entraîne une limitation importante du contact entre l'homme et le moustique et en particulier pour *Anopheles gambiae*, le vecteur majeur du paludisme en Afrique. De nos jours, la deltaméthrine est l'insecticide le plus utilisé pour les imprégnations de moustiquaires car c'est un composé extrêmement efficace sur les moustiques à des doses très faibles (25 mg/m²).

5.1.3. DDT (Dichloro-diphényl- trichloroethane)

Le DDT qui appartient à la famille chimique des organochlorés agit sur le système nerveux central et périphérique, modifie la cinétique d'inactivation du canal sodium, il a une action rapide (Knock down) et est irritant (TOURE, 1979). Sa toxicité est assez faible contre les vertébrés, il a une forte rémanence, et est vendu moins cher. Il est malheureusement très stable et entraîne une accumulation dans la chaîne alimentaire. Le DDT a été et reste dans certains pays le produit de base de prévention du paludisme (OMS, 1995). Il a une corrélation négative sur la température, si la température ambiante est faible, le produit devient plus toxique (CARPENTER *et al.*, 2004).

5.1.4. Le bendiocarbe

Le bendiocarbe est une substance active, qui entre dans la composition des préparations phytopharmaceutiques, présentant un effet insecticide. Il appartient à la famille chimique des carbamates. Le bendiocarbe a été inventé en 1971 par Fisons Ltd auparavant et mise en marché sous forme de poudre mouillable. Aujourd'hui il est distribué par diverses firmes : Bayer, CropScience et Kuo Ching sous plusieurs noms : Ficam, Dycarb, Turcam, Tattoo, Seedox, Niomil, Garvox.

5.1.5. Le pirimiphos-méthyl

Le pirimiphos-méthyl est un composé appartenant au groupe chimique des organophosphorés qui inhibent l'acétylcholinestérase, une enzyme intervenant dans la régulation de l'influx nerveux (ALDRIDGE, 1950). Il appartient à la classe III de la classification de l'OMS, c'est-à-dire un insecticide peu dangereux pour l'homme dans les conditions normales d'utilisation (WHO, 2005). L'OMS a évalué le pirimiphos-méthyl comme larvicide et adulticide des moustiques. Le nom commercial du pyrimiphos-méthyl est différent selon les distributeurs : ACTELLIC 2D, ACTIVERT 2 DP, ACTELLIC 50EC.

Sa formule chimique est le O-[2-(diéthylamino)-6-méthyl-4-pyrimidinyl] O, O-diméthyl phosphorothioate .

En Algérie, certaines entreprises assurent l'importation de divers produits de santé publique, parmi eux les insecticides de lutte contre les moustiques (adulticide et larvicide), qui se présentent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: liste de certains insecticides commercialisés en Algérie.

Classe d'insecticide		Fournisseur	Nom commercial	Type d'action
Organophosphoré	Pyrimiphos-méthyl	Sarl DOUDAH	ACTIVAP 50% EC	Adulticide
	Temephos	Alphyt	LARVIPHOR	Larvicide
Pyréthroïdes	Cyperméthrine	Alphyt	INSECTANTE 10 % EC	Adulticide
	Permethrine	Sarl DOUDAH	PERSECT 25 % WP	Larvicide
Pyréthroïdes	Permethrine	Alphyt	CERAMETHRINE 10% EC	Adulticide
Pyréthroïdes	Deltaméthrine	Alphyt	ALPHYTHRINE 25% ULV	Adulticide
	Deltaméthrine	Sarl DOUDAH	TERMINATOR 25% WP-EC	Adulticide
Benzoylurées	Diflubenzuron	Alphyt	ALPHAZURON 20 % SC	Larvicide
Carbamates	Sulfure et Naphthalene	Sarl DOUDAH	VCR GR	Adulticide

5.2.6. Efficacité des insecticides à l'égard des moustiques en Algérie

Les principaux facteurs favorisant le développement de la résistance sont la fréquence d'application, la dose, la pérennité de l'effet, le taux de reproduction et l'isolement de la

population. C'est pourquoi, le développement de nouvelles molécules à faible risque écotoxicologique est recherché. Plusieurs travaux ont été réalisés en Algérie sur l'efficacité de certains insecticides à l'égard de larves de moustiques. Dans ce contexte, quelques insecticides sélectifs comme les inhibiteurs de la synthèse de la chitine comme le diflubenzuron (REHIMI 2004) ou le novaluron (DJEGHADER *et al.*, 2013), les mimétiques de l'hormone de mue (BOUDJELIDA *et al.*, 2005; DJEBBAR & SOLTANI, 2008; SOLTANI *et al.*, 2010) ou les analogues de l'hormone juvénile (kinoprene) (HAMAIDIA & SOLTANI, 2014) ou des formulations de bioinsecticides (*Bacillus thuringiensis*) (BOUDJELIDA *et al.*, 2008) ou d'un insecticide naturel tel que l'azadirachtine (ALOUANI *et al.*, 2013) ont été testés à l'égard des moustiques. Parmi les insecticides inhibiteurs de la synthèse de la chitine, le teflubenzuron est le plus efficace à l'égard des larves du quatrième stade de *Cx pipiens*. Concernant les mimétiques de l'hormone de mue, le methoxyfenozone est plus toxique comparativement à l'halofenozide (Tab. 8).

