

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة  
UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



**Faculté des sciences**  
**Département des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Mémoire Présenté en Vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Filière : Biologie**  
**Option: Ecotoxicologie**  
**Animal**

**Intitulé**

**Présenter par :**

**Évaluation de l'effet l'arvicide de *Juniperus phoenicea* sur *Culex pipiens***

Boutaghane Nesrine  
Boudjefdjouf Fatima  
Boulechfare Kenza  
Zerzar Nour El Houda

**Membre de jury :**

<b>Dr. Zaidi Nedjoua</b>	<b>Présidente</b>	<b>Université du 20 Août 1955 – Skikda</b>
<b>Dr. Djeghader Nour El Houda</b>	<b>Directeur de mémoire</b>	<b>Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement .Technologique-Skikda-</b>
<b>Dr.Boudeffa Khaled</b>	<b>Examineur</b>	<b>Université du 20 Août 1955 – Skikda</b>

**Année universitaire 2021/2022**

## **DEDICACE**

*Je tiens en premier lieu à remercier le tout puissant Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire la patience d'aller jusqu'au bout de mes rêves.*

*Avec un grand plaisir je dédie ce travail aux êtres les plus chers, mes parents qui m'ont toujours encouragé, et que je souhaite toujours les voir à mes côtés.*

*Mon père Boualem*

*Ma mère Noura Symbole de tendresse et de patience, je la remercie infiniment de tout sacrifice.*

*A mes frères et soeurs sœur, Badre eddine, Bahaa eddine, Nada et Nermine*

*Que dieu vous accorde santé et longue vie, je vous dédie ce travail avec tous mes vœux bonheur*

*A mes amies: Abire, Imene, Roumaissa*

*,Najat ,Youssra ,Maissa ,Lamia ,Rania ,Selma ,wissal, Samah Amina, Majda , pour des souvenir inoubliable.*

*A mes oncles Sif eddine ,Fateh ,Kamal Zahi ,  
,Hicham ,Saleh ,Houssam ,Bilal ,Nacer*

*A tous la famille*

*mes tantes Wafa Fadila, Ghania ,Nacira, et mes Cousines*

**Nesrine**

## **DEDICACE**

*Je remercie dieu de m'avoir donnée la force le courage et la volonté.*

*De dédie ce modeste travail :*

*A ma très chère mère Ghania, symbole de tendresse et de patience.*

*A mon père Paix à son âme.*

*A mes très cher frères: fares, Housseem.*

*A mes très chères sœurs : Mariem, zina, Kenza.*

*A Mes copines de chambre :Sara, yousra*

*A toute ma famille sans exceptions.*

*Je les remercie pour votre inquiétude et tendresse.*

*A mes grandes mères et à mes grands pères*

*A mes amis intimes :Bassma, Sara, Yousra,Hanane, Ikram, Sabrina.*

*Je remercie toutes les personnes que je n'ai pas pu citer leurs noms ici, et  
qui ont participé de près ou de loin directement ou indirectement à la  
réalisation de ce travail*

**Fatima**

## **DEDICACE**

*Dieu soit loué ,qui m'a permis d'apprécier cette étape de mon parcours universitaire avec ce mémoire ,fruit d'efforts et de réussite, par sa grâce ,je présente ma dédicace : À ma chère maman "MOKHABA FARIDA" la personne la plus chère et la plus précieuse de ma vie ,qui était une mer l'imide coulant d'amour et de sourires et m'a donné la force et la détermination de continuer le chemin.*

*À mon chère père "YOUCEF" qui cherchait et m'asérable à jouir du confort et du contentement, qui n'a rien lésiné pour me succès, qui m'a appris à gravir les échelons de la vie.*

*À mes frères et soeurs :Mohamed el amin ,selma , manel ,issam, silia ,nesr el din .*

*À mon cher mari : "LARIT IMAD" qui m'a soutenu.*

*À mes amis et collègues merci de m'avoir soutenu dans ces circonstances .À mon honorable docteur : "DJEGHADER NOUR EL HOUDA" qui nous a apporté un grand soutien dans la réalisation de ce mémoire, à toutes les personnes que j'aime et que j'apprécie*

**Houda**

## **DEDICACE**

*Je dédie ce mémoire aux êtres les plus chers à mon cœur, et que j'aime plus que tout au monde.*

*A mon père Youcef qui peut être fier de trouver le résultat des longues années aidées de la sacrifices et de et vie peut dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi .*

*Ma mère , Salîha qui a ceuvrée pour ma réussite , de par son A mour , son soutien , tous les sacrifices consentis et ses précieux mseils , pour toute son assistance et sa présence dans ma vie , recais à stvail si si ce ce l'expression mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*A toute ma famille, A tous mes amis. Je remercie toutes les personnes que je n'ai pas pu citer leurs noms. Ici, et qui ont participé de près ou de loin directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.*

*A tous ceux qui m'ont aidé,*

*A tous ceux qui me sont chers.*

**Kenza**

## **REMERCIEMENTS:**

*Tout d'abord au bon Dieu qui nous a ouvert les portes du savoir et nous a aidé  
à terminer ce travail.*

*Nos remerciements et notre reconnaissance sont à notre directrice de mémoire  
Dr. Djeghader Nour El Houda pour son encadrement, sa disponibilité, ses  
remarques et conseils*

*Nos remerciements s'adressent aussi à tous les membres de jury :*

✦ *Dr.Zaidi Nedjoua qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce  
mémoire*

✦ *Dr .Boudeffa Khaled d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

✦

*C'est avec intérêt que nous attendons votre avis sur ce travail.*

## SOMMAIRE

Titre	Page
<b>Résumés</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1: Synthèse bibliographique</b>	<b>3</b>
<b>1-Généralités sur les Culicidaes</b>	<b>3</b>
1-1-Description et systématique	<b>3</b>
1-2-Cycle de développement	<b>4</b>
<b>2-Maladies et risques vectorielles des moustiques</b>	<b>6</b>
2-1-Le rôle de vecteur des moustiques	<b>6</b>
2-2-Le risque vectoriel des moustiques	<b>7</b>
<b>3-Prévention et modalités de lutte contre les moustiques</b>	<b>8</b>
3-1-Lutte physique	<b>8</b>
3-2-Lutte chimique	<b>9</b>
3-3-Lutte biologique	<b>9</b>
3-4-Protection individuel	<b>10</b>
<b>Chapitre 2: Matériel et méthodes</b>	<b>11</b>
<b>1- Présentation de l'espèce animal</b>	<b>11</b>
1-1- Description et systématique de <i>Culex pipiens</i>	<b>11</b>

<b>2- Présentation de l'espèce végétal</b>	<b>12</b>
2-1- Description et systématique de <i>Juniperus phoenicea</i>	<b>12</b>
2-2- Usages thérapeutiques	<b>13</b>
<b>3-Elevage des moustiques</b>	<b>14</b>
<b>4- Essais toxicologiques</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre 3: Résultats et discussion</b>	<b>19</b>
<b>1-Résultats</b>	<b>19</b>
<b>2-Discussion</b>	<b>22</b>
<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>24</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>25</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviation	Mot complet
ARS	Agence Régionale de Santé
C	Concentration
°C	Degret Celsuis
<i>C.</i>	<i>Culex</i>
CL50	Concentration Létale qui tue 50% de la population
CL90	Concentration Létale qui tue 90% de la population
CL84	Concentration Létale qui tue 84% de la population
CL16	Concentration Létale qui tue 16% de la population
cm	Centimètre
DDT	DichloroDiphénylTrichloroéthane
ENSET	Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technologique
g/l	Gramme/Litre
h	Heure
HE	Huile Essentielle
IC	Intervalle de Confiance
I.G.Rs	Insect Growth Regulators
<i>J.</i>	<i>Juniperus</i>
M	Moyenne
ml	Millilitre
mm	Millimètre
MO	Mortalité Observée

MC	Mortalité Corrigée
N	Nombre
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
R	Répétition
R <sup>2</sup>	Coefficient de détermination
S	Slop
SE	Standard error
SLE	Saint Louis Encephalitis
USA	United State of America
WHO	World Health Organisation
WNV	West Nile Virus
%	pour-cent
$\beta$	Béta
$\alpha$	Alpha

## LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
<b>Figure 1</b>	Les Anophèles (A) et les Culicinés (B). (google/image.com)	<b>3</b>
<b>Figure 2</b>	Les différents stades de vie des moustiques. (google/image.com)	<b>4</b>
<b>Figure 3</b>	Ancienne cuticule de la quatrième mue larvaire. (Photo personnelle)	<b>5</b>
<b>Figure 4</b>	Nymphe. (Photo personnelle)	<b>5</b>
<b>Figure 5</b>	Cycle d'infection chez le moustique. (Failloux, 2018)	<b>6</b>
<b>Figure 6</b>	Moustique adulte de <i>Culex pipiens</i> (Photo personnelle)	<b>12</b>
<b>Figure 7</b>	<i>Juniperus phoenicea</i> ( A1/A2: google/image.com; B:Photo personnelle)	<b>13</b>
<b>Figure 8</b>	Cité 1000 logements à Azzaba. (Photo personnelle)	<b>14</b>
<b>Figure 9</b>	Tube utilisé pour la capture des adultes. (Photo personnelle)	<b>14</b>
<b>Figure 10</b>	Cage d'élevage des moustiques adultes. (Photo personnelle)	<b>14</b>
<b>Figure 11</b>	Des dates pour les moustiques adultes. (Photo personnelle)	<b>15</b>

