



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique
UNIVERSITE ABBES LAGHROUR-KHENCHELA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT : Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

Master académique

Filère : Biologie Animale

Option : Biodiversité et écologie des arthropodes

Thème

**MOYENS DE LUTTE CONTRE LES MALADIES A TRANSMISSION
VECTORIELLE (anti-moustiques)**

Présenté par :

CHENAFI Ilham

Encadré par :

NADJI Hamida

Soutenu le :

Jury de soutenance :

Président : Mm BOUAKKAZ Amal Maître conférence Classe B Université de khenchela

Encadreur : Mlle NADJI Hamida Maître Assistant Classe A Université de khenchela

Examineur : Mm GUAGUI Fatima Maître Assistant Classe A Université de khenchela

Promotion : 2016/2017.

Laboratoire ou entreprise ou le travail a été réalisé : Laboratoire de biologie El Hamma-
Université Abbes Laghrou.

Laboratoire ou entreprise ou le travail a été réalisé : Laboratoire de biologie El Hamma-
Université Abbes Laghrour.

Remerciements

A la présidente du jury,

Mm Bouakkaz Amal,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse

Hommages respectueux

A l'examinatrice,

Mm Gagui Fatima,

Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse

Sincères remerciements

A mon Encadreur,

Mlle NADJI Hamida,

Qui a bien voulu diriger ce travail

Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance

A mes parents, A Lina et Adlene,

Qui m'ont toujours soutenu tout au long de ma scolarité,

Vous m'avez donné le courage d'aller jusqu'au bout de mes rêves,

Merci de m'avoir permis d'en arriver là,

Je vous suis éternellement reconnaissante

A mes amis,

Pour leurs sourires apaisants

A Redha,

A tous nos bons moments passés et à venir

Merci de ton soutien sans faille

Et A toute ma famille et toute personne qui a soutenu ce travail de près ou de loin.

Sommaire

Liste des figures et photos	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Liste des Annexes	
Introduction	1
Chapitre I : Synthèse Bibliographique	3
1.1. Les maladies vectorielles	3
1.1.1. Définition	3
1.1.2. Présentation des mécanismes de transmission vectorielle	3
1.1.3. La capacité vectorielle	5
1.1.4. Facteurs influençant les systèmes vectoriels	5
1.1.5. Situation épidémiologique dans le monde	6
1.2. Bio-écologie des moustiques	8
1.2.1. Données morphologiques et taxonomiques	8
1.2.1.1. Systématique	8
1.2.2. Synthèse de la biologie et le cycle de vie des moustiques	11
1.2.2.1. L'accouplement	12
1.2.2.2. Oviposition et développement des stades aquatiques	12
1.2.2.3. Développement des stades adultes	14
1.2.2.4. Données morphologiques et comportementales des trois genres de moustiques	16
1.3. Importance médico-vétérinaire et impact sur la santé	17
1.3.1. Le Paludisme	17
1.3.1.1. Définition	17
1.3.1.2. Epidémiologie	17
1.3.1.3. Pathogénie	17
1.3.2. La leishmaniose	18
1.3.2.1. Définition	18
1.3.2.2. Epidémiologie	18
1.3.2.3. Concomitance entre infestation leishmanienne et infection par le VIH	20
1.3.3. Les Arboviroses	20
1.3.3.1. Définition	20
1.3.3.2. Epidémiologie	20
1.3.3.3. Agents infectieux	20
1.3.3.4. Transmission	21
1.3.4. La dengue	21
1.3.5. Le West Nile	22
1.3.6. La fièvre jaune	22
1.3.7. La fièvre de la vallée du Rift	23
1.4. Lutte anti vectorielle	24
1.4.1. Définitions pratiques de l'éradication, de l'élimination et de la lutte	24
1.4.1.1. L'éradication	24
1.4.1.2. L'élimination	24
1.4.1.3. La lutte	24
1.4.2. Qu'est-il réellement du programme de lutte anti vectorielle dans le monde ?	24
1.4.3. Méthodes de lutte utilisées contre les vecteurs	25
1.4.3.1. Limiter ou empêcher le contact homme-vecteur	25
1.4.3.2. Diminuer la densité vectorielle	25

CHAPITRE II : Statistiques	27
2.1. Paludisme	27
2.1.1. L'année 2015	27
2.1.2. L'année 2014	27
2.1.3. L'année 2009	28
2.1.4. L'année 2008	29
2.2. Leishmaniose	30
2.2.1. Leishmaniose cutanée	30
2.2.2. Leishmaniose viscérale	31
CHAPITRE III : Matériel et méthodes	34
3.1. Présentation de la zone d'étude	34
3.1.1. Localisation géographique de la Wilaya de Biskra	34
3.1.2. Reliefs	35
3.1.3. Climatologie	35
3.2. Présentation site d'échantillonnage	38
3.2.1. Critères de base pour le choix du site	39
3.3. Modèle biologique	40
3.3.1. Présentation de <i>Culiseta longiareolata</i>	40
3.3.2. Caractéristiques	40
3.3.3. Cycle de développement	41
3.3.4. Morphologie des larves Culicidae	41
3.3.5. Intérêt médicovétérinaire	44
3.4. Technique d'échantillonnage et triage	45
3.5. Moyens appliqués pour la lutte anti vectorielle	46
3.5.1. Les huiles essentielles	46
3.5.1.1. Rappel sur les plantes médicinales utilisées	46
3.5.1.2. Extractions huiles essentielles	48
3.5.1.3. Matériel	49
3.5.1.4. Technique	50
3.5.2. Les produits chimiques	52
3.5.2.1. Spirotetramat ou e Movento	52
3.5.2.2. Spirodiclofène ou l'Envidor	53
CHAPITRE IV : Résultat et Discussion	54
4.1. Les huiles essentielles	54
4.2. Les produits chimiques	57
Conclusion	61
Références bibliographiques	62
Annexes	

Liste des figures :

- **Figure 01** : Transmission d'un agent pathogène au sein d'un système vectoriel 4
- **Figure 02** : Impact des facteurs environnementaux, démographiques et sociologiques sur la dynamique de transmission d'une maladie vectorielle. 6
- **Figure 03** : Classification des *Culicidae* moustiques. 10
- **Figure 04** : Aspect général de l'adulte 10
- **Figure 05** : Représentation du cycle de vie des moustiques 11
- **Figure 06** : Données morphologiques et comportementales des trois genres de moustiques. 16
- **Figure 07**: Taxonomie des trypanosomidae 19
- **Figure 08** : classification des cas du paludisme année 2009. 29
- **Figure 09** : répartition des cas de paludisme importé année 2008. 30
- **Figure 10** : incidence de la leishmaniose cutanée l'année 2009. 31
- **Figure 11** : incidence annuelle de la leishmaniose viscerale année 200/2009. 32
- **Figure 12** : incidence annuelle de la leishmaniose cutanée année 1990/2008. 32
- **Figure 13** : incidence annuelle de la leishmaniose viscerale année 2000/2008. 33
- **Figure 14** : incidences mensuelles de la leishmaniose cutanée 2008. 33
- **Figure 15** : Limites administratives de la Wilaya de Biskra. 34
- **Figure 16** : répartition du relief de la wilaya de Biskra. 35
- **Figure 17** : courbe représente précipitation de l'année 2016 sur la wilaya de Biskra 35
- **Figure 18**: courbe représente précipitation de l'année 2017 sur la wilaya de Biskra 36
- **Figure 19**: courbe représentant l'oscillation de la température sur la wilaya de Biskra pour l'année 2016. 36
- **Figure 20**: courbe représentant l'oscillation de la température sur la wilaya de Biskra pour l'année 2017. 37
- **Figure 21** : station d'échantillonnage 38
- **Figure 22** : Photo satellitaire de la station de Ain ben Noui 39
- **Figure 23** : *Culiseta longiareolata* femelle. 40
- **Figure 24** : *Culiseta longiareolata* 43
- **Figure 25** : parasitoses et autres agents pathogènes pouvant être potentiellement transmis. 44
- **Figure 26** : carte de distribution de *Culiseta longiareolata* en Algérie. 44
- **Figure 27** : systématique de la menthe verte selon. 47
- **Figure 28** : Schéma du montage d'hydro distillation. 48
- **Figure 29** : taux de mortalité des larves après exposition a l'extrait de citron 55
- **Figure 30** : taux de mortalité des larves apres exposition a l'extrait de menthe. 56
- **Figure 31** : taux de mortalité des larves après exposition au Movento. 57
- **Figure 32** : taux de mortalité des larves après exposition a l'Envidor 58

Liste des photos :

- **Photo 01** : triage des larves L4. 45
- **Photo 02**: larves stade 4 tirées. 46
- **Photo 03** : menthe verte. 47
- **Photo 04** : du montage de l'expression à froid. 49
- **Photo 05** : préparation des dilutions. 50
- **Photo 06**: préparation pour l'observation. 51
- **Photo 07** : observation finale. 52
- **Photo 08** : réalisation du dispositif expérimental pour le Movento et l'Envidor. 53

Liste des tableaux :

- **Tableau 01** : Estimations du taux de mortalité et de la charge de morbidité dans la Région de la Méditerranée orientale pour un certain nombre de maladies à transmission vectorielle, 2002. 7
- **Tableau02**: La position systématique des moustiques. 9
- **Tableau 03** : Taux de mortalité des larves après exposition a l'extrait de Citron. 54
- **Tableau 04** : Taux de mortalité des larves après exposition a l'extrait de Menthe. 56
- **Tableau 05** : Taux de mortalité des larves après exposition au Movento. 57
- **Tableau 06** : Taux de mortalité des larves après exposition a l'Envidor. 58

Liste des abréviations

- ' : Minute
- [] : concentration
- % : pourcentage
- **CHIK** : Chikungunya
- **INSP** : institut national de santé publique
- **LDPKA** : Leishmaniose dermique post-kala-azar
- **OMS** : organisation mondiale de la santé
- **Tps** : temps
- **VIH** : virus de l'immunodéficience humaine.

Liste des annexes

- Fiche technique Envidor
- Fiche technique Movento

Introduction

Introduction

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs de maladies.

Les maladies à transmission vectorielle gâchent la vie d'un milliard de personnes dans le monde et mettent en péril la santé de plusieurs millions d'autres gens. D'où l'intérêt de prévenir de combattre et de lutter contre ce groupe hétérogène de maladies. Leur localisation dépend plutôt du climat et de son effet sur la répartition des vecteurs et des hôtes réservoirs ; dans la plupart des cas, le risque de transmission au-delà des tropiques semble faible. Donc c'est maladies touchent principalement les pays pauvres.

Le contrôle des maladies vectorielles constitue aujourd'hui un enjeu majeur. Ce contrôle passe par la compréhension des mécanismes de transmission de la maladie, qui sont généralement complexes du fait du mode de transmission indirect des maladies à transmission vectorielle faisant intervenir de nombreux acteurs : plusieurs vecteurs impliqués dans le cycle de transmission, éventuellement plusieurs hôtes, ou la présence d'un réservoir (population, vertébrée ou invertébrée), assurant le maintien de l'agent infectieux dans la nature (**Rodhain et al., 1985**).

Dans la lutte contre les maladies à transmission vectorielle, les pesticides doivent être utilisés à bon escient. Le recours à ces produits chimiques s'est considérablement accru. La consommation annuelle plus de 4000 tonnes de matières actives (MA) de composés organochlorés, 800 tonnes (MA) de composés organophosphorés et 230 tonnes (MA) de pyréthroïdes. (**OMS, 2010**)

L'utilisation à une telle échelle exige de renforcer la gestion rationnelle des pesticides, la production et l'élimination des déchets et des contenants. Ainsi, dans la Région africaine, la pulvérisation d'insecticide à effet rémanent intra domiciliaire pour prévenir et combattre le paludisme a presque doublé, concernant 25 millions de personnes en 2008 versus 12,5 millions en 2005 (**OMS, 2010**). Cette utilisation accrue de produit chimiques a bien évidemment a des conséquences non négligeables sur la santé publique et aussi sur l'environnement, d'où l'intérêt de développer des méthodes de lutte plus respectueuses de la nature et surtout moins dangereuses pour la santé et cela a long terme. En effet au long de la dernière décennie une nouvelle chimie a vu le jour, elle se caractérise par le respect de l'environnement et vise sa préservation, une chimie dite « chimie verte », ainsi l'intérêt à trouver des substituant d'origine naturelle aux produits de synthèse commence à prendre une grande ampleur.

Introduction

Ce travail vise l'évaluation et la comparaison de l'effet larvicide des huiles essentielles de plantes aromatiques (citron et menthe) et des insecticides chimiques vis-à-vis des moustiques de culicides, vecteurs de d'agents pathogènes. L'expérimentation a ciblée une seule espèce à savoir *Culiseta longiareolata* (vectrice de paludisme aviaire) dont la présence est considérable dans la région de Ain Bennoui à Biskra.

Ce travail modeste englobe une partie bibliographique sur les moustiques et les maladies qu'ils transmettent, une partie statistique algérienne des maladies transmises par les moustiques ensuite vient la partie : matériel et méthode pour enfin finir avec la partie résultats et discussion qui précède la conclusion de ce travail

Synthèse Bibliographique

Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Les maladies vectorielles

1.1.1 Définition:

Une maladie vectorielle résulte de la transmission d'une infection à un homme ou un animal par l'intermédiaire d'un arthropode hématophage (moustique, tique, moucheron, mouche). Elle repose sur les interactions complexes entre un agent pathogène, un (ou des) vecteur(s) et un (ou des) hôte(s) au sein d'un écosystème. Les maladies à transmission vectorielle sont responsables de près de 20 % de la charge mondiale que l'OMS estime due aux maladies infectieuses. (OMS, 2004)

1.1.2 Présentation des mécanismes de transmission vectorielle :

Le système vectoriel fait intervenir un vecteur dans le but de faciliter la rencontre entre un agent pathogène et son hôte et éviter les pertes d'agents infectieux liées au passage dans le milieu extérieur.

Une maladie vectorielle fait également intervenir un réservoir (populations de vertébrés ou d'invertébrés) qui assure le maintien de l'agent infectieux dans la nature.

La première étape du cycle de transmission d'une maladie vectorielle correspond à la contamination de l'arthropode par un malade dont l'agent pathogène circule dans le sang périphérique. Le sang contaminé est aspiré par le labre (canal alimentaire) jusqu'à l'œsophage et l'estomac. L'agent pathogène traverse ensuite la paroi de l'estomac pour se répliquer dans les glandes salivaires du vecteur. La phase qui sépare la contamination du moustique vecteur par un repas de sang et l'infection de ses glandes salivaires est appelée période d'incubation extrinsèque. (Guillaumot, 2009).

Lors de son prochain repas de sang, le moustique femelle prélèvera du sang par le labre et injectera également de la salive par l'hypopharynx, comme à chaque piqûre puisqu'elle contient des composants anesthésiants et anticoagulants. La salive étant contaminée par l'agent pathogène présent dans les glandes salivaires, cette nouvelle piqûre inocule l'individu.

Le cycle de transmission est lancé et potentiellement multipliable, tant que le contact vecteur hôte-pathogène subsiste.

L'étape de développement du pathogène dans le vecteur peut être plus ou moins longue selon l'espèce du vecteur et la nature de l'agent pathogène. Ainsi, la multiplication du virus de la dengue et sa migration vers les glandes salivaires de l'*Aedes* dure en moyenne dix jours (Ministère français en charge de la santé, 2010).

Le moustique vecteur infecté peut ensuite piquer pour transmettre l'arbovirus durant toute sa vie et également le transmettre à la génération suivante (transmission transovarienne). Il joue ainsi le rôle de vecteur et de réservoir (OMS, 2012).

Concernant le virus du chikungunya (CHIKV), la phase de répllication au sein de l'organisme du moustique vecteur nécessite 5 à 7 jours. Après ce délai, le moustique devient infectant et peut transmettre le CHIKV.

Synthèse Bibliographique

Selon l'agent pathogène et l'espèce de l'arthropode vecteur, l'hôte peut être différent. Il est donc difficile de les répertorier. Il peut s'agir de rongeurs, de mammifères sauvages, d'oiseaux, de primates ou encore d'humains (espèces anthropophiles ou zoophiles) (SMV et SFP, 2010).

Les mécanismes de la transmission vectorielle se déroulent en trois phases successives : la contamination du vecteur au cours d'un repas sanguin, le développement de l'agent pathogène dans l'organisme du vecteur et la transmission à un hôte vertébré réceptif. (RODHAIN F, 1999)

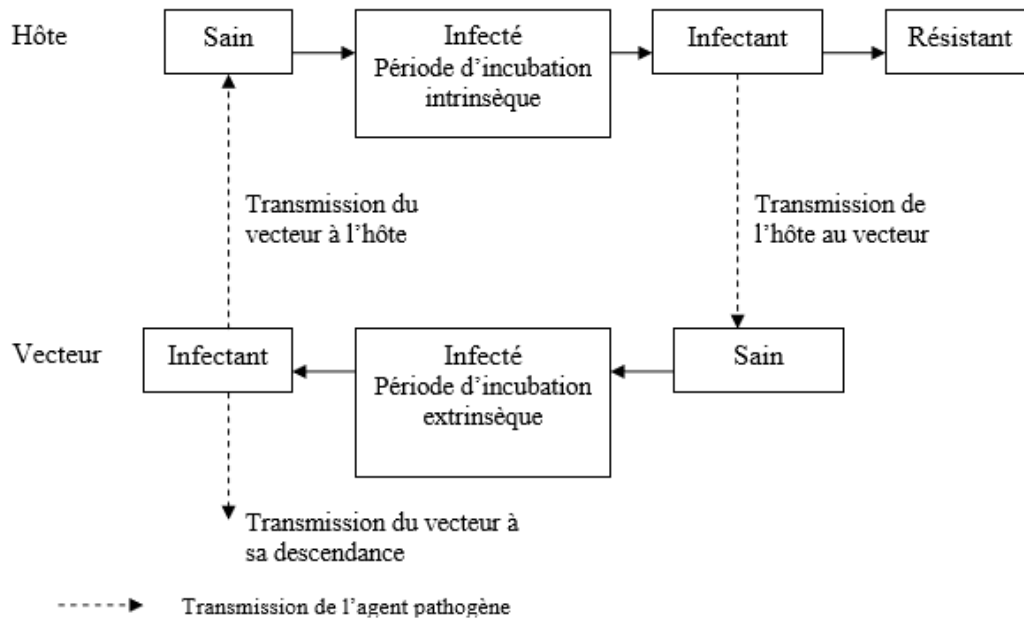


Figure 01 : Transmission d'un agent pathogène au sein d'un système vectoriel (TRAN A., 2005)

Pour qu'un système vectoriel fonctionne dans la nature, il faut une bio-écologie favorable à la transmission, c'est-à-dire que le vecteur soit compétent et qu'il ait une capacité vectorielle élevée.

1.1.3 La capacité vectorielle :

La capacité vectorielle est définie par la faculté à transmettre effectivement l'agent pathogène à un hôte. Elle dépend de la compétence des vecteurs (capacité du vecteur à s'infecter, assurer le développement du pathogène et le transmettre), de la taille de la population et de la fréquence des repas sanguins, au cours desquels les vecteurs sont susceptibles de transmettre l'agent pathogène. Une équation, proposée par Mullens, permet de regrouper tous les paramètres qui influencent la capacité vectorielle (MULLENS B.A., 1995) :

$$C = ma^2 Vpn/(-lnp)$$

Synthèse Bibliographique

C = nombre de nouvelles infections par jour se déclarant à partir d'un cas infecté,
m = nombre de vecteurs par hôte,
a = nombre de repas sanguins pris par un vecteur par hôte et par jour,
V = compétence du vecteur,
p = taux de survie journalier du vecteur,
n = durée d'incubation extrinsèque en jour.

La capacité vectorielle prend donc en compte l'ensemble des paramètres entomologiques intervenant dans la transmission du virus dans une zone donnée (abondance, longévité, préférence trophique du vecteur...). (GERBIER G., 2007). Elle subit l'influence de nombreux facteurs.

