



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département Ecologie et environnement
LABORATOIRE DES SUBSTANCES NATURELLES ET BIOACTIVES-LASNABIO



MÉMOIRE

Présenté par

BENYABADJI Nada Nermine

En vue de l'obtention du

Diplôme en MASTER

Ecologie animale

Thème

*Activités larviques sur Culex pipiens des huiles essentielles de plantes
Cèdre de l'atlas et Arbre à thé*

Soutenu le	20 juin 2023	devant le jury composé de :
Présidente	Dr TABTI Nassima	MCA Université ABB Tlemcen
Encadrant	Dr MESTARI Mohamed	MAA Université ABB Tlemcen
Examineur	Pr BOUCHIKHI TANI Zoheir Professeur	Université ABB Tlemcen

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier " Dieu" le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné le courage et la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

*Nous exprimons nos profonds remerciements et notre vive connaissance à **Mr MESTARI Mohamed**, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, ses conseils et sa gentillesse et sa confiance Qu'il nous a permet de réaliser ce mémoire.*

Ces remerciements s'adressent plus particulièrement à :

***Mr HASSANI Fayçal** le chef de Département Ecologie et Environnement à Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM*

***Mme TABTI Nassima**, enseignante à l'Université, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire.*

***Mr BOUCHIKHI TANI Zoheir** pour avoir pris le temps d'examiner ce travail, pour ses critiques constructives.*

Une grande reconnaissance à l'ensemble du corps professoral de l'Université Abou bakr belkaid TlmeceM, notamment du Département Ecologie et Environnement, pour ces deux années de Master qui ont été riches en connaissances et en expériences.

Un grand merci à nos amis de la promotion 2022-2023 de Master 2.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon âme et raison de ma vie, symbole d'amour et de compassion, mes parents Nordine et Megueunni Tani Mounia, pour leur support continu et leur sacrifice dans les étapes de ma vie.

À mes chères sœurs Safa & Melak

Et toute ma famille.

Merci à Vous tous.

ملخص

البعوض هو ناقل للأمراض تم التحكم فيه من خلال الاستخدام المكثف للمبيدات الحشرية الاصطناعية. ومع ذلك، فإن التكيف السريع لهذا النوع المدروس مع المبيدات الحشرية أدى إلى مشاكل المقاومة. تعتبر المستخلصات النباتية العطرية بديلاً واعدًا في مكافحة هذا الأخير

أجرينا دراسة لتقييم تأثير نوعين من الزيوت العطرية، وهما زيت لأرز الأتلانتيكا وشجرة الشاي، على يرقات هذه الحشرة. وجدنا أن هذه الزيوت العطرية لها تأثيرات سامة، مع معدل وفيات مرتفع يصل إلى 100٪ لأرز الأتلانتيكا. تزداد حساسية اليرقات لهذه الزيوت الأساسية مع مدة التعرض. تشير هذه الدراسة إلى أنه يمكن استخدام الزيوت العطرية لأرز الأتلانتيكا وشجرة الشاي للسيطرة على تجمعات البعوض

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، المبيدات الحشرية، شجرة الشاي، أرز الأتلانتيكا، المستخلصات النباتية العطرية

Résumé

Les moustiques sont des vecteurs de maladies qui ont été contrôlés par l'utilisation intensive d'insecticides synthétiques. Cependant, l'adaptation rapide de cette espèce étudiée aux insecticides a conduit à des problèmes de résistance. Les extraits de plantes aromatiques sont une alternative prometteuse pour lutter contre cet insecte.

Nous avons mené une étude pour évaluer l'effet de deux huiles essentielles, Cedrus Atlantica et Melaleuca Alternifolia, sur les larves de Culex pipiens. Nous avons constaté que ces huiles essentielles ont des effets toxiques sur ces derniers, avec un taux de mortalité élevé atteignant 100% pour Cedrus Atlantica. La sensibilité des larves à ces huiles essentielles a augmenté avec la durée d'exposition. Cette étude suggère que les huiles essentielles de Cedrus Atlantica et de Melaleuca Alternifolia pourraient être utilisées pour contrôler les populations de moustiques.

Mots clés : Huiles essentielles, Insecticides synthétiques, Melaleuca Alternifolia, Cedrus Atlantica, Les extraits de plantes aromatiques.

Abstract

Mosquitoes are disease vectors that have been controlled through the extensive use of synthetic insecticides. However, the rapid adaptation of this species studied to insecticides has led to resistance problems. Aromatic plant extracts are a promising alternative in the fight against this last one.

We conducted a study to evaluate the effect of two essential oils, Cedrus Atlantica and Melaleuca Alternifolia, on Culex pipiens larvae. We found that these essential oils have toxic effects on Culex pipiens larvae, with a high mortality rate reaching 100% for Cedrus Atlantica. The sensitivity of the larvae to these essential oils increased with the duration of exposure. This study suggests that essential oils of Cedrus Atlantica and Melaleuca Alternifolia could be used to control mosquito populations

Key words: Essential oils, Synthetic insecticides, Melaleuca Alternifolia, Cedrus Atlantica, Aromatic plant extracts.

Table de matières

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Table des matières

Introduction : 1

CHAPITRE 1:

1. Espèce animale : 4

1.1 Généralité sur les Culicidae : 4

1.2 Description de *Culex pipiens* : 4

1.3 Position systématique : 5

1.4 Biotope : 6

1.5 Cycle de développement : 6

1. Œuf : 7

2. Larve : 8

3. Nympe : 10

4. Adulte : 10

2. Bio-écologie de *Culex pipiens* : 11

3. Aspect nuisance et rôle vectorielle de *Culex pipiens* : 12

4. Moyen de lutte anti vectorielle : 12

CHAPITRE 2 :

1. Les espèces végétales : 15

1.1 Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) : 15

1.1.1 Systématique du Cèdre de l'atlas 15

1.1.2 Les caractères botaniques de Cèdre de l'Atlas : 16

1.1.3 Répartition géographique : 17

1.1.4 Le Cèdre dans l'atlas Algérien 17

1.2 L'Arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*) 18

1.2.1 Présentation de l'espèce : 18

1.2.2 Systématique de l'Arbre à thé :	19
1.2.3 Les caractères botaniques de l'Arbre à thé :	19
1.2.4 Répartition géographique :	19
2. Les huiles essentielles :	20
2.1 Définition :	20
2.2 Propriétés physiques des huiles essentielles :	20
2.3 Compositions chimiques des huiles essentielles :	21
2.4. Extraction des huiles essentielle :	23
2.5. Conservation des huiles essentielles :	23
2.6. Domaine d'application des huiles essentielles :	24
2.7. Toxicité des huiles essentielles :	25

CHAPITRE 3 :

1. Objectif du travail :	27
2. Matériel végétal :	27
2.1. Huile essentielle de Cèdre d'atlas :	27
2.1.1. Composition chimique de l'huile essentielle de Cèdre de l'atlas (Aberchane et al, 2003) :	28
2.2. Huile essentielle de l'Arbre à thé :	28
2.2.1. Composition chimique de l'huile essentielle Arbre à.....	29
3. Matériel biologique (animale) :	29
3.1 Présentation du lieu de travail :	29
3.2 Choix de la zone d'étude :	30
Echantillonnage des larves :	31
3.4 Identification entomologique :	31
3.5 Matériels utilisés au laboratoire : la methode +++ :	32
3.6 Détermination de la concentration de chaque dose :	32
4. Expression des résultats :	34
4.1 La mortalité corrigée :	34
4.2 Calcul de la DL50 :	34
4.3 Calcul de TL50 :	35
4.4 Analyse statistique des données :	35

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Etude de la toxicité des huiles essentielles de Cèdre de l'atlas et l'arbre à thé sur les larves de <i>Culex pipiens</i> :	36
---	----