Une synthèse des travaux effectués sur l'efficacité de certains insecticides perturbateurs de la croissance à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens* en Algérie est représentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Efficacité de quelques insecticides perturbateurs de la croissance des insectes à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens*.

Insecticides	CL ₅₀	Références
Teflubenzuron	5,92 ng/L	REHIMI (2004)
Diflubenzuron	16,36 ng/L	REHIMI (2004)
Flucyclozuron	35,81 ng/L	SOLATANI & REHIMI (2002)
Triflumuron	36,25 ng/L	SOLTANI <i>et al.</i> , (1999)
Methoxyfenozone	6,65 µg/L	DJEBBAR (2008)
Halofenozide	12,58 µg/L	BOUDJELIDA <i>et al.</i> , (2005)
Azadirachtine	0,35 mg/L	ALOUANI <i>et al.</i> , (2009)
<i>Bacillus thuringiensis</i>	60,22 µg/L	BOUDJELIDA <i>et al.</i> , (2008)
Kinoprene	49,37 µg/L	HAMAIDIA & SOLTANI (2014)

**Conclusion
et
Perspectives**

Conclusion et perspectives

Une synthèse des inventaires faits dans différentes régions en Algérie, est réalisée. Elle fait apparaître un total de 55 espèces, appartenant à 6 genres, Le genre *Culex* est le mieux représenté avec un total de 14 espèces, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* semblent être les espèces les plus abondantes. Par ailleurs, La répartition de ces moustiques est déterminée essentiellement par des facteurs environnementaux et sociaux comme l'urbanisation, les systèmes d'assainissement, le changement climatique ou les modifications des pratiques agricoles. Certaines espèces, sont capables de se développer dans une grande variété de gîtes, elles sont d'ailleurs signalées dans plusieurs régions, Il s'agit tout particulièrement de *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex theileri* et *Ae. Caspius*. D'autres espèces sont au contraire inféodées à un type de gîte larvaire bien particulier comme les trous d'arbres, c'est le cas d'*Aedes berlandi*, *Anopheles plumbeus* et *Orthopodomyia pulcripalpis*. Quelques espèces à intérêt médical (*Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex perexiguus* et *Aedes caspius*) ou vétérinaire (*Culiseta longiareolata* et *Culiseta annulata*) ont été inventoriées.

La lutte anti vectorielle repose essentiellement sur l'utilisation d'insecticides composés des molécules neurotoxiques ayant eu à long terme des effets secondaires dans l'environnement comme l'apparition des espèces résistantes. Cette situation a encouragé le développement de méthodes alternatives tel que lutte chimique raisonnée, la lutte biologique et la lutte intégrée. En Algérie, quelques insecticides sélectifs comme les inhibiteurs de la synthèse de la chitine (diflubenzuron ou le novaluron), les mimétiques de l'hormone de mue ou des formulations de bioinsecticides (*B. thuringiensis*) ou même d'un insecticide naturel l'azadirachtine ont été testés à l'égard des moustiques. Ceci dit la plupart des insecticides commercialisés et utilisés sont ceux agissant sur le système nerveux et les muscles.

Perspectives

Au demeurant, la présente étude qui constitue un premier pas vers l'élaboration d'une base de données aussi complète, mérite d'être reprise et développée, de manière à :

- Mobiliser des moyens humains et financiers pour créer une véritable structure de surveillance avec des piégeages réguliers en relation avec des laboratoires spécialisés et équipés pour les déterminations des *Culicidae* et cela dans différentes régions du pays.
- Etudier les prédateurs de moustiques et leurs préférences dans le milieu afin de structurer une lutte biologique (essaies de prédation).

Conclusion et perspectives

- Etudier les effets des insecticides sur des souches de moustiques résistantes et assurer un suivi de l'évolution de cette résistance.
- la gestion des gîtes larvaires et d'assainissement et le renforcement des mesures de protection individuelle semblent des moyens préventifs applicables à privilégier.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Adisso D. et Alia R. (2005)**. Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net et Permanet dans les conditions de terrain. Mémoire de fin de formation en. *ABM-DITEPACUAC, Cotonou* : 79p.
2. **Adja A.M., N'Goran E.K., Koudou B.G., Dia I., Kengne P., Fontenille D. et Chandre F. (2011)**. Contribution of *Anopheles funestus*, *An.gambiae* and *An. nili* (Diptera: Culicidae) to the perennial malaria transmission in the southern and western forest areas af cote d'ivoire. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 105(1): 13-24.
3. **Ahmed S. I. et Leather S.R. (1994)**. Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management – some points for consideration. *Intern. J. Pest Management*. 40(4):287-292.
4. **Alain P., Michel B., Francine C., Michel C., Jean-Michel L., Carole L., Jérôme L. et Saida B. (2004)**. Pesticide, Risques et sécurité alimentaire. France. Tpi s.a.
5. **Alaoui Slimani N., Joud N., Benhoussa A. et Hajji K. (1999)**. Typologie des habitats d'*Anopheles* dans une zone urbaine (Diptera Culicidae). *Entomologiste*, 55(5): 181-190.
6. **Aldridge W.N. (1950)**. Some properties of specific cholinesterase with particular reference to the mechanism of inhibition by diethyl pnitrophenyl thiophosphate (E605) and analogues. *Biochem. J.* 46(4): 451-460.
7. **Aligon J., Marcel P. et Negre E. (2010)**. Résumé et interrogation de logs de requêtes OLAP. Technical report, Université François Rabelais Tours.
8. **Alouini A., Rehimi N. et Soltani N., 2013**. Bioefficacy of azadirachtin in controlling *Culex pipiens pipiens* (Diptera: Culicidae). *Jordan J. of Bio. Sci.* 6 (3): 217-222.
9. **Aouinti M., Gibaud A., Chateigner D. et Poncin-Epaillard F. (2004)**. Morphology of polypropylene films treated in CO₂ plasma. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*. 42(10): 2007-2013.
10. **Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. et Mahari S. (2006)**. Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés , *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotech. Agro. Soc et Envir (BASE)*. 10 (2): 67-71.
11. **Ayitchedji A.M. (1990)**. Bioécologie de *Anopheles melas* et de *Anopheles gambiae* s.s. Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière

Références bibliographiques

lagunaire, République du Bénin. Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou. 76p.

12. Azondekon R. (2006). Contrôle de qualité des moustiques imprégnés commercialisée, Mémoire Fin. Et. Univ. Benin: 78-90.

13. Balenghein T. (2007) .Les moustiques vecteurs de la fièvre du Nil occidental en camargue. *Insecte*, 146(3) :13-17.

14. Balenghien T. (2006). De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection en Camargue. Thèse d'université en ligne a <http://tel.archives-ouvertes.fr>.

15. Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J. et Kaiser A. (2003). Mosquitoes and their control. *Ed. Kluwer Academic*, New York. p498.

16. Becker, M. (2011). Systematische Personalentwicklung-Planung. *Steuerung und Kontrolle im Funktionszyklus*. Ed. Schäffer-Poeschel.472p.

17. Ben Malek H., Berna F. et D'Argembeau A. (2017). Reconstructing the times of past and future personal events. *Memory*, 25(10): 1402-1411

18. Bendali F., Djebbar F. et Soltani N. (2001). Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*. 57(4): 255-265.

19. Bendali-Saoudi F. (1989). Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène. Systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israelensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de Magister en Arthropodologie, Univ. d'Annaba.

20. Benhissen S., Habbachi W., Masna F., Mecheri H., Ouakid M. et Bairi A. (2014). Inventaire des culicidae des zones arides cas; des Oasis d'Ouled Djellal (Biskra ; Algérie). *Fac., Scie., BP 12 Uni., Badji Mokhtar - Annaba, Algérie*.6p.

21. Benhissen S., Rebbas K., Habbachi W. et Masna F. (2018). Bioactivity of *Nicotiana glauca* Graham (Solanaceae) and its toxic effects on *Culiseta longiareolata* (Diptera; Culicidae). *Inter. J. Res Ayur Pharm.* 9: 123-126.

22. Ben-Malek L. (2010). Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et rural de l'extrême Nord-est Algérien. Lutte bactériologique par le *Bacillus thuringiensis israelensis* sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonates d'*Anopheles maculipennis* labbranchia. Thèse de magister, Univ.Badji Mokhtar-Annaba, Algérie.

23. Benyoub N. (2007) .Contribution à l'étude de la bio ecologie des Culicidés (Diptera Nématocéra) dendrotelmes dans la commune de Mansourah (w. Tlemcen). *Men.Ing.Uni. Tlemcen. Fac.Scién* :85p.

Références bibliographiques

24. **Berchi S. (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doctorat. *Univ. Constantine*.133p.
25. **Bonizzoni M., Gasperi G., Chen X. et James A. A. (2013).** The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. *Trends in parasitology*, 29(9): 460-468.
26. **Bouabida H., Djebbar F., et Soltani N. (2012).** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Faun. Entomol.* 65: 99-103.
27. **Boubidi S-CH. (2008).** Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008: 49p.
28. **Boudemagh N., Bendali Saoudi F. et Soltani N. (2013).** Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4(3): 1-6.
29. **Boudjelida H., Aissaoui L., Bouaziz A., Smaghe G. et Soltani N. (2008).** Laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* (Vec tobac WDG) against mosquito larvae, *Culex pipiens* and *Culisata longiareolata*. *Comm. Appl. Biol. Ghent University*. 73 (3): 603-609.
30. **Boudjelida H., Bouaziz A., Soin T., Smaghe G. et Soltani N. (2005).** Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pest. Biochem. Physiol.* 83 (2/3): 115-123.
31. **Boukraa S., De La Grandiere A., Bawin T., Seye F., Zimmer J-Y., Haubruge E. et Francis F. 2012.** Diversity and breeding sites of mosquitoes (Diptera, Culicidae) potentially vectors of arboviruses in Belgian equestrian farms. 18th International Conference of European. *Society of Vector Ecology, Montpellier*, 120p.
32. **Bourbonnais D. (2004).** Contribution à l'étude de la biodiversité des Culicidae dans quelques gîtes prospectés dans la wilaya d'Alger et le marais de Réghaia. Perspectives d'utilisation de deux biolarvicides le Silicone Aquatain AMF et le Vectobac (Bti) dans la lutte contre *Culex pipiens*(LM).
33. **Brunhes J., Hassaine K., Rhaim A. et Hervy J.P. (2000).** Les culicides de l'Afrique Méditerranéenne : espèces présentes et répartition (Diptera : Nematocera). *Bulletin de la Société Entomologique de France*. 105(2): 195-204.