<b>Figure 12</b>	Réipients utilisés pour l'élevage des moustiques. (Photo personnelle)	<b>15</b>
<b>Figure 13</b>	Source de sang pour la ponte des femelles. (Photo personnelle)	<b>16</b>
<b>Figure 14</b>	Nacelle de <i>Culex pipiens</i> éclot (1) et non éclot (2). (Photo personnelle)	<b>16</b>
<b>Figure 15</b>	Biscuit et levure pour larves pendant l'élevage. (Photo personnelle)	<b>17</b>
<b>Figure 16</b>	Larve du quatrième stade.	<b>17</b>
<b>Figure 17</b>	La droite de régression des probits des moyennes de mortalité corrigée en fonction des logarithmes décimaux des concertations ( $R^2$ = Coefficient de détermination)	<b>21</b>

## LISTE DES TABLEAUX

tableaux	Titres	Pages
<b>Tableau 1</b>	Tableau 1: Mortalité observée (%) des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> nouvellement exuviées, après traitement par les différentes concentrations du <i>Juniperus phoenicea</i> (C: concentrations, R: répétition, $m \pm SE$ , $n = 75$ ).	<b>19</b>
<b>Tableau 2</b>	Tableau 2: Mortalité corrigée (%) des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> , nouvellement exuviées, après traitement par les différentes concentrations du <i>Juniperus phoenicea</i> (C: concentrations, R: répétition, $m \pm SE$ , $n= 75$ ).	<b>20</b>
<b>Tableau 3</b>	Transformation angulaire du taux de mortalité corrigée des larves L4 après traitements au <i>Juniperus phoenicea</i> ( $m \pm se$ ; $n= 75$ )	<b>20</b>
<b>Tableau 4</b>	Tableau 4: Analyse de la variance des données transformées lors du traitement des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> au <i>Juniperus phoenicea</i> .	<b>20</b>
<b>Tableau 5</b>	Transformation en logarithmes décimaux et en probits les mortalités corrigées après traitement des L4 de <i>Culex pipiens</i> .	<b>20</b>
<b>Tableau 6</b>	Toxicité du <i>Juniperus phoenicea</i> à l'égard des larves L4 de <i>Culex pipiens</i> (CL50, CL90, IC)	<b>21</b>

## Résumé:

Certaines plantes médicinales sont connues pour leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires à propriétés insecticides. Ces métabolites pourront être exploités dans le domaine de la lutte contre les insectes ravageurs ou vecteurs d'agents infectieux. La présente étude a pour objectif la mise en évidence de l'efficacité d'une plante médicinale *Juniperus phoenicea* à l'égard des larves de *Culex pipiens*. Les essais ont été effectués sur les L4 du moustique domestique avec une série de quatre concentrations pendant 24h d'exposition. Les résultats obtenus montrent qu'à forte concentration, la plante présente une bonne activité insecticide. L'excellent effet insecticide du genévrier a été traduit par une relation concentration-réponse. Les résultats obtenus sont encourageants et suggèrent la possibilité d'utiliser le genévrier rouge comme bio-insecticide dans le cadre d'une lutte contre les vecteurs de maladies.

**Mots clés:** Plantes médicinales, *Juniperus phoenicea*, *Culex pipiens*, bio-insecticide.

## Abstract:

Some medicinal plants are known for their ability to synthesize secondary metabolites with insecticidal properties. These metabolites could be used in the control of insect pests or vectors of infectious agents. The aim of this study is to demonstrate the effectiveness of a medicinal plant *Juniperus phoenicea* against *Culex pipiens* larvae. The essay was carried out on L4 of the house mosquito with a series of four concentrations for 24 hours of exposure. The results obtained show that at high concentration, the plant has good insecticidal activity. The excellent insecticidal effect of *Juniperus phoenicea* was showed by a concentration-response relationship. The obtained results are encouraging and suggest the possibility of using *Juniperus phoenicea* as a bio-insecticide to control disease vectors.

**Key Words:** Medicinal plants, *Juniperus phoenicea*, *Culex pipiens*, bioinsecticide

## المخلص:

تعرف بعض النباتات الطبية بقدرتها على تصنيع نواتج الأيض الثانوية (المواد الفعالة) بخصائص مبيدات الحشرات. يمكن استغلال هذه المستقلبات في مجال مكافحة الآفات الحشرية أو ناقلات العوامل المعدية. تهدف الدراسة الحالية إلى إظهار فعالية النبات الطبي العرعر الفينيقي ضد يرقات البعوض كيولكس. أجريت الاختبارات على يرقات الطور الرابع للبعوض المنزلي حيث تم تعريضها لسلسلة من أربعة تراكيز لمدة 24 ساعة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أنه عند التركيز العالي، يكون للنبات نشاط مبيد حشري جيد. تم اظهار التأثير الممتاز للعرعر كمبيد حشري من خلال



## RESUMES

---

العلاقة الطردية بين زيادة التراكيز و زيادة نسب الموت. النتائج التي تم الحصول عليها مشجعة وتشير إلى إمكانية استخدام العرعر كمبيد حشري بيولوجي في مكافحة ناقلات الأمراض.

الكلمات المفتاحية: نباتات طبية, عرعر فينيقي, كيولكس, مبيد حشري بيولوجي.



### INTRODUCTION GENERALE:

Toute la communauté scientifique s'accorde à souligner l'importance des arthropodes (Finnamore *et al.*, 1998; Calatayud, 2011; Ring & Vincent, 2012; Lebreton *et al.*, 2013). Les insectes qui représentent à peu près la moitié des espèces vivantes décrites et les trois quarts de celles du monde animal, sont diversifiés et écologiquement très importants dans tous les écosystèmes terrestres (Daly *et al.*, 1998; Kergoat, 2004; Calatayud, 2011; Sauvion *et al.*, 2013; Kergoat, 2004, Calatayud, 2011; Sauvion *et al.*, 2013). La plupart des insectes sont inoffensifs, certains ont un intérêt économique, par contre d'autres tels que les diptères hématophages ont un impact sur la santé humaine et animale (Marquardt, 2005). Ce caractère hématophage est lié exclusivement aux femelles qui piquent les êtres vivants pour récupérer leur sang et assurer le développement de leurs œufs (Simard *et al.*, 2016).

Les moustiques sont le groupe le plus important de diptères piqueurs. Ce sont des insectes au corps long et grêle, dotés de longues pattes et de longues pièces buccales en forme d'aiguilles. Sur plus de 3000 espèces de moustiques recensées à travers le monde, environ 300 espèces piquent l'homme et une centaine sont impliquées dans la transmission des agents infectieux. En réalité une dizaine d'espèces seulement sont responsables de l'essentiel des transmissions. On les retrouve sur toute la biosphère à l'exception des régions antarctiques, au-delà de 5000 mètres et en dessous de -1000 mètres. En Algérie, les genres hématophages les plus répandues sont *Aedes*, *Anophèles* et *Culex* (Bendali, 1989). Il existe deux sous-familles de moustiques comportant des espèces hématophages, les Anophelinae avec les Anophèles jouant un rôle vecteur en pathologie humaine et les Culicinae dont les plus connus sont *Culex* et *Aedes*. Le risque d'infection par certains agents pathogènes viraux est particulièrement élevé en milieu urbain où les moustiques *Aedes* et *Culex* prolifèrent en raison d'habitats favorables et de contacts étroits avec l'homme. Les taux de morbidité et de mortalité sont souvent disproportionnellement élevés parmi les populations les plus pauvres (WHO, 2001). Les survivants peuvent rester défigurés ou handicapés à vie, aggravant leur condition déjà défavorisée.

Depuis l'avènement des insecticides de synthèse lors de la seconde guerre mondiale, les moustiques font l'objet de recherches de plus en plus étendues et approfondies. Dans le cadre de la lutte contre les vecteurs de maladies, beaucoup de larvicides sous forme de produits chimiques de synthèse sont utilisées pour lutter contre les larves des moustiques. Les composés utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première



génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, ou de dérivés du pétrole. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée sur les organismes non visés et surtout leur lente décomposition dans l'environnement (Philogene, 1991). Par la suite des composés synthétiques dits de deuxième génération ont été mis en place, il s'agit des organochlorés, des organophosphorés et des carbamates (Philogene, 1991). Cependant, en dehors de leur toxicité, certains produits chimiques utilisés dans cette lutte sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certains moustiques (WHO, 1999). Les scientifiques tentent alors de trouver d'autres produits accessibles, moins toxiques (produits naturels surtout qui sont connus sous le nom de bio-insecticides) pour mener cette lutte.

Dans la lutte biologique, les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie (comme bactéricides, fongicides, acaricides, etc), peuvent être utilisées comme insecticides. L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement (WHO, 1974). Les propriétés insecticides des plantes ont été démontrées sur les larves d'insectes dans plusieurs travaux. Les travaux de Jang *et al.* (2002) sur *A. aegypti* et *C. pipiens* testant l'activité larvicide de certaines légumineuses, et ceux d'Alaoui-Slimani (2002) avec *Mentha pulegium* (Labiée), ont confirmé l'efficacité insecticide des extraits de ces plantes sur des larves de culicidés. De plus, les recherches d'Amira *et al.* (2018) ainsi que Djeghader *et al.* (2018) ont révélé la toxicité d'autres plantes médicinales envers le moustique domestique *Culex pipiens*.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail, qui a pour but d'évaluer l'effet toxique d'une plante médicinale *Juniperus phoenicea* par une étude préliminaire sur les larves de *Culex pipiens*; vecteur de plusieurs viroses. Le présent manuscrit s'articule autour d'une introduction, d'une partie théorique comprenant des généralités sur les Culicidae et les différentes techniques de lutte, et aussi d'une partie pratique comprenant les matériels utilisés et la méthode employée ainsi que les résultats obtenus par des analyses statistiques avec la discussion. Et à la fin, le travail se termine par une conclusion générale et des perspectives.