1.1	Etude de toxicité d'huile essentielle de cèdre de l'atlas à l'égard de <i>Culex pipiens</i> :	
	36	
1.2	Etude de toxicité d'huile essentielle de l'arbre à thé à l'égard de <i>Culex pipiens</i> : ...	37
2.	Comparaison de la toxicité des huiles essentielles :	38
2.1	dose létale pour 50 % de la population (DL50)	378
2.2	Le temps létal pour 50 % de la population (TL50) :	40
	Discussion	42
	Conclusion	44
	Références bibliographiques	46

La liste des figures

Figure n° 01 : Photo d'une femelle de Cx. pipiens lors d'un repas de sang (Balengien, 2006).....	5
Figure n° 02 : Exemple de gites larvaires de moustiques Culex pipiens (Anonyme, 2022).....	6
Figure n° 03 : cycle biologique des Culicidae (Anonyme, 2006).....	7
Figure n° 04 : Œufs de Culex pipiens (Cachareul, 1997).....	8
Figure n° 05 : Morphologie générale d'une larve Cx.pipiens (Originale, 2023).....	9
Figure n° 06 : Larve de moustique Culex pipiens, modifié d'après (Cachareul, 1997)...	9
Figure n° 07 : Nymphe de Culex (Moulinier, 2003).....	10
Figure n° 08 : <i>Culex pipiens</i> adulte (femelle en haut à droite, mâle en bas à droite) (Moulinier, 2003).....	11
Figure n° 09 : Cône de Cèdre de l'Atlas (Originale, 2023).....	16
Figure n° 10 : Cèdre de l'Atlas Cedrus Atlantica (Originale, 2023).....	16
Figure n° 11 : Arbre à thé (Anonyme, 2016).....	18
Figure n° 12 : Exemple de composés monoterpéniques (Mariane piochon, 2008).....	21
Figure n° 13 : Diversité des sesquiterpènes. (Robin deschepper ,2017).....	22
Figure n° 14 : l'huile essentielle de Cèdre de l'atlas (Original, 2023).....	28
Figure n° 15 : l'huile essentielle de l'arbre à thé (Original, 2023).....	29
Figure n° 16 : Situation géographique de Tlemcen (Anonyme).....	31
Figure n° 17 : Lieu de prélèvement (Original, 2023).....	32
Figure n° 18 : Larves Culex pipiens, 4eme stade (Original, 2023).....	33
Figure n° 19 : Matériels utilisé au laboratoire (Originale, 2023).....	33
Figure n° 20 : Essais avec l'huile essentielle de Cèdre d'atlas (Original, 2023).....	34
Figure n° 21 : Essais avec l'huile essentielle de l'arbre à thé (Original, 2023).....	34
Figure n° 22 : Evolution de la mortalité des larves de Culex pipiens fonction du temps et des doses en huile essentiel de cèdre de l'atlas.....	38
Figure n° 23 : Evolution de la mortalité des larves de Culex pipiens fonction du temps et des doses en huile essentiel de l'arbre à thé.....	39
Figure n° 24 : Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentiel de cèdre de l'atlas / mortalité (probits) des larves.....	40
Figure n° 25 : Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentiel de l'arbre à thé / mortalité (probits) des larves.....	41

Figure n° 26 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huile essentiel de cèdre de l'atlas / mortalité (probits) des larves.....	41
Figure n° 27 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huile essentiel de l'arbre à thé / mortalité (probits) des larves.....	42

La liste des tableaux

Tableau 1 : Les doses utilisées dans nos expériences.....	34
Tableau 2 : Mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> par l'huile essentielle de Cèdre de l'atlas.....	37
Tableau 3 : Mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> par l'huile essentielle de l'arbre à thé.....	38
Tableau 4 : Valeurs de DL50 après 4 jours d'exposition aux HE.....	40
Tableau 5 : Valeurs de TL50 après 4 jours d'exposition aux HE.....	41

INTRODUCTION

Introduction :

Les insectes représentent plus de 60% de toutes les espèces animales décrites, dont beaucoup sont peut-être encore inconnues. La classe des insectes à coloniser tous les milieux et s'est adapté à une variété de mode de vie (**Rodhain et Perez, 1985**).

Depuis 170 millions d'années, l'ordre des Diptère (mouches et moustiques) est le groupe d'insectes le plus diversifié sur le plan écologique. La famille des Culicidae est la plus importante et des moustiques appartenant à cette famille forment une groupe diversifié dont une grande partie est hématophage (**Boudemagh et al., 2013**). Ils sont divisés en trois sous-familles, les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae. On les trouve partout dans le monde, sauf dans les zones gelées en permanence et il en existe plus de 3500 espèces. La terre est constamment affectée par le changement climatique, selon le degré d'augmentation de la température moyenne, cela pourrait entraîner des changements majeurs dans les écosystèmes, y compris les aires de répartition des espèces et les interactions écologiques (**Marquardt et al., 2005**).

Les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 48 (**Bruhens et al., 1999**). *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* se sont des espèces qui représentent les moustiques les plus considérables en Algérie (**Boudjelida et al., 2008**).

Les Culicidae sont porteurs de certaines maladies comme la dengue hémorragique, la fièvre jaune et le paludisme. Parmi celles-ci, le paludisme se caractérise par un taux de mortalité élevé et un aspect létal pour la population (**Rioux, 1958**).

Dans le cadre de la lutte contre les vecteurs de maladies parasitaires, des méthodes de lutte pratiquées depuis des années de manière sporadique, se font par la pulvérisation des produits chimiques. Cependant certains produits chimiques tels que le D.D.T et les organophosphorés, pyréthrinoides et carbamates sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certaines espèces (**Chandre et al., 1999 ; Rodriguez et al., 2002**). Cependant, existe d'autres produits moins toxiques et naturels accessibles tels que les plantes, les champignons et les bactéries afin mener cette lutte.

On se tourne alors de plus en plus vers l'utilisation des composés naturels issus des plantes qui est devenue une perspective de recherche intéressante.

C'est dans ce cadre que s'est inscrit ce travail, réalisé au laboratoire Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique, destiné

à évaluer l'activité larvicide de l'extrait de l'huile essentielle de la plante *Cedrus Atlantica* et *Melaleuca Alternifolia* sur une espèce de moustiques *Culex pipiens*.

CHAPITRE1 :

ETUDE BIBILIOGRAPHQUE

ESPECE ANIMALE

1. Espèce animale :

1.1 Généralité sur les Culicidae :

Les Culicidae sont des moustiques hématophages appartiennent à l'embranchement des arthropodes du règne animale et ils font partie de l'ordre des Diptères qui sont des insectes caractérisées par une paire d'antennes, trois paires de pattes et un corps divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Les espèces adultes n'ont qu'une seule paire d'ailes, la deuxième paire devient un porte-à-faux (ou pendule) et sert d'organe stabilisateur pendant le vol. Leurs pièces buccales sucent des morsures (**Barbault, 1981**).

Ils occupent la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres. Au cours des dernières années, le moustique est devenu très répandu dans la région présaharienne dont sa menace se traduit par la propagation des maladies graves (**Merabeti et Ouakid, 2011**). Cette espèce engendre un risque réel, lié à l'apparition des épidémies de Chikungunia et de Dengue (**Delaunay et al., 2009**).

La famille des Culicidae comprenait 3 539 espèces valides et en Algérie, seules les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentés avec un total de six genres (**Berchi, 2000**), *Culex* fait y partie et comprend plusieurs espèces parmi elles *Culex pipiens* ce derniers fait l'objet de ce travail.