1.1.4 Facteurs influençant les systèmes vectoriels :

Les acteurs d'un système vectoriel dépendent de facteurs biologiques comprenant:

- **Des facteurs biotiques** : les activités humaines, la prédation et les compétitions entre les espèces influencent l'abondance des populations de vecteurs et d'hôtes.
- **Des facteurs abiotiques** : le climat (température, humidité, précipitation...) joue un rôle déterminant dans la survie, l'abondance, la prolificité des vecteurs et la durée d'incubation des agents pathogènes (RANDOLPH S., 2003).

Des facteurs non biologiques vont également avoir un impact sur le système vectoriel: voyage, transport, commerce, comportement humain, occupation du territoire, conditions socio-économiques et politiques, activités de santé publique (RANDOLPH S., 2003)

Ainsi, toute modification de ces facteurs aura un impact positif ou négatif sur le cycle de transmission d'un agent pathogène au sein d'un système vectoriel. Concernant plus particulièrement le vecteur, ils peuvent influencer l'abondance de la population, les préférences écologiques et trophiques, la longévité, la reproduction et la dispersion géographique (GUBLER D.J., 2001.).

Synthèse Bibliographique

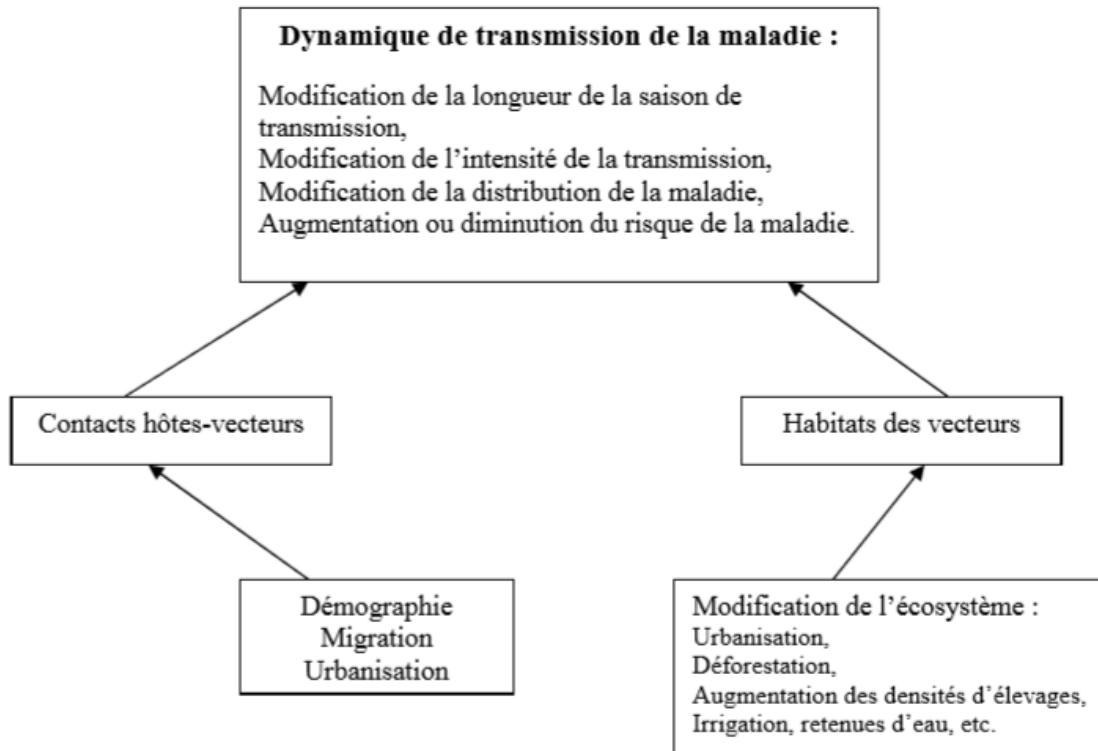


Figure 02 : Impact des facteurs environnementaux, démographiques et sociologiques sur la dynamique de transmission d'une maladie vectorielle (D'après Gubler et al, 2001)

1.1.5 Situation épidémiologique dans le monde :

Les maladies à transmission vectorielle sont responsables de près de 20 % de la charge mondiale que l'on estime due aux maladies infectieuses. (OMS, 2004)

11 % de la charge de morbidité due aux maladies à transmission vectorielle touche les pays de la Région de la Méditerranée orientale dans laquelle ne vit que 8 % de la population mondiale. Le monde de manière générale et la Région de la Méditerranée orientale en particulier ont récemment connu une réémergence importante des maladies à transmission vectorielle. Certaines de ces maladies montrent une tendance croissante à se propager dans des zones dans lesquelles elles n'existaient pas auparavant, à élargir leur saison de transmission et à intensifier leur transmission dans les lieux où elles sont déjà présentes. Dans l'ensemble de la Région, les maladies à transmission vectorielle importantes sur le plan de la santé publique comprennent : le paludisme, la leishmaniose, les arboviroses (causées notamment par le virus de la Vallée du Rift, de la dengue, de la fièvre jaune, de la fièvre West Nile, de l'encéphalite japonaise et de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo) et la filariose lymphatique. L'importance de l'onchocercose et de la trypanosomiase africaine sur le plan de la santé publique se limite à quelques parties de la Région.

Synthèse Bibliographique

La situation relative à ces maladies est abordée brièvement ci-dessous et les estimations concernant la charge de morbidité pour 2002 sont présentées (OMS, 2004)

Tableau 01 : Estimations du taux de mortalité et de la charge de morbidité dans la Région de la Méditerranée orientale pour un certain nombre de maladies à transmission vectorielle, 2002. (OMS 2004)

Maladie	Mortalité estimée	Charge de morbidité estimée (exprimée en AVCI perdues)
Paludisme	59 000	2 250 000
Leishmaniose	5 000	248 000
Dengue	1 000	30 000
Encéphalite japonaise	2 000	83 000
Filariose lymphatique	0	122 000
Onchocercose	0	10 000
Trypanosomiase africaine	1 000	39 000

Synthèse Bibliographique

1.2 Bio-écologie des moustiques :

1.2.1. Données morphologiques et taxonomiques

1.2.1.1 Systématique :

Les culicidés appartiennent à l'embranchement des Arthropodes du règne Animal qui inclut (entre autres) araignées, cafards, tiques, papillons, mouches domestiques...ils peuvent être reconnus aux caractéristiques suivantes :

*Corps composé de parties ou segments dont certains peuvent être articulés ;

*Corps recouvert d'une carapace épaisse appelée exosquelette ;

*Corps garni de pattes et d'antennes articulées, en paires.

Les arthropodes sont représentés par de nombreuses classes, parmi lesquelles, la classe des Insectes dont les culicidés font partie.

Les caractéristiques morphologiques de la classe des insectes sont :

*Corps divisé en trois segments : tête, thorax, abdomen ;

*Tête portant une paire d'antennes et une paire d'yeux composés ;

*Thorax portant trois paires de pattes. (KNIGHT et STONE, 1977)

Les Culicidés ou moustiques font partie à la classe des *Insectes*, de l'ordre des *Diptères*, à la famille des *Culicidés*, et à la sous-famille des *Nématocères* Selon (Seguy, 1951).

Les moustiques se distinguent des autres *Nématocères* piqueurs par leur trompe longue et la présence d'écailles sur les nervures alaires. Sont trouvés partout autour du globe, excepte dans les zones gelées en permanence (Marquardt *et al*, 2005). Leur corps est élancé et ils possèdent de longues antennes à plus de six articles. Leurs pattes sont fines et longues. Seules les femelles sont hématophages.

Synthèse Bibliographique

Tableau02: La position systématique des moustiques (**Berchi, 2000**)

Classification	Dénomination	Signification
Règne	Animalia	✓ Etre vivant hétérotrophe (se nourrissant de matière organique).
Sous règne	Metazoa	✓ Organisme eucaryote pluricellulaire.
Embranchement	Arthropoda	✓ Corps segmenté (métamère) pourvu d'un squelette externe (cuticule).
Sous-embranchement	Hexapoda	✓ Possèdent trois paires de pattes articulées.
Classe	Insecta	✓ Corps composé de trois parties (tête, thorax, abdomen) et d'une paire d'antennes
Sous-classe	Pterygota	Adulte possédant deux paires d'ailes
Infra-classe	Neoptera	✓ Ailes pourvues d'un champ jugal et repliées en arrière au Repos.
Super-ordre	Holometabola	✓ Larves et adultes différent radicalement. La larve est aptère et grandit sans changer de forme.
Ordre	Diptera	✓ Une seule paire d'aile assure la fonction de vol, la deuxième assure la stabilité de l'insecte lors du vol (balanciers).
Sous-ordre	Nematocera	
Famille (Meigen, 1818)	Culicidae	✓ Non vernaculaire : Moustiques.

La famille des Culicidés se divise en trois sous-familles : les *Culicinae*, les *Anophelinae* et les *Toxorhynchitinae*. Cette dernière est formée d'un seul genre n'est pas représentée en Europe occidentale (**Duchauffour, 1976; Matille, 1993**) ni en Afrique Méditerranéenne (**Brunhes et al., 1999**). Environ 3500 espèces sont décrites de part le monde. (**Marquardt et al., 2005**), dont trois-quarts environ sont originaires des zones subtropicales et tropicales humides.

En Algérie, 50 espèces des Culicidés de 6 genres différent sont regroupés dans les sous-familles des *Anophelinae* et les *Culicinae* (**Hassaine, 2002**).

Synthèse Bibliographique

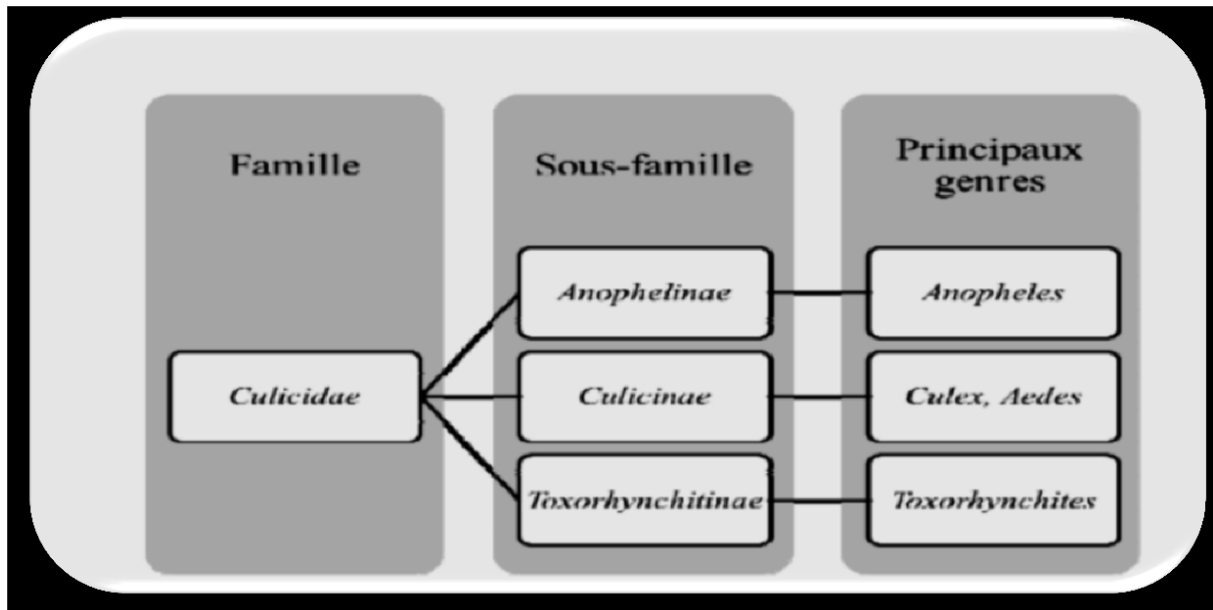


Figure 03 : Classification des *Culicidae* ou moustiques (Anopheles Group, 2012)

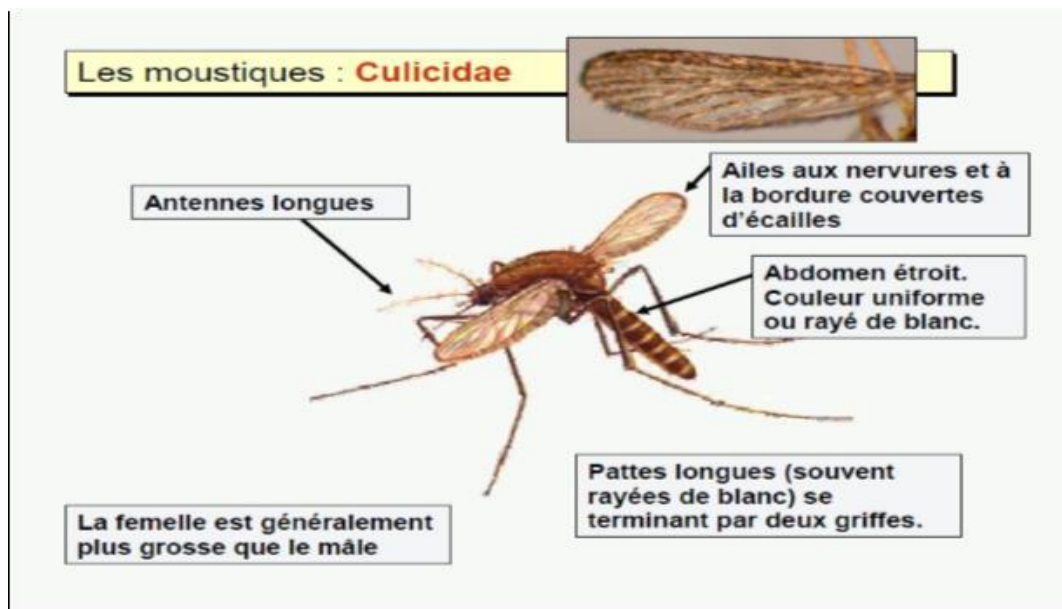


Figure04 : Aspect général de l'adulte (BRUNHES et al, 2000)

Synthèse Bibliographique

1.2.2. Synthèse de la biologie et le cycle de vie des moustiques :

Les moustiques sont capables de s'adapter à diverses conditions climatiques ou à des changements de conditions environnementales et donc de coloniser des écosystèmes très variés. (Cléments, 2000 ; Becker et al, 2010)

Ainsi, on trouve des moustiques depuis les tropiques jusqu'au cercle arctique, des basses altitudes jusqu'au sommet des montagnes et sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique. Ils colonisent la plupart des habitats aquatiques. Les sites de ponte des moustiques peuvent être extrêmement variés. Ainsi, les larves de moustiques peuvent être présentes dans des étendues d'eau permanentes ou temporaires, fortement polluées ou pures, grandes ou petites ; même les plus petites accumulations d'eau dans les seaux, vases, pneus, empreintes de pas sont des habitats larvaires potentiels (Cléments, 2000).

Toutes les espèces de moustiques sont des insectes à métamorphose complète (Cléments, 2000), ou holométabole, c'est-à-dire que la larve ne ressemble pas à l'adulte. Ils ont au cours de leur cycle de vie une première vie aquatique (les stades immatures) puis après la métamorphose une vie aérienne (les adultes). Seules les femelles sont hémaphages. Chez la plupart des espèces, la femelle a besoin d'un repas sanguin pour porter ses œufs à maturité. Les œufs deviennent des larves, puis des nymphes. L'émergence marque le passage de la vie aquatique à la vie aérienne. Après l'émergence se déroule l'accouplement, puis les femelles effectuent le cycle trophogonique : recherche d'un repas de sang, repos pour la maturation des œufs. Ce cycle de vie est commun à toutes les espèces de moustique.

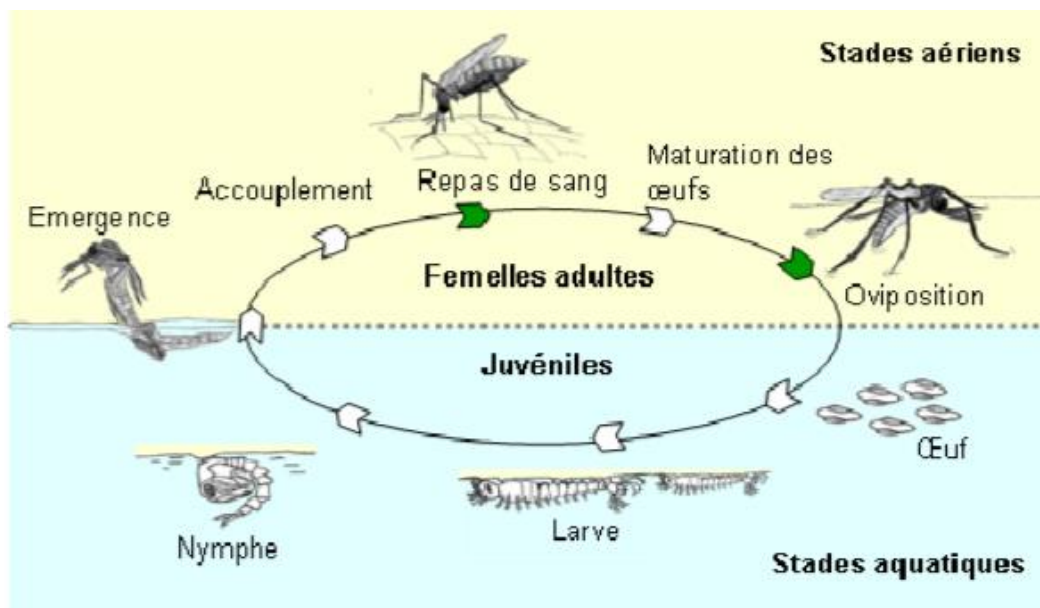


Figure05 : Représentation du cycle de vie des moustiques (Cléments, 2000)

Synthèse Bibliographique

1.2.2.1 L'accouplement

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation. Chez les Nématocères, il s'effectue la nuit chez les formes solitaires, les culicidés mâles s'appliquent contre les femelles ventre à ventre et les deux insectes continuent à voler ensemble. La fertilisation est rapide mais exige une température d'au moins 20°C. Un seul mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés (**Seguy, 1951**).

Les femelles gardent la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen. Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie.

1.2.2.2 Oviposition et développement des stades aquatiques

Les femelles pondent entre 50 et 500 œufs, 2 à 4 jours après le repas de sang (délai qui est d'autant plus long que la température est basse) (**Cléments, 2000**). Les moustiques peuvent être séparés en deux groupes selon leur comportement de ponte (**Cléments, 2000**).

***Le premier groupe** de femelles dépose ses œufs à la surface de l'eau un à un (*Anopheles*) ou en groupes (*Culex*), œufs qui vont éclore rapidement.

***Le second groupe** pond des œufs sur des sols humides mais non inondés ; ces œufs ne vont éclore lors de la mise en eau des sites de ponte qu'après une période de dormance (période de repos déclenchée par des facteurs externes), pouvant aller de quelques jours jusqu'à plusieurs mois (*Aedes*).

Plusieurs paramètres déterminent le choix d'un site de ponte : les conditions physico-chimiques, la présence de larves de la même espèce (stimuli physicochimiques), la présence de prédateurs, la végétation locale, etc. (**Cléments, 2000 ; Becker et al. , 2010**). Le choix du site de ponte détermine le succès de développement des stades immatures.

Pour tous les moustiques, le développement embryonnaire (dans l'œuf), qui dépend de la température, commence pratiquement immédiatement après la ponte des œufs (**Cléments, 2000 ; Becker et al, 2010**).

Au bout de quelques jours à une semaine ou plus, l'embryon se développe en larve entièrement formée. Pour une grande partie des espèces, la larve éclot une fois qu'elle est formée, et survit peu de jours en l'absence d'eau. Les œufs du genre *Aedes* sont capables de résister à la dessiccation. La larve dans l'œuf est complètement formée, mais il n'y a pas d'éclosion. Elle peut survivre pendant des mois jusqu'à des années en l'absence d'eau.

Les *Aedes* pondent leurs œufs dans des lieux qui n'auront pas d'eau pendant des jours, des semaines ou des mois. Ils ont développé un mécanisme sophistiqué pour réguler les processus d'éclosion selon les fluctuations des conditions abiotiques (**Becker et al. , 2010**).