### CHAPITRE 1: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

#### I-Généralités sur les Culicidaes:

##### 1-Description et systématique:

Les culicidés appelés moustiques, sont des arthropodes appartenant à la classes des insectes dans le règne animal. Ils forment le sous-ordre des Nématocères à corps élancé dans l'ordre des diptères. Ils sont caractérisés par des antennes longues, trois paires de patte (Matille, 1993), et un corps divisé en trois parties: tête, thorax et abdomen (Bussieras & Chermette, 1991). La taille du moustique varie entre 0,5 et 1,5 centimètre (le « moustique tigre » *Aedes albopictus* mesure à peine 0,5 cm et *Culiseta longiareolata* est le plus grand moustique d'Europe avec ses 1,5 cm) (Giles, 1900). Sa classification est la suivante (Berchi, 2000) :

- Embranchement : Arthropodes
- Classe : Hexapodes (trois paires de pattes),
- Ordre : Diptères (deux ailes),
- Sous-ordre : Nématocères (à antennes longues),
- Famille : Culicidés (moustiques).

Il existe deux sous-familles de moustiques comportant des espèces hématophages, les Anophelinae (Meigen, 1818) avec les *Anophèles* jouant un rôle vecteur en pathologie humaine et les Culicinae (Linné, 1758) dont les plus connus sont *Culex* et *Aedes* (figure 01).

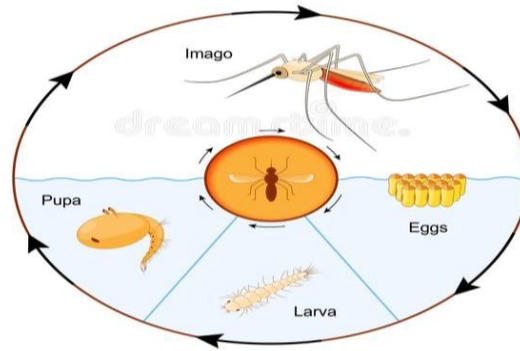


**Figure 01: Les Anophèles (A) et les Culicinés (B). (google/image.com)**



### 2-Cycle de développement:

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze à vingt jours (Adisso & Alia, 2005) et comprend quatre stades: l'oeuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux phases à savoir (figure 02):



**Figure 02: Les différents stades de vie des moustiques. (google/image.com)**

#### ✓ Phase aérienne :

Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions végétales. Une fois fécondées, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (Guillaumot, 2006).

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (Ayitchedji, 1990). Selon Iroko (1994), le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud.

#### ✓ Phase aquatique:

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de: température



du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm (Rodhain & Perez, 1985).

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même de proies vivantes (pour les espèces carnassières). Au bout de six à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue (figure 03) donne naissance à une nymphe; c'est la nymphose (Guillaumot, 2006). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation (figure 04), la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose). A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie (Rodhain & Perez, 1985).



**Figure 03: Ancienne cuticule de la quatrième mue larvaire. (Photo personnelle)**



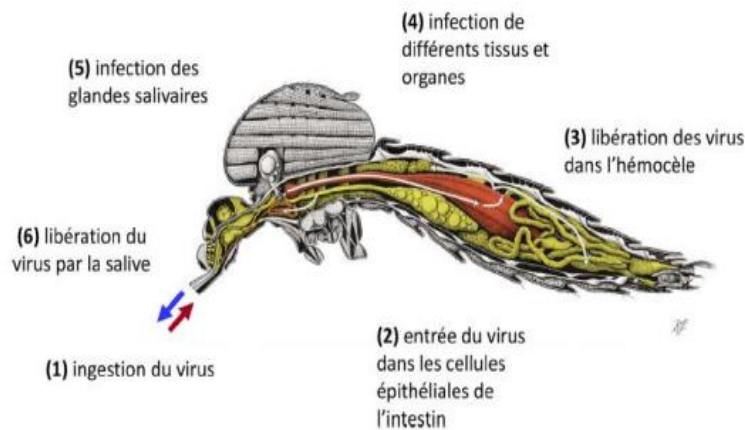
**Figure 04: Nymphe. (Photo personnelle)**



### II Maladies et risques vectorielles des moustiques:

#### 1-Le rôle vecteur des moustiques:

Lorsque le moustique récupère son repas sanguin il peut ingérer également des agents infectieux présents chez l'hôte (figure 05). La plupart du temps ces derniers sont digérés mais dans certains cas les virus ou parasites peuvent passer la paroi de l'estomac. Ils se multiplient alors dans les cellules épithéliales de l'intestin puis infectent les différents organes et tissus du moustique. Enfin ils atteignent les glandes salivaires. Ils peuvent être transmis chez un nouvel hôte lors du prochain repas sanguin. Seuls les moustiques infectés peuvent transmettre des maladies.



**Figure 05: Cycle d'infection chez le moustique. (Failloux, 2018)**

La stratégie de chasse des moustiques comporte trois étapes (Van Breguel *et al.*, 2015). De 10 à 50 mètres, grâce à ces antennes l'insecte détecte tout d'abord sa proie grâce au CO<sub>2</sub> qu'elle rejette en respirant. Puis, dans un rayon de 5 à 10 mètres, il se sert de sa vue pour identifier les objets denses d'où pourrait provenir la respiration. Ce n'est que lorsque le moustique est suffisamment proche de son hôte qu'il commence alors à percevoir sa signature thermique et l'humidité qu'il dégage, s'assurant ainsi qu'il cible bien un être vivant et non un corps inanimé. A moins de 20 cm, la chaleur dégagée permet au moustique d'identifier les zones les plus chaudes, plus irriguées. Les attirances varient en fonction de l'espèce de moustique considérée mais également de la disponibilité des hôtes pour un repas (Takken & Verhulst, 2013).



### 2-Le risque vectoriel des moustiques:

Les maladies à transmission vectorielle constituent une menace majeure pour la santé humaine partout dans le monde. Elles sont provoquées par des parasites, des virus ou des bactéries transmis à l'homme par différents vecteurs – moustiques, phlébotomes, réduves, simulies, tiques, mouches tsé-tsé, acariens, gastéropodes et poux (WHO, 2017). Les principales maladies transmissibles à l'homme sont le paludisme, la dengue, la filariose lymphatique, la maladie à virus Zika, la fièvre jaune et l'encéphalite japonaise (WHO, 2017). Toutes ces maladies représentent environ 17 % de la charge mondiale estimée des maladies transmissibles et sont responsables de plus de 700 000 décès annuels. En 2019, il y a eu 384 000 décès dus seulement au paludisme en Afrique subsaharienne, soit 94 % du total mondial (WHO, 2018). Plus de 80 % de la population mondiale vit dans des zones où il existe un risque de contracter l'une de ces principales maladies, et plus de la moitié est exposée au risque de contracter au moins deux de ces maladies. En 2018, en France, 352 cas de maladies importées via les moustiques ont été notifiés. Il a été relevé 16 cas de chikungunya tous importés, 333 cas de dengue dont 8 autochtones, 10 cas d'infection au virus Zika tous importés et 1 cas de flavivirus issu d'un potentiel croisement de 2 virus (Calba, 2019). Ces maladies sont à déclaration obligatoire.

Les arbovirus, soit les virus transmis par des arthropodes, les plus connus sont :

- Le chikungunya : cette maladie est causée par un Alphavirus présent en Afrique, Asie du Sud-Est, Inde et Océan indien. La maladie se manifeste après une incubation de 2 à 10 jours. Une fièvre élevée apparaît brutalement, accompagnée de maux de tête, de courbatures ou de douleurs articulaires. Ces dernières peuvent être intenses, touchant principalement les extrémités des membres (poignets, chevilles, phalanges). En langue Makondée en Tanzanie, chikungunya signifie « qui marche courbé en avant », et évoque la posture adoptée par les malades en raison d'intenses douleurs articulaires (WHO, 2020).
- La dengue : un Flavivirus en est responsable. Il sévit principalement dans l'ensemble de la zone intertropicale. La dengue est également appelée « grippe tropicale ». Les symptômes s'apparentent à un état grippal avec une forte fièvre, des maux de tête, des courbatures ou encore une éruption cutanée ressemblant à celle de la rougeole. Elle se manifeste dans les 2 à 7 jours après la pique. On trouve également des hémorragies conjonctivales, des saignements



de nez ou des ecchymoses (Courtioux, 2019) Elle est classée dans les maladies ré-émergentes par l'OMS, le nombre de cas annuels est estimé à 50 millions (WHO, 2022).

- Le zika : l'agent responsable appartient aux Flavivirus comme la dengue. Il sévit surtout en Amérique centrale et Amérique du Sud. La période d'incubation va de 3 à 12 jours. Cette maladie est dans la majorité des cas asymptomatique, car 70 à 80% des personnes ne développent pas de symptôme. Pour le reste, on retrouve un état grippal avec fatigue, fièvre, maux de tête, douleurs musculaires et articulaires. Chez les femmes enceintes, cela peut engendrer la microcéphalie c'est-à-dire de graves anomalies dans le développement cérébral du fœtus (ARS, 2021).

- Le West Nile: est un Flavivirus qui se maintient dans la nature au moyen d'un cycle enzootique (Marc *et al.*, 2006) impliquant une transmission entre les oiseaux et les moustiques (moustiques/oiseaux/moustiques). Les humains et les chevaux sont des hôtes terminaux accidentels considérés comme une impasse pour sa réplication. La plupart des infections humaines sont asymptomatiques (80%) et la majorité des cas cliniques symptomatiques sont légers et présentent des symptômes pseudo-grippaux : fièvre, maux de tête et courbatures. Moins d'1 % des personnes atteintes développent une forme grave, le plus souvent chez des personnes âgées, se manifestant par une méningite, une encéphalite ou une paralysie aiguë. Dans de rares cas, l'infection peut s'avérer létale. La maladie est sous surveillance au niveau européen. Il n'existe ni traitement spécifique ni vaccin contre l'infection par le virus de West Nile. La meilleure prévention, dans les pays où le virus est présent, est d'éviter les piqûres de moustiques.