1.2 Description de *Culex pipiens* :

Culex pipiens est le moustique le plus répandu dans le monde. C'est un moustique omniprésent capable de s'adapter à différents habitats ; il prospère aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, dans les eaux polluées et propres. Dans certaines régions, il est actif toute l'année et dans la saison chaude (**Savage et Miller, 1995**). Ce dernier appartient à une variété dite commune de moustique culex européens. Il est également appelé maringouin, cousin ou moustique domestique (**Pierrick, 2014**). Ce genre de moustique est impliqué dans la transmission d'agents pathogènes aux espèces animale et à l'homme sous forme virus de la fièvre VWN et de la fièvre de la vallée du Rift (**Gérard et al., 2017**).

CHAPITRE1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ESPECE ANIMALE

Cette espèce est aussi responsable des épidémies de grande ampleur du virus West Nile (Gérard et al., 2017). Aujourd'hui, le virus est présent sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique et il est considéré comme l'arbovirus le plus répandu dans le monde (Kramer et al., 2008).



Figure 01 : Photo d'une femelle de *Culex pipiens* lors d'un repas de sang (Balengient, 2007)

1.3 Position systématique :

La position systématique de *Culex pipiens* proposé par Linné (1758), est la suivante

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous Embranchement :	Antennata
Classe :	Insecta
Sous Classe :	Pterygota
Ordre :	Diptera
Sous Ordre :	Nematocera
Famille :	Culicidae
Sous Famille :	Culicinae
Genre :	<i>Culex</i>
Espèce :	<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758)

1.4 Biotope :

Sur les 800 espèces de *Culex*, *Culex pipiens* peut pousser dans toutes les régions du globe sauf celles qui sont trop froides, comme l'Antarctique (**Kettle, 1995**).

Cette espèce de moustique est dulçaquicole, c'est-à-dire son biotope est constitué de zones humides, de marais, d'étangs, de fossés, de canaux et de rivières. Ces moustiques peuvent également se reproduire dans les conteneurs d'eau artificiels et dans les eaux relativement sales et polluées, comme des pneus usagés ou des récipients en plastique situés en général à proximité des habitations (**Chevillon et al., 1995**).

Parlons sur les adultes, sont dit casaniers, ils s'éloignent peu des gîtes larvaires, en moyenne ils peuvent parcourir de 500 à 1000 de mètres avec une vitesse de vol de 500 à 800 mètres à l'heure (**Moulinier, 2003**).



Figure 02 : Exemple de gîtes larvaires de moustiques *Culex pipiens* (**Anonyme, 2022**)

1.5 Cycle de développement :

Le cycle de développement de *Culex pipiens*, comme tous les insectes comporte quatre stades : l'œuf, larve, nymphe, adulte, dure environ douze à vingt jours. Cette métamorphose se déroule en deux phases : une phase aquatique pour les trois premiers stades, et une phase aérienne pour le dernier stade. Dans les conditions optimales (**Ripert, 1998**).

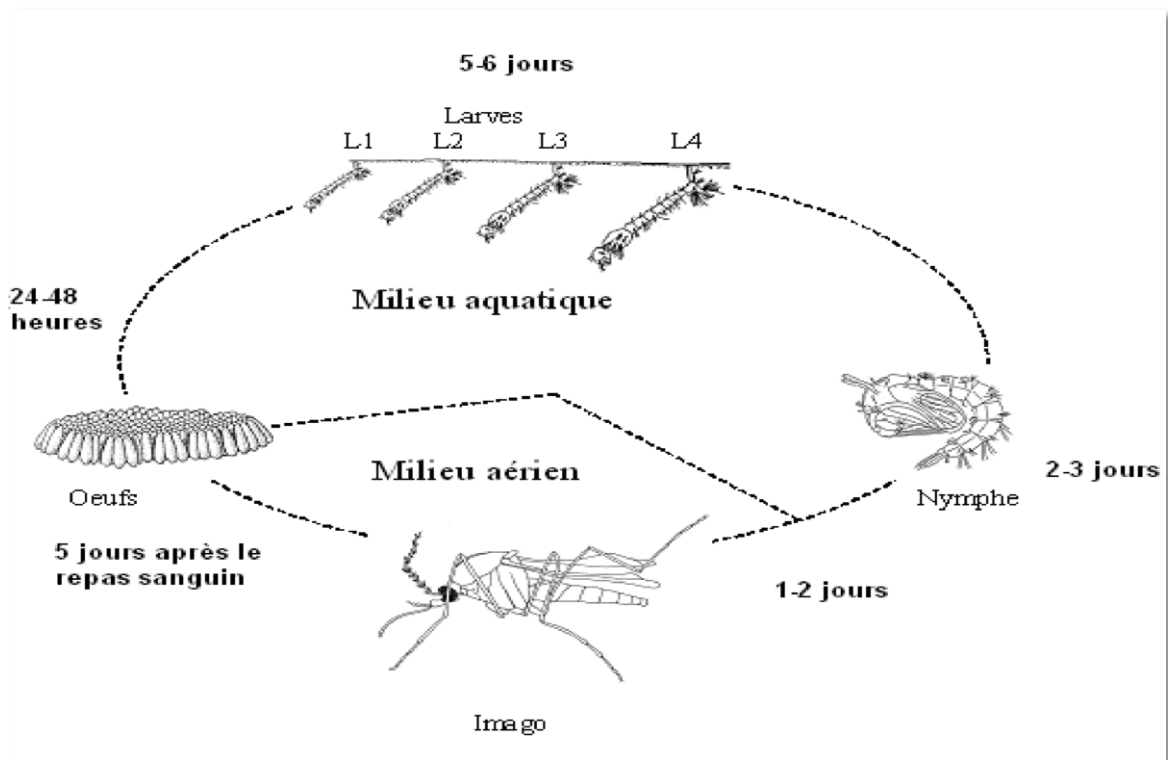


Figure 03 : Cycle biologique des Culicidae (Moulinier, 2003)

1. Œuf :

Les lieux de ponte de la femelle sont variés : ce sont les petites collections d'eau proches des habitations comme les bassins, les citernes, les pots de fleurs, les vieux pneus, ou encore les boîtes de conserve. La femelle dépose les œufs, qui ont un diamètre inférieur à 1 mm (Aandero, 2003). Perpendiculairement à la surface de l'eau en amas groupés. Une femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs (Urquhart et al., 1996).

Les œufs pondus en pleine eau éclosent en quelques jours selon la température ambiante de milieu (Benkalfate, 1991).

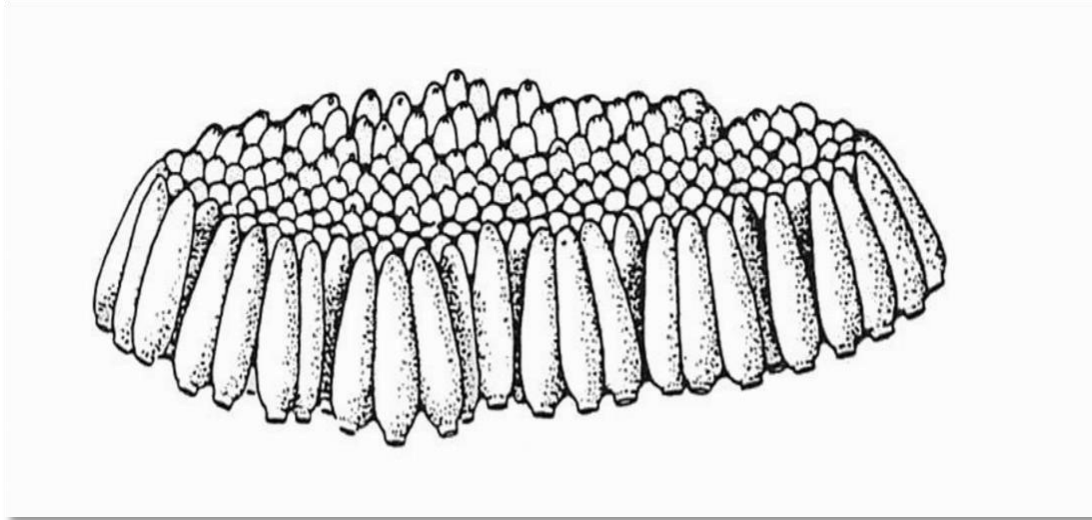


Figure 04 : Œufs de *Culex pipiens* (Cachareul, 1997).