Références bibliographiques

34. **Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. et Hervy J. P. (1999).** Les Culicidés d'Afrique Méditerranéenne. Liste et répartition des espèces. *Bull. Soc. Entomol. Fr.*105(2) :195-204.
35. **Cachareul A. I. (1997).** Les moustiques: cycle de développement, aspects anatomophysiologiques et regulation du cycle ovarien. 131 p.
36. **Callec J.J., Hue B., et Callec M. (1985).** Le neurone, cible potentiel des insecticides. Insectes-Insecticides-Santé. *Colloque national d'Angers, mode d'action et utilisation des insecticides.* ACTA, 93-108 p.
37. **Callot J., et Helluy J. (1958) :** Parasitologie médicale. *Ed. Médicales Flammarion,* Paris: 645 p.
38. **Carnavale P., Robert V., Boudin C., Halna J.M., Pazart L., Gazin P., Richard A. et Mouchet J. (1988).** La lutte contre le paludisme par des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides au Burkina Faso. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 81: 832-846.
39. **Carpenter MJ & Ware GW. (2004).** Defending Pesticides in Litigation. 14th *Ed., West Group, St. Paul, MN.* 1054 p.
40. **Cassida J. E. (2009).** Pest toxicology: the primary mechanisms of pesticide action. *Chem .Res Toxicol.* 22: 609 -619.
41. **Chandre F., Darriet F., Manga L., Akogbeto M., Faye O., Mouchet J. et Guillet P. (1999).** Status of pyrethroid resistance in *Anopheles gambiae sensu lato.* *Bull. WHO.* 77(3):230-234.
42. **Choi H., Breman J., Teutsch S. (1995).**The effectiveness of insecticide-impregnated bed nets in reducing cases of malaria infection, a meta-analysis of published results. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 52 : 377-382.
43. **Clements A. N. (1999).** The Biology of Mosquitoes. (Sensory reception and behaviour). 1st Ed., CABI. London. 2: 752p.
44. **Crosby D. G. et al. (1966).** Natural pest control Agents. *Adv. Chem. Ser.* 53:1-16p.
45. **Dahl C. (2000).** Feeding in nematoceran larvae: ecology, behavior, mechanisms and principles. Proc 13th Europ SOVE Meeting, Ankara. *Soci Vector Ecol,* 21–27p.
46. **Darriet F. (1998).** La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies. *Ed. Khartala- orstom,* Paris. 111: 91 p.
47. **Darriet F. (2000).** La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies. 26-29 p.
48. **Darriet F., Robert V., Tho Vien N. et Carnevale P. (1984).** Evaluation de l'efficacité sur les vecteurs du paludisme de la perméthrine en imprégnation de moustiquaires

Références bibliographiques

intactes et trouées. Document miméographié OMS, WHO/VBC/84.899 et WHO/MAL/84.1008: 20 p.

49. **Djeghader N., Boudjelida H., Bouaziz A. et Soltani N. (2013).** Biological effects of a benzoylphenylurea derivative (Novaluron) on larvae of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Advances in Applied Science Research*. 4(4):449-456.
50. **Djogbenou L., Labbe P., Chandre F., Pasteur N. et Weill M. (2009).** Ace-I duplication in *Anopheles gambiae*: a challenge for malaria control. *Malaria Journal*. 8(1) : 70.
51. **Durand et al. (2004).** Virus West Nile: à nouveau en France chez l'homme et les chevaux. *Rev. Prat.*54: 703-710.
52. **Ecobichon D.J. (2001).** Pesticide use in developing countries. *Toxicology*, 160(1-3): 27-33.
53. **Eldridge B. F. et Edman J. D. (2000).** Medical entomology. Kluwer Academic Publisher. London, 659 p.
54. **Endris R.G., Matthewson M.D., Cooke M.D., Amodie D. (2000)** Repellency and efficacy of 65% permethrin and 9.7% fipronil against *Ixodes ricinus*. *Veterinary Therapeutics: Researrrch in Applied Veterinay Medicine*. 1(3): 159-168.
55. **Failloux A.B. et Rodhain F. (1999).** Apport des études de génétique des populations de moustiques (Diptera : Culicidae) en entomologie médicale, exemples choisis en Polynésie française. *Ann. Soc. Entomol.* 35 (1) : 1-16.
56. **Faran, M. E. et Linthicum K. J. (1981).** *A handbook of the Amazonian species of Anopheles (Nyssorhynchus) (Diptera: Culcidae)*. *Mosq. Syst.* 13 (1): 12.
57. **Figtree M., Lee R., Bain L., Kennedy T., Mackertich S., Urban M., Cheng Q. et Hudson B.J. (2010).** *Plasmodium knowlesi* in human, Indonesian Borneo. *Emergencia Infection Diseases*. 16(4): 672.
58. **Floesser-Mueller. et Schwack W. (2001).** Photochemistry of organophosphorus insecticides. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 172: 129-228.
59. **Fréry N., Guldner L., Saoudi A., Garnier R., Zeghnoun A. et Bidondo M. (2013).** Exposition de la population française aux substances chimiques del'environnement. Tome 2 - Polychlorobiphényles (PCB-NDL) / Pesticides. Institut de veille sanitaire, Saint Mauris.178p.
60. **Gaüzère B. (2011).** Infection à virus Chikungunya. CHR de La Réunion. Saint-Denis. [En ligne], <http://medecinetroppicale.free.fr/>, consulté le 19/03/2012.
61. **Grasse P., Raymond A. et Odette T. (1970).** Zoologie I, invertébrés, 2 Edition revues et complétée .*Ed Masson*, Paris : 718-722 p.