En effet, les variations de température, du degré d'humidité de l'air ou du sol et de la durée du jour vont déterminer la levée ou le maintien de l'inhibition de l'éclosion au moment de la

Synthèse Bibliographique

mise en eau du site de ponte (pluies, grandes marées pour les marais salés, mise en eau artificielle pour l'agriculture...) (Cléments, 2000).

Les habitats larvaires sont petits ou peu profonds, avec peu ou pas de mouvement d'eau : bassins peu profonds, marais, creux d'arbres, conteneurs artificiels... La taille de ces habitats larvaires va de la trace d'animaux remplie d'eau jusqu'aux marais et rizières (Cléments, 2000 ; Becker et al. , 2010).

La majorité des espèces préfère les eaux douces, mais certaines espèces se sont adaptées aux eaux saumâtres ou salées. Par exemple, les bords des rivières et des lacs qui sont temporairement inondés sont des habitats larvaires pour *Aedes vexans* (Becker et al. , 2010). Les marais à eau douce ou salée, les zones de mangroves, les fossés, les bords de ruisseau peuvent être des habitats larvaires d'*Anopheles*. Les creux d'arbres sont des sites de ponte pour des espèces *Aedes cretinus* ou *Anopheles plumbeus*. Les petits contenants d'eau comme les pots de fleurs, les vases dans les cimetières, les pneus, etc. sont des habitats larvaires pour des espèces comme *Culex Pipiens*, *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus*. Dans ces habitats, les larves se déplacent de façon active par saccades à la surface de l'eau ou au fond de l'habitat larvaire se nourrissant de micro-organismes, d'algues, de protozoaires, d'invertébrés et de détritrus (Cléments, 2000 ; Becker et al, 2010).

Parmi les stades aquatiques, seules les larves se nourrissent. Elles sont voraces, parce qu'elles ont besoin d'une alimentation abondante pour se développer. Les larves ont une croissance discontinue et subissent 4 mues. La dernière donne une nymphe (Cléments, 1999).

La durée du développement des larves dépend de la température (Cléments, 2000). L'effet de la température sur le développement est différent entre genres et même entre espèces. Par exemple, pour *Aedes vexans* et *Culex pipiens* la durée entre l'éclosion et l'émergence nécessite de 6 à 7 jours dans une eau à 30 °C, contre 21 à 23 jours dans une eau à 15 °C. Ces espèces ne se développent plus en dessous de 7 à 8 °C (Becker et al, 2010), alors que d'autres espèces peuvent se développer malgré des températures très basses : *Aedes impiger* à 1,1°C et *Aedes punt* or à 3,3°C ; la température optimale de développement étant 9 °C (Cléments, 2000). *Aedes rempeli* se développe au mois de juillet avec une température moyenne de l'eau de 4 °C (Cléments, 2000).

Au sein des habitats larvaires, la population est régulée par différents processus (Cléments, 2000 ; Becker et al, 2010). Il y a compétition entre les larves, notamment pour la ressource alimentaire. La compétition intra-spécifique allonge le temps de développement, réduit les chances de réussite de l'émergence et réduit la taille des larves. Les larves sont aussi soumises aux phénomènes de prédation (larves d'insecte, poissons, batraciens...).

Les nymphes ne se nourrissent pas. La nymphe se métamorphose en adulte en 2 à 4 jours. La période peut être réduite ou étendue en fonction de la température, la durée étant négativement corrélée à la température. Durant ce stade a lieu le processus de métamorphose (Cléments, 2000) au cours duquel les organes de la larve subissent une histolyse pour mettre en place le corps de l'adulte. Les graisses du corps de la nymphe pourront servir à l'élaboration des œufs pour les espèces autogènes (les femelles de ces espèces pondent une première fois sans repas de sang préalable) ou comme réserve lors d'une diapause. La nymphe

Synthèse Bibliographique

flotte à la surface de l'eau, elle est vulnérable aux prédateurs. Cependant, les nymphes de plusieurs espèces de moustique sont relativement tolérantes à la dessiccation (**Becker et al, 2010**).

1.2.2.3 Développement des stades adultes

La phase d'émergence marque le passage de la vie aquatique immature à la vie aérienne adulte. L'individu bouge à la surface de l'eau pour se libérer de son exuvie.

Pendant cette phase, l'individu est très vulnérable face aux conditions météorologiques (vent et forte pluie) et face aux éventuels prédateurs (araignées d'eau) (**Becker et al. , 2010**). Après le déploiement de ses ailes, c'est-à-dire au bout de quelques minutes, le moustique est capable de voler. Il faut 1 à 1,5 jours aux mâles et aux femelles pour ajuster leur métabolisme. Les mâles atteignent leur maturité sexuelle au bout d'un jour alors que les femelles l'atteignent au bout d'1 à 2 jours. Les mâles sont plus petits que les femelles issues d'une même émergence (**Cléments, 1999 ; Becker et al, 2010**).

L'accouplement pour la plupart des moustiques de la région paléarctique (zone regroupant l'Europe, l'Asie au nord de l'Himalaya, l'Afrique du nord et une petite partie du Moyen-Orient) se met en place lorsque les femelles entrent dans l'essaïm des mâles en vol.

La formation de cet essaïm dépend des conditions environnementales abiotiques (vent, moment de la journée, ...). Des phéromones entrent en jeu pour attirer les femelles (ex. le son des battements d'ailes ...) (**Cléments, 1999**). Lors de l'accouplement, le mâle dépose son sperme dans la spermathèque de la femelle. Le mâle émet alors des substances qui rendent la femelle non réceptive aux autres mâles après l'accouplement (**Becker et al, 2010**).

Le sperme stocké permettra de féconder tous les œufs pondus par la femelle au cours de sa vie. Les mâles vivent peu de temps après l'accouplement. Certaines espèces sont dites eurygames, c'est-à-dire que l'accouplement requiert un grand espace (l'essaimage est obligatoire), alors que d'autres sont dites sténogames, c'est-à-dire que l'accouplement est possible dans un petit espace, en particulier posé sur un support (**Cléments, 1999**).

Environ 24 heures après l'émergence et juste avant l'accouplement les femelles moustiques se dispersent (**Cléments, 1999**).

Les moustiques adultes mâles et femelles se nourrissent de nectar de fleurs, source d'énergie pour le vol (**Cléments, 2000**). La femelle est aussi hématophage. Elle prend un repas sanguin, riche en protéines, qui permet la maturation ovarienne des œufs. Certaines espèces de moustique sont autogènes, c'est-à-dire que leur première ponte ne nécessite pas de repas de sang, au contraire les espèces anautogènes en ont nécessairement besoin. Généralement, seule une proportion des femelles est autogène, car cette capacité dépend de l'énergie accumulée par le moustique durant la phase larvaire (**Cléments, 2000**). Par la suite, la maturation des œufs nécessite obligatoirement la prise d'un repas de sang, pour cela les femelles se déplacent à la recherche d'un hôte (**Cléments, 1999**).

Synthèse Bibliographique

Le choix de l'hôte dépend de l'espèce de moustique et de la disponibilité en hôtes : on peut généralement classer les espèces comme plutôt ornithophile, mammophile ou anthropophile, voir opportuniste (*Aedes albopictus*).

Après le repas de sang, les femelles ont besoin d'un site de repos le temps de la maturation des œufs dans les ovaires. Pour certaines espèces, ce site de repos peut être à l'intérieur de bâtiments, mais le plus souvent il est à l'extérieur. Il est proche ou loin de l'hôte selon les conditions environnementales (**Becker et al, 2010**). La nutrition larvaire, la photopériode et la température pilotent la maturation des œufs : elles déterminent son existence et sa durée (**Cléments, 2000**).

Lorsque les œufs arrivent à maturité, la femelle se met en recherche d'un site de ponte pour l'oviposition puis se gorge à nouveau et le cycle recommence. La durée de ce cycle (appelé cycle trophogonique) est variable suivant les espèces, les climats et l'environnement (Cléments, 1999 ; Cléments, 2000). Au nord de Moscou les femelles *Anophele maculipennis* ont besoin de 7 jours pour effectuer leur cycle trophogonique alors qu'à St Petersburg il faut 3,5 jours. Sur l'île d'Ellesmere (Canada), dans l'océan Arctique, au mois de juillet, il faut 6 jours ou moins à *Aedes impiger* et 8 jours ou moins pour *Aedes nigripes* après l'émergence pour devenir gravide.

La durée de vie d'un moustique est déterminée par son espèce, mais aussi par son activité, les facteurs climatiques, son alimentation et l'incidence de parasites et de prédateurs (**Jetten et Taekken, 1994**). La recherche d'hôtes et de site de ponte augmente la mortalité. Pour chaque espèce il y a un optimum de température et d'humidité, une température élevée et des conditions sèches diminuant la longévité. Cependant, une forte humidité n'est pas toujours favorable. Les repas de nectar et de sang influencent la durée de vie. Les parasites et la prédation par les libellules, les guêpes, des diptères, des oiseaux, des chauves-souris, etc. diminuent la longévité des moustiques adultes.

Synthèse Bibliographique

1.2.2.4 Données morphologiques et comportementales des trois genres de moustiques :





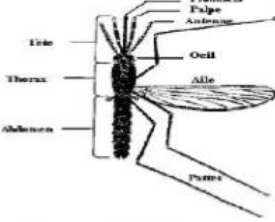


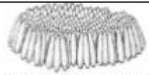
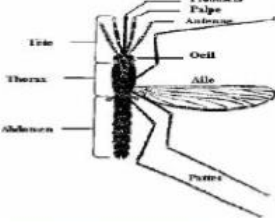







Genres	Caractéristiques des adultes	Caractéristiques des pupes	Caractéristiques des larves	Caractéristiques des oeufs
<i>Aedes</i>	 au repos		 Siphon respiratoire court et trapu, oblique par rapport à la surface de l'eau	 Pondus isolément, Absence de flotteurs
<i>Culex</i>	Parallèle au support 		 Siphon allongé et fin, position de respiration oblique	 Agglomérés en nacelles : 200 à 400 oeufs
<i>Mansonia</i>		 Présence de deux cornes respiratoires	 Siphon pointu avec des dents, position de respiration oblique	 Présence de flotteurs
<i>Anophèles</i>	 au repos Oblique par rapport au support		 Absence de siphon respiratoire, horizontale par rapport à la surface de l'eau	 Pondus isolément. Pourvus de flotteurs : 150 à 300 par ponté

Figure 06 : Données morphologiques et comportementales des trois genres de moustiques (Carnevale P., 2009)

Synthèse Bibliographique

1.3. Importance médico-vétérinaire des moustiques et impact sur la santé:

On citera dans cette partie les maladies les plus importantes par leur prévalence :

1.3.1. Le Paludisme :

1.3.1.1. Définition :

Le paludisme est une maladie parasitaire, due à des hématozoaires appelés plasmodium qui se transmettent par des anophèles femelles, se manifestant par un tableau polymorphe, il est en voie d'éradication en Algérie avec cependant augmentation de cas importés des pays voisins. (Mostefa Khiati., 2011)

Il existe 4 espèces de plasmodium :

- Le plasmodium *vivax* : agent de la tierce bénigne.
- Le plasmodium *falciparum* : agent de la tierce maligne.
- Le plasmodium *malariae* : agent de la fièvre quarte.
- Plasmodium *ovalé*.

Elle se caractérise par une sémiologie connue mais souvent peu spécifique (fièvre, courbatures, céphalées, nausées voire vomissements, éventuellement ictère voire signes neurologiques dans les formes graves, etc.). Bien évidemment, beaucoup d'autres entités biomédicales peuvent avoir des sémiologies proches, et le diagnostic différentiel, bien souvent très difficile uniquement à partir de l'examen clinique, impose aux médecins le recours à des examens para cliniques (goutte épaisse, test de diagnostic rapide, etc.). (Jean-François Trape., 2014)

1.3.1.2 Epidémiologie :

Le paludisme sévit à l'état endémique. On estime à près de 600 000 le nombre d'enfants de moins de cinq ans décédés de paludisme en 2011 et à plus de 100 millions le nombre annuel de femmes enceintes exposées au paludisme en Afrique intertropicale. (Jean-François Trape, 2014).

1.3.1.3 Pathogénie :

Après l'incubation, durant 1 à 2 semaines suite à l'incubation et correspondant au stade pré-érythrocytaire, survient la phase d'invasion du sang par les schizontes et caractérisée par la fièvre. Puis les passages répétés du plasmodium du foie dans le sang donnent la fièvre intermittente à rythme tierce (pour le plasmodium *vivax*, *falciparum* et *ovalé*) et à rythme quarte pour le plasmodium *malariae*. Chaque poussée de température correspond à la division du parasite dans les globules rouges. Une anémie par hémolyse et une splénomégalie accompagnent cette fièvre. (Mostefa Khiati., 2011)

Synthèse Bibliographique

1.3.2 La leishmaniose :

1.3.2.1 Définition :

La leishmaniose est une anthroponose due à des protozoaires flagellés de la famille des trypanosomidae « les leishmanies ». (**Mostefa Khiati, 2011**).

Elle existe sous 3 formes cliniques : la Leishmaniose viscérale ou Kala-azar, la Leishmaniose dermique post-kala-azar, la Leishmaniose cutanée. (**OMS 2010**)

***Leishmaniose viscérale (kala-azar) :**

On considère comme un cas de leishmaniose viscérale un sujet qui présente un certain nombre de signes cliniques (principalement une fièvre prolongée et irrégulière, une splénomégalie et une perte de poids) et dont la maladie est confirmée par des examens parasitologiques et/ou sérologiques. (**OMS ; 1999**)

***Leishmaniose dermique post-kala-azar (LDPKA) :**

Un effort particulier doit être fait pour dépister la LDPKA car les sujets qui en sont atteints ne présentent que des manifestations cutanées et ne se rendent généralement pas dans un dispensaire ou bien se contentent de consulter un dermatologue. On peut confondre une LDPKA avec une lèpre pauci- ou multi bacillaire. Les lésions cutanées peuvent également faire penser à d'autres affections de la peau. (**OMS/ SEARO, 2010**)

***Leishmaniose cutanée:**

On considère comme un cas de leishmaniose cutanée un sujet qui présente un certain nombre de signes cliniques (lésions cutanées ou au niveau des muqueuses) et dont le diagnostic est confirmé par un examen parasitologique (frottis ou culture positifs) et/ou, uniquement dans le cas d'une leishmaniose cutanéomuqueuse, par un examen sérologique. (**OMS. 1999**)

1.3.2.2 Epidémiologie :

On estime que 350 millions de personnes sont exposées au risque de contracter la maladie et quelque 2 millions de nouveaux cas se déclarent chaque année. (**OMS, 2010**)

On estime que la leishmaniose viscérale provoque plus de 50 000 décès par an - proportion qui, parmi les parasitoses, n'est dépassée que par le paludisme - et la perte de 2 357 000 années de vie corrigées de l'incapacité, ce qui, selon une analyse des maladies infectieuses dans le monde, place la leishmaniose en neuvième position. (**OMS, 2010**)

Synthèse Bibliographique

Classification du Parasite agent pathogène :

Classiquement on distingue 3 variétés :

- *Leishmania Donovanii*: pour le bassin méditerranéen.
- *Leishmania Tropica*.
- *Leishmania Brasiliensis*. (Mostefa Khiati., 2011)

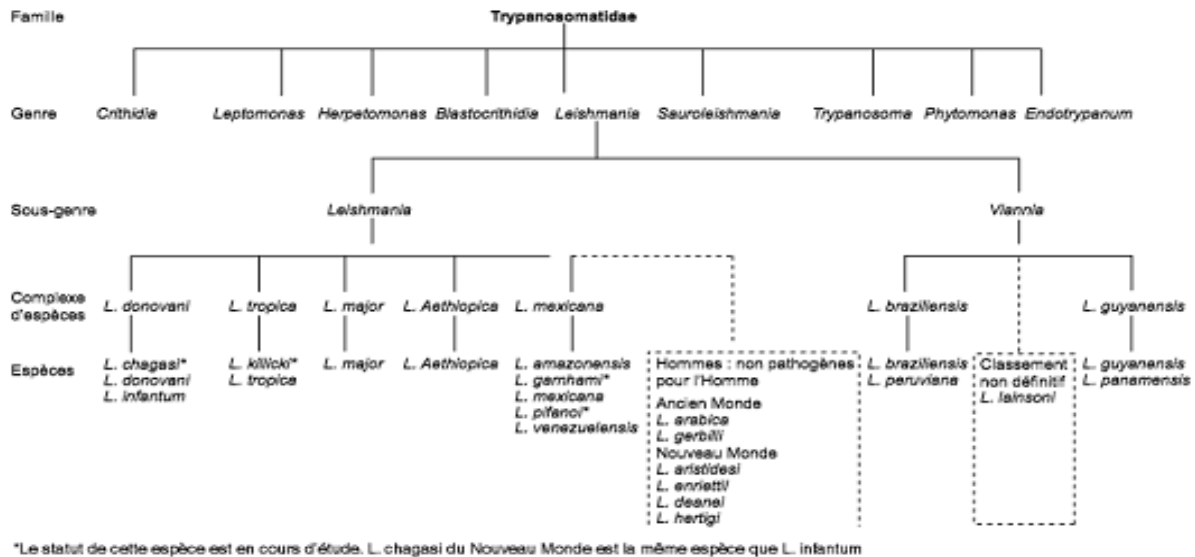


Figure 07: Taxonomie des trypanosomatidae (OMS, 2010)

Réservoir du parasite :

On peut faire entrer les leishmanioses dans deux grandes catégories en fonction de l'origine de l'infestation humaine : les leishmanioses zoonosiques pour lesquelles les hôtes réservoirs sont des animaux sauvages et des animaux commensaux ou domestiques, et les leishmanioses anthroponosiques pour lesquelles le réservoir est constitué par l'Homme. Si chaque espèce de leishmanies se range généralement dans l'une ou l'autre de ces catégories, on observe tout de même quelques exceptions. Par exemple, la leishmaniose cutanée provoquée par *L. tropica* est habituellement anthroponosique mais dans certains foyers, elle provient non pas de sujets humains, mais d'animaux. Inversement, l'Homme peut constituer une source occasionnelle d'infestation dans plusieurs formes de leishmaniose cutanée qui sont habituellement zoonosiques. (OMS 2010)

Vecteurs et Taxonomie-

Il n'y a pas de consensus sur la classification générique et supragénérique des phlébotomes, mais la position taxonomique des espèces de l'Ancien Monde est généralement admise et moins controversée que celle des espèces du Nouveau Monde. Pendant de nombreuses années, on n'a reconnu que trois genres dans le Nouveau Monde : *Phlebotomus*, *Sergentomyia* et *Chinius*. Quelques autres ont reçu un nom ou sont sur le point d'en recevoir un, mais on ne sait pas quelle est leur importance sur le plan médical. (OMS, 2010)

Synthèse Bibliographique

1.3.2.3. Concomitance entre infestation leishmanienne et infection par le VIH :

Le VIH et les leishmanies se renforcent mutuellement et de façon néfaste. Une leishmaniose viscérale a plus de chances de se manifester chez un patient porteur du VIH et de compromettre sa réaction au traitement antirétroviral. En général, en cas de concomitance entre leishmaniose viscérale et infection par le VIH, les manifestations sont présentes, encore que la splénomégalie soit moins souvent observée (80 % contre 97 % dans une série).

En cas d'immunodépression profonde, les localisations de l'infestation peuvent être atypiques, par exemple les voies digestives, la cavité péritonéale, le poumon, la cavité pleurale et la peau. Une atteinte de l'œsophage peut entraîner une dysphagie et une odynophagie qu'il faut distinguer d'autres causes d'œsophagite, comme une candidose par exemple. Chez les malades du VIH du Nouveau Monde, la leishmaniose tégumentaire comporte des lésions multiples, polymorphes et récidivantes. On a fait état de formes cutanées diffuses et de LDPKA liées à une leishmaniose viscérale. (OMS, 2010).

1.3.3. Les Arboviroses :

1.3.3.1. Définition :

Le terme d'arboviroses est un concept qui est apparu dans la littérature médicale en 1963 pour désigner un ensemble d'infections dues à des virus transmis à l'homme et à d'autres vertébrés par des vecteurs arthropodes hématophages (« Arthropod-borne-viruses » = virus transmis par arthropodes). (Abdeldjellil Bezzaoucha., 2004).