2. Larve :

Les larves de *Culex pipiens* se retrouvent dans les gîtes les plus divers des zones urbaines et périurbaines, notamment celles riches en matière organique (Berchi et al., 2012). La larve sort de l'œuf. Elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau (Euzéby, 2008 ; Ripert, 1998).

Ils sont aquatiques, mobiles, phytophages, zoophages ou saprophages, se nourrissent du plancton, des soies recourbées portées par les pré-mandibules amènent les aliments vers la bouche. Elles subissent 4 mues. Elles respirent l'air atmosphérique via un siphon caudal (Balenghien, 2007).

La larve évolue ainsi selon quatre stades pendant 5 à 6 jours, avant d'atteindre le stade nymphal (Wall, 1997).

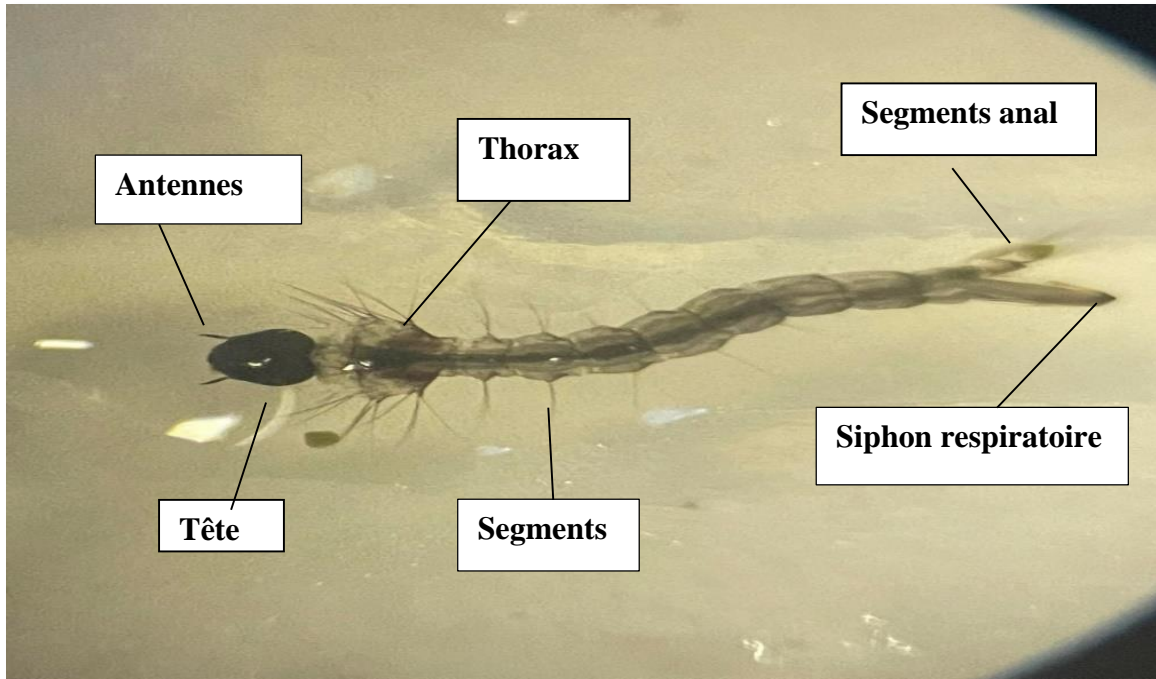


Figure 05 : Morphologie générale d'une larve *Culex pipiens* (Originale, 2023)

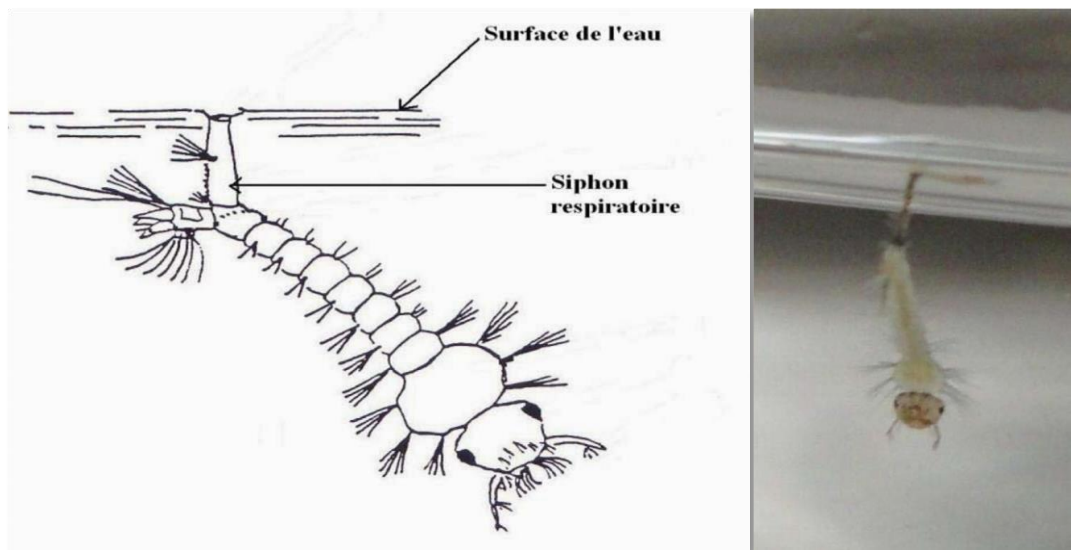


Figure 06 : Larve de moustique *Culex pipiens*, modifié d'après (Cachareul, 1997)

3. Nymphe :

La forme globale de la nymphe rappelle celle d'un point d'interrogation. Les orifices anal et buccal étant bouchés, ces palettes natatoires, situées sur l'abdomen, lui permettent de se déplacer (Muriel, 2005). Elle respire par des trompettes respiratoires situées sur le céphalothorax. Elle n'ingère, par contre, aucune nourriture. Elle est extrêmement sensible et plonge dans l'eau au moindre mouvement perçu (Cachareul et al., 1997).

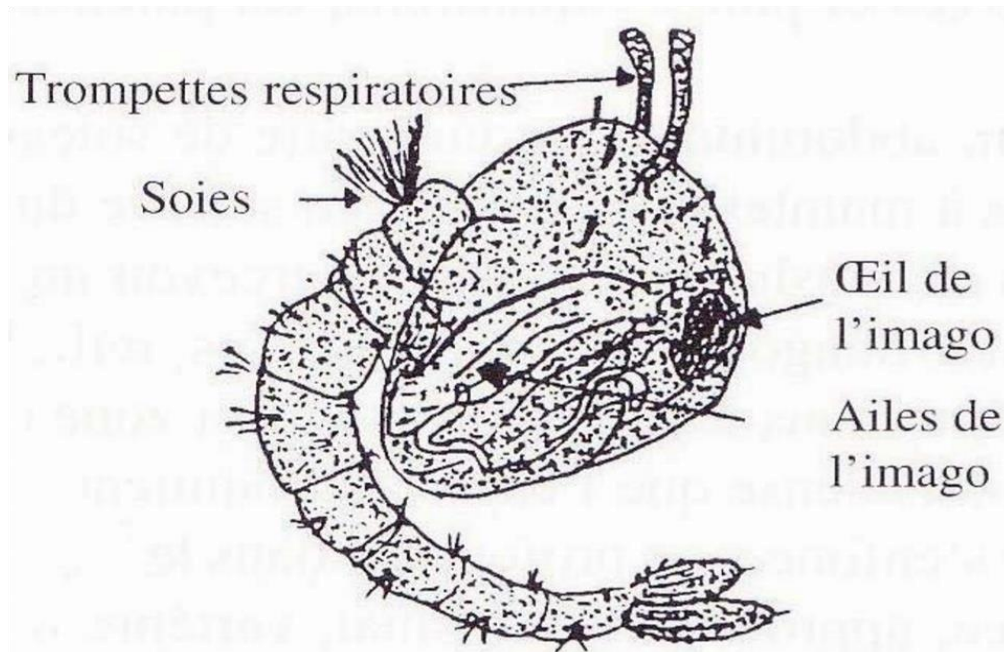


Figure 07 : Nymphe de *Culex* (Moulinier, 2003)

4. Adulte :

Culex pipiens au stade adulte comme tous les Diptères, ont une paire d'ailes membraneuses longues et étroites pourvus d'écailles de long de ses nervures, repliées horizontalement au repos, la seconde paire est réduite à une paire de balanciers. Il a un corps mince divisé en deux parties : tête, thorax, abdomen, taille moyenne d'environ 9mm, globalement brun clair, et des pattes longues et fines (Blenghient, 2007).