Références bibliographiques

62. **Guillaumot L. (2006).** Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p. Article. Site: Institut Pasteur. Date de consultation : 04.07.2008.
63. **Guillet C., Join-Lambert O., Le Monnier A., Leclercq A., Mechai F., Mamzer-Bruneel M.F. et al. (2010).** Human listeriosis caused by *Listeria ivanovii*. *Emerging infectious diseases*. 16(1): 136.
64. **Guillet-Deniau I., Burnol A. F. et Girard J. (1997).** Identification and localization of a skeletal muscle serotonin 5-HT_{2A} receptor coupled to the Jak/STAT pathway. *Journal of Biological Chemistry*. 272(23): 14825-14829.
65. **Habbachi W., Benhissen S., Ouakid ML. et Farine J.P. (2013).** Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganumharmala* (L) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophilamelanogaster* (Diptera-Drosophilidae). *Algerian journal of arid environment*. 3(1): 82-88.
66. **Hamaidia K. et Soltani N. (2014).** Laboratory evaluation of a biorational insecticide, kinoprene, against *Culex pipiens* larvae: effects on growth and development. *Annual Research and Review in Biology*, 4(14): 2263-2273.
67. **Hamrsky. (2020).** Freshwater Life. Macro photography of aquatic insects and other freshwater invertebrates.186p.
68. **Harbach R.E. (2007).** The Culicidae (Diptera), a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 13:201- 231.
69. **Hassaine K. (2002).** *Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (Aedes caspius, Aedes detritus, Aedes mariaae et Culex pipiens) dans la région occidentale algérienne.* Thèse doctorat. Fac. Sci. Aboubaker Belkaid. Univ. Tlemcen. 191 p.
70. **Heong Y.M., Othman W. B., Yunos J. B. M., Kiong T. T., Hassan R. B., et Mohamad M. M. B. (2011).** The level of marzano higher order thinking skills among technical education students. *International Journal of Social Science and Humanity*. 1(2): 121.
71. **Hildebrandt A., Guillamon M., Lacorte S., Tauler R. et Barcelo D. (2008).** Impact of pesticides used in agriculture and vineyards to surface and groundwater quality (north Spain). *Water research*. 42(13): 3315-3326.
72. **Himmi O. (2007).** Les Culicidae (Insectes, Dipteres) du Maroc: Systématique, Ecologie et Etudes Epidemiologiques Pilotes.Thèse de doctorat d'état en Biologie spécialité ecologie.Univ. Mohamed V- Agdal, Faculté des sciences Rabat.

Références bibliographiques

73. **Himmi O., Trari B., Elagbani M.A. et Dakki M. (1998).** Contribution à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Rabat - Kénitra (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat.* 21: 71-79.
74. **Holstein M. 1949.** Guide pratique de l'anophélisme en A.O.F. Dakar, Direction générale de la Santé publique, 55 p.
75. **Hubalek Z. et Halouzka J. (1999).** West Nile virus fever: a re-emerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerging Infectious Diseases.* 39: 113-120.
76. **INPES & Ministère en charge de la santé (2008).** Dossier spécial : Chikungunya, points sur les connaissances et la conduite à tenir (document réservé aux professionnels de santé).
77. **INRS (2010).** Virus de la dengue : agent de la dengue. [En ligne], <http://www.inrs.fr/eficatt/eficatt.nsf/%28allDocParRef%29/FCDengue?OpenDocument>, consulté le 19/03/2012.
78. **Institut Pasteur (2010).** Fiches maladies : chikungunya. [En ligne], <http://www.pasteur.fr/ip/easysite/pasteur/fr/presse/fiches-sur-les-maladies-infectieuses/chikungunya>, consulté le 19/03/2012.
79. **Institut Pasteur (2011).** Fiches maladies : dengue. [En ligne], <http://www.pasteur.fr/ip/easysite/pasteur/fr/presse/fiches-sur-les-maladies-infectieuses/dengue>, consulté le 02/02/2012.
80. **Jourdain E., Gauthier-Clerc M., Sabatier P., Grégoire O., Greenland T., Leblond A., Lafaye M. et Zeller H. (2008).** Magpies as Hosts for West Nile virus, Southern France. *Emerging Infectious Diseases.* 14(1): 158-160.
81. **Kemassi A. et Oueld El-Hadj M. (2008).** Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du sahara septentrional est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes deschistocercagregaria (forskål, 1775). *Mim. Mag. Uni de Kasdi Merbeh.Ouargla.* 165p.
82. **Knight K.L. et Stone A. (1977).** A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera, Culcidae). 2^é éd, *Thomas say foundation.* 6:611p.
83. **Konan K.S., Lazare K.K., Konank K F., Kouame K.I. et Dago G. (2013).** Evaluation des charges solides et caractérisation hydrochimique des eaux du lac du barrage hydroélectrique d'Ayamé 1 (Côte d'Ivoire). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre.* 2013(35) :17–25.