1.3.3.2. Epidémiologie :

Plus de 450 arboviroses ont été recensées dans le monde, dont 70 environ déterminent des manifestations cliniques chez l'homme. L'Algérie étant largement ouverte sur le monde, connaît quelques uns de ces arboviroses et peut en connaître de nouvelles dont elle est pour le moment indemne. (Abdeldjellil Bezzaoucha., 2004).

1.3.3.3. Agents infectieux :

La caractéristique fondamentale des arboviroses est leur faculté à se répliquer alternativement chez un hôte vertébré et chez un arthropode hématogène. Pour justifier l'appellation d'arbovirus, un virus doit présenter une relation antigénique avec un arbovirus déjà connu, ou satisfaire à l'un des critères de transmission suivants : isolement à la fois chez un arthropode vecteur et chez un vertébré, transmission expérimentale de vertébré à vertébré par un arthropode, isolement chez un vecteur et présence d'anticorps chez des vertébrés. La structure est connue pour comporter une nucléocapside faite d'ARN entourée, en générale d'une enveloppe de nature lipoprotéique qui les rend sensibles à l'éther, au chloroforme et au desoxycholate de soude. (Abdeldjellil Bezzaoucha., 2004).

1.3.3.4. Transmission :

C'est la pique de l'arthropode vecteur qui assure la transmission des arbovirus à l'homme. Les arthropodes capables de transmettre les arbovirus appartiennent à cinq familles :

Synthèse Bibliographique

moustiques, phlébotomes, culicoides, tiques dures et tiques molles. L'arthropode infecté restera contaminant toute sa vie. (**Abdeldjellil Bezzaoucha., 2004**).

1.3.4. La Dengue :

La dengue est une arbovirose bénigne, mais ses formes hémorragiques sont redoutables.

L'agent pathogène de la dengue est un *flavivirus*. On distingue plusieurs types (1, 2, 3,4) qui diffèrent sérologiquement et ne présentent entre eux aucune immunité croisée.

Le vecteur épidémique est un moustique, *Aedes aegypti* le plus souvent ou d'autres *Aedes* selon la région. Transmet le virus par pique, il est infectant 8 à 11 jours après un repas sanguin et reste ainsi toute sa vie ; Anthrophile. Il est considéré comme un excellent vecteur permettant une transmission rapide d'homme à homme.

Les modalités épidémiologiques varient en fonction des conditions climatiques. Tous les âges sont réceptifs. La dengue habituelle est généralement bénigne chez l'enfant. Par contre, le syndrome hémorragique affecte essentiellement les enfants non caucasiens âgés de 6 mois à 12 ans dans les régions de haute endémicité de la dengue, et est moins fréquent chez l'adulte.

La dengue est endémo-épidémique dans la zone intertropicale. Dans ces régions, la transmission par *les Aedes* a lieu toute l'année. La plupart des adultes autochtones sont immunisés et les cas cliniques s'observent surtout chez l'enfant et l'immigrant récent, à moins que ne soit introduite une nouvelle souche à l'égard de laquelle personne n'est immunisé.

En zone tempérée, des épidémies estivales sont survenues autrefois, là où des *Aedes aegypti* avaient été importés (comme en Grèce en 1928). L'introduction du virus a été alors à l'origine d'épidémies dans des populations non immunes.

Le pronostic des formes hémorragiques est quelque réservé : la létalité atteint 10 à 20% selon les épidémies. (**Abdeldjellil Bezzaoucha, 2004**)

1.3.5. virose à West Nile :

Le virus de la West-Nile appartient au genre *flavivirus* de la famille des *togavirus*. Il est proche du virus de l'encéphalite japonaise et de l'encéphalite de Saint-Louis.

Ce virus atteint surtout les oiseaux ; sauvages ou domestiques, qui ainsi les transportent parfois à grande distance, mais aussi les mammifères, équidés notamment qui font parfois une encéphalite et donc l'homme de façon occasionnelle. Il est transmis par la pique du genre *Culex*.

Le virus est largement répandu en Afrique, dans le bassin méditerranéen et au moyen orient jusqu'en Inde. Il est probablement responsable d'affections fébrile estivales décrites dans le sud de la France.

Des formes encéphaliques sévères ont été observées chez les personnes âgées. Les infections inapparentes, semblent, au vu des résultats des enquêtes séro-épidémiologiques, particulièrement fréquentes, surtout chez l'enfant. (**Abdeldjellil Bezzaoucha, 2004**)

Synthèse Bibliographique

1.3.6. La fièvre Jaune :

La fièvre jaune est une arbovirose due au virus *amarilqui* appartient au genre *flavivirus* de la famille *des togaviridae*.

Les hôtes vertébrés principaux sont les singes et les hommes. Cependant, ils ne constituent pas de vrais réservoirs de virus car la virémie est toujours chez eux de courte durée, généralement de moins d'une semaine. Les moustiques, outre leur rôle vecteur, sont les vrais réservoirs : ils restent infectés toute leur vie et transmettent leur virus à leur descendance par voie transovarienne. Les moustiques vecteurs à l'origine des épidémies vivent dans l'environnement humain : *Aedes aegypti*, quelquefois *simpsoni*.

Dans un pourcentage variable selon les épidémies, le malade passe le cap du 12^e jour. Son état s'améliore progressivement et il guérit après une longue convalescence, il ne conserve aucune séquelle. Le malade n'est pas contagieux mais doit être isolé à l'abri des moustiques pendant la période de virémie.

La zone d'endémicité amarile s'étend en Afrique intertropicale et en Amérique intertropicale à l'exception de vastes zones où l'éradication des *Aedesa* a été réalisée. Curieusement, l'Asie et le Pacifique sont épargnés par la fièvre jaune, alors que les conditions de transmission y sont apparemment réunies. Des raisons sérologiques, croisement avec la dengue ont quelquefois été évoquées.

La fièvre jaune est en effet une maladie soumise à déclaration conformément au règlement sanitaire international. Celui-ci a pour objet non pas la protection individuelle du voyageur se rendant en zone infectée, mais la protection d'un état indemne contre l'importation d'une maladie quarantenaire en provenance d'un territoire infecté. (**Abdeldjellil Bezzaoucha., 2004**)

1.3.7. La fièvre de la vallée du Rift :

La fièvre de la vallée du Rift est une zoonose atteignant des rongeurs, le mouton, le bœuf, les camélidés et l'homme. La maladie est causée par un *buntavirus*, genre *phlebovirus*. Celle-ci est transmise par la pique de moustiques, essentiellement du genre *Culex*, en contact direct avec le sang d'animaux malades. D'autres moustiques peuvent intervenir : *Aedes*, *Anopheles*.

La transmission directe de personne à personne semble possible, fait rare pour une arbovirose. La fièvre de la vallée du rift simule la grippe. Après une incubation de 3 jours en moyenne, elle débute brusquement par une ascension thermique à 39 °, des céphalées, des myalgies, des nausées, des vertiges. La fièvre décroît en 3 à 4 jours. Les manifestations oculaires sont fréquentes, avec baisse de l'acuité visuelle ou cécité provisoire, parfois irréversible.

La maladie est endémo-épidémique dans presque toute l'Afrique au sud du Sahara. Une épidémie a sévi en Egypte en 1977 (18000 cas, 598 décès), introduite par le bétail à partir du Soudan. L'épidémie de Rosso (Mauritanie) a occasionné le décès de 224 cas. (**Abdeldjellil Bezzaoucha., 2004**)

Synthèse Bibliographique

Synthèse Bibliographique

1.4. Lutte anti vectorielle

1.4.1. Définitions pratiques de l'éradication, de l'élimination et de la lutte:

1.4.1.1. L'éradication :

est la réduction définitive à zéro de l'incidence mondiale de l'infection due à un agent pathogène particulier résultant d'efforts délibérés, sans risque de réintroduction. Dans certains cas, cet agent pathogène peut totalement disparaître tandis que dans d'autres cas il peut rester présent dans un lieu confiné tel qu'un laboratoire. (OMS, 2012)

1.4.1.2. L'élimination :

(Interruption de la transmission) est la réduction à zéro de l'incidence d'une infection due à un agent pathogène particulier dans une zone géographique définie résultant d'efforts délibérés ; la prévention du rétablissement de la transmission peut nécessiter une action continue. (OMS, 2012)

1.4.1.3. La lutte :

Est la réduction de l'incidence, de la prévalence, de l'intensité, de la morbidité ou de la mortalité, séparément ou conjointement, résultant d'efforts délibérés. L'expression « élimination en tant que problème de santé publique » devrait être réservée à la réalisation des cibles mesurables pour la lutte fixée par les États Membres concernant une maladie particulière. Le maintien de cette réduction peut nécessiter des interventions continues. (OMS, 2012).

1.4.2. Qu'on est il réellement du programme de lutte anti vectorielle dans le monde ?

La transmission et la persistance des agents pathogènes responsables des maladies dépendent des vecteurs ou des hôtes intermédiaires. Il existe donc un risque que l'accès suffisant aux médicaments ne permette pas à lui seul la réalisation des cibles dictées par l'OMS dans le but de la prévention, la lutte, l'élimination et l'éradication des maladies à transmission vectorielle. Dès lors que les mesures de lutte contre les vecteurs ou leurs hôtes et espèces intermédiaires ne sont pas encore bien adaptées, le monde doit préférer l'application de mesures de prévention pérennes guidées par la surveillance entomologique et épidémiologique.

Sachant à titre d'exemple, qu'en 2012, la dengue était, à l'échelle mondiale, la plus importante maladie virale potentiellement épidémique transmise par des moustiques. Au cours de ces 50 dernières années, l'incidence mondiale de la dengue a été multipliée par 30, et son coût humain et économique est colossal. (OMS, 2012).

1.4.3. Méthodes de lutte utilisées contre les vecteurs:

1.4.3.1 Limiter ou empêcher le contact homme-vecteur :

Cette méthodologie de lutte se focalise sur l'homme, elle vise l'empêchement d'entrer en contact direct avec un quelconque vecteur, ceci soit par :

Synthèse Bibliographique

- L'installation de moustiquaire imprégnée d'insecticide (**Dimi T D. et al, 2006**)
- L'application cutanée directe de substance répulsive vis-à-vis des moustiques (**H. Wajcman et al, 2004**)
- La sensibilisation des ressortissants qui se dirigent vers des régions à danger épidémiologique.

1.4.3.2 Diminuer la densité vectorielle :

Afin de diminuer la densité du vecteur la lutte anti vectorielle doit perturber le cycle de développement des moustiques ceci soit en agissant directement sur les œufs et les larves soit en visant les adultes soit indirectement en se concentrant sur leur milieu naturel et le rendre défavorable. Les moyens employés pour cet objectif sont différents, et s'étendent des plus simples au plus sophistiqués.

***Lutte physique :**

Lutte mécanique qui permet l'éradication pérenne d'un gîte larvaire, en aménageant l'environnement (assèchement des marais, drainage...). Ces actions permettent en outre, de réduire la productivité des gîtes en adultes ou d'éliminer complètement ces gîtes. Cette méthode de lutte présente un réel intérêt lorsqu'il s'agit de moustiques dont le mode de vie est domiciliaire ou péri-domiciliaire. Il s'agit d'éliminer tous les récipients naturels ou anthropiques pouvant contenir de l'eau stagnante, soit en éliminant ces gîtes potentiels ou en les vidant de leur eau, soit en les couvrant afin d'empêcher les femelles de venir y pondre. (**Sayeh mohamed yassine 2011**)

***Lutte biologique :**

La lutte biologique se base sur le principe de l'introduction dans le biotope des larves ou des moustiques d'un prédateur naturel, Ainsi, de nombreux prédateurs de larves de moustiques existent mais ceux qui présentent un intérêt pour la lutte biologique ; sont les poissons larvivores comme le Gambusia et insectes aquatiques entomophages (se nourrissent d'insectes) ou de microorganisme (bactérie, parasite, virus...) cette méthode se caractérise par son grand respect envers l'environnement. (**Sayeh mohamed yassine 2011**)

***Lutte génétique :**

La lutte génétique vise à contenir, réduire ou éliminer une population en lâcha complètement stériles en nombre suffisant pour diminuer la capacité reproductrice de la population naturelle. (**OMS, 1983**).

Synthèse Bibliographique

*Lutte chimique :

La lutte chimique repose sur l'utilisation de produits chimiques (insecticides) à effet toxique envers les insectes cibles. Ces insecticides chimiques utilisés à l'encontre à la fois des adultes et des larves de moustiques ont connu une forte utilisation dans la deuxième moitié du siècle dernier, suite à la seconde guerre mondiale. (OMS ; 1983)

Statistiques épidémiologique algérienne

CHAPITRE II : Statistiques épidémiologique algérienne

Cette partie est une sorte de synthèse des données épidémiologiques concernant quelques maladies à transmission vectorielle en Algérie. La source de ces informations en leur totalité est l'Institut National de Santé Publique (Département soutien technique/ parasitologie/ paludisme)

2.1. Paludisme :

2.1.1. L'année 2015 :

Au cours de l'année 2015 et à travers l'ensemble du territoire national, 747 cas de paludisme ont été notifiés et confirmés par le laboratoire de références de l'Institut National de Santé Publique.

Le nombre total des lames examinées est de 9689 lames, le Taux Annuel d'Examens Hématologiques (T.A.E.H) est 0.3% pour une population sous risque palustre de 24552728 habitants. La répartition des cas de paludisme selon la classification est :

- 729 cas classés « importés » : soit un taux de 97.5% des cas.
 - *le sexe concerné : le sexe masculin 85.3% des cas, le sexe féminin 14.1%, le sexe est non déterminé dans 0.5% des cas par l'absence d'enquête épidémiologique.
 - *les tranches d'âges : 15 ans et plus dans 87.3% des cas. De 10-14 ans dans 4.5% des cas. 5-9ans dans 4.2%. 2-4 ans dans 2.7% des cas. 0-1 dans 0.9% des cas
- 18 cas classés « introduit » : soit un taux de 2.4% des cas

La fréquence des espèces plasmodiales retrouvées :

- **plasmodium falciparum* 689 cas (92.2%)
- **plasmodium vivax* 38 cas (5.1%)
- **plasmodium malariae* 20 cas (2.6%)

L'indice plasmodique est : 7.7%

2.1.2. L'année 2014 :

Au cours de l'année 2014 et à travers l'ensemble du territoire national, deux cent soixante- six (266) cas de paludisme ont été notifiés et confirmés par le laboratoire de références de l'Institut National de Santé Publique.

Le nombre total de lames examinées est de 8690 lames, le Taux Annuel d'Examens Hématologiques (T.A.E.H) est de 0.04% pour une population sous risque palustre de 23953881 habitants.

La répartition des cas de paludisme selon la classification est :

- 260 cas classifiés « importés »
 - * Le sexe concerné : le sexe masculin dans 86.5% des cas et le sexe féminin dans 13.5% des cas
 - * La tranche d'âge prédominante concerne les 15 ans et plus dans 90.7% des cas
- 06 cas classifiés « non classés »
 - 01 cas notifié à Ourgla, 03 à Illizi, 02 à Tamanrasset.

Les espèces plasmodiales retrouvées :

- **plasmodium falciparum* : 203 cas

Statistiques épidémiologique algérienne

**plasmodium vivax* : 50 cas

**plasmodium malariae* : 13 cas

L'indice plasmodique est : 3.1%

2.1.3. L'année 2009 :

On note une chute conséquente du nombre de cas de paludisme enregistré au cours de l'année 2009. Celui-ci est passé de 196 en 2008 à 94 en 2009. La classification des cas de paludisme montre cette année l'absence de cas de paludisme autochtone.

La prédominance est nette pour les cas importés :

- paludisme « importé » : 90 cas ;
- paludisme « provoqué » : 1 cas ;
- paludisme « rechute » : 1 cas ;
- paludisme non classé : 2 cas.

La répartition géographique montre que ce sont les wilayas du Sud et notamment Adrar et Tamanrasset qui totalisent 96% de l'ensemble des cas :

- Tamanrasset : 53 cas ;
- Adrar : 37 cas ;
- Sidi Bel Abbès : 2 cas ;
- Annaba : 1 cas ;
- Tizi Ouzou : 1 cas.

Deux espèces plasmodiales ont été identifiées :

- le *plasmodium falciparum* : 88 cas ;
- *plasmodium vivax* : 6 cas.

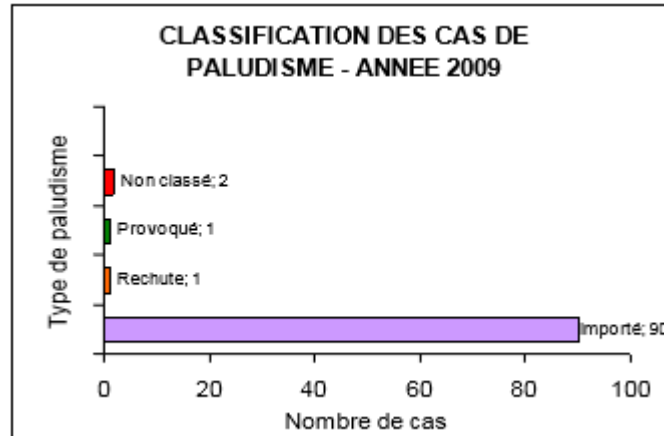


Figure 08 : classification des cas du paludisme année 2009. (INSP)

2.1.4. L'année 2008 :

Au cours de l'année 2008, nous avons constaté une diminution du nombre de cas de paludisme. En effet le nombre a chuté de 288 à 196 cas. La classification des cas de paludisme montre une nette prédominance de paludisme importé :

- Paludisme « importé » : 192 cas ;
- paludisme « autochtone » : 3 cas ;
- paludisme « rechute » : 1 cas.

Les wilayas qui ont enregistré des cas au cours de cette année sont :

Statistiques épidémiologique algérienne

Tamanrasset (148 cas),

Adrar (37 cas),

Illizi (5 cas),

Ghardaïa et Tizi Ouzou (2 cas),

Annaba et Guelma (1 cas).

Les espèces plasmodiales retrouvées sont : le plasmodium falciparum (185 cas), plasmodium vivax (10 cas) et un cas mixte avec une association plasmodium falciparum et vivax.

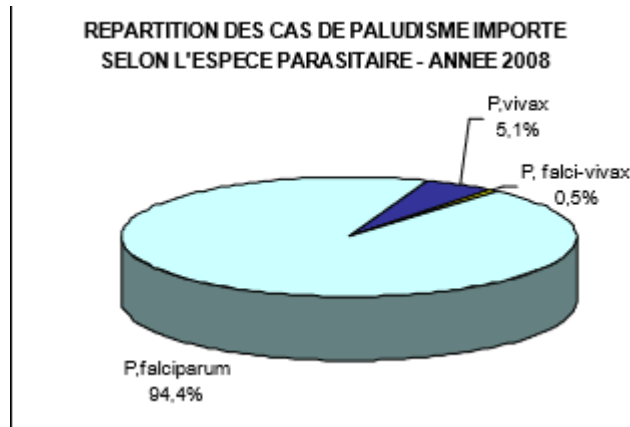


Figure 09 : répartition des cas de paludisme importé année 2008. (INSP)

2.2. Leishmaniose

2.2.1. Leishmaniose cutanée :

❖ L'année 2009 :

On constate une augmentation du taux d'incidence de la leishmaniose cutanée, il est passé de 22,55 à 35,26 cas pour 100.000.

Le taux d'incidence a doublé dans la wilaya de M'Sila, il est passé de 247,01 à 503,07 cas pour 100.000 habitants. Le pic épidémique a été observé en décembre avec 234,61 cas pour 100.000 habitants.

- A Biskra la situation épidémiologique s'est aggravée, l'incidence a plus que doublé, passant de 179,90 à 401,26 cas pour 100.000 habitants avec près de la moitié des cas enregistré au cours du mois de décembre 2009 (169,86).
- A Béchar le taux d'incidence est de 346,36 cas pour 100.000 habitants, légèrement plus bas que celui de l'année précédente qui était de 383,04 cas pour 100.000 habitants.
- Dans d'autres wilayas, on constate également une progression du taux d'incidence : Batna (122,87), El Bayadh (122,11) et Laghouat (97,76).