#### **IV-Prévention et modalités de lutte contre les moustiques:**

##### **1- La lutte physique:**

Par l'expression très générale d'action physique on entend toute modification intentionnelle du milieu qui vise soit à faire disparaître ou réduire par des moyens physique les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent, soit à provoquer des modifications physique du milieu qui rendent l'eau impropre à la reproduction des moustiques. La lutte physique consiste au remblayage des retenues d'eau, au nettoyage, drainage des caniveaux, au ramassage des ordures et débris pouvant boucher les égouts, au taillage des arbres et feuillages lieux de repos des adultes (OMS, 1974).



### 2- La lutte chimique:

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimiques de synthèse pour lutter contre les larves et les imago de moustiques. Les composés utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (Philogene, 1991).

Par la suite des composés synthétiques dits de deuxième génération ont été mis en place, il s'agit des organochlorés, des organophosphorés et des carbamates (Philogene, 1991). Ces pesticides de deuxième génération et les pyréthrinoïdes sont encore utilisés de nos jours en agriculture et dans la lutte antivectorielle dans quelques pays.

Les pesticides de troisième génération sont représentés par les I.G.Rs. Ils sont des substances utilisées depuis plus de 20 ans dans la lutte contre les ravageurs. Leur mode d'action très spécifique en fait un outil élégant et sûr de lutte contre les insectes nuisibles. Il existe 3 grandes familles : les inhibiteurs de la synthèse de chitine (Djehader *et al.*, 2013; Djehader *et al.*, 2014) et les analogues des hormones juvéniles (Boudjelida *et al.*, 2002; Boudjelida *et al.*, 2008; Amira *et al.*, 2013; Bouaziz *et al.*, 2017) et les analogues de l'hormone de mue. Les I.G.Rs agissent tout en préservant l'environnement et les organismes non visés contrairement aux autres insecticides.

### 3- Lutte biologique

L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement par l'utilisation de forces naturelles animées ou inanimées (OMS, 1974).

La lutte biologique consiste à introduire, dans le biotope des moustiques, des espèces qui sont leurs ennemis, tels que microorganismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques comme *Gambusia* (poisson larvivore). Les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques. Les plantes produisent un grand nombre de métabolites secondaires, classés selon leurs voies biosynthétiques et leurs caractéristiques structurales (Daayf &



Vincenzo, 2008). Contrairement au produit du métabolisme primaire, qui sont communs à toutes les plantes, le profil chimique des composés secondaires varie énormément et il est considéré comme résultat des pressions évolutives auxquelles sont soumises les différentes espèces de plantes. On classe généralement ces différents composés en deux groupes selon la voie de biosynthèse, les composés phénoliques d'un côté et les composés azotés comme les alcaloïdes, les glycosides et les terpénoïdes de l'autre (Sauvion *et al.*, 2013) Cependant, on peut aussi les diviser en quatre groupes :

- Les terpénoïdes et stéroïdes : Comme les monoterpènes, les sesquiterpènes, les diterpènes, les saponines, les limonoïdes, les cucurbitacines, les cardénolides, les caroténoïdes, les phytoecdystéroïdes.
- Les alcaloïdes
- Les composés phénoliques : Comme les acides phénoliques, les flavonoïdes (Incluant les tanins), les quinones)
- Les glycosides : Incluant les glucosinolates et les glycosides cyanogéniques.

#### **4-Protection individuel:**

La protection la plus efficace est l'éviction du contact humain-moustique, comme cela le diptère ne peut pas venir nous embêter et nous faisons barrière à la contamination. La moustiquaire est une bonne protection car elle empêche le contact étroit avec le diptère. Pour qu'elle soit efficace, il faut s'assurer de son bon état, elle doit être intacte et dépourvue de trou pouvant laisser passer l'agresseur. Il est essentiel également de bien la positionner en évitant de toucher la peau, sinon les moustiques peuvent prendre leur repas. C'est un très bon système notamment pour la nuit. En journée, si on reste à l'intérieur d'un habitat, il existe aussi des moustiquaires à poser au niveau des ouvertures comme les portes et fenêtres.

Afin de limiter le contact avec les moustiques, il est préférable de rester à l'intérieur des habitations sur la période de la journée où les moustiques sont les plus actifs. La climatisation ou les ventilateurs dans les zones d'habitation peuvent gêner le vol des moustiques et les tenir éloignés.



## CHAPITRE 2: MATERIEL ET METHODES

### 1- Présentation de l'espèce animal:

#### 1-1- Description et systématique de *Culex pipiens*:

*Culex pipiens* est le moustique le plus fréquent dans le monde. C'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes; il se développe aussi bien dans les milieux urbains que ruraux. En Algérie, c'est l'espèce qui présente le plus d'intérêt (figure 06) en raison de sa large répartition géographique, de son abondance et sa nuisance dans les zones urbaines (Bendali *et al.*, 2001). Ses préférences trophiques sont très variables car il est plutôt ornithophile, mais il s'attaque volontiers aux humains et aux mammifères lorsqu'ils cohabitent (Savage & Miller, 1995). *Culex pipiens* est connu comme étant vecteur de plusieurs maladies notamment des arboviroses. Il a été considéré comme l'un des principaux vecteurs du virus de SLE, et aussi comme le principal responsable de l'épidémie du WNV qui a frappé les États-Unis en 2002 (Palmisano *et al.*, 2005).

✦ Règne:	Animal
✦ Embranchement :	Arthropode
✦ Sous-embranchement :	Antennates
✦ Classe:	Insectes
✦ Sous-classe :	Ptérigotes
✦ Ordre :	Diptères
✦ Sous-ordre :	Nematocera
✦ Famille :	Culicidae
✦ Sous-famille	Culicinae
✦ Genre	<i>Culex</i>
✦ Espèce :	<i>Culex Pipiens</i> (Linné, 1758).



**Figure 06: Moustique adulte de *Culex pipiens*. (Photo personnelle)**

## 2- Présentation de l'espèce végétal:

### 2-1- Description et systématique de *Juniperus phoenicea*:

Le nom «*Juniperus*» provient du mot celtique «junepurus» qui signifie âpre, à cause de la saveur des fruits (Garnier *et al.*, 1961; Bonnier, 1990). Ou encore *dejunio* et *pario*, l'arbre possédant à la fois des fruits jeunes et des fruits près de tomber (Garnier *et al.*, 1961).

- ✦ En Arabe : Arar عرعر (Quezel & Santa, 1962).
- ✦ En Français: Genévrier rouge, Genévrier de Phénicie.
- ✦ En Anglais: Phoenician Cedar, Berry Bearing Cedar.
- ✦ En Allemand: Cypressen Wacholder, Rotbeeriger Wacholder, Grichiseher Wacholder.
- ✦ En Italien: Cedro licio (Bonnier, 1990).

*Juniperus phoenicea* est un arbrisseau, de 1 à 8 mètres de hauteur, ramifié dès la base et à houppier dense, allongé (figure 07). L'écorce est brun- rouge, fibreuse, assez épaisse. Les feuilles persistantes opposées (rarement verticillées par trois), sont de deux sortes:

- ✦ Des feuilles en aiguilles, piquantes, avec deux lignes blanches dessus et dessous, qui se trouvent uniquement sur les individus très jeunes ;
- ✦ Des feuilles en écailles, petites (1 mm), ovales et bombées sur le dos, étroitement appliquées sur les rameaux, bordées d'une marge d'aspect cartilagineux.

Les fruits (automne de la deuxième année) sont globuleux, assez gros (8 à 10 mm), noirâtres quand ils sont jeunes, puis verts et enfin rouges sombres et luisants à maturité; ils renferment 7 à 9 graines (Becker *et al.*, 1982)

Cette espèce est répandue sur tout le pourtour de la méditerranée (Becker *et al.*, 1982). Elle croît sur les coteaux, les rochers, dans les endroits rocaillieux de la région méditerranéenne et de ses confins (Bonnier, 1990).



**Figure 07: *Juniperus phoenicea* ( A1/A2: google/image.com; B:Photo personnelle au laboratoire de Physiologie Animale à l'ENSET)**

Classification botanique de *Juniperus phoenicea* d'après Quezel & Santa (1962):

- ✦ Embranchement : Spermatophytes
- ✦ Sous-embranchement : Gymnospermes
- ✦ Ordre : Pinales
- ✦ Famille : Cupressacées
- ✦ Genre : *Juniperus*
- ✦ Espèce : *Juniperus phoenicea* .

## 2-2- Usages thérapeutiques:

Cette espèce est très utilisée en médecine traditionnelle. Les feuilles sont utilisées sous forme de décoction pour soigner le diabète, la diarrhée et le rhumatisme alors que les fruits séchés et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès (Le Floch, 1983). Les feuilles sont utilisées contre les maladies broncho-pulmonaires et comme un diurétique (Bellakhder, 1997; Boullard, 2001). Le mélange des feuilles et cônes a été utilisé comme un hypoglycémiant oral (Bellakhder, 1997)

- ✦ Il a été démontré que les huiles essentielles des feuilles et des cônes possèdent une activité antimicrobienne (Stassi *et al.*, 1996).
- ✦ L'a-pinène, qui est le composé majoritaire de l'huile de *Juniperus phoenicea*, présente plusieurs activités biologiques : il est antibactérien, anti-inflammatoire, antiviral, expectorant,
- ✦ sédatif, herbicide, insectifuge, et aromatisant (Duke, 1998).