Références bibliographiques

- 84. Kouassi M. D. (2001).** Les possibilités de la lutte microbiologique. emphase sur le champignon entomopathogène *B. bassiana*. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*: 2 (2).
- 85. Kumar R. (1991).** La lutte contre les insectes ravageurs. *Insect pest control. Edition Edward Arnold Ltd.* 309 p.
- 86. Lacey L. A. et Undeen A. H. (1986).** Microbial control of black flies and mosquitoes. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 265-296.
- 87. Lafri M., Ferrouk M., Harkat S., Routel A., Medkouk M. et Dasilva A. (2014).** Caractérisation génétique des races ovines algériennes. *Chentouf M., Lopez-Francos A., Bengoumi M., Gabina D. (éds.). Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. Options méditerranéennes (CIHEAM), série A.* (108): 293-298.
- 88. Lane P. R. et Crosskey R. W. (1993).** Medical insects and arachnids. Chapman and Hall. Springer Science and Business Media. *Chapman and Hall.* 723p.
- 89. Lebouz I. et Oueld El-Hadj MD. (2010).** Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). *Mim. Mag. Uni de mohamed Kheider. Biskra.* 165p
- 90. Lepage T., Sardet C., Gache C. (1992).** Spatial expression of the hatching enzyme gene in the sea urchin embryo. *Dev. Biol.* 150(1):23-32.
- 91. Linne C. (1758).** *Systemanaturae per regna frianaturae.* Edition 10. Holmia, (1): 82p.
- 92. Lounaci Z. (2003).** Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse Mag. INA, El-harach: 324p.
- 93. Lounaci Z., Doumandji S., Doumandji-Mitche B. & Berrouane F.Z. (2014).** Dipterans biodiversity of agricultural and medico veterinary interest in the marsh of Reghaia (Algeria). *International Journal of Zoology and Research.* 4(5): 71-82.
- 94. Lund A.E. et Narahashi T. (1983).** Kinetics of Sodium Channel Modification as the Basis for the Variation in the Nerve Membrane Effects of Pyrethroids and DDT Analogs. *Pesticide Biochemistry and Physiology.* 20(2): 203-216.
- 95. Massai H., Matsumoto S., You Z., Yoshizawa-Sugata N. et Oda M. (2010).** Eucaryotic chromosome DNA replication: where, when, and how?. *Annual review of biochim* 79p.
- 96. Matille L. (1993).** Les diptères d'Europe occidentale. Introduction, techniques d'étude et morphologie. (Nematocères, Brachycères, Orthoptère et Aschizes). *Ed., Boubée, TL, Paris.* 439p.

Références bibliographiques

97. **Monnerat R., Da Silva S.F., Dias D.S., Martins E.S., Praça L.B., Jones G.W., Soares CM., de Souza Dias JMC. et Berry C. (2004).** Screening of Brazilian *Bacillus sphaericus* strains for high toxicity against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti*. *Journal of applied entomology*.128(7): 469-473.
98. **Mouchet J. et Carnevale P. (1991).** Les vecteurs et la transmission : épidémiologie. Le paludisme Ellipses U.R.E.F. 34-59p.
99. **Murgue B., Murri S., Zientara S., Durand B., Durand J.P. et Zeller H. (2001a).** West Nile outbreak in horses in southern France, 2000: the return after 35 years. *Emerg Infect. Dis.* 7(4): 692-6.
100. **O. M. S. (1963). Organisation Mondiale de la Santé 1963.** Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : OMS, Sér. Rapp. Tchen. 265 : 55-6p.
101. **O. M. S. (2009).** World Malaria Report 2009. Ed. O.M.S., Genève, 66 p.
102. **O. M. S. (2010).** Commémoration de la Journée mondiale de lutte contre le paludisme 2010. Actu flash report, OMS, 5: 1-3.
103. **O.M.S. (1974).** Manuelle pratique de lutte antilarvaire : division du paludisme et autre maladie parasitaire, OMS, Genève .7-17.
104. **O.M.S. (1995).** Lutte contre les vecteurs du paludisme et autres maladies transmises par les moustiques Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS, Genève, OMS, Série de Rapport techniques N0 .857.s .
105. **O.M.S. (2003).** Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs Guide du Stagiaire Rev.1 Partie I.
106. **O.M.S. (2014).** World Malaria Report 2014, 142p.
107. **O.M.S., 2012 Organisation mondiale de la santé.** Thèmes de santé : Dengue. [En ligne], <http://www.who.int/topics/dengue/fr/>, consulté le 18/03/2012.
108. **Porta M. et Zumeta E. (2002).** Implementing the Stockholm Treaty on Persistent Organic Pollutants. *Occupational and environmental medicine.* 59: 651-652.
109. **Rahuman A. A. et Venkatesan, P. (2008).** Larvicidal efficacy of five cucurbitaceous plant leaf extracts against mosquito species. *Parasitology research*, 103(1): 133.
110. **Ranque P., Toure Y.T., Soula G., Du L., Diallo Y., Traore O., Duflo B. et Balique, H. (1984).** Etude expérimentale sur l'utilisation de moustiquaires imprégnées de deltaméthrine dans la lutte contre le paludisme. *Parassitologia.* 26: 261-168.