Le male peut se nourrir exclusivement de suc et de nectar extrait des plantes et juste après l'accouplement meurt, cependant la femelle peut vivre de 3 semaines à 3 mois selon la

température et la qualité du gîte. Elle se nourrit du suc des plantes en plus est hémaphroditique (Ripert, 1998).

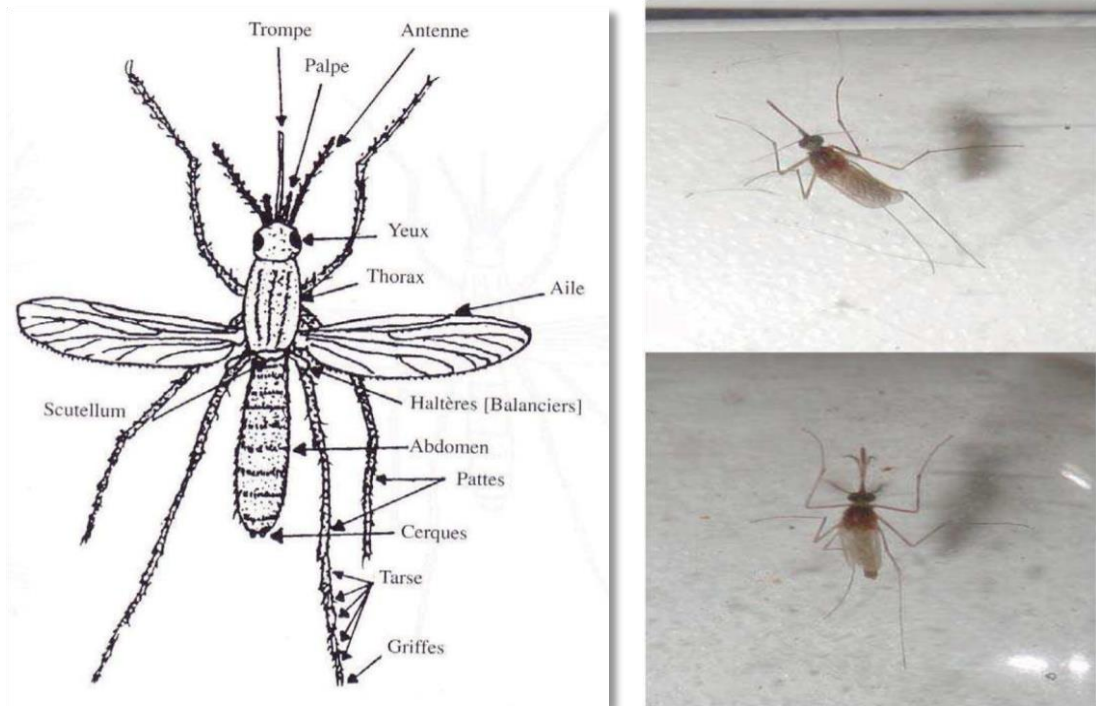


Figure 08 : *Culex pipiens* adulte (femelle en haut à droite, mâle en bas à droite) (Moulinier, 2003).

2. Bio-écologie de *Culex pipiens* :

Culex pipiens est la plus fréquente dans le monde, ces larves se retrouvent dans les habitats les plus divers des milieux urbain et périurbain, notamment ceux riches en matières organiques. C'est un moustique largement répandu sur le continent africain (Lariviere et Abonnenc, 1953). Se trouve également dans le centre, l'est et le nord de l'Europe. Ce genre d'insectes se reproduit dans des habitats naturels et artificiels de tailles variables, préfère la chaleur mais pas assez chaud, il été constaté que les œufs ne fournissent pas des larves aux glaciers (Gashen, 1932), mais aussi n'éclosent pas lorsque la température augmente a plus de 30° (Roman, 1960).

3. Aspect nuisance et rôle vectorielle de *Culex pipiens* :

De nombreux moustiques sont des vecteurs d'agents pathogènes qui causent des infections et des maladies qui affectent les humains et les animaux, comme le paludisme, la dengue, le chikungunya, la fièvre du Nil occidental et la filariose (**Ponçon et al, 2007**). De plus les moustiques sont nuisibles à bien des égards. Cette situation de nuisances, engendrée par *Culex pipiens* est fortement ressentie dans la plupart des villes d'Algérie notamment la ville de Tlemcen (**Hassaine, 2002**). Il existe deux types de nuisance.

La première est causée par les morsures de femelles, qui provoquent des lésions érythémateuses circulaires et très prurigineuses allant de quelques millimètres à 2 centimètres de diamètre chez l'homme et l'animal (**Anonyme, 1991**). Grâce à l'anesthésie locale dans la salive, la piqûre n'est pas immédiatement douloureuse.

Deuxièmement, la transmission des agents pathogènes se fait selon des cycles peu variés. Contamination par le moustique du premier hôte, porteur de la maladie, maturation et éventuellement multiplication de l'agent pathogène chez le moustique (dans le cas des parasites), puis inoculation lors du second repas sanguin au second hôte.

Plusieurs facteurs peuvent influencer le rôle des moustiques vecteurs, les deux plus importants étant la durée de vie et le déplacement des insectes hématophages (**Subra, 1972**). *Culex pipiens* son déplacement dans les zones urbaines et peu important, des centaines de mètres et roule lentement. En revanche, en milieu rurale, il est plus long et plus rapide qu'en milieu urbains.

4. Moyen de lutte anti vectorielle :

L'objectif principal de la lutte anti vectorielle est de réduire la morbidité et la mortalité causées par le paludisme en réduisant le taux de piqûres de moustiques infectés. Les méthodes actuelles visent à réduire la densité de moustiques, la durée de vie des moustiques adultes et le contact entre les moustiques et les êtres humains (**OMS, 2004**).

1. **La lutte biologique** : La lutte contre les larves de moustiques à l'aide d'agents naturels consiste à empêcher leur développement ou à les détruire en utilisant des forces naturelles. La lutte biologique consiste à introduire des espèces qui sont les ennemis naturels des moustiques, comme des microorganismes ou des prédateurs des larves de moustiques, dans l'environnement des moustiques. Les moyens les plus

CHAPITRE1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ESPECE ANIMALE

couramment utilisés sont les larvicides biologiques et les poissons qui se nourrissent de larves de moustiques (OMS, 1974).

2. **La lutte physique** : L'expression "action physique" fait référence à toute modification intentionnelle de l'environnement qui vise à éliminer ou réduire les zones d'eau stagnante dans lesquelles les moustiques se reproduisent. Elle consiste également à modifier physiquement l'environnement pour rendre l'eau impropre à la reproduction des moustiques. Les actions physiques impliquent généralement des travaux de régularisation du régime des eaux, de l'aménagement de l'écoulement ou d'autres modifications physiques (OMS, 1974).