Le maximum de cas est observé chez les enfants âgés de moins de 5 ans avec 111,50 cas pour 100.000 habitants.

Statistiques épidémiologique algérienne

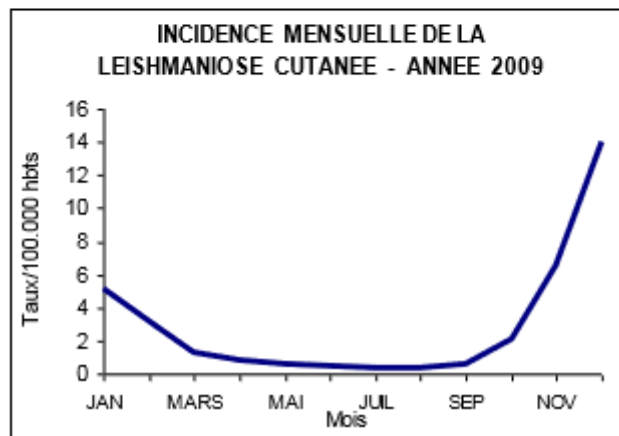
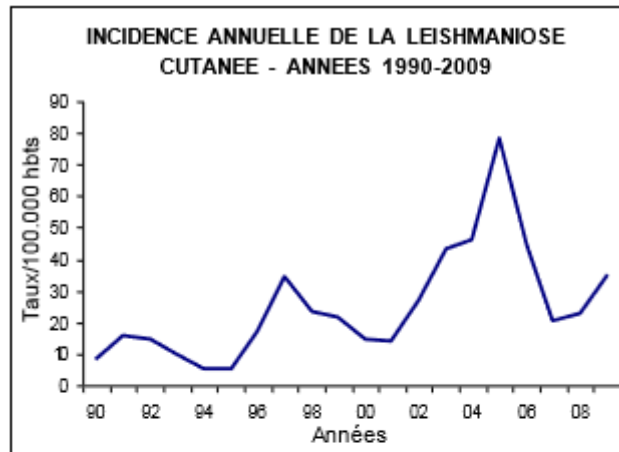


Figure 10 : incidence de la leishmaniose cutanée l'année 2009. (INSP)

2.2.2. Leishmaniose viscérale

Le taux d'incidence de la leishmaniose viscérale est stable avec 0,26 cas pour 100.000 habitants. Les taux régionaux supérieurs à 1 cas pour 100.000 habitants sont retrouvés à Tamanrasset (2,54), Biskra (1,20), Relizane (1,07) et Mila (1,02).

Près de 80% des cas sont des enfants âgés de moins de 5 ans soit une incidence par âge de 2,28 cas pour 100.000 habitants.

Statistiques épidémiologique algérienne

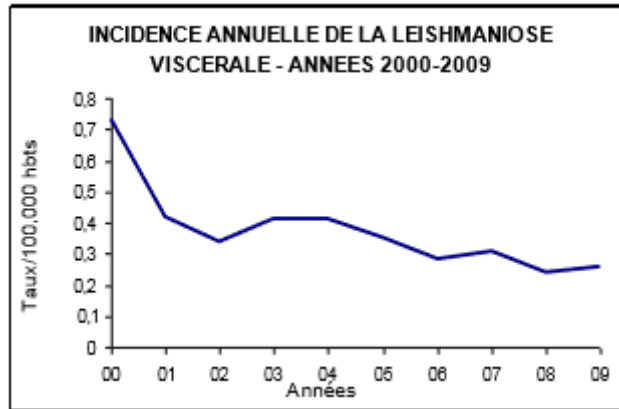


Figure 11 : incidence annuelle de la leishmaniose viscerale année 200/2009. (INSP)

❖ L'année 2008

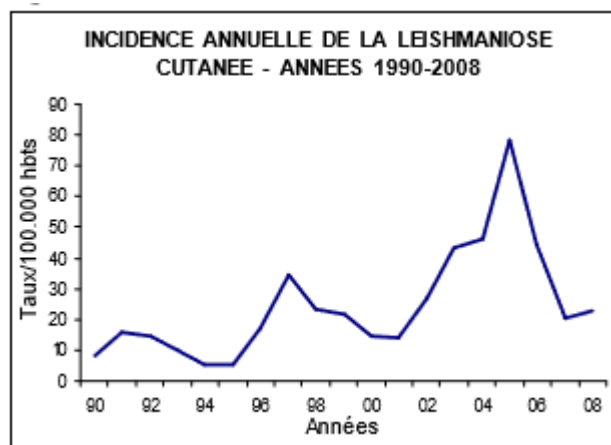


Figure 12 : incidence annuelle de la leishmaniose cutanée année 1990/2008. (INSP)

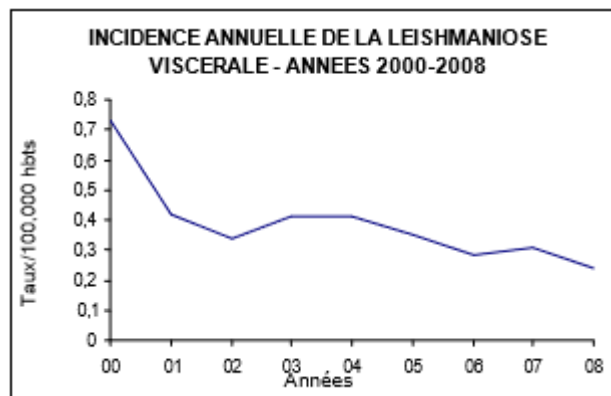


Figure 13 : incidence annuelle de la leishmaniose viscerale année 2000/2008. (INSP)

Statistiques épidémiologique algérienne

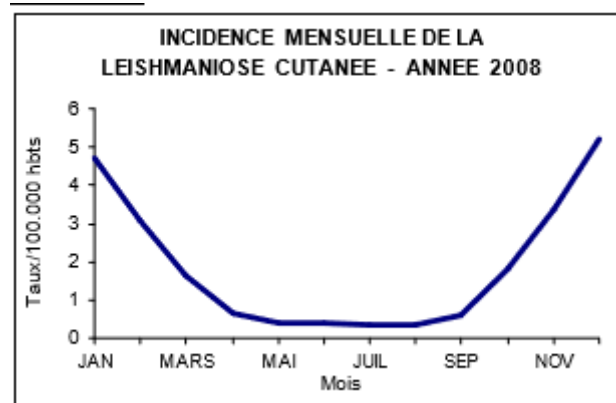


Figure 14 : incidences mensuelles de la leishmaniose cutanée 2008. (INSP)

Matériel et méthodes

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

3.1. Présentation de la zone d'étude :

L'objectif de ce travail scientifique est l'évaluation et la comparaison de l'activité larvicide des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques, avec les insecticides purement chimique sur les larves de moustique vecteur de maladies parasitaires en l'occurrence les culicidés. Les larves utilisées pour nos testes, sont originaires des gites larvaire de la ville Biskra en particulier la commune de Ain Ben Noui.

3.1.1. Localisation géographique de la Wilaya de Biskra :

D'une superficie de 21.671.2 km², la wilaya de Biskra est limitée au Nord par la Wilaya de Batna, au nord-ouest par la Wilaya de M'sila au nord-est par la Wilaya de Khenchela, au Sud par la Wilaya de L'Oued et au sud-ouest par la Wilaya de Djelfa (Rouahna2007).

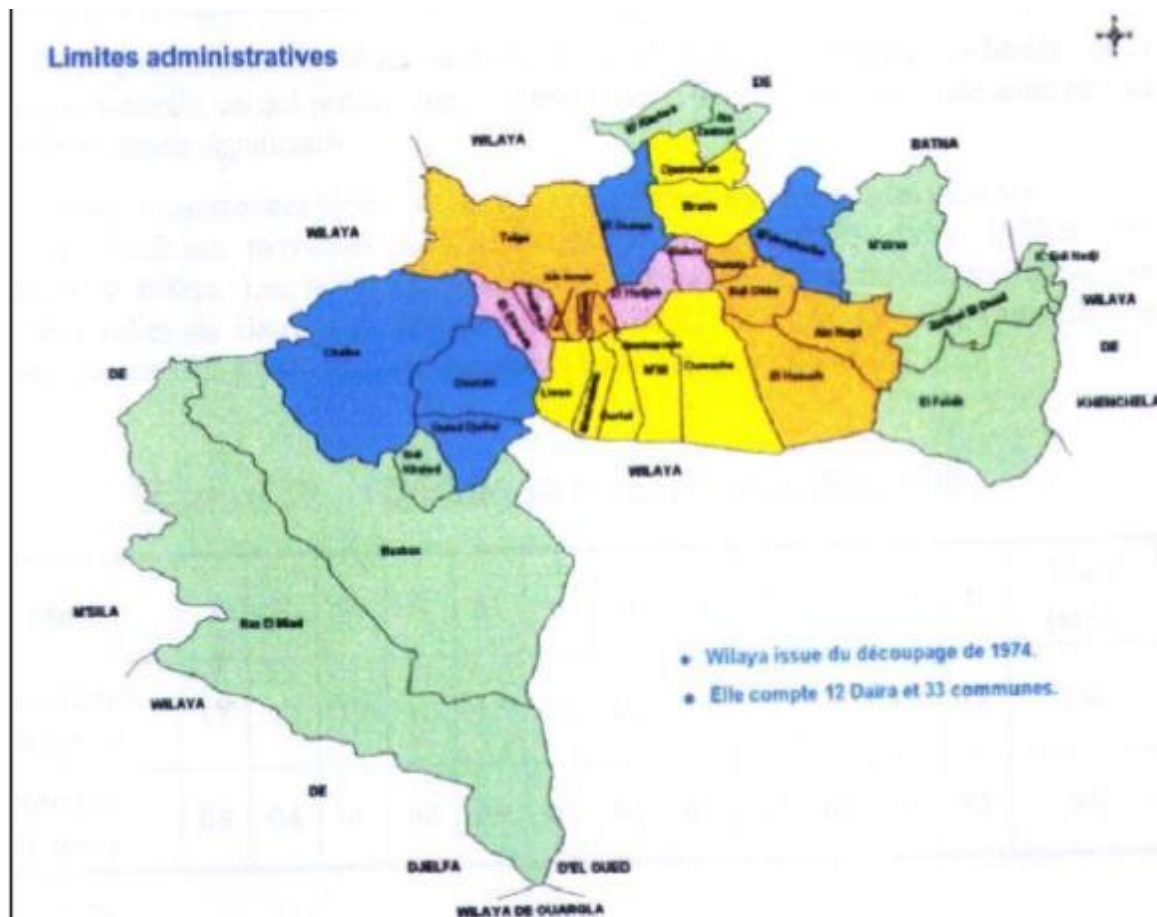


Figure 15 : Limites administratives de la Wilaya de Biskra. (Anonyme 2005)

Biskra se localise également dans les coordonnées géographiques suivantes :

34 degré 48' Nord et 05 degré 44' Est.

3.1.2. Reliefs :

Matériel et méthodes

L'importance des reliefs dans le domaine de l'entomologie est primordiale, en particulier pour repérer les gîtes. C'est pour cela qu'on s'intéresse à celui de notre région d'étude.

Le territoire de la Wilaya peut être divisé en quatre grandes entités géographiques, à savoir :

- Une zone de montagnes : qui borde les limites septentrionale de la Wilaya. Djebel Taktiout est le point culminant avec une altitude de 1942 m.
- Une zone de plateaux, localisée à l'ouest, cette zone s'étend du nord au sud et constitue en partie la daïra de Ouled Djalal et Tolga.
- Une zone de plaines, qui occupe la zone centrale, la plaine de l'Outaya, Sidi Okba et Doucen.
- Une zone de dépression située au sud-est qui correspond à la zone des chottes. (Guemaz 2006)

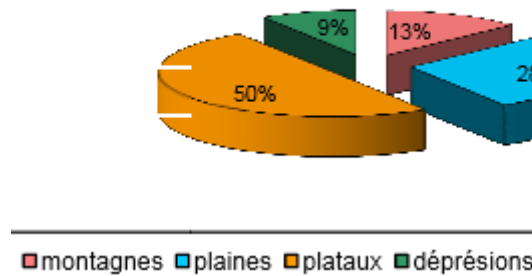


Figure 16 : répartition du relief de la wilaya de Biskra (Anonyme)

3.1.3. Climatologie :

❖ Pluviométrie :

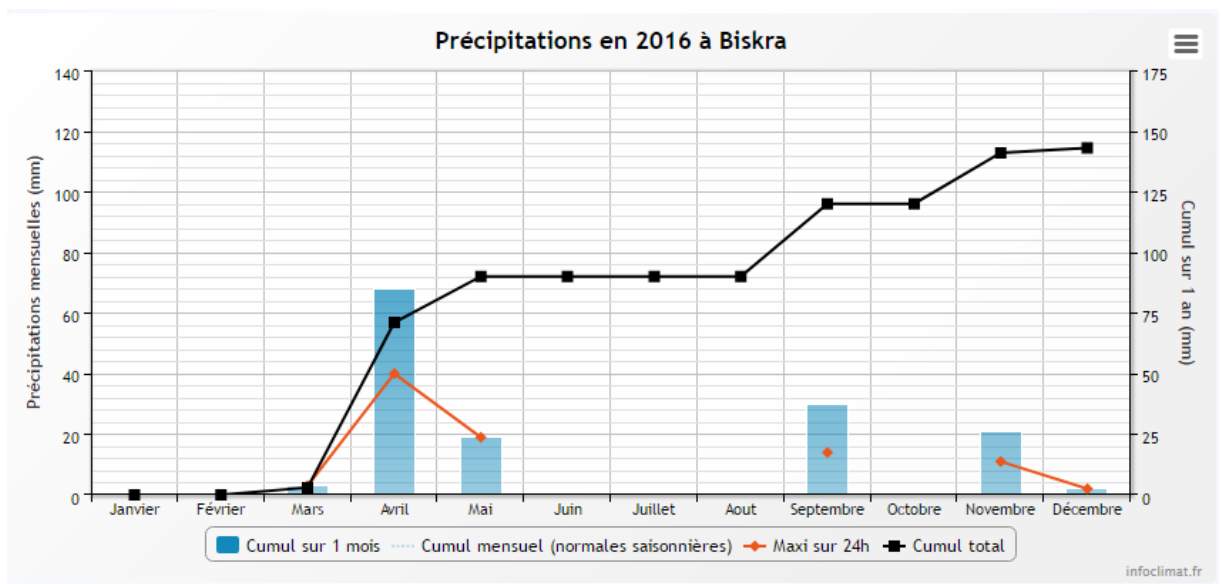


Figure 17 : courbe représente précipitation de l'année 2016 sur la wilaya de Biskra. (infoclimat)

Matériel et méthodes

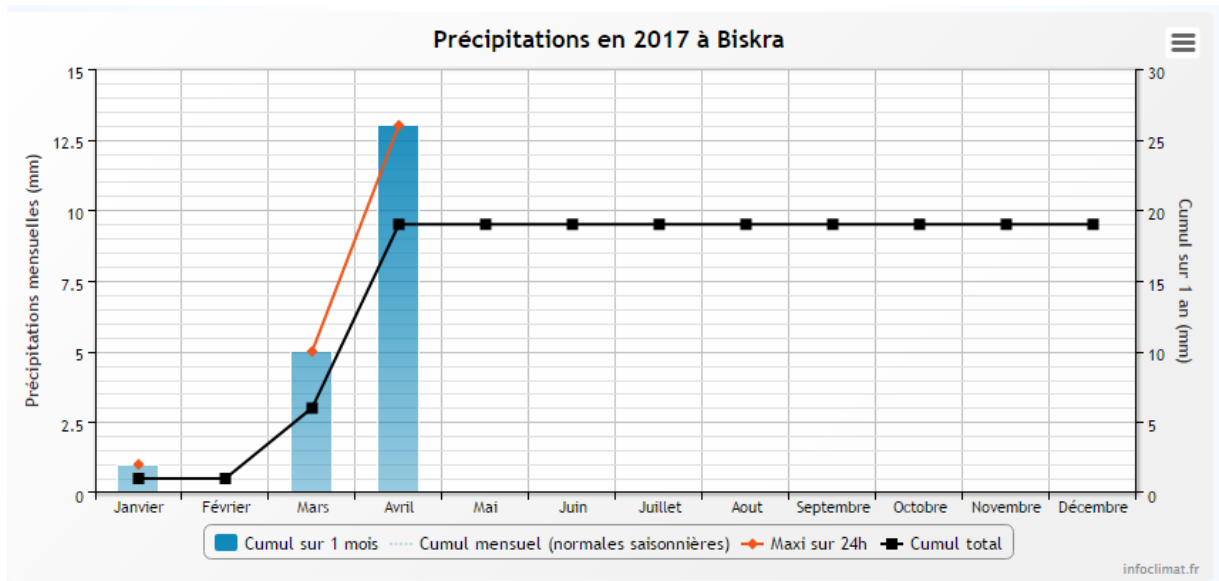


Figure 18: courbe représente précipitation de l'année 2017 sur la wilaya de Biskra. (infoclimat)

❖ Température :

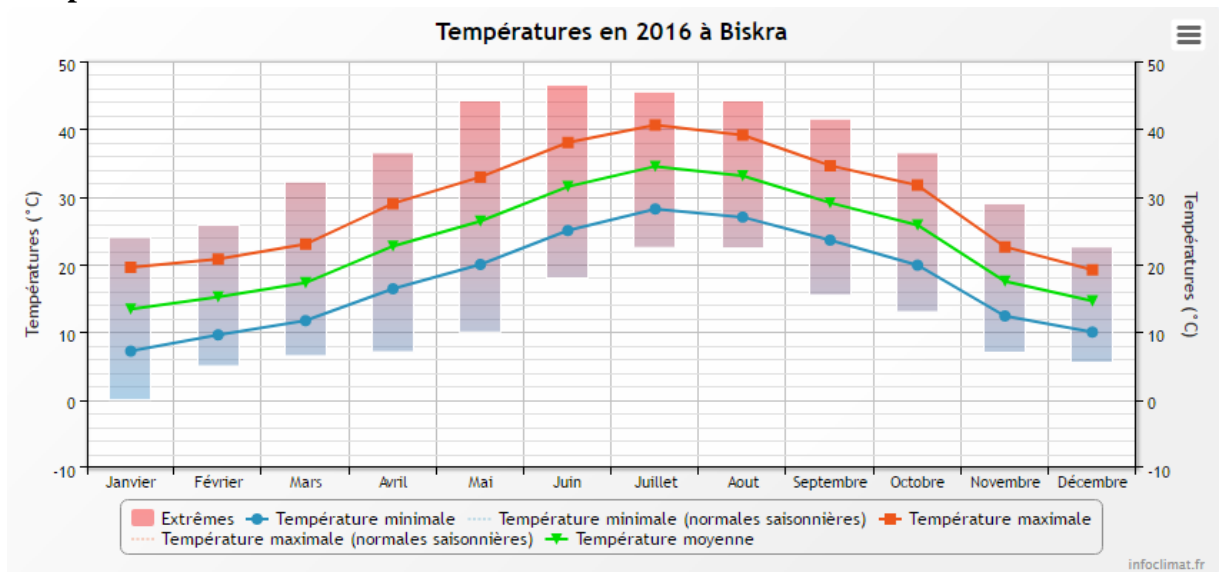


Figure 19: courbe représentant l'oscillation de la température sur la wilaya de Biskra pour l'année 2016. (infoclimat)

Matériel et méthodes

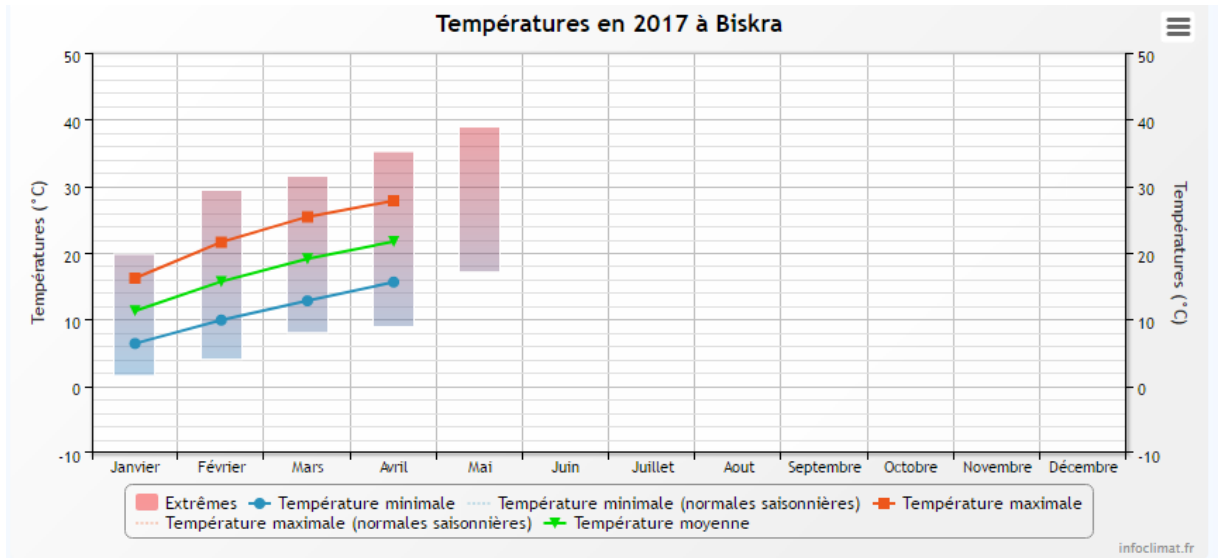


Figure 20: courbe représentant l'oscillation de la température sur la wilaya de Biskra pour l'année 2017. (infoclimat)

Matériel et méthodes

3.2. Présentation site d'échantillonnage « Ain Ben Noui » :

Ain Ben Noui se situe dans la commune d'El Hadjeb, à 7km du sud -ouest de la wilaya de Biskra, s'étend sur une superficie de 1600ha. Elle est limitée au Nord par la route de Biskra/Tolga, à l'Est par l'Oued de Ain Ben Noui et à l'Ouest par Ségia d'Oumache.