Références bibliographiques

111. **Regnault-Roger C. (2005).** Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes: nature, rôle et bilan de leur utilisation au XXe siècle. *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier. Paris: 625-650.*
112. **Rehimi N. (2004).** Etude de la reproduction chez *Culex pipiens pipiens*. Aspects: morphologique, éthologique et physiologique. Effets de quelques inhibiteurs du développement sur quelques paramètres biologiques. Thèse de doctorat d'état en Sciences Naturelles, mention Biologie Animale. Université d'Annaba, Département de Biologie. 195p.
113. **Resseguier P. (2011).** Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens pipiens*. thèse d'exercice, école nationale de Toulouse-ENTV, 80p.
114. **Rioux JA. (1958).** Les Culicidaedu "Midi" méditerranéen. Étude systématique et écologique. *Ed. Paul le chevalier. Paris: 301p.*
115. **Robert V. et Carnevale P. (1991).** Influence of deltamethrin treatment of bed nets on malariatransmission in the Kou Valley, Burkina Faso. *Bulletin of the World Health Organization. 69(6): 735-740.*
116. **Rodhain F. et Perez C. (1985).** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. *Ed. Maloine S. A., Paris. 458 p.*
117. **Rodriguez N.S., Lorente B., Manzaneque M.T., Ramne A., Uber G.G., Marchesan D., Ddujon B., Herrero E., Sunnerhagen P. et Perez-Ortin. (2002).** Molecular characterization of a chromosomal rearrangement involved in the adaptative evolution of yeast strains. *Journal Article .Research Support, Non-U.S. Gov't .Comparative Study.561p.*
118. **Roth M. (1980).** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. *Office de la recherche scientifique et technique outre-mer Paris N23.*
119. **Rozendaal J. A. (1999).** La lutte anti vectorielle: Organisation Mondial de la santé. *Méthodes à usage individuel et communautaire. Genève. 1p.*
120. **Saleh R. A., Agarwal A., Nada E. A., El-Tonsy M. H., Sharma R. K., Meyer A., Thomas Jr A. J. et al. (2003).** Negative effects of increased sperm DNA damage in relation to seminal oxidative stress in men with idiopathic and male factor infertility. *Fertility and sterility, 79: 1597-1605.*
121. **Samanidou-Voyadjoglou A. et Darsie R.F. (1993).** An annotated checklist and bibliography of the mosquitoes of Greece. *Mosquito Systematics. 25(3):177-185.*
122. **Schaffner Francis A. (2004).** Les Culicides. Module Biologie et Contrôle des Vecteurs. Master Médecine Tropicale et Santé Internationale. Université Bordeaux et Montpellier II. 06 p.

Références bibliographiques

- 123. Schleier JJ., Sing SE. et Peterson RKD. (2007).** Regional ecological risk assesment for the introduction of *Gambusia affinis* (western mosquito fish) into Montana watersheds. *Bio Invasion*. 10(8):1277-1287.
- 124. Scholte EJ. (2004).**The entomopathogen icfungus *Metarhizium anisopiae* for mosquito control. Impact on the adult stage of the African malaria vector *Anopheles gambiae* and filariasis vector *Culex quinquefasciatus*. PhD-thesis, Wageningen University.
- 125. Scima Y. (2006).** Moustique, la grande menace. *Science et vie*. 1065 : 62-80 .
- 126. Seguy E. (1950).** La biologie des diptères. *Encycl. Entomo*. XXVI. *Ed. Paul le chevalier, Paris*.235-236.
- 127. Senevet G. et Andarelli L. (1955).** Les soies antepalmees chez les larves d 'Anopheles, leur utilisation comme caracteres de groupe (IIe note). *Arch. Inst. Pasteur. Alger*. 33:322-343.
- 128. Senevet G. et Anderlli L. (1956).** Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. *Encycl. Ent. Paris*. 33:280 p.
- 129. Sinerge G. (1974).**Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes*(*Ochlerotatus*) *caspius*(pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae).Ecllosion,dormance, développement, fertilité, thèse d'état science. Univ du languedoc, 285p.
- 130. Smithburn K. C., Hughes T. P., Burke A. W., and Paul J. H. (1940).** A neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. *Am. J. Trop. Med*. 20: 471–492.
- 131. SMV et SFP, Société de médecine des voyages et Société française de parasitologie (2010).** Recommandations de bonne pratique – Texte court : « protection personnelle anti-vectorielle ou protection contre les insectes piqueurs et les tiques ».
- 132. Soltani N., Larhem A.B. et Boudjelida H. (2010).** Lutte chimique contre le Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat. 47: 177-182.
- 133. Tabti F. (2015).** Contribution à l'étude de la biodiversité et l'écologie des Culicides (Diptera, Culicidae) dans la région de Mghnia (Tlemcen). Mémoire Master. Ecologie et environnement, Université de Tlemcen, Algérie. *th Ed, West Thomson. St. Paul Muller*. 763p.
- 134. Tine. (2009).** Favella. Un villaggio neolitico nella Sibaritide. In: *Bulletin de la Société préhistorique française*. tome 2012. 109(3): 588-589.
- 135. Tine-Djebbar F., Larham A.B. et Soltani N. (2011).** Enzyme immunoassay measurements of the molting hormone in different post-embryonic stages of two mosquito species, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*: nature and levels. *African Journal of Biotechnology*. 10 (67): 15195-15199.