3. **La lutte chimique** : La lutte chimique contre les larves et les moustiques adultes consiste à utiliser des produits chimiques de synthèse. Les premiers pesticides utilisés étaient relativement simples et à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substances à base de fluor ou extraites de plantes comme la nicotine. Ces pesticides étaient caractérisés par leur toxicité élevée pour les organismes non ciblés et par leur rémanence, c'est-à-dire leur lente décomposition dans l'environnement (Philogene, 1991).

CHAPITRE 2

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

ESPECES VEGETALES

1. Les espèces végétales :

1.1 Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) :

L'arbre sacré de l'Orient, le cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica*), a été accompagné par les civilisations antiques les plus prestigieuses pour son bois, sa résine et les croyances des peuples anciens. Cette espèce reste un symbole indissociable de notre terre, de notre culture, et elle demeure un élément du quotidien de ceux qui y recherchent du bois et les plantes aromatiques et médicinales (M'hirit, 2006).

Est une espèce endémique du Maghreb qui représente une essence noble des forêts du Maroc et de l'Algérie. Il est connu sous le nom d'Arz, Meddad ou Bignoun en Arabe et Idhguel en Berbère (Nezar kebaili, 2009). Il se distingue parmi les arbres les plus importants de la Montagne méditerranéenne en économie même en écologie (Achhal et al., 1980).

1.1.1 Systématique du Cèdre de l'atlas

Le genre *Cedrus*, famille des Pinaceae, est un genre ancien connu depuis de tertiaire et de large répartition. Il comprend plusieurs espèces dont la valeur taxonomique a été longtemps controversée.

La classification taxonomique est la suivante selon Arbez, 1987.

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermatophytes
Sous-embranchement :	Gymnospermes
Classe :	Coniferospida
Famille :	pinaceae
Sous-famille :	Abiétaceae
Genre :	<i>Cedrus</i>
Espèce :	<i>Cedrus Atlantica</i>

Dénomination

Nom scientifique :	<i>Cedrus Atlantica</i>
Nom français :	Cèdre de l'Atlas
Nom anglais :	Atlas cedar
Nom arabe :	Meddad, El-raz

1.1.2 Les caractères botaniques de Cèdre de l'Atlas :

Le Cèdre d'Atlas, espèce monoïque, ce magnifique arbre peut dépasser souvent 60m de hauteur, très longévif, il peut vivre jusqu'à 750 ans et plus et il possède un système racinaire extrêmement puissant (**De-Vilmorin, 2003**). Son enracinement pivotant, ramifié et très étendu, lui rassure une bonne stabilité (**Toth, 1970**). Les feuilles sont groupées au sommet de très courts rameaux, en petits bouquets de 30 à 40 aiguilles qui sont appelées par les mésoblastes. Les aiguilles de 1 à 2cm de longueur et sont raides, glauques ou biens vertes et peuvent vivre jusqu'à 3 ans (**Boudy, 1952**).

Chaque automne, les extrémités des branches de cèdre sont couvertes de fleurs et les fruits mûrissent à cette époque de la 3e année. C'est un cône de la taille d'un œuf, généralement tronqué au sommet, doux et lisse, très résineux et composé de nombreuses écailles (**M'hirit, 2006**).



Figure 09 : Cône de Cèdre de l'Atlas (**Originale, 2023**)



Figure 10 : Cèdre de l'Atlas *Cedrus Atlantica* (**Originale, 2023**)

1.1.3 Répartition géographique :

Les cèdres de l'Atlas occupent naturellement sept blocs différents dans les régions montagneuses d'Afrique du Nord à des altitudes comprises entre 1500 et 2000 m, occupant environ 200 000 hectares, dont les trois quarts sont au Maroc et le reste en Algérie (**Lasram, 1994**).

La surface des Cèdres Algériens est d'une grande importance, sont exposé à divers facteurs de dégradation comme les pâturages, incendies. Cet arbre a été utilisé depuis longtemps dans quelques pays circum-méditerranéen, comme espèce ornementale puis comme espèce de reboisement (France en 1886, Italie en 1864 et Bulgarie en 1890) (**Bentouati et al, 2006**).

Chaque automne, les extrémités des branches de cèdre sont couvertes de fleurs et les fruits mûrissent à cette époque de la 3^e année. C'est un cône de la taille d'un œuf, généralement tronqué au sommet, doux et lisse, très résineux et composé de nombreuses écailles.

1.1.4 Le Cèdre dans l'atlas Algérien

Le cèdre dans l'atlas algérien comprend trois ensembles : le groupe de l'Ouarsenis, le groupe des Aurès et le groupe du Djurdjura (**M'herit et al, 2006**).

- **Dans le massif de l'Ouarsenis :** dans l'est algérien, le cèdre apparaît dans l'atlas méridien ou atlas de Blida 1.040 ha et dans celui de Tniet El Had 960 ha, l'atlas de Blida s'élève plus de 1.200 m il comprend les montagnes de Beni Miscera, de Beni Salah, de Beni Messouat et du Koudiat Cherea 1.515 m
- **Le cèdre dans les Aurès :** l'Aurès est une montagne crétacée qui culmine à 2.328 m, elle est prolongée à l'ouest par la chaîne du Hodna et constitue un ensemble pittoresque avec de longues lignes de crêtes rectilignes séparées par les vallées profondes.

Le cèdre est groupé en deux massifs principaux : l'un à l'ouest près de Batna avec la forêt de Belezma et l'autre à 50 km à l'est près de Khanchla dans les massifs des Beni Oudjana sur 3.000 ha, des Ouled Yakoub 3.000 ha, de Djbel Aidel.

- **Le cèdre dans le Djurdjura :** le Djurdjura est un puissant massif calcaire de 60 km de long avec des sommets de plus de 2.000 m.

Le cèdre se développe particulièrement dans le massif des Babors, la région la plus pittoresque et la plus arrosée de l'Algérie. La cédraie de Djurdjura présente beaucoup d'affinités écologiques et floristiques avec celle du Rif marocain.

1.2 L'Arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*)

1.2.1 Présentation de l'espèce :

L'arbre à thé, également connu sous le nom de *Melaleuca Alternifolia*, est un petit arbre ou arbuste pousse principalement en Australie, dans des zones humides et marécageuses. Il est également cultivé dans d'autres parties du monde, notamment en Afrique du sud et en Amérique du sud.

Peut atteindre jusqu'à 7 mètres de hauteur. Il appartient à la famille des Myrtaceae. Il a des feuilles étroites et pointues, de couleur vert foncé, qui dégagent une odeur forte et caractéristique lorsqu'on les froisse, sont utilisées pour faire du thé, mais elles ont une saveur amère et astringente (Coulombier, 1900).

Son huile essentielle est très appréciée en aromathérapie pour ses propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires et antifongiques. Il est couramment utilisé pour traiter l'acné, les infections cutanées, les piqûres d'insectes. L'arbre à thé est également utilisé dans les produits de soins personnels tels que le shampoing, le savon et le dentifrice. *Melaleuca*, cet arbre à feuilles alternes ou opposées. Les fleurs sont femelles stériles ou hermaphrodites, agrégées en épis ou capitules, pseudo terminaux ou latéraux (Laurain et al, 2019).