### 3. Elevage des moustiques :

La capture des adultes a été réalisée au mois de Mars de l'année en cours, au niveau des caves des bâtiments de la cité "1000 logements" à côté de l'Ecole Supérieure de l'Enseignement Technologique à Azzaba (figure 08).



**Figure 08: Cité 1000 logements à Azzaba. (Photo personnelle)**

La capture a été réalisée à l'aide d'un tube en verre de 15 cm de longueur sur 1 cm de diamètre posé délicatement sur les moustiques qui s'envolent et gagnent le fond du tube (figure 09), ensuite ces derniers sont déposés dans des cages cubiques (30 x 30 x 30) avec une armature en bois, couverte en tulle comportant sur le côté un manchon (figure 10).



**Figure 09: Tube utilisé pour la capture des adultes. (Photo personnelle)**



**Figure 10: Cage d'élevage des moustiques adultes. (Photo personnelle)**

Les adultes des moustiques sont nourries de datte (figure 11), déposés dans la cage qui contient un récipient de 200 ml d'eau déchlorurée (figure 12).



**Figure 11: Des dates (flèche) pour les moustiques adultes. (Photo personnelle)**



**Figure 12: Récipients (flèche) utilisés pour l'élevage des moustiques. (Photo personnelle)**



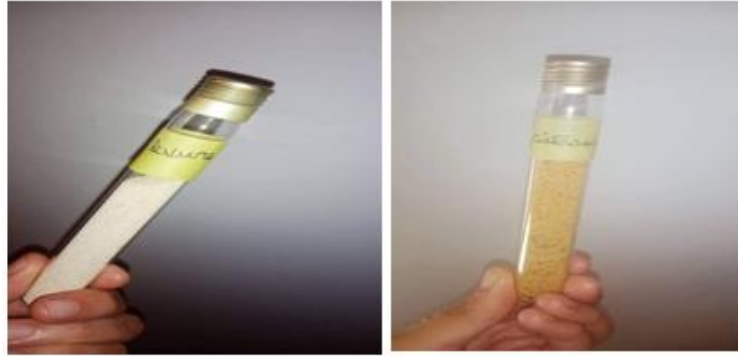
Un repas sanguin est indispensable pour la ponte des femelles. En effet, le *Culex pipiens* n'a pas de préférence pour la qualité du sang, de ce fait alors on a pris des quantités de notre sang, ensuite on les a mis dans des tubes avec héparine pour éviter la coagulation du sang (figure 13). Cette opération a été réalisée au niveau de l'établissement public de santé de proximité à Jijel où on a fait notre stage. Le sang est introduit aux femelles dans des petits récipients couverts de tulle (figure 13). Après avoir digéré le sang, les femelles pondent des œufs dans des récipients d'élevage en amas sous forme de nacelle flottante (figure 14). Une fois les œufs éclosent, les larves sont nourries d'un mélange de biscuit (75%) et de levure sèche (25%) (Bendali, 1989) (Figure 15). Le changement de l'eau et l'ajout de la nourriture ont été effectués tous les 2 à 3 jours, les nymphes sont placées dans d'autres récipients déposés dans les cages où elles se transformeront aux adultes.



**Figure 13: Source de sang pour la ponte des femelles. (Photo personnelle)**



**Figure 14: Nacelle de *Culex pipiens* éclot (1) et non éclot (2). (Photo personnelle)**



**Figure 15: Biscuit et levure pour les larves pendant l'élevage. (Photo personnelle)**

#### 4. Essais toxicologiques:

Des essais préliminaires de toxicité ont été réalisés, avec la partie aérienne de la plante qui a été lavée avec l'eau de source et séchée à l'air libre pendant 24h. La plante séchée est ensuite placée dans une étuve pendant 92h à 40°C puis broyée avec un moulin à café jusqu'à obtenir une formulation en poudre. La gamme de concentrations testée est celle mentionnée dans les travaux de Amira *et al.*, (2018), notamment de 1,2 à 4,6 (g/l) à l'égard des larves L4 (figure 16) de *Culex pipiens* nouvellement exuviées.



**Figure 16: Larve du quatrième stade. (Photo personnelle)**

Le traitement a été fait avec trois répétitions pour chaque concentration dans des récipients comportant chacun 25 larves âgées 0 jour. Chaque récipient contient 500 ml d'eau d'élevage additionnée aux concentrations choisies. Après une exposition de 24h aux différentes concentrations, selon les recommandations de l'O.M.S (WHO, 2005), l'ajout de la nourriture et le changement d'eau sont effectués jusqu'à la fin du stade traité. La toxicité de *Juniperus phoenicea* à l'égard de *Culex pipiens* a été révélée après plusieurs étapes avec un logiciel MINITAB (version 13,31 PA State College, USA):

**(M.O):** Le pourcentage de la mortalité observée chez les larves témoins et traitées de *Culex pipiens* a été déterminé par la formule suivante :



$$M.O = \frac{\text{Nombre de moustiques morts après traitement}}{\text{Nombre total de moustiques}} \times 100$$

**M.C:** Le pourcentage de la mortalité observée est corrigé par la formule d'Abott (1925), afin d'éliminer la mortalité naturelle, si elle est enregistrée dans la série des témoins (4 à 16%), et d'évaluer la toxicité réelle des plantes.

$$M.C = \frac{\text{Mortalité observée chez les traitées} - \text{Mortalité observée chez les témoins}}{100 - \text{Mortalité observée chez les témoins}} \times 100$$

**La transformation angulaire :** Les pourcentages de la mortalité corrigée subissent une transformation angulaire selon Bliss, cité par Fisher & Yates (1957), les données ainsi font l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification (traitement) réalisée avec le Minitab pour déterminer le seuil de signification (P).

**L'analyse de probits :** Les moyennes de la mortalité corrigée se convertissent en probits (Fisher & Yates, 1957) et les concentrations testés en logarithmes décimaux. Ces logarithmes décimaux en fonction des probits permettent de déterminer la droite de régression à partir de laquelle les CL50 et CL90 sont estimées (Finney, 1971).

$$Y = a X + b \text{ donc ; } X = \frac{\text{Probit } X - b}{a} \quad \text{ou } Y = \text{probit } 50 \text{ (90) et } X = \log \text{ CL50 (CL90)}.$$

$$\text{Exemple: probit } 50 = 5 \text{ donc: } X = \frac{5 - b}{a} = \log \text{ CL50}$$

Anti log X = CL50. Ainsi que pour la CL90.

**L'intervalle de confiance :** La méthode de Swaroop (1965) précise l'intervalle de confiance avec une probabilité de 95%, en donnant la limite inférieure et supérieure de chaque concentration létale (CL50 et CL90).

$$\text{Limite supérieure} = \text{CL50} \times \text{FCL50} \quad \text{et} \quad \text{Limite inférieure} = \text{CL50} / \text{FCL50}$$

$$\text{FCL50} = \text{Anti log } C \quad \text{où } C = \text{Slop} (2.77/\sqrt{N}) \quad \text{et} \quad \text{Slop} = \frac{\text{CL84/CL50} + \text{CL50/CL16}}{2}$$

N: Nombre des insectes morts durant le traitement.



CHAPITRE 3: RESULTATS ET DISCUSSION

1-Résultats:

L'évaluation préliminaire de la toxicité du *Juniperus phoenicea* a été évaluée sur des larves L4 de *Culex pipiens* exposées pendant 24h à des concentrations de 2 à 4,6 g/l. Un taux de mortalité de 26,66% a été observé chez les larves traitées avec la concentration la plus faible et un taux de 80% a été enregistrée pour la concentration la plus élevée. Une relation concentration-réponse (tableau 1) a été remarquée. la mortalité observée a été corrigée par la formule d'Abott (tableau 2) afin d'éliminer la mortalité du témoin. Les moyennes de la mortalité corrigées ont subit une transformation angulaire (tableau 3) pour effectuer une analyse statistique. Les résultats de l'analyses statistique à un seul critère de classification (traitement) révèlent un effet hautement significatif ( $P < 0,000$ ) de cette plante sur les L4 (tableau 4). Ensuite, une transformation des moyennes des mortalités corrigées en probits et des concentrations testées en logarithmes décimaux (tableau 5) a été faite pour déterminée La droite de régression (Figure 17). Le coefficient de détermination ( $R^2 = 0,98$ ) révèle une liaison positive entre les probits et les logarithmes décimaux des concentrations testées. Les concentrations létales CL50 et CL90, calculées à partir de la droite de régression sont respectivement 2,88 g/l avec un intervalle de confiance de 1,40 à 3,95 (g/l) et 5,60 g/l avec un intervalle de confiance de 4,43 à 9,15 (g/l) (Tableau 6).

**Tableau 1: Mortalité observée (%) des larves L4 de *Culex pipiens* nouvellement exuviées, après traitement par les différentes concentrations du *Juniperus phoenicea* (C: concentrations, R: répétition, m ± SE, n = 75).**

R/C	Témoin	2g/l	2,8g/l	3,6g/l	4,6g/l
R1	4	24	56	64	76
R2	4	24	44	68	80
R3	8	32	44	76	84
m ± SE	5,33± 2,30	26,66 ± 4,61	48,00± 6,92	69,33± 6,11	80,00± 4,00



Tableau 2: Mortalité corrigée (%) des larves L4 de *Culex pipiens*, nouvellement exuviées, après traitement par les différentes concentrations du *Juniperus phoenicea* (C: concentrations, R: répétition, m ± SE, n= 75).