Références bibliographiques

- 136. Tomlin C. (2000).** The pesticide manual. 12th ed. British Crop Protection Council, London, United Kingdom.1250p.
- 137. Toure Y.T. (1979).** Bio ecologie des anopheles (Diptera-Culicinae) dans une zone rurale de savane soudanienne au Mali (village de Banambani). Arrondissement de Kati. Incidence sur la transmission du paludisme et la filariose de Bancroft. Thèse de 3ème cycle, Entomologie, Centre Pédagogique Supérieur, Bamako, Mali.
- 138. Traore-Lamizana et al. (1994).** Isolations of West Nile and Bagaza viruses from mosquitoes in Central Senegal (Ferlo). *Journal of Medical Entomology*. 31: 934-938.
- 139. Vilela B. et Riera M. (2015).** Emerging roles of protein kinase CK2 in abscisic acid signaling. *Frontiers in plant science*, 6: 966.
- 140. WHO. (2005).** The WHO recommended classification of pesticides hazard and guidelines to classification: 2004. Document WHO/IPCS/WA240/2005. Geneva, Switzerland.
- 141. Yeed A., Kesavaraju B. et Juliano SA. (2004).** Larval feeding behavior of three co-occurring species of container mosquitoes. *J. Vector. Ecol.* 29(2): 315–322,133 p.
- 142. Zahiri N.S., Su T. et Mulla M.S. (2002).** Stratégies for the Management of Resistance in Mosquitos to the Microbial Control Agent Bacillus sphaericus. *J. Med. Entomol.* 39(3):513-520.
- 143. Zeller H. (1999).** West Nile : une arbovirose migrante d’actualité. *Médecine Tropicale*. 59(4BIS): 490-494.
- 144. Zeller H.G. et Schuffenecker I. (2004).** West Nile virus: an overview of its spread in Europe and the Mediterranean basin in contrast to its spread in the Americas. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. 23(3): 147-156.

Résumé :

Les moustiques (Diptéra : Culicidae) ont un rôle épidémiologique en tant que vecteur de plusieurs agents pathogènes capables d'affecter l'homme et l'animal, d'où leur importance dans la santé publique et vétérinaire. En Algérie, la littérature sur les Moustiques fait apparaître plusieurs travaux anciens et récents touchant divers aspects comme la systématique, la bio-écologie, la physiologie ou la lutte chimique. Une synthèse des inventaires faits dans divers milieux et régions est réalisée. Elle fait apparaître une diversité de la faune culicidienne avec une large répartition géographique et l'abondance de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*. Leur répartition est déterminée essentiellement par des facteurs environnementaux et sociaux. Les effets secondaires des insecticides neurotoxiques ont encouragé le développement de méthodes alternatives tel que la lutte chimique raisonnée, la lutte biologique et la lutte intégrée. Quelques insecticides sélectifs perturbateurs de croissance, des formulations de biopesticides, d'un insecticide naturel ont été testés à l'égard des moustiques en Algérie.

Mot clés : *Culicidae*, Algérie, Insecticide, Lutte, Vecteur.

Abstract:

Mosquitoes (Diptera: Culicidae) are epidemiologically important as vectors of several pathogens capable of affecting humans and animals, hence their importance in public and veterinary health. In Algeria, the literature on mosquitoes reveals several ancient and recent works on various aspects such as the systematic, bio-ecology, physiology or chemical control. An overview Inventories in various environments and areas are carried out. It reveals a wide geographical distribution and abundance of the Culicidian fauna with a diversity of *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*. Their distribution is essentially determined by environmental and social factors. The side effects of neurotoxic insecticides have stimulated the development of alternative methods such as integrated chemical control, biological control and integrated pest management. Some selective growth-disrupting insecticides, biopesticide formulations and a natural insecticide have been tested on mosquitoes in Algeria.

Kay words: *Culicidae*, Algeria, Insecticide, Control, Vector.