*COORDONNEESGEOGRAPHIQUES :

- Altitude:270m
- Latitude:34°,30N
- Longitude:05°,38E

*CARACTERISTIQUESDUCLIMAT :

- Moyenne annuelle des précipitations:124mm
 - Moyenne annuelle des températures:27,7°C
 - Minimum absolue des températures minimales:-1°C
 - Maximum absolue des températures maximales:48°C
 - Moyenne annuelle de l'évapotranspiration:2500mm
- (Atlas climatologique national : (Période 1975 – 1985. BISKRA)



Figure 21 : station d'échantillonnage.

Matériel et méthodes



Figure 22 : Photo satellitaire de la station de Ain ben Noui. (Googlemaps 2010)

3.2.1. Critères de base pour le choix du site :

- Abondance de la densité larvaire dans le gîte.
- passé épidémiologique de la région.
- activité de la population aux environs du site.

Matériel et méthodes

3.3. Modèle biologique :

3.3.1. Présentation de *Culiseta longiareolata*

Est un insecte nuisible à métamorphose complète, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des Diptères, famille des Culicidés. Ce moustique à une taille qui varie de 3 à 5 mm. Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites (VILLENEUVE et DESIRE, 1965).

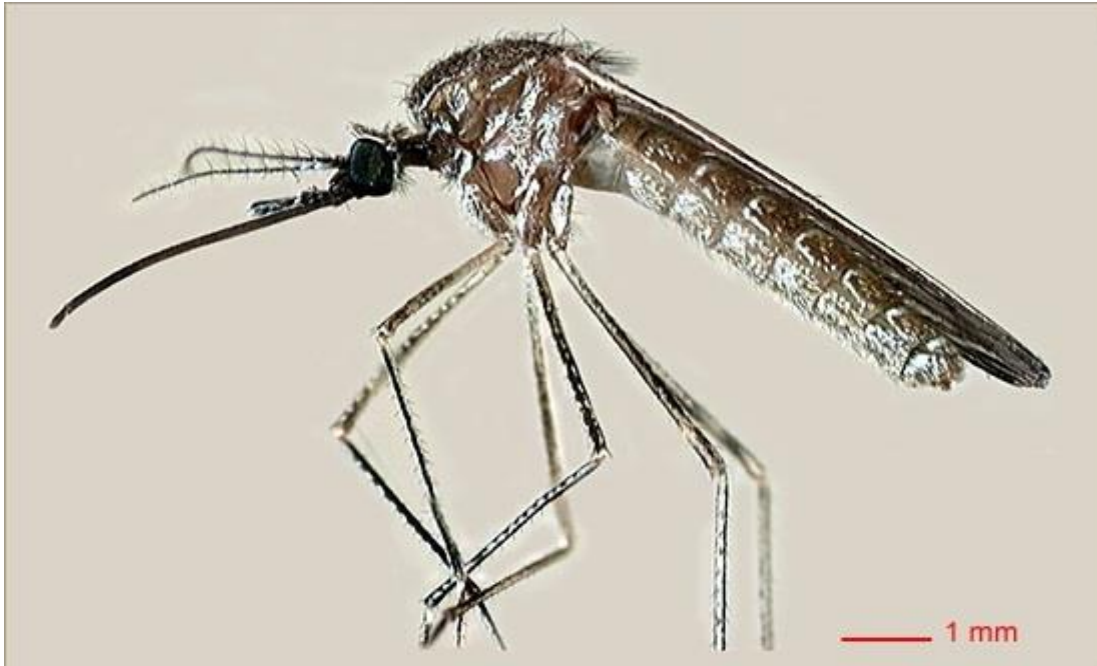


Figure 23 : *Culiseta longiareolata* femelle. (Anonyme 2011)

3.3.2. Caractéristiques

Culiseta longiareolata est multivoltine, peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelles (régions froides) et chez les larves (régions tempérées). Les adultes sont présents toute l'année avec un max de densité au printemps et un autre en automne (BRUHNES et al, 1999). Les œufs de *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques, porte environ 50 à 400 œufs (BOULKENAFET, 2006).

Les femelles sont sténogames et autogènes. Elles piquent de préférence les vertébrés surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considérée comme un vecteur de *Plasmodium* d'oiseau. La larve est caractérisée par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement. Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile, le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite. (BRUHNES et al, 1999).

Matériel et méthodes

3.3.3. Cycle de développement

Les moustiques sont des insectes holométaboles. Leur développement passe par une phase larvaire aquatique avant le stade adulte aérien entrecoupé d'une courte phase nymphale (POUPARDIN, 2011).

a- Œufs:

Les femelles pondent les œufs sur la surface des gîtes différents (bassins, puits abandonnés, trous des rocher, mers, étangs, canaux, citernes, eau de pluie...), dont l'état de l'eau est toujours stagnant et riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée (PAUL, 2009). Les œufs sont fusiformes, ils ont une taille de 0.5 à 1mm. Au moment de la ponte ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur noire (PETERSON, 1980).

b- Larves:

Le développement des larves à ce stade est exclusivement aquatique, leur déplacement est assuré par des mouvements frétilants caractéristiques, et leur évolution comporte quatre stades, de taille variant de 2mm à 12mm (BOULKENAFAT, 2006). Les larves vivent environ 10 jours. La rapidité du développement des larves dépend de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte (PETERSON, 1980).

c- Nymphes :

La nymphe ou pupa est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires (BOULKENAFAT, 2006). La nymphe, également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition, au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (PETERSON, 1980).

d- Adultes (ou l'imago):

Une déchirure ouvre la face dorsale de la nymphe et l'adulte se dégage lentement. L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou en général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et leur corps est rigide grâce à la membrane chitineuse mince, il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencié (BOULKENAFAT, 2006).

3.3.4. Morphologie des larves Culicidae

*Tête :

La capsule céphalique est formée d'une plaque chitineuse médiane, le frontoclypéus et de deux plaques latérales épicroâniennes. Au frontoclypéus est rattachée une plaque antérieure étroite (préclypéus) portant les brosses buccales. Les pièces buccales sont broyeuses, et principalement composées par des mandibules épaisses à pointes aiguës, et d'une plaque mentonnière triangulaire et dentelée appelée mentum (SEGUY, 1955 ; RODHAIN et PEREZ, 1985).

Matériel et méthodes

Préclypéus et frontoclypéus portent 18 paires des soies symétriques codées de 0-C à 17-C (la lettre C désigne les soies qui se trouvent sur les plaques de la tête). La forme et le nombre des branches de ces soies présentent un grand intérêt taxonomique notamment les soies péclypéales, clypéales, frontales et occipitales.

Deux paires d'yeux sont situées sur la partie médio-latérale des plaques épicrotiniennes. Les deux yeux antérieurs en forme de taches noirâtres, constituent les yeux composés primordiales du futur adulte. Derrière ceux-ci, se trouvent les deux petits yeux des larves ou stemmata. Les antennes qui se posent dans les angles antéro-latéraux de la tête, sont plus ou moins minces et légèrement effilées.

Elles peuvent être plus courtes que la tête et droites ou légèrement incurvées ou aussi longues voire plus longues que la tête et prendre la forme d'une courbe régulière. Le tégument des antennes est souvent couvert des poils et des spicules. Les soies antennaires, nommées de 1-A à 6-A, sont très utiles pour la reconnaissance des genres et certaines espèces appartenant au genre *Culex* (BECKER et al, 2003).

*Thorax

Le thorax est large et trois séries successives de soies plus ou moins ramifiées en marquent les trois régions autrement indistinctes. Les paires de soies symétriques sont numérotées 0-P à 14-P sur le prothorax, 1-M à 14-M sur le mésothorax et 1-T à 13-T sur le métathorax (BECKER et al, 2003).

Signalent que seules les soies pro-thoraciques présentent un intérêt taxonomique. Chez les *Uranotaenia*, quelques soies méso-thoraciques et méta-thoraciques peuvent aussi être modifiées et participer à la distinction des espèces (RAMOS et BRUNHES, 2004).

*Abdomen

Caractérisé par une forme allongée et sub-cylindrique, l'abdomen des larves de Culicidés est composé de dix segments individualisés. Les sept premiers se ressemblent entre eux, où chaque segment est orné de 15 paires de soies (excepté le segment I où se trouvent seulement 13 paires de soies).

La majorité de ces soies sont très peu utilisées en taxinomie, hormis chez les anophèles où l'abdomen est recouvert par certains caractères spécifiques, notamment, les soies palmées et les plaques tergales.

Sur le huitième segment abdominal qui possède un intérêt majeur en taxonomie, deux structures très importantes sont annexées. La première, c'est le peigne qui est constitué par un ensemble d'épines ou d'écailles, variables dans leur forme, leur nombre et leur disposition. Le nombre d'écailles varie de 5 à plus de 100 et peuvent être arrangées en une seule ligne, en double lignes, en forme irrégulière ou encore en forme triangulaire.

Celles-ci, s'insèrent sur le bord postérieur d'une plaque chitineuse chez les *Uranotaenia* et les Anophèles. La deuxième structure correspond aux deux ouvertures spiraculaires qui s'ouvrent soit directement au niveau du tégument (comme c'est le cas chez les *Anophelinae*) soit à l'extrémité apicale d'un organe chitinisé de forme troconique, appelé le siphon respiratoire,

Matériel et méthodes

principal caractère des Culicinae. Il s'agit d'un des caractères les plus utilisés pour l'identification des espèces constituant les Culicinae.

Plus ou moins long, ce siphon porte de part et d'autre une rangée d'épines (peigne de siphon) et selon les genres et les espèces, une ou plusieurs touffes de soies. Le dernier segment ou segment anal projeté ventralement, ne se trouve pas dans le prolongement du corps, mais forme avec celui-ci un angle de 130°. Il est entouré sur la partie dorso-latérale, d'un renforcement chitineux qui constitue la selle. Cette dernière est ornée d'épines et d'une paire de soies (1-X), de paires de longues soies disposées en une brosse dorsale, d'une ligne de soie et d'une brosse disposée ventralement. Au niveau du bord postérieur de la selle, quatre papilles anales saillantes entourent l'anus, qui est terminal (CALLOT et HELLUY, 1958; RODHAIN et PEREZ, 1985 ; BECKER et al, 2003; RAMOS et BRUNHES, 2004).

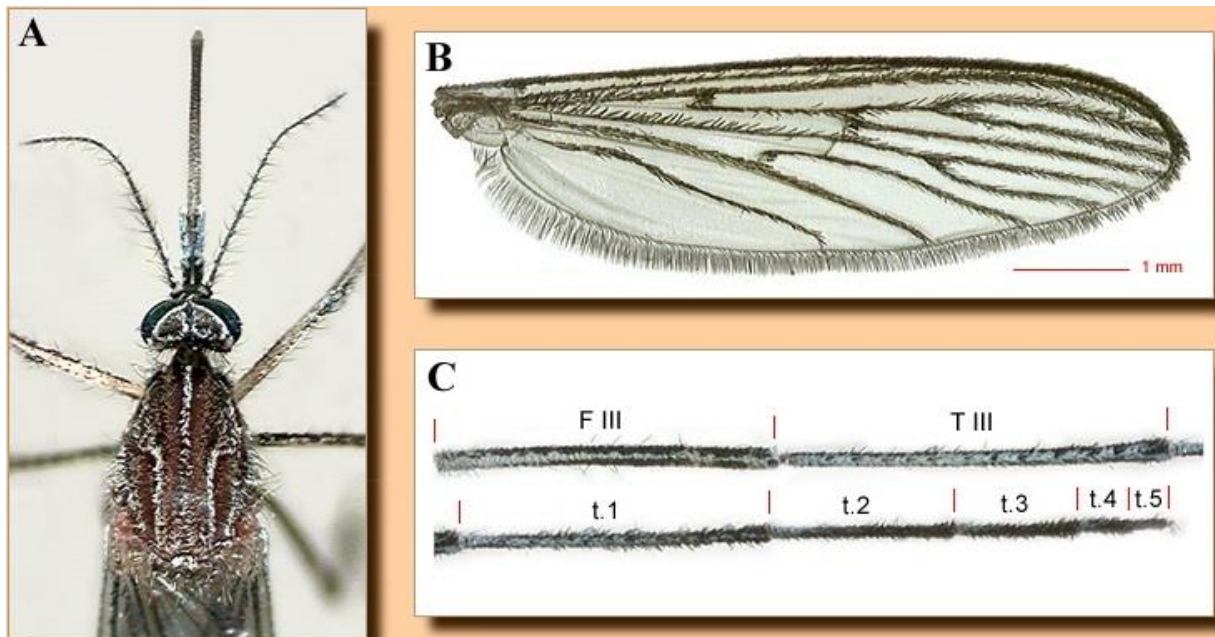


Figure 24 : *Culiseta longiareolata* ; A : tête, B : aile, C ; pattes. (Anonyme 2011)

Matériel et méthodes

3.3.5. Intérêt médicovétérinaire :

Culiseta longiareolata est incriminée potentiellement dans la transmission d'agents pathogènes divers, touchant principalement les oiseaux. Le paludisme aviaire se classe en première position des maladies transmises par celle-ci. Vient en suite les arbovirus. Elle est aussi considérée comme vecteur expérimental du West Nile. (Veillon Philippe, 2016)

Les espèces vectrices			
WRBU			
Genre	Sous-genre	Espèces	Auteur / Date
Culiseta	Allotheobaldia	longiareolata	Macquart, 1838
Culiseta	Culiseta	annulata	Schrank, 1776
Culiseta	Culicella	itanea	Shute, 1928
Culiseta	Culiseta	subochrea	Edwards, 1924

Paludisme aviaire

Arboviroses

Autre pathogène

Vecteur de *Plasmodium* sp. Vecteur expérimental du West Nile

Vecteur de *Plasmodium* sp. et infection naturelle *Tahyna*. Vecteur de la myxomatose

Figure 25 : parasitoses et autres agents pathogènes pouvant être potentiellement transmis. (Veillon Philippe, 2016)

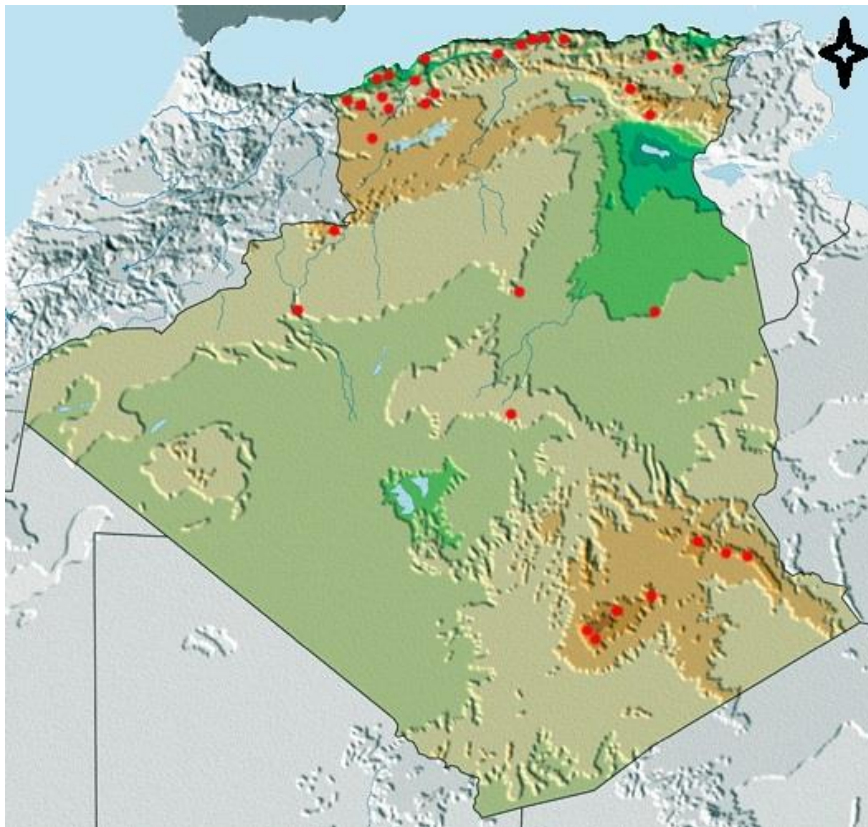


Figure 26 : carte de distribution de *Culiseta longiareolata* en Algérie. (Anonyme 2012)

Matériel et méthodes

3.4. Technique d'échantillonnage et triage :

Les prélèvements ont été réalisés selon la technique du coup de louche ou *dipping* (Rioux et al, 1965 ; Subra, 1971 ; Papieroc et al, 1675, croset et al 1976). La louche d'une capacité connue (c=11) est plongée dans l'eau, puis déplacée d'un mouvement uniforme en évitant les remous. Dix coups de louche sont ainsi donnés dans différents points du gîte avec un espacement de 1m. Les larves soumises aux tests de toxicité proviennent de gîtes larvaires non traités. Le triage des larves s'est fait au laboratoire, Elles ont été identifiées principalement à l'aide d'un logiciel d'identification (moustique d'Europe) (Schaffner et al,2001) et une clé dichotomique (Himmi et al ,1995).

Les espèces ont été triées et isolées les unes des autres afin d'éviter des interactions interspécifiques. Ce triage a permis l'identification de notre espèce à savoir *Culiseta longiareolata* et a aussi permis l'application de nos produits de lutte.



Photo 01 : triage des larves L4. (Photo originale)

Matériel et méthodes



Photo 02: larves stade 4 tirées. (Photo originale)

3.5. moyens appliqués pour la lutte anti vectorielle :

3.5.1. Les huiles essentielles :

Une huile essentielle est un mélange de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présente sous forme de minuscules gouttelettes des les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois. Elle est présente en petite quantité par rapport à la masse du végétal : elle est odorante et très volatiles. (**padrini et lucheroni, 1996**)

3.5.1.1. Rappel sur les plantes médicinales utilisées :

❖ La menthe verte :

La menthe verte (*M.spicata* L) est une plante aromatique vivace stolonifère. Les feuilles sont d'un vert foncé. Les plus jeunes sont d'un vert clair brillant. Elles sont sessiles, ovales lancéolées a dents de scie et acuminées et glabres. Les inflorescences sont des épis allongés, de couleur blanche ou pourpre. Les étamines sont plus longues que la corolle et écartées entre elles. La menthe verte est très commune en Afrique du Nord (**Paris et Moyses, 1965**)

Matériel et méthodes



Photo 03 : menthe verte (oumaden 2011)

Règne : Plantae
Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Ordre : Lamiales
Famille : Lamiaceae
Genre : <i>Mentha</i>
Espèce : <i>Mentha spicata</i> L., 1753

Figure 27 : systématique de la menthe verte selon. Cronquist (1981)

❖ Citron :

L'arbre d'une hauteur de 3 à 4 m, et d'une durée de vie d'environ 40 ans, supporte une température minimale de -2°C.