R/C	2 g/l	2,8 g/l	3,6 g/l	4,6 g/l
R1	20,83	41,66	66,66	75,00
R2	20,83	41,66	62,50	79,16
R3	26,08	52,17	75,00	82,60
m ± SE	22,58 ± 3,03	45,16 ± 6,06	68,05 ± 6,36	78,92 ± 3,80

Tableau 3: Transformation angulaire du taux de mortalité corrigée des larves L4 de *Culex pipiens* après traitement au *Juniperus phoenicea* (C: concentrations, R: répétitions, m ± SE; n = 75).

R/C	2 g/l	2,8 g/l	3,6 g/l	4,6 g/l
R1	26,57	39,82	54,33	60,00
R2	26,57	39,82	51,94	62,73
R3	30,66	46,15	60,00	64,90
m ± SE	82,60	46,76 ± 3,85	51,16 ± 0,66	86,97 ± 5,03

Tableau 4: Analyse de la variance des données transformées lors du traitement des larves L4 de *Culex pipiens* au *Juniperus phoenicea*.

Source	DL	SC	CM	F	P
Factorielle	3	2105,2	701,8	66,68	0,000***
Erreur	8	84,2	10,5		
Total	11	2169,5			

Tableau 5: Transformation en logarithmes décimaux et en probits les mortalités corrigées après traitement des L4 de *Culex pipiens*.

Concentrations (g/l)	2	2,8	3,6	4,6
Logarithmes décimaux (X)	0,301	0,447	0,556	0,662
Mortalités corrigées (%)	22,58	45,16	68,05	78,92
Probits (y)	4,2446	4,8769	5,4677	5,8030

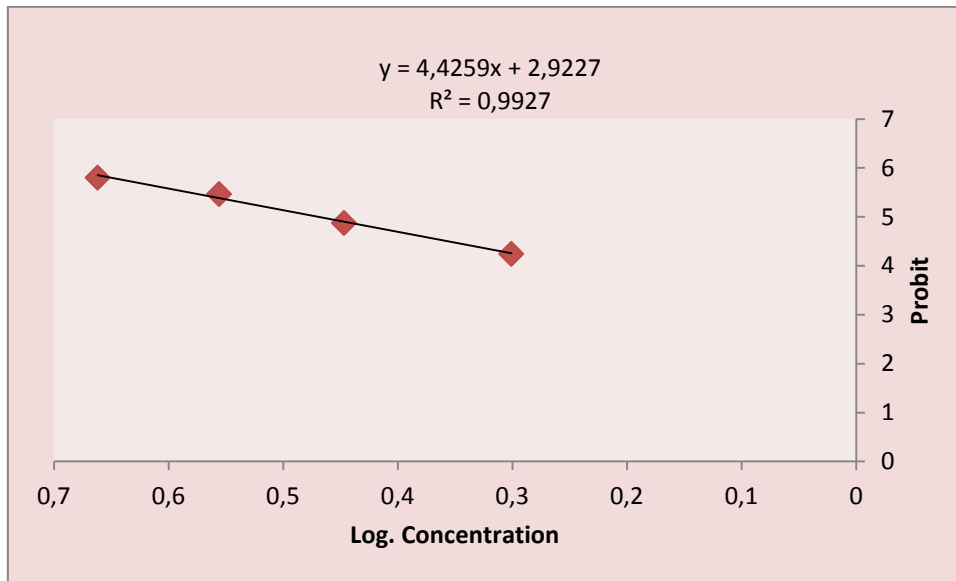


Figure 17: La droite de régression des probits des moyennes de mortalité corrigée en fonction des logarithmes décimaux des concertations ( $R^2 =$  Coefficient de détermination).

Tableau 6: Toxicité de *Juniperus phoenicea* à l'égard des larves L4 de *Culex pipiens* (CL50, CL90, IC).

Stade	S	CL50 (g/l)	CL90 (g/l)
		Intervalle de confiance (95%)	Intervalle de confiance (95%)
L4	1,68	2,88 (2,58-3,21)	5,60 (5,01-6,24)



### 2-Discussion:

Le moustique *Culex pipiens* représente une menace sanitaire par sa nuisance due aux piqûres et aux maladies qu'il véhicule (filariose, fièvre du Ni, etc), ce qui a poussé l'homme à le combattre activement dans de nombreux pays à l'aide de nombreux produits chimiques nommés "insecticides". Au cours des dernières décennies, *Culex pipiens* a développé des résistances à une grande variété d'insecticides (DDT, pyréthrinoïdes, carbamates, organophosphorés, toxines de *Bacillus sphaericus*, etc). De ce fait, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés, et la mise en place de nouvelles alternatives de contrôle des moustiques est davantage encouragée. Les molécules naturelles (d'intérêt écologique et économique) aux propriétés insecticides, se révèle être une démarche alternative à l'emploi des insecticides de synthèse.

Dans cette étude préliminaire l'effet toxique de *juniperus phoeniciae*, plante connue pour son activité insecticide a été évaluée. Les résultats des essais de toxicité ont révélé un effet larvicide avec une relation concentration-réponse. En effet, une sensibilité variable des larves traduite par des taux de mortalité faibles à très élevés en passant d'une concentration à l'autre a été constaté. Les 80 % de mortalité ont été obtenus avec la plus forte concentration notamment 4,6g/l pour les L4, et les deux concentrations létales obtenus sont respectivement, 2,88 et 5,60 (g/l).

L'utilisation des 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). D'après Jacobson (1989), plus de 2000 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* (David *et al.*, 2000). Les travaux de Jang *et al.*, (2002) sur *A. aegypti* et *C. pipiens* testant l'activité larvicide de certaines légumineuses, et ceux d'Alaoui-Slimani (2002) avec *Mentha pulegium* (Labiée) ont confirmé l'efficacité insecticide des extraits de ces plantes sur des larves de culicidés. Masotti *et al.*, (2012) ont rapporté que des extraits éthanoliques de *A. molinieri* et de *A. campestris* Var *glutinosa* ont montré une activité larvicide contre le moustique *C. pipiens*. Dans les travaux de Giatropolous *et al.*, (2013) l'efficacité des huiles essentielles de feuilles de huit espèces de *Cupresaceae* ; *Cupressus arizonica*, *Cupressus benthamii*, *Cupressus macrocarpa*, *Cupressus sempervirens*, *Cupressus torulosa*, *Chamaecyparis lawsoniana*, *Juniperus phoenicea* et



*Tetraclinis articulata*, a été testée positive pour leurs propriétés larvicides contre *Aedes albopictus*.

Le pouvoir insecticide de la plante testé dans ce travail est lié à sa richesse en métabolites secondaires. L'activité larvicide étudiée pourrait être attribuée à l'action mousticide de certains composés de terpènes. Une telle action larvicide a été démontrée par des essais biologiques sur une ou plusieurs espèces de moustiques pour de nombreux composants, fréquemment trouvés dans le genévrier comme l'apinène, le 3-carène, le (R)-(+)-limonène et le myrcène (Kassir *et al.*, 1989 ; Chantraine *et al.*, 1998; Perumalsamy *et al.*, 2009; Pohlit *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2011; Agoun & Yahiaoui, 2015). Un potentiel effet larvicide important du genre *Juniperus*, avec une concentration létale de 50 % sur *Cx. pipiens*, a été enregistré dans les travaux de Vourlioti-Arapi *et al.*, (2012). Sighamony *et al.*, (1986) a montré que l'extrait brut de l'huile de la plante *Juniperus virginiana* été efficace pendant plus de 60 jours contre *Sitophilus oryzae*, aussi Appel & Mack (1989) ont révélé l'efficacité de l'extrait d'huile de *J. virginiana* contre certains types de cafards notamment *Periplaneta Americana*. Dans les recherches de Samedjeva *et al.*, (2021), l'évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles (HE) de quatre espèces de *Juniperus* obtenues par deux méthodes de distillation différentes et leur potentiel en tant que biopesticides a été testée. Les plantes étudiés étaient les espèces suivantes de genévriers (*Juniperus communis*, *J. oxycedrus*, *J. pygmaea* et *J. sibirica* Burgsd). Les huiles essentielles obtenues ont montré une capacité antioxydante et une variété en composition chimique en métabolite secondaire tels que  $\alpha$ -pinène,  $\beta$ -caryophyllène. Toutes les HE testées avaient une activité répulsive et insecticide significative contre les deux espèces de pucerons *Rhopalosiphum padi* (puceron du cerisier des oiseaux) et *Sitobion avenae* (puceron anglais des céréales). Les huiles essentielles ont démontré un très bon effet insecticide 24 h après le traitement des pucerons. Ils agissent le plus souvent comme des neurotoxines sur les insectes et affectent leurs processus physiologiques. Après 72 h, l'efficacité dans tous les traitements et concentrations était de 100 %. Ces résultats ne sont pas accidentels, car l' $\alpha$ -pinène, le sabinène, le limonène, le  $\beta$ -myrcène sont les principaux constituants des monoterpènes chez les espèces de genévrier et ils ont été signalés comme ayant une activité insecticide. Les monoterpènes et sesquiterpènes ( $\alpha$ -pinène, terpinéol, 1,8-cinéole, p-cymène, limonène,  $\alpha$ -terpinène, thymol, carvacrol) se sont avérés avoir une activité fumigante élevée contre *Musca domestica*.



### CONCLUSION ET PERSPECTIVES:

Les Culicidae, sont sans doute les insectes les plus connus et les plus redoutés tant pour le désagrément et nuisance que constitue leur présence, que par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin. Face à ces menaces, et afin de contrer la propagation des insectes et des épidémies y découlant, plusieurs méthodes ont été envisagées et adoptées. Dans cette étude une stratégie de lutte biologique a été testée, notamment l'utilisation des plantes médicinales. Cette méthode semble être une bonne alternative à la lutte chimique car cette dernière a toujours présenté des effets néfastes à cause de la bioaccumulation de certains pesticides dans l'environnement ainsi que les résistances développées par les moustiques.