Figure 11 : Arbre à thé (Anonyme, 2016)

1.2.2 Systématique de l'Arbre à thé :

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Myrtales
Famille :	Myrtaceae
Genre :	<i>Melaleuca</i>
Espèce :	<i>Melaleuca alternifolia</i>
Nom commun :	Tea tree, arbre à thé, Melaleuque (Maiden et al, 1924)

1.2.3 Les caractères botaniques de l'Arbre à thé :

L'Arbre à thé est un arbuste pouvant aller de 3 m jusqu'à 6 m de haut. Ses feuilles sont petites et linéaires, alternes, en forme d'aiguilles et ponctuées de glandes à essence visibles dégageant une odeur forte lorsqu'on les casse. Ses fleurs sont des épis panachés blancs cylindriques ou en panicule et sont présentes entre mi-octobre et novembre en Australie. Les fleurs sont blanches ou crème et disposées en épis cylindriques ou en panicule. A l'état sauvage, il affectionne les plaines marécageuses. Cependant, l'huile essentielle de Tea tree provient souvent de cultures (Goetz, 2021).

1.2.4 Répartition géographique :

L'arbre à thé pousse dans les zones inondables et marécageuses d'Australie (côte nord-est de la Nouvelle-Galles du Sud et sud-est du Queensland) au bord des cours d'eau, sur les sols argileux et sablonneux, et dans les climats subtropicaux avec des précipitations annuelles abondantes. Il a été introduit aux États-Unis, au Zimbabwe, en Nouvelle-Zélande et en Chine. Il est cultivé dans son Australie natale ainsi que dans le monde entier.

2. Les huiles essentielles :

2.1 Définition :

Le terme "huile essentielle" est un terme général désignant les constituants liquides et très volatils des plantes à odeur forte et caractéristique. Les terpènes (principalement des monoterpènes) constituent la majorité (environ 90%) de ces composants (**Belaiche, 1979**).

Les huiles essentielles contiennent un nombre considérable de familles biochimiques (chénotypes), dont les alcools, les phénols, les esters, les oxydes, les coumarines, les sesquiterpènes, les terpènes, les cétones, les aldéhydes, etc. On voit qu'ils ne sont pas composés d'acides gras, ni d'aucune autre substance grasse. Ils sont obtenus par pressage (réservé aux agrumes) ou par entraînement à la vapeur. Ils sont volatils et solubles dans l'alcool et les huiles, mais insolubles dans l'eau. Ce sont des substances odorantes (**Bruneton, 1999**).

Les huiles essentielles sont définies par la norme française AFNOR NF T7_006 comme des produits obtenus à partir de matières végétales par entraînement à la vapeur ou par procédés mécaniques à partir d'écorces d'agrumes et séparés de la phase aqueuse par processus physique (**Garnero, 1996**).

Les huiles essentielles contenues dans les plantes sont toujours très faibles. Il est important de faire la distinction entre les huiles essentielles et les huiles végétales. Les huiles essentielles sont définies par la norme française AFNOR NF T7_006 comme des produits obtenus à partir de matières végétales par entraînement à la vapeur ou par procédés mécaniques à partir d'écorces d'agrumes et séparés de la phase aqueuse par processus physique (**Garnero, 1996**) et l'huile végétale est obtenue par pressage et se compose principalement de corps gras (**Bastien, 2008**).

2.2 Propriétés physiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques (**Bruneton, 2009**) : Ils sont liposolubles, facilement solubles dans les solvants organiques courants, insolubles dans l'eau. Cependant, ils donnent des odeurs à l'eau, ils sont instables, ils ont rarement de la couleur, ils sont généralement moins denses que l'eau (sassafras, à l'exception des clous de girofle ou de la cannelle).

2.3 Compositions chimiques des huiles essentielles :

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés qui se dissolvent les uns dans les autres pour former une solution homogène. Ces composants appartiennent presque exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biologiques différentes : d'une part les terpénoïdes et d'autre part les aromatiques dérivés du phénylpropane (Dorosso Samate, 2002).

Les monoterpènes :

Les monoterpènes sont des composés organiques qui se trouvent dans les huiles essentielles de nombreuses plantes. Ils ont une structure chimique particulière qui leur donne une odeur caractéristique. Les monoterpènes sont utilisés dans diverses industries, notamment l'alimentaire, la cosmétique et la pharmaceutique, ainsi qu'en parfumerie et en aromathérapie. Les carbures monoterpéniques, sont constitués de 10 molécules de carbones C₁₀, peuvent être acyclique myrcène, ocimène..., monocyclique α et β -Terpène, paracymène... ou bicycliques : pinènes, delta-3-caréne, camphène, sabinène. Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle : Citrus, térébenthines (BRUNETON, 1993).

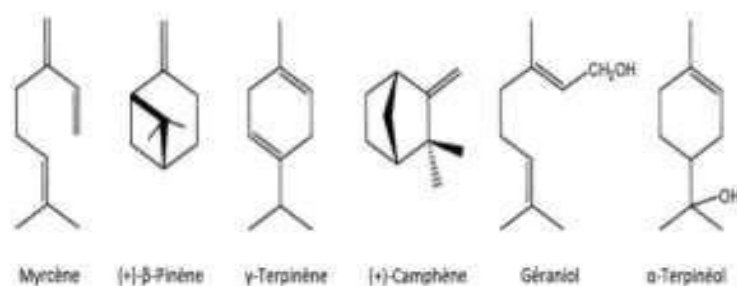


Figure 12 : Exemple de composés monoterpéniques (Mariane piochon, 2008)

CHAPITRE 2 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ESPECES VEGETALES

Terpènes :

Les terpènes sont des composés organiques volatils, qui sont produits par de nombreuses plantes et sont responsables de leur parfum et de leur goût. Ils ont également des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et anti-inflammatoires, et sont utilisés dans une variété de produits de soins de santé et de bien-être, notamment les huiles essentielles, les produits de beauté, les compléments alimentaires et les médicaments. En outre, les terpènes sont étudiés pour leur potentiel en tant que sources de carburants renouvelables et de produits chimiques de remplacement.

Les terpènes sont des hydrocarbures assemblés à partir de deux unités isoprène ou plus, qui sont des polymères d'isoprène de formule moléculaire (C₅H₈). Les huiles essentielles contiennent surtout des monoterpènes, des sesquiterpènes et généralement pas de diterpènes. Les terpènes ont une très grande variété de structures (acycliques, monocycliques, bicycliques, etc.) et contiennent la plupart des fonctions chimiques de la matière organique (**Brunetton, 1987**).

Sesquiterpènes :

Les sesquiterpènes sont un type de terpène qui se trouve dans les huiles essentielles de nombreuses plantes, notamment les plantes aromatiques comme la lavande, le romarin et le thym. Les sesquiterpènes ont une structure chimique particulière qui leur donne une odeur caractéristique. Ils sont utilisés dans diverses industries, notamment la cosmétique, la pharmaceutique et la parfumerie, en raison de leurs propriétés odorantes et thérapeutiques. Les sesquiterpènes ont également des propriétés antiseptiques, anti-inflammatoires et analgésiques, ce qui les rend utiles en médecine et en aromathérapie (**Brunetton, 1993**).

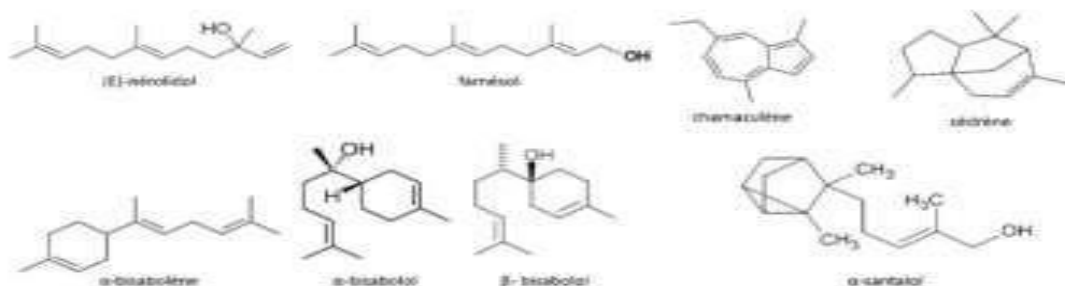


Figure 13 : Diversité des sesquiterpènes. (**Robin deschepper, 2017**)

2.4. Extraction des huiles essentielle :

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles. Les principaux sont basés sur la distillation à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Choisir la méthode la plus appropriée selon la nature du matériel végétal à traiter, les propriétés physiques et chimiques de l'essence à extraire, et le mode d'utilisation Extraction et arôme initial lors de l'extraction.