Il produit de 30 à 40 t/ha. Les fruits sont juteux, acides et très parfumés.

Les plus estimés sont dits « première fleur » (primofiori) (récolte d'octobre à décembre) et « seconde fleur » (mars, avril). Ils se conservent de 6 à 8 mois. Ils sont riches en sels minéraux et en vitamines C (52 mg / 100g) et P, en acides organiques, en sélénium, en fibres...

Le citron est reconnu pour ses propriétés diététiques (35 kcal/100g). Il renferme du calcium à un taux relativement élevé (25mg/ 100g).

Le jus de citron contient essentiellement trois acides : malique, ascorbique et citrique. Les principales variétés sont : Bears sicilienne ; Berna verna ; Eureka ; Eureka panachée (citron de chair rose) ; Genova ; Interdonato ; Lisbonne ; Monachello ; PrimofioriFino, Mesero ; Santa Teresa ; Citron sans pépins ; Villa Franca.

Matériel et méthodes

3.5.1.2. Extractions :

Pour l'extrait de menthe l'extraction s'est faite à partir des feuilles, quant à celle du citron elle s'est faite à partir du zeste. C'est au niveau du laboratoire de la société G.C.Oils, qui est spécialisé dans l'extraction et la formulation des huiles essentielles, qu'on a pu obtenir nos huiles essentielles. Cette dernière se situe dans la Wilaya de Jijel (Milia), les plantes parviennent de la région même.

❖ Menthe :

Extraction se fait via la méthode de l'hydrodistillation. Celle-ci est assurée grâce à un appareil de type Clevenger, où 500 g de matière végétale sont introduites avec 3 L d'eau dans un ballon de 5 L.

Après installation et fermeture du montage, la mise en marche de la chauffe ballon est effectuée avec un réglage optimum du chauffage pour permettre une stabilité de l'extraction à une vitesse constante et bien maîtrisée.

La vapeur chargée d'huile essentielle arrive dans le condenseur. La durée totale de l'extraction est estimée à 3 h (jusqu'à ce qu'on obtienne plus d'huile essentielle).

L'huile essentielle se distingue de l'hydrolat (eau aromatique) par sa différence de densité et de couleur. On la sépare de celui-ci par décantation. Elle est ensuite séchée par du sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4) puis récupérée et conservée dans des vials de couleur brune, hermétiquement fermés et stockés dans un endroit frais (4°C) à l'abri de la lumière. (BRAT P., 2001)

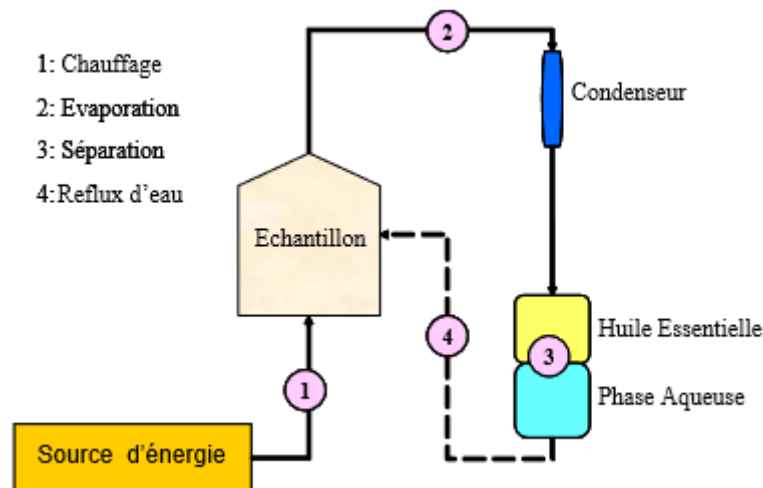


Figure 28 : Schéma du montage d'hydro distillation. (Anonyme)

Matériel et méthodes

❖ Citron :

Extraction se fait par expression à froid (CP) Les huiles essentielles de zestes de Citrus ont été obtenues par expression à froid, à l'aide d'un appareil d'extraction semi industriel (BREVET SCHAUB).

L'huile essentielle est collectée à partir de 5 kg de fruits d'agrumes entiers en utilisant une machine automatique. Son principe de fonctionnement est le suivant : l'écorce d'agrumes est lacérée par une aiguille qui va créer des zones de compression à l'endroit d'impact (aux alentours de l'aiguille). La création de zones de compression dans la peau, entourées par des zones de basse pression, va inciter l'huile à sortir vers l'extérieur. La durée totale de l'opération d'extraction est de 90 min; la séparation de l'HE se fait par centrifugation; elle est séchée ensuite par du sulfate de sodium anhydre et conservée à l'abri de la lumière à une température de 4°C jusqu'à ce quelle soit analysée.



Photo 04 : du montage de l'expression à froid. (Anonyme)

3.5.1.3. Matériel :

- Tube flacon
- Support pour tubes
- Eau distillée, eau de gite
- Chronomètre
- Scotche
- Plateau
- Boîtes en plastique
- Boîtes de pétrie
- Pipettes
- Pots
- Tamis

Matériel et méthodes

- Picette
- Chiffons
- Seringue : pour dosage.
- Bouteilles en plastiques
- Eau de javel : pour nettoyer la paillasse au fur et mesure

3.5.1.4. Techniques :

En premier lieu nous avons d'abord préparé les solutions d'huiles essentielles à différentes concentrations, en s'inspirant du protocole dicté par l'OMS.

Nous avons préparé une solution stock à 0,1% d'huile essentielle dans l'éthanol, et par une série de dilution, nous avons obtenu la gamme des solutions suivantes : 0,01%, 0,04% 0,06%. L'éthanol joue le rôle de diluant et d'émulsifiant de l'huile essentielle dans l'eau.



Photo 05 : préparation des dilutions. (Photo originale)

1ml de chaque solution préparée est mis dans un tube contenant 99ml d'eau distillée en contact avec 5 larves.

On a également 2 témoins, le premier est constitué de l'éthanol absolu, et le second d'eau du gîte. Deux tubes ont été réservés par concentration

Nous n'avons utilisé que les larves du stade 4.

Matériel et méthodes

Les larves ont été exposées aux produits pendant 24 heures, avec une première observation à la trentième minute puis une seconde à la soixantième minute et enfin la dernière le lendemain.



Photo 06: préparation pour l'observation. (Photo originale)

Matériel et méthodes



Photo 07 : observation finale. (Photo originale)

3.5.2. Les produits chimiques

Pour cette partie le choix s'est fait sur la base de la disponibilité des produits. Donc nous avons utilisé le Movento et l'Envidor deux produits des laboratoires Bayer.

3.5.2.1. Spirotetramat ou le Movento :

MOVENTO® 240 SC Est un insecticide en formule concentrée (suspension) qui contient du :

- * 1,2-benzisothiazolin-3-one à raison de 0,04 %
- * 5-chloro-2-méthyl-4-isothiazolin-3-one à raison de 0,001 %
- * 2-méthyl-4-isothiazolin-3-one à raison de 0,0004 % à titre d'agents de conservation

Il agit essentiellement suite à son ingestion par les insectes aux stades immatures.

Appartenant au groupe 23 (selon Insecticide Resistance Action Committee) c'est donc un inhibiteur de l'acétyl-CoA carboxylase et un inhibiteur de la biosynthèse des lipides. Il appartient aux dérivés de tétroniques et tétramiques.

Matériel et méthodes

Technique :

En premier lieu nous avons préparé la dilution du produit selon la notice de produit : 365 ml/100 l. nous avons ainsi calculé la dose on avait besoin via une règle d trois classique. Donc pour l'utilisation de 1 ml il a fallu 0.2 l d'eau physiologique. Ensuite nous avons mis en contact nos échantillons de moustiques avec 3 concentration : 1ml, 1.5ml, 2ml.

Pour chaque concentration nous avons utilisé 5 individus. Bien évidemment une boîte dans les mêmes conditions contenant 5 individus comme témoins



Photo 08 : réalisation du dispositif expérimental pour le Movovento et l'Envidor.

3.5.2.2. Spirodiclofène ou l'Envidor

Est un insecticide qui appartient également au groupe 23 (selon Insecticide Resistance Action Committee) c'est donc un inhibiteur de l'acétyl-CoA carboxylase et un inhibiteur de la biosynthèse des lipides. Il appartient aux dérivés de tétroniques et tétramiques.

Technique :

Matériel et méthodes

La même technique pour le produit précédent, sauf que les indications de dilution différent selon la notice, cette dernière indique que pour 40ml de produits faut utiliser 100l d'eau, donc pour 1ml de produit faut utiliser 2l d'eau. Nous avons également pris 3 concentrations : 1ml ; 1.5ml, 2ml et un témoin pour le même nombre d'individus que le précédent.

Résultat et discussion

CHAPITRE IV RESULTAT ET DISCUSSION

4.1 Les huiles essentielles :

La méthodologie de nos tests a été inspirée de la technique des tests de sensibilité normalisés par l'Organisation Mondiale de la Santé, adoptée pour tester la sensibilité des larves, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1963), (Aouinty et al.,2006). Après un temps de contact de 24 h, on dénombre les larves mortes et vivantes. On calcule le pourcentage de mortalité chez les témoins. L'observation a été faite à l'œil nu, puis nous avons compte le nombre de larves mortes et déduire le pourcentage.

Le pourcentage de mortalité :

$$\frac{\text{Nombre total de larves mortes}}{\text{Nombre total de larves exposées}} \times 100$$

4.1.1. Citron

Tableau 03 : Taux de mortalité des larves après exposition à l'extrait de Citron

Doses testées [] / tps	Mortalité %		
	30'	1h	24h
0.01%	0%	0%	20%
0.04%	0%	20%	60%
0.06%	0%	40%	100%

Résultat et discussion

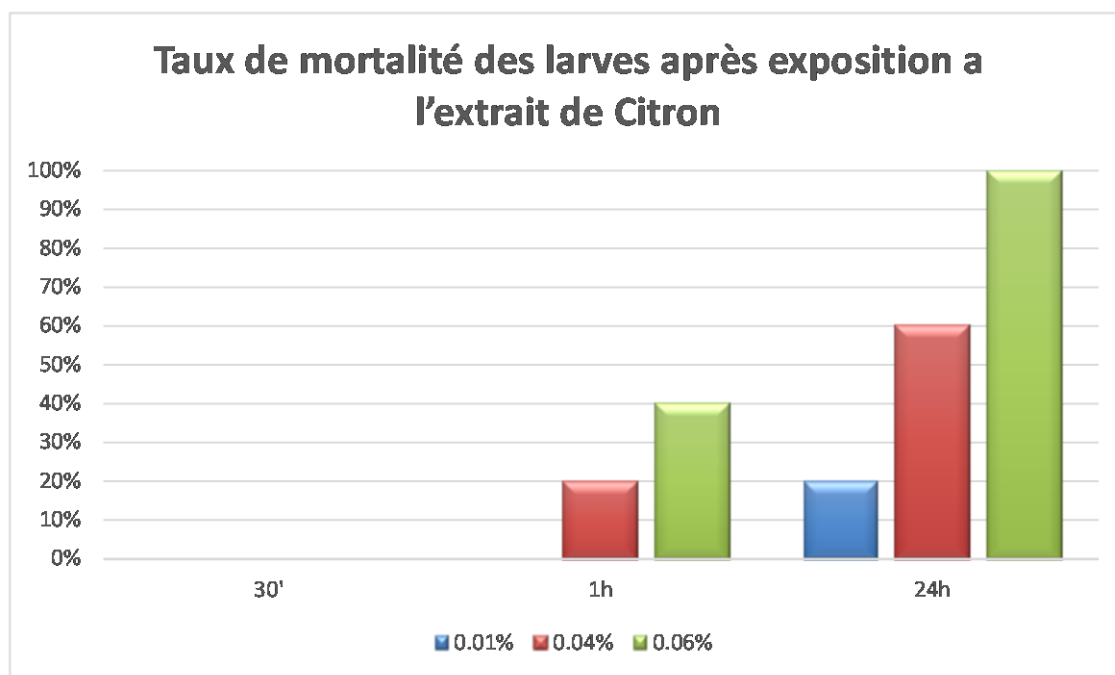


Figure 29 : Taux de mortalité des larves après exposition a l'extrait de citron.

L'huile essentielle citrus possède une activité larvicide intéressante. Mais elle est moyennement appréciée dans l'étude menée par « Waseemakram » sur les larves de *Aedes albopictus* (Waseemakram et AL, 2010). Où le pourcentage de mortalité est de 50% après 24h d'exposition, pour une concentration maximale de 0,8%. Mais après 72 d'exposition l'huile essentielle a causé plus de 80% de mortalité.

Cette différence peut être expliquée par :

- La méthode de la réalisation des tests.
- La différence des espèces exposées aux tests de sensibilité *Aedes albopictus* ; *Culex pipiens* pour Waseemakram
- Les différences de la composition chimique des deux huiles essentielles à cause de facteurs intrinsèques (cycle végétatif, chemotype) ou extrinsèques (météo, nature du sol...). Le composé majoritaire de l'huile monoterpènes. (Papa christoset Stamopoulos, 2002).

4.1.2. Menthe

Résultat et discussion

Tableau 04 : Taux de mortalité des larves après exposition a l'extrait de Menthe.

Doses testées [] / tps	Mortalité %		
	30'h	1h	24h
0.01%	0%	0%	40%
0.04%	0%	60%	100%
0.06%	20%	60%	100%

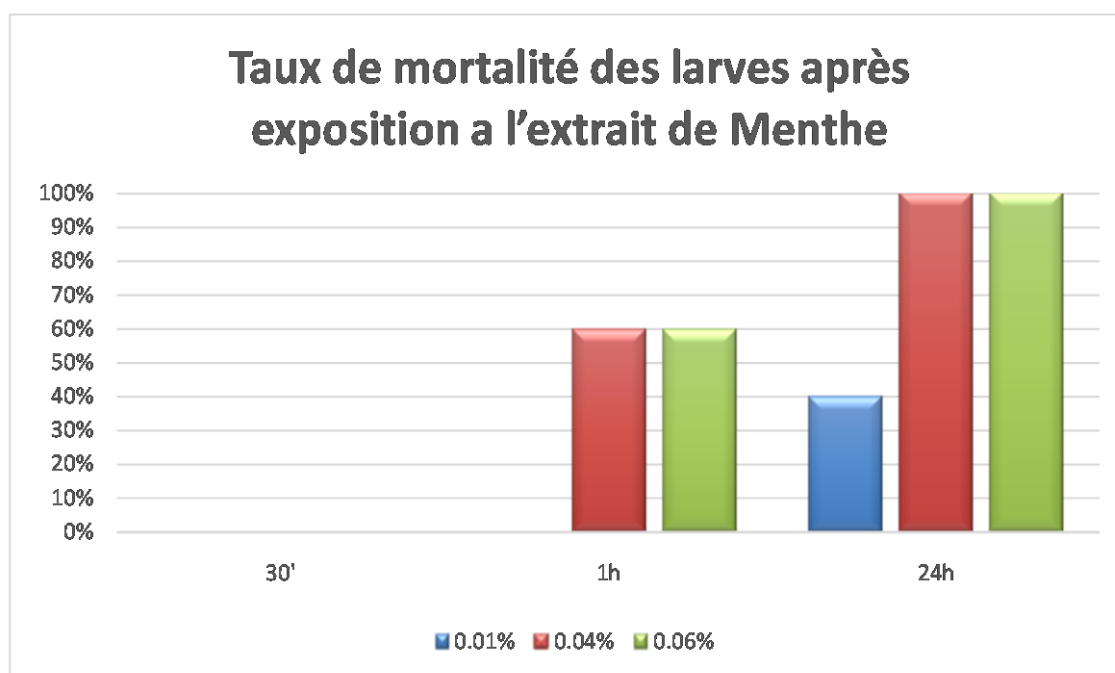


Figure 30 : Taux de mortalité des larves après exposition a l'extrait de menthe.

La menthe a montré une activité larvicide plus importante que celle de citron, et cela est visible sur les résultats obtenus en 24h, une activité qu'on peut expliquer par la différence de composition. (Raja et al 2001), ont démontré l'effet ovicide et adulteicide sur *Callosobruchus maculatus* des huiles essentielles de *Mentha arvensis* et *Mentha spicata*.

Résultat et discussion

4.2. Les produits chimiques :

Tableau 05 : Taux de mortalité des larves après exposition au Movento

Doses testées	Mortalité %		
	30'	1h	24h
[] / tps			
1ml	0%	60%	100%
1.5ml	20%	60%	100%
2ml	40%	80%	100%

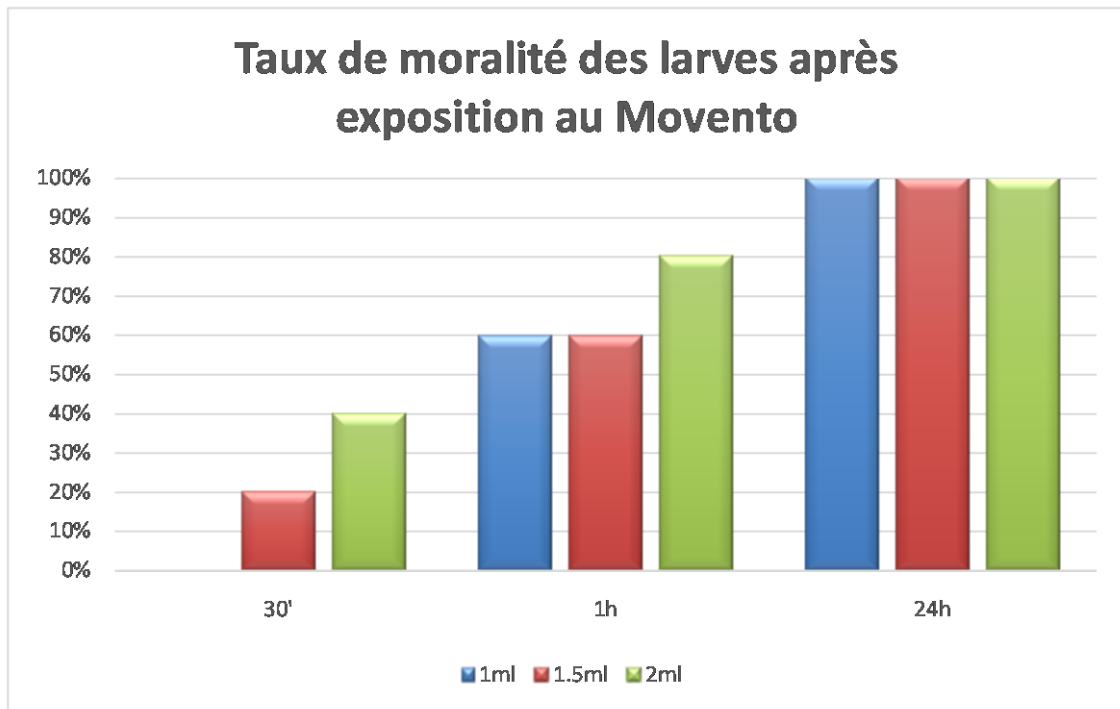


Figure 31 : Taux de mortalité des larves après exposition au Movento.