*Le juniperus phoenicea*, une plante médicinale, a été testé sur les larves de *Culex pipiens*. Les essais préliminaire de toxicité ont été réalisés sur des larves de quatrième stade L4 témoins et traitées avec différentes concentrations de 1,2 g/l à 4,6 g/l pendant 24h selon les recommandations de l'OMS pour déterminer les deux concentrations létales CL50 et CL90. La toxicité de cette plante a été révélée par un effet hautement significatif contre les larves de *Culex pipiens*.

Il serait très intéressant dans l'avenir de compléter ce travail préliminaire, afin de confirmer l'efficacité de cette plante à l'égard des vecteurs de maladies, par:

-Extraction des huiles essentielles de cette plante pour les utilisées directement dans les traitements de toxicité.

-Evaluation de l'effet cumulé de cette plante depuis le stade larvaire 1 jusqu'au stade nymphal, pour mieux révéler la toxicité du genévrier contre les moustiques.

-Evaluation de l'efficacité de la plante testée dans ce travail sur la reproduction des moustiques (nombre de ponte, nombre des œufs, fécondité, etc) afin de mieux comprendre les voies cible du genévrier.

-Tester la toxicité de la plante sur d'autres vecteurs de maladies.



### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, 18: 265- 267.
2. Adisso D. & Alia R. 2005. Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net et Permant dans les conditions de terrain. Mémoire de fin de formation en. ABM-DITEPAC-UAC, Cotonou. 79p.
3. Agence Régionale de Santé ARS (Auvergne-Rhône-Alpes). 2021. Maladies virales transmises par le moustique tigre. Disponible sur: <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/maladies-virales-transmises-par-le-moustique-tigre>
4. Agoun L. & Yahiaoui F.I. 2015. Extraits volatils et non volatils des fruits de *Juniperus phoenicea* L. : composition chimique, activité biologique et étude de l'influence de la supplémentation de l'huile essentielle par du thymol sur l'activité biologique. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Elaboration Qualité des Aliments. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) El Harrach. Disponible sur: <http://www.secheresse.info/spip.php?article61361>
5. Aïssaoui L. & Boudjelida H. 2014. Larvicidal activity and influence of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. *Euro. J. Exp. Bio.*, 4 (1): 104- 109.
6. Alaoui Slimani N. 2002. Faune culicidienne d'une zone marécageuse de Rabat-Salé : Biotypologie et contribution à la lutte par des substances naturelles. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctora. En Sciences Biologiques. Fac. Sci. Univ. Mohammed V., Rabat, Maroc. 192.
7. Amira K., Boudjelida H. & Farine J.P. 2013. Effect of an insect growth regulator (halofenozide) on the cuticular hydrocarbons of *Culex pipiens* larvae. *Afr. Entomol.*, 21 (2): 343–348.
8. Amira khedidjda, Touahria Chouaib, Djeghader Nour El-Houda & Boudjelida Hamid. 2018. Laboratory study of the larvicidal efficacy of a local plant *Hertia cheirifolia* against the most abundant mosquito species, in Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6 (1): 258-262.



9. Appel A.G. & Mack T.P. 1989. Repellency of milled aromatic eastern red cedar to domiciliary cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae and Blattidae). *Journal-of-economic-entomology (USA)*. 82(1): 152-155.
10. Ayitchedji AM.1990. Bio écologie de Anophèles mêlas et des *anophèles gambiae* s.s. comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone coutière lagunaire, République du Bénin. Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNBcotonou.76.
11. Becker M., Picard J.F. & Tim Bal J. 1982. Larousse des arbres et arbustes. Librairie Larousse, 151-152 et 194-195.
12. Bendali F. 1989. Etude de *Culex pipiens* anautogène, systématique et lutte bactériologique thuringiensis israéliensis serotype H14. *B. sphaericus* 1593 et deux espèces d'hydracariens. Thèse de magister en Arthropodologie. Université d'Annaba.
13. Bellakhder J. 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ilbiss Press, Paris, 27 1-272 et 764
14. Bendali F. 1989 Etude de *Culex pipiens* anautogène, systématique et lutte bactériologique thuringiensis israéliensis serotype H14. *B. sphaericus* 1593 et deux espèces d'hydracariens. Thèse de magister en Arthropodologie. Université d'Annaba
15. Bendali F., Djebbar F. & Soltani N. 2001. Efficacité comparée de quelques especes de poissons à l' égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*, 57 (4): 255-265.
16. Berchi S. 2000. Bio écologie de *Culex pipiens* L (Diptera :Culicidae)dans la région de Constantine et perspectives de lutte thèse Doc. Es. Scien. Univ. constantine :133p.
17. Bonnier G. 1990. La grande flore en couleurs. Tome 4 Ed. Belin, Paris, 1353-1355.
18. Boullard B. 2001. Plantes médicinales du monde. Réalités et croyances. Ed. Estem, Pans, 290.
19. Bouaziz A., Boudjelida H. & Soltani N. 2011. Toxicity and perturbation of the metabolite contents by a chitin synthesis inhibitor in the mosquito larvae of *Culiseta longiareolata*. *Ann. Biol. Res.*, 2 (3): 134-143.
20. Boudjelida H., Bouaziz A., Smaghe G. & Soltani N. 2002. Insecticidal activity of a nonsteroidal moulting hormone agonist on mosquito larvae and effects on ecdysteroid amounts. *Med. Fac. Landbouww.Univ. Gent.*, 67 (3): 657–663.



21. Boudjelida H., Bouaziz A., Thomas S., Smaghe G. & Soltani N. 2005. Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pest. Bioch. and Physiol.*, 83: 115- 123.
22. Bussiera S.J. & Chermette R. 1991. Abrégé de parasitologie vétérinaire. Fascicule IV. Entomologie vétérinaire. Service de parasitologie. Ecole nationale vétérinaire, Maisons-Alfort, 163.
23. Calatayud P.A. 2011. Interactions plantes-insectes. Habilitation Diriger des Recherches (HDR). Université Paris Sud 11. 86.
24. Calba C. 2019. Arboviroses données de surveillance pour anticiper la lutte. Bulletin épidémiologique hebdomadaire N 19-20. *Santé publiue France– Île-de-France*, Paris, France. 1-29p. Disponible sur: [http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2019/19-20/pdf/2019\\_19-20.pdf](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2019/19-20/pdf/2019_19-20.pdf) (Dernière mise à jour le 04 octobre 2021)
25. Chantraine J.M., Laurent D., Ballivian C., Saavedra G., Ibañez R. & Vilaseca L.A. .1998. Insecticidal activity of essential oils on *Aedes aegypti* larvae. *Phytother. Res.*, 12:350–354
26. Courtioux B. 2019. Le moustique tigre, vigilance et conseils. *Actual.Pharm.*, 58(586):40-43.
27. Crosby D.G. (1966). Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. *Adv. Chem. Ser.*, 53:1-16.
28. Daayf F. & Vincenzo L. 2008. Récent Advances in Polyphenol Research. Ed Blackwell Publishing .USA, 2-22-23-68-74-233.
29. Daly H.V., Doyen J.T. & Purcell A.H. 1998. Introduction to insect biology and diversity, 2nd ed. oxford university press, Oxford, New York.
30. David J.P. Rey D. 2000. Pautou M.P. Meyran J.C. Differential toxicity of leaf litter to dipteran larvae of mosquito developmental sites. *J. Invertebr. Patho.*, 75: 9-18.
31. Djeghader N.E.H., Boudjelida H. & Amira K. 2013. Action d'un inhibiteur de la synthèse de la chitine, le Novaluron, sur les larves de moustique *Culex pipiens* : développement et aspect biochimique. *Microbiol. Hyg. Alim.*, 25 (73): 42-50.
32. Djeghader N.E.H., Aïssaoui L., Amira K. & Boudjelida H. 2014. Impact of a Chitin Synthesis Inhibitor, Novaluron, on the Development and the Reproductive



- Performance of Mosquito *Culex pipiens*. *World Applied Sciences Journal*. 29 (7): 954-960.
33. Djeghader N.E.H., Aïssaoui L., Amira K. & Boudjelida H. 2018. Toxicity evaluation and effects on the development of a plant extract, the Saponin, on the domestic mosquito, *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*. 5(1): 01-05.
34. Duke J.A. 1998. Phytochemical Database. Ed. USDA-ARS-NGRL. Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland
35. Fabricius J.C. 1794. Entomologia systematica emendata et aucta. Tome IV. C.G. Proft, Hafniae.
36. Failloux A.B. 2018. Les moustiques vecteurs d'arbovirus : une histoire sans fin. *Biologie Aujourd'hui*. 212 (3-4):89-99. Disponible sur: <https://www.biologiejournal.org/articles/jbio/abs/2018/02/jbio180026/jbio180026.html> (Dernière mise à jour: 20Fev 2020)
37. Ficher R.A. & Yates. 1957. Statistical tables for biological agricultural and medical research .5<sup>ème</sup> edition, Oliver et Boyd. London. pp 64-66.
38. Finnamore, A.T., Winchester N.N. & Behan-Pelletier V.M. 1998. Protocols for Measuring Biodiversity: Arthropod Monitoring in Terrestrial Ecosystems. – Biodiversity Science Board of Canada, Ecological Monitoring and Assessment Network, Burlington, Ontario: 53p
39. Finney D.J. 1971. Probit analysis (3<sup>ème</sup> edn) Cambridge University Press, London: p 38.
40. Jang Y.S., Baek B.R., Yang Y.C., Kim M.K. & Lee H.S. 2002 a. Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.*, 18 (3), p. 210–213.
41. Jang Y.S., Kim M.K., Ahn Y.J. & Lee H.S. 2002 b. Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera : Culicidae). *Agric. Chem. Biotechnol.*, 45 (3), p. 131–134.
42. Garnier G., Bézanger-Beauquesne L. & Debraux G. 1961. Ressources médicinales de la flore française. Tome 1. Vigot Frères Éditeurs, Paris, 124-133



43. Giatropoulos A., Pitarokili D., Papaoiannou F., Papachristos D.P., Koliopoulos G., Emmanouel N., Tzakou O. & Michaelakis A. 2013. Essential oil composition, adult repellency and larvicidal activity of eight Cupressaceae species from Greece against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.*, 112(3):1113-1123.
44. Giles, G.M. 1900 . A handbook of the gnats or mosquitoes giving the anatomy and life history of the Culicidae. 374. 7 pls. London.
45. Guillaumot L. 2006. Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p. Article. Site: Institut Pasteur. Date de consultation : 04.07.2008. Hyperlien (url): [http://www.institutpasteur.nc/article.php?id\\_article=78](http://www.institutpasteur.nc/article.php?id_article=78)
46. Iroko. F.A.1994. Une histoire des hommes et des moustiques en Afrique. Côtés des esclaves (XVIe-XIXe siècle) l'harmattan. Racines du présent. 169p.
47. Jacobson M. 1989. Botanical pesticides, past present and future *In* Arnason JT. *et al.* (Ed.). Insecticides of plant origin. Washington, D.C: *American Chemical Society Symposium*, series 387, p. 1-10.
48. Kassir J.T., Mohsen Z.H. & Mehdi N.S. 1989. Toxic effects of limonene against *Culex quinquefasciatus* Say larvae and its interference with oviposition. *Anz Schädlingsskde Pflanzenschutz Umweltschutz*. 62:19–21
49. Kergoate G.J. 2004. Genre *Bruchidius* (Coleoptera, Bruchidae): un modèle pour l'étude des relations évolutives entre les insectes et les plantes. Thèse Doctorat en Biologie. Université Paris 6-Pierre et Marie Curie. 201p.
50. Lebreton J.D, Décamps H. & Douce R. 2013. La biodiversité, Livret sur l'environnement. Institut de France. Académie des sciences. 11p
51. -Le Floch E., 2001-Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditerranéennes du Nord de l'Afrique. *Boccone* 13 : ISSN,P 223-237.
52. Linné C. 1758. *Systema naturae per regna frigidiorum naturae*. Edition 10. Vol. 1. Holmia. 82p.
53. Marc F., Saihi M. & Teyssandier M. 2006. Maladies transmissibles et insectes piqueurs sur le territoire métropolitain. Atelier Santé Environnement. Ecole Nationale de la Santé Publique, Rennes. Disponible sur: [https://documentation.ehesp.fr/memoires/2007/ase\\_igs/atelier\\_2.pdf](https://documentation.ehesp.fr/memoires/2007/ase_igs/atelier_2.pdf)
54. Marquardt, W.C. 2005. *Biology of Disease Vectors*. Burlington, MA: *Elsevier Academic press*.



55. Masotti V., De Jong L., Moreau X., Rabier J., Laffont Schwob I. & Thiery A. 2012 Larvicidal activity of extracts from *Artemisia* species against *Culex pipiens L.* mosquito: Comparing endemic versus ubiquitous species for effectiveness. *Comptes Rendus Biologie.* 335; 19-25
56. Matile L. 1993. *Les diptères d'Europe occidentale.* Vol 1, Société nouvelle des éditions Boubée: Paris, 439p.
57. Meigen, J.W. 1818. Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insekten. *Aachen.*
58. Organisation Mondiale de la Santé "OMS".1974. Anuelle pratique de lutte antilarvaire: division du paludisme et autre maladie parasitaire, OMS, Genève.7-17p.
59. Organisation Mondiale de la Santé "OMS" 1999. La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire - Sous la direction de Jan A. Rozendaal.
60. Palmisano CT., Taylor V., Caillouet K., Byrd B. & WES-SON DM., 2005. Impact of West Nile virus outbreak upon St. Tammany Parish Mosquito Abatement District. *J Am. Mosq. Control. Assoc.*, 21: 33-38.
61. Perumalsamy H., Kim N.J. & Ahn Y.J. 2009. Larvicidal activity of compounds isolated from *Asarum heterotropoides* against *Culex pipiens pallens*, *Aedes aegypti*, and *Ochlerotatus togoi* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 46:1420–1423
62. Philogene B.J.R. 1991 l'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. la lutte anti-acridienne. Ed.AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris (c). 269-278p.
63. Pohlit A.M., Rezende A.R., Baldin ELL., Lopes N.P., Neto V.F.A. 2011. Plant extracts, isolated phytochemicals, and plant-derived agents which are lethal to arthropod vectors of human tropical diseases— A Review. *Planta. Med.*, 77:618–630
64. Quezel P. & Santa S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. Tome I (1962), tome II (1963), Vol. 1170p.
65. Ring T. & Vincent H. 2012. A world of insects. *Ecology*, 93(12). 2769–2770.
66. Rodhain & Perez. 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaires Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. Maloine, s.a. 114p.
67. Santos S.R.L., Melo M.A., Cardoso A.V., Santos R.L.C., Sousa D.P. & Cavalcanti S.C.H. 2011. Structure–activity relationships of larvicidal monoterpenes and derivatives against *Aedes aegypti Linn.* *Chemosphere* 84:150–153



68. Sauvion N., Calatayud P.A., Thiéry D. & Marion-Poll F. 2013. Interactions insectes-plantes. Coéd. Quæ, IRD. 784p.
69. Savage H.M. & Miller B. 1995. House Mosquitoes of the U.S.A., *Culex pipiens* Complex. *Wing Beats*, 6, 8-9p.
70. Semerdjieva I., Zheljazkov V.D., Radoukova T., Dincheva I., Piperkova N., Maneva V., Astatkie T. & Kačániová M. 2021. Biological Activity of Essential Oils of Four *Juniper Species* and Their Potential as Biopesticides. *Molecules*. 26(21): 6358p. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8586938/>
71. Sighamony S., Anees I., Chandrakala T.S. & Osmani Z. 1986. Efficacy of certain indigenous plant products as grain protectants against *Sitophilus oryzae* (L.) and *Rhyzopertha dominica* (F.). *Journal of Stored Products Research*. 22(1): 21-23p.
72. Simard F., Farraudière L. & Yébakima A. 2016. Alerte aux moustiques? SCITEP, Paris. 80p.
73. Stassi V., Verykokidou E., Lou kis A., Harvala C. & Philianos S. 1996. The antimicrobial activity of the essential oil of four *Juniperus* species growing wild in Greece. *Flavour and Fragrance Journal*. 11: 71-74p.
74. Swaroop S., Gilroy A.B. & Uemura K. 1965. Statistical methods in malaria eradication. Geneva: World Health Organisation.
75. Takken W. & Verhulst N.O. 2013. Host preferences of blood-feeding mosquitoes. *Annu. Rev. Entomol.*, 58(1):433-453.
76. van Breugel F., Riffell J., Fairhall A. & Dickinson M.H. 2015. Mosquitoes use vision to associate odor plumes with thermal targets. *Curr.Biol.*, 25(16):2123-2129p.
77. Vourlioti-Arapi F., Michaelakis A., Evergetis E. & Haroutounian S.A. 2021. Essential oils of indigenous in Greece six *Juniperus taxa*: chemical composition and larvicidal activity against the West Nile virus vector *Culex pipiens*. *Parasitology Research*. 110(5):1829-1839p.
78. World Health Organisation "WHO". 2001 La pauvreté et la sante – données disponibles et action menée dans la région européenne de l’OMS. Cinquante et unième session, Madrid, 10 – 13 septembre 2001. 1-23. Disponible sur: [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/117478/fdoc8.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/117478/fdoc8.pdf)
79. World Health Organization WHO. 2005. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides World Health Organization (WHO) communicable disease



- control, prevention and eradication WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES). Geneva, Switzerland, 1–41p.
80. World Health Organisation WHO. 2017. Action mondiale pour lutter contre les vecteurs 2017–2030. Document de base pour éclairer les délibérations lors de la 70e session de l'Assemblée mondiale de la Santé version 5.4. Disponible sur: <https://www.bovanetwork.org/sites/bova/files/content/attachments/2017-10-12/Draft-WHO-GVCR-2017-2030-fre.pdf>
81. World Health Organisation WHO. 2018. 56e Conseil directeur 70e session du comité régional de l'OMS pour les Amériques. Washington, D.C., ÉUA. Disponible sur: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49612/CD56-11-f.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
82. World Health Organisation WHO. 2020. Chikungunya. Disponible sur: [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya#:~:text=Le%20chikungunya%20est%20une%20maladie,virus%20du%20chikungunya%20\(CHIKV\).&text=Les%20douleurs%20articulaires%20sont%20souvent,m%C3%A9dicament%20sp%C3%A9cifique%20contre%20ce%20virus.](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya#:~:text=Le%20chikungunya%20est%20une%20maladie,virus%20du%20chikungunya%20(CHIKV).&text=Les%20douleurs%20articulaires%20sont%20souvent,m%C3%A9dicament%20sp%C3%A9cifique%20contre%20ce%20virus.) (dernière mise à jour 15Sept2022).
83. World Health Organisation WHO. 2022. Dengue and severe dengue. Disponible sur: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue> (dernière mise à jour 10Janv2022).