Résultat et discussion

Tableau 06 : Taux de mortalité des larves après exposition a l'Envidor

Doses testées [] / tps	Mortalité %		
	30'	1h	24h
1ml	0%	60%	100%
1.5ml	20%	80%	100%
2ml	60%	80%	100%

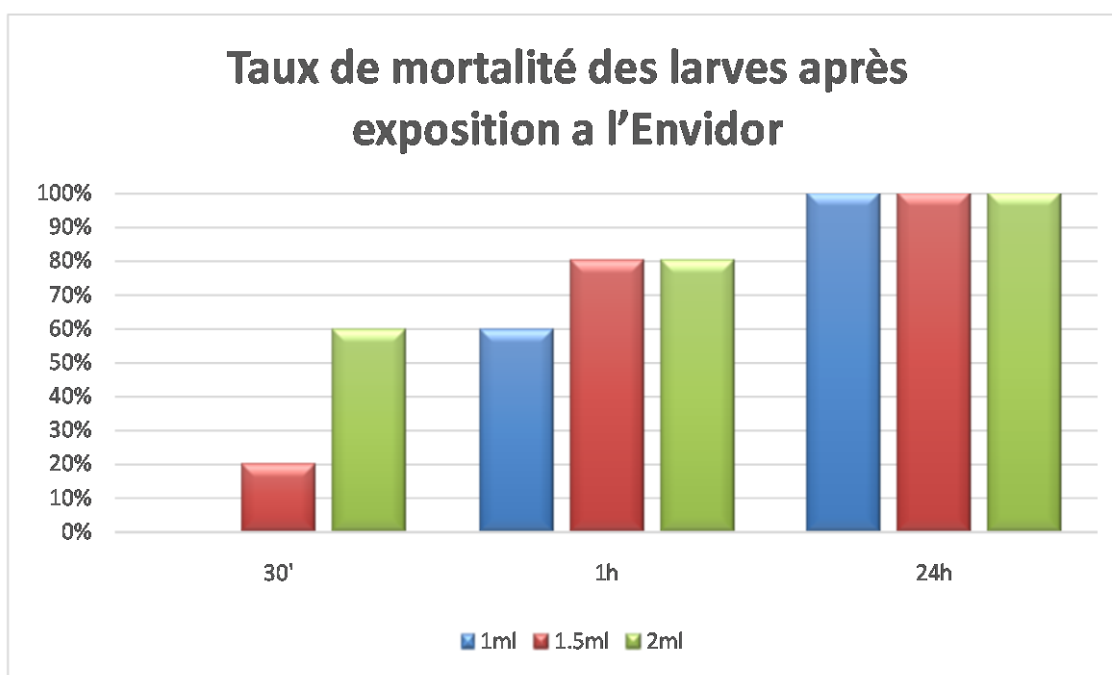


Figure 32 : Taux de mortalité des larves après exposition a l'Envidor

Les résultats obtenus concernant l'action larvicide des deux produits sont presque identiques, et cela s'explique en premier lieu par leur appartenance au même groupe d'insecticide à savoir le groupe 23 (selon Insecticide Resistance Action Committee) qui les classe comme dérivés de tétroniques et tetramiques. Ils sont donc des inhibiteurs de l'acétyl-CoA carboxylase et un inhibiteur de la biosynthèse des lipides.

Résultat et discussion

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 noire, les feuilles de tabac malaxées dans l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques. Au Maroc, l'utilisation de plantes contre les invasions de moustiques est une pratique très courante, surtout dans les régions rurales. En effet, les odeurs du basilic *Ocimum basilicum*, Basil (Labiée) et de *Sarghina*, *Corrigiola telephiifolia* (Caryophyllacée) sont des répulsifs très efficaces. D'après Jacobson (1989), plus de 2 000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées.

Récemment, la litière de l'aulne, plante riche en polyphénols s'est révélée être douée de propriétés toxiques importantes vis-à-vis des larves des moustiques *Culex pipiens*, *Aedes aegyptiet*, *A. albotropus* (**David et al., 2000**). Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été testées sur les larves d'insectes. Nous citons à cet effet, les travaux de Jang et al., (2002 a) sur *A. aegyptiet C. pipiens* en testant l'activité larvicide de certaines légumineuses et les travaux d'Alaoui Slimani (2002) dans lesquels la toxicité de *Mentha pulegium* (Labiée) a été confirmée sur des larves de culicidés. L'activité larvicide des extraits de plantes médicinales aromatiques a aussi été confirmée dans les travaux de Jang et al. (2002 b). Par ailleurs, la protection des cultures contre les ravageurs par des extraits végétaux a été étudiée aussi bien sur des larves de lépidoptères (Lee et al., 2002) que sur des larves d'acridiens (**Barbouche et al., 2001**).

Au Maroc, les études menées sur l'activité insecticide des extraits végétaux vis-à-vis des larves de moustiques sont très limitées. En effet, à l'exception des travaux d'Alaoui Slimani (2002) et ceux de Bouallam Tifnouti (2001), aucune autre étude n'a été effectuée sur des larves de moustiques culicidés.

Pour les extraits aqueux les résultats obtenus bien que préliminaires, témoignent d'une bonne activité larvicide des extraits aqueux des poudres végétales.

Concernant les huiles essentielles, nos résultats montrent les deux type d'huiles essentielles testées possèdent un effet larvicide. Tous les échantillons ont montré une activité sur des larves au stade 4, et particulièrement les huiles essentielles de La menthe

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application des huiles essentielles et extraits aqueux des poudres végétales dans la production des biocides.

Dans les campagnes de lutte anti-moustique, les matières actives des insecticides utilisés appartiennent aux organophosphorés, pyrèthrinoïdes et carbamates de synthèse. Ces préparations, bien qu'elles se soient révélées très efficaces sur les moustiques culicidés, présentent plusieurs inconvénients. En effet, en plus de leur coût élevé, elles peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux. Pour Barbouche et al. (2001), l'accumulation significative de matières actives dans les écosystèmes traités, aquatiques et terrestres est un problème de pollution. Par ailleurs, les substances actives des produits utilisés présentent un large spectre d'action et n'épargnent pas les organismes non cibles. À tous ces inconvénients

Résultat et discussion

s'ajoute aussi un grand problème de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités (**Georghiou et al., 1975 ; Sinigre et al., 1977**).

Pour l'action larvicide des deux produits sont presque identiques, et cela s'explique en premier lieu par leur appartenance au même groupe d'insecticide à savoir le groupe 23 (selon Insecticide Resistance Action Committee).

L'ensemble de ces résultats montre que les insecticides utilisés dans la lutte anti larvaire se sont révélés très efficaces contre *Culiseta longiareolata* par rapport aux huiles essentielles.

Conclusion

En raison de pertes humaines et économiques considérables engendrées par les maladies à transmission vectorielle, principalement dans les pays pauvres. La lutte contre celles-ci s'impose d'une façon impérative.

La lutte anti vectorielle telle qu'elle est pratiquée actuellement use fortement des produits chimiques en majeure partie. Certes cette méthode est très efficace mais avec le temps elle provoque des effets écologiques néfastes à cause du caractère de rémanence, en premier lieu.

Suite à ce problème l'élaboration de solutions alternatives naturelles remplissant le même rôle des insecticides de synthèse et présentant des avantages écologiques et économiques s'impose.

Dans notre étude, nous avons évalué et comparé par rapport aux insecticides chimiques, l'activité larvicide sur les larves de *Culiseta longiareolata* de deux sortes d'huile essentielles.

Sans grande surprise les insecticides chimiques ont présenté une grande efficacité en termes de toxicité comparée à celles des huiles essentielle. Ceci dit l'activité larvicides des huiles essentielles de citron et de menthe n'est pas à négliger nous avons atteint 100% de taux de mortalité avec d'huile essentielle de menthe à la concentration de 0.04% après 24 heures et avec l'huile de citron à la concentration 0.06% après 24 heures d'exposition.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application des huiles essentielles dans la lutte anti-vectorielle.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- **Abdeldjellil Bezzaoucha. , (2004).** Maladies à déclarations obligatoire, tome 3, OPU.
- **Atlas climatologique national**, Période 1975 – 1985. BISKRA.
- **Barbouche N., Hajjem B., Lognay G., Ammar M., (2001).** Contribution a l'etude de l'activite biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Herit. (*Solanaceae*) sur le criquet pelerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5 (2), p. 85-90.
- **Becker., (2010).** Mosquitoes and Their Control, Second edition Springer; 2nd ed. edition 2010.
- **Berchi., (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* l. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse doc. es-sciences, univ. Constantine.
- **Bouleknafet, (2006).** Contribution à l'étude de la biodiversité des phlébotomes (Diptera, Psychodidae) et appréciation de la faune culicidienne (Diptera: Culicidae) dans la région de Skikda. Thèse Magister, Univ. Mentouri, Constantine, p 191.
- **Brat P., (2001).** Application d'un nouveau procédé d'extraction (jus, pulpe, huile essentielle) : La flash-Détente. Journée professionnelle Cirad-flhor – Conservation et transformation du fruit : nouveaux enjeux, nouvelles techniques. Montpellier – France. URL : <http://technofruits2001.cirad.fr/fr/brat.htm>.)
- **Brunhes et al., (1999).** Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes* (*Ochlerotatus*) *biskraensis* n. sp. d'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bull. soc. ent. France*, 104 (1): 25-30.
- **Brunhes et al., (2000).** Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne: espèces présentes et répartition (Diptera, Nématocera). *Bull. Soc Ent. France*, 105 (2): 195 – 204.
- **Brunhes et al., (1999).** Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes* (*Ochlerotatus*) *biskraensis* n. sp. d'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bull. soc. ent. France*.
- **Callot et Helluy, 1958; Rodhain et Perez, 1985 ; Becker et al, 2003;**
- **Carnevale P., Robert V., (2009).** Les anophèles: biologie, transmission du plasmodium et lutte anti vectorielle, Marseille, p391.
- **Cléments., (2000) ; Becker et al, (2010).**, The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction. Eastbourne: CABI Publishing.
- **Cléments., (1999).** The Biology of Mosquitoes: Sensory, Reception, and Behaviour. Eastbourne: CABI Publishing; 1999.
- **Crosby DG. (1966).** Natural pest control Agents. *Adv. Chem. Ser.* 53, p. 1-16
- **David J. P., Rey D., Pautou M. P., Meyran J. C. (2000).** Differential toxicity of leaf litter to Dipteran larvae of mosquito developmental sites. *Journal of Invertebrate Pathology*, Volume 75, Number 1, January 2000, pp. 9-18(10).
- **Dimi T D. et al, (2006).** *Natures Sciences Sociétés* 2006/4 (Vol. 14), p. 431-433.
- **Duchauffour, 1976;Matille, (1993).** Diptères d'Europe occidentale. Introduction, techniques d'étude et morphologie. Nématocères, Brachycères, Orthorraphes et Aschizes. Ed. Boubée, T1, Paris, 439 p.
- **Gerrhier G., Biteau-Coroller F., Guis H., Tran A., Zientara S., Baldet T., (2007).** Fièvre catarrhale ovine: la point sur l'épidémiologie en Europe fin 2006. *Bulletin des GTV*, 39, 83-88.
- **Georghiou G. P., Ariaratnam V., Pasternak M. E., Lin C. S., (1975).** *Organophosphorus multiresistance in Culex quinquefasciatus* in California. *J. Econ. Entomol.* 1975 Aug;68(4):461-7.

Références bibliographiques

- **Gubler D.J., Reiter P., Ebi K.L, Yap W., Nasci R., Patz J.A, (2001).** Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and rodent-borne diseases. *Environ. Health Perspect.* 109 (2), 223-233.
- **Guemaz., (2006).** analyses physico chimiques et bactériologiques des eaux usées des 3 sites de la willaya de Biskra, thèse de magistère en toxicologie fondamentale et appliquée université d'Annaba. P 51.
- **Guillaumot., (2009).** Moustiques infos, Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie ; 2012.
- **H. Wajcman et al, (2004).**, *C. R. Biologies* 327, 711-720.
- **Hassaine. (2002).** Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (*Ae. Caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. Mariae* et *Cx. pipiens*) dans la région occidentale algérienne. Thèse Doc. esSciences, Université de Tlemcen, 191p.
- **Himmi. (1995).** Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologiques et écologiques. *Trav. Inst. Sci., série Zool.*, Rabat, 44: 50 - 58.
- **Jean-François Trape., (2014)** . Les aspects cliniques du paludisme, ird.
- **Jean-François Trape, 2014 ;** État actuel de l'endémie palustre, ird.
- **Jetten et Taekken, 1994,** Anophelism without malaria in Europe: a review of the ecology and distribution of the genus *Anopheles* in Europe. Wageningen: Wageningen agricultural university press; 1994.
- **Knight et Stone, (1977).**, « the Catalog of the Mosquitoes of the World ».
- **Marquardt et al, 2005,** Biology of disease vectors, second edition. *Clin. Infect. Dis.*, 41 (11): 1692-1693.
- **Ministère français en charge de la santé, (2010).** Généralités sur la dengue : réponses aux questions les plus fréquentes.
- **Mostefa Khiati, 2011,** guides des maladies infectieuses et parasitaires, 4eme édition, OPU.
- **Mullens B.A., Tabachnick W.J., Holbrook F.R., Thompson L.H., (1995).** Effects of temperature on virogenesis of bluetongue virus, serotype 11 in *Culicoides variipennis*. *Med. Vet. Entomol.* 9, 71–6.
- **OMS. (1983).**, Lutte anti vectorielle, p 83.
- **OMS. (1999).**, Normes recommandées par l'OMS pour la surveillance, deuxième édition, Genève, Organisation mondiale de la Santé, , WHO/CDS/CSR/ISR/99.2.
- **OMS. (2004).**, Rapport sur la santé dans le monde. *Changer le cours de l'histoire.* Genève
- **OMS/ SEARO. (2010).**, Indicator toolkit for the visceral leishmaniasis elimination initiative. New Delhi,
- **OMS. (2010).**, Rapport de la réunion du comité d'experts de la lutte contre les leishmanioses, Genève, 22 - 26 mars 2010.
- **OMS. (2012).**, Organisation mondiale de la santé (2012). *Thèmes de santé : Dengue.* En ligne.
- **OMS. (2012).**, Report of the WHO Strategic and Technical Advisory Group for Neglected Tropical Diseases, Geneva, 24–25 April 2012. Genève.
- **OMS. (2012).**, Global strategy for dengue prevention and control 2012–2020. Genève, (WHO/HTM/NTD/VEM/2012.5).
- **Paris et Moyse. (1965).**, Précis de matière médicale. Tome 1, Ed. MASSON et Cie

Références bibliographiques

- **Padrini et Iucheroni. (1996).**, le grande livre des huiles essentielles .Ed de Vecchi. Page 115.
- **Papachristos et Stamopoulos., (2002).**, Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). In : Journal of Stored Products Research 38 (2), 117-128. post-harvest insect pests. Phytochemistry, 57: 385 - 391.
- **Paul., (2009).**, Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français .EID méditerranée .p: (1-11).
- **Peterson. (1980).**, Alimit cycle interprétation of a mosquito circadian oscillator .J. theor. Biol. 84 : (281-310).
- **Poupardin. (2011).**, Interactions gènes –environnements chez les moustiques et leur impact sur la résistance aux insecticides. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Grenoble, Spécialité : Biodiversité , Ecologie et Environnement . P:275. professionnels de la santé et de la médecine sous la direction du docteur pierrick horde
- **Ramos et Brunhes., (2004).**, Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia. Faune de Madagascar 91. Ed. IRD Édition, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier, 463 p.
- **Ramos et Brunhes., (2004).**, Parasitologie médicale. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p
- **Randolph S., (2003).**, Faune, climat et politique. Causes possibles aux récents accroissements des zoonoses à tiques. Archives de pédiatrie 11, 1282-1285.
- **Rioux et al, 1965 ; Subra, 1971 ; Papieroc et al, 1975, croset et al., (1976).**, Les problèmes théoriques posés pour la lutte contre *Culex pipiens* dans le sud de la France. Arch. Inst. Pasteur Tunisie, 42: 473 – 501.
- **Rodhain F., (1999).**, Les maladies à vecteurs, P.U.F., collect. Que sais-je ? 127 p.
- **Rouahna., (2007)**, relation entre les nappes et la salinité dans les sols gypseux de la région d'Ain bennoui, Biskra thèse de magistère en agronomie université de Batna 83p.
- **Sayeh mohamed yassine., (2011).**, Activité larvicide des extraits de plantes aromatiques sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires. P 19.
- **Seguy., (1951).**, Atlas des Diptères de France, Belgique, Ed. Masson, Paris Tome X, fasc. I., 975 p.
- **Seguy, 1955 ; Rodhain et Perez., (1985).**, Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Ed. Maloine: 458 p.
- **Senegre G., Jilien J. L. & Gaven B., (1977).** Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* (L.) dans le midi de la France. *Parasitologia* 19 (1-2), p. 79-94.
- **SMV et SFP., (2010).**, 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 ».
- **Tran A., Biteau-Coroller F., Guis H., Roger F., (2005).** Modélisation des maladies vectorielle.
- **Veillon Philippe., (2016).**, Bureau national d'étude de la Société PVG environnement, décembre 2016.
- **Villeneuve et Desir., (1965).**, Zoologie. Bordas. 1ere édition. Pages 323.

RESUME

Devant les problèmes écologiques engendrés par l'utilisation des insecticides de synthèse suite à leur caractère de rémanence dans la lutte anti vectorielle, les récentes recherches s'orientent vers la substitution de ces produits par d'autres produits naturels dits bio-insecticides. Ce travail a pour but, l'évaluation et la comparaison de l'activité larvicide des extraits naturels (huiles essentielles issus des plantes aromatiques) et les insecticides chimiques sur les larves de moustique *Culiseta longiareolata*. Après une recherche bibliographique, les plantes sélectionnées pour l'extraction des huiles essentielles sont : la menthe et le citron. S'inspirant alors du protocole des tests de sensibilités OMS pour les insecticides chimiques, des tests larvicides ont été réalisés pour les deux huiles essentielles ainsi que pour les deux insecticides chimique : le Movento et l'Envidor. Les huiles essentielles ont montré une activité larvicide certes très faible par rapport a celle des produits chimique mais qui reste néanmoins très intéressante.

Mots clés : huile essentielle, *Culiseta longiareolata*, larvicide, insecticides chimiques.

ABSTRACT

Title : Means of controlling vector-borne diseases

In view of the ecological problems caused by the use of synthetic insecticides due to their remanence in vector control, recent research is oriented towards the substitution of these products for other natural products called bio-insecticides. The aim of this work is to evaluate and compare the larvicidal activity of natural extracts (essential oils derived from aromatic plants) and chemical insecticides on mosquito larvae *Culiseta longiareolata*. After a bibliographic search, the plants selected for the extraction of essential oils are: mint and lemon. Inspired by the WHO protocol for chemical insecticides, larviciding tests were carried out for the two essential oils as well as for the two chemical insecticides: Movento and Envidor. The essential oils have shown a very small larvicidal activity compared to that of the chemicals but which nevertheless remains very interesting.

Keywords : Essential oil, *Culiseta longiareolata*, larvicide, chemical insecticides.

ملخص

العنوان : طرق مكافحة الأمراض المتنتلة عن طريق الحشرات

امام المشاكل الايكولوجية الناتجة عن استعمال المبيدات الاصطناعية في محاربة الحشرات الناقلة للأمراض الالبيولوجية الأخيرة تتوجه نحو استبدال هته الأخيرة بمركبات بيولوجية محبة للطبيعة و التي تسمى بالبيومبيدات

ان الهدف المراد بهذا العمل هو المقارنة و التقييم كل من قدرة الزيوت الطبيعية و المبيدات الاصطناعية على القضاء على الحشرات الناقلة للأمراض بالخصوص على يرقات البعوض. "*Culiseta longiareolata*" بعد ابحاث مكتبية، تم اختيار زيت الليمون و النعناع لإتمام التجارب التي تخص هذه المذكرة. الطريقة التطبيقية منتقاة من طريقة الالبحاث التي تجريها المنظمة العالمية للصحة و هذا بالنسبة للزيوت او بالنسبة للمبيدات

النتائج اوحث بان المركبات الكيماوية اسرع قتل لليرقات ولكن استعمال الزيوت امر متوقع ان اطلنا الالبحاث
كلمات مفتاحيه . يرقات المبيدات الحشرية الاصطناعية. *Longiareolata* الزيوت الطبيعية