Il existe plusieurs méthodes de distillation dont voici les principales :

L'extraction par entrainement à la vapeur d'eau :

Elle consiste à placer une usine à essence sur une grille poreuse à distance au-dessus du fond d'un alambic rempli d'eau. Les composants volatils ont été séparés du distillat par décantation. Cette technique est rapide et utilisée pour obtenir de grandes quantités d'huiles essentielles, mais est limitée par des problèmes tels que les changements dans la composition des huiles essentielles et la conservation de l'énergie.

L'expression à froid :

L'extraction par expression est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes comme le citron, l'orange, la mandarine, etc. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau.

L'hydro diffusion :

Il consiste en une vapeur d'eau pulsée qui traverse le corps de la plante de haut en bas. Ainsi, le flux de vapeur à travers la biomasse végétale est descendant, contrairement aux techniques de distillation classiques, où le flux de vapeur est ascendant. Les avantages de cette technologie se reflètent dans l'amélioration de la qualité et de la quantité d'huile récupérée, l'économie de temps, de vapeur et d'énergie.

2.5. Conservation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des substances très fragiles qui ont tendance à se détériorer et sont donc difficiles à conserver. Le risque de dégradation est multiple : La photoisomérisation, la photocyclisation, le clivage oxydatif des allylphénols, la peroxydation et la décomposition des carbures en cétones et alcools (limonène) les maintiennent à l'abri

CHAPITRE 2 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ESPECES VEGETALES

de la lumière s'ils ne sont pas scellés dans des bouteilles en aluminium, en acier inoxydable ou en verre coloré propres et sèches et à la chaleur, ces dégradations altèrent leurs propriétés (**Bekhechi et Abdelouahid, 2010**).

2.6. Domaine d'application des huiles essentielles :

Avec leurs propriétés diverses, les plantes aromatiques et leurs essences sont utilisées dans de nombreux domaines tels que : l'alimentation, la pharmacie, la parfumerie, l'aromathérapie, etc (**Hellali, 2007**).

En pharmacie :

L'importance des plantes aromatiques ne fait aucun doute. Leur teneur en essence et la chimie de leurs constituants les rendent prometteurs. Ces substances présentent un grand intérêt dans les domaines médical et pharmaceutique (**Valnet, 1984**). L'industrie pharmaceutique utilise les huiles essentielles dans le domaine des antiseptiques topiques, elle exploite les propriétés bactériostatiques, bactéricides, antifongiques, protectrices des essences naturelles. Les huiles essentielles constituent le support d'une pratique d'aromathérapie particulière. Elles ont grande intérêt en pharmacie, elles s'utilisent sous la forme de préparations galéniques, et dans la préparation d'infusion (verveine, thym, menthe, mélisse, fleurs d'orange...etc.). Tout fois, il faut souligner que la majorité des constituants de ces derniers sont lipophiles, et de ce fait, rapidement absorbés que ce soit par voie pulmonaire, par voie cutanée ou par voie digest.

Dans les industries agroalimentaires :

L'activité antimicrobienne des extraits de plantes utilisés pour aromatiser les aliments est reconnue depuis longtemps. C'est pourquoi on songe de plus en plus à les utiliser pour conserver les aliments sans en altérer le goût, puisque ces aromates sont utilisés dans les ingrédients pour la préparation des aliments (**kurita et koike, 1982**).

En cosmétologie :

Les industries de la cosmétique et de l'hygiène sont également consommatrices, bien que le coût souvent élevé des produits naturels se traduise parfois par des formulations grand public privilégiant les synthétiques (**Bruneton, 1999**).

CHAPITRE2 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE ESPECES VEGETALES

Les huiles essentielles sont la meilleure matière première du parfumeur et peuvent être classées selon leur odeur. Dans les limites des produits pharmaceutiques et d'hygiène, on remarque la présence d'huiles essentielles dans les préparations pour le bain. Il convient de noter que les terpénoïdes peuvent être absorbés par la peau (**Fernandez et cabrol, 2007**).

2.7. Toxicité des huiles essentielles :

La toxicité des huiles essentielles est un terme utilisé généralement lors de l'utilisation abusive de ce produit naturel, ont des molécules actives. Elles peuvent avoir de graves effets secondaires. Il est important de respecter la posologie et la durée de la prise.

Les huiles essentielles ont une toxicité aigüe par voie orale faible ou très faible dont la majorité de celle qui est utilisées ont une DL50 compris entre 2 et 5g/kg. Concernant la toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue, leur utilisation dans le cadre de pratique comme l'aromathérapie et ce quelle que soit la voie d'administration (**Bruneton, 2009**).

MATERIEL ET METHODES

1. Objectif du travail :

Cette partie comprend une présentation du matériel biologique, une description des différentes stations de recherche et des travaux en cours dont l'évaluation de la toxicité des huiles essentielles formulées dans le cadre de lutte anti-moustique. Les techniques d'échantillonnage utilisées sur le terrain ainsi que les travaux ont été réalisés au laboratoire. Par la fin, les méthodes d'exploitation des résultats ont été développées.

Vis la nuisibilité de l'insecte (moustique) ainsi que sa forte répartition à travers toutes les régions C'est la raison pour laquelle on a vu nécessaire d'entamer une lutte biologique en utilisant les huiles essentielles de certaines plantes *Cedrus atlantica* et *Melaleuca alternifolia* a différentes doses afin de tester leur efficacité sur la mortalité des larves de cet insecte.

2. Matériel végétal :

2.1. Huile essentielle de Cèdre d'atlas :

L'huile essentielle de cèdre de l'Atlas est extraite de l'écorce de l'arbre de cèdre de l'Atlas, également connu sous le nom de *Cedrus atlantica*. C'est un arbre conique qui peut atteindre jusqu'à 40 mètres de hauteur et qui pousse principalement dans les montagnes de l'Atlas en Afrique du Nord. L'huile essentielle de cèdre de l'Atlas a une odeur boisée et chaude et est souvent utilisée en aromathérapie pour ses propriétés calmantes et apaisantes. Elle est également utilisée dans les produits de soins personnels pour ses propriétés antiseptiques et astringentes (Riotte, 2017).

Cette huile essentielle est un fongicide efficace, non phytotoxique. Elle est constituée principalement de cétones sesquiterpéniques et d'alcools terpéniques, le β -himachalène est son constituant principal, présentant une activité anti-inflammatoire reconnue (Fidah, 2016), en plus d'être antifongique, l'huile essentielle de cèdre de l'Atlas a des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antiseptiques, c'est pourquoi elle est utilisée dans les lotions antipelliculaires à raison de 10 gouttes dans 30 ml de mélange (Vican, 2009).



Figure 14 : l'huile essentielle de Cèdre de l'atlas (Originale, 2023)

2.1.1. Composition chimique de l'huile essentielle de Cèdre de l'atlas (Aberchane et al, 2003) :

- Sesquiterpènes (50-75-80%) : himachalènes
- Sesquiterpénols (3-15 voire 30% selon les sources) : atlantol
- Cétones sesquiterpéniques (3-12%) : atlantones
- Oxydes sesquiterpéniques (1%) : himachalénoxyde

2.2. Huile essentielle de l'Arbre à thé :

Connue sous le nom d'huile essentielle d'Arbre à Thé, ou huile de *Melaleuca*, est une huile essentielle obtenue en cuisant à la vapeur les feuilles et les extrémités des rameaux de l'arbre à thé (*Melaleuca alternifolia*, une plante distincte de l'arbre à thé) (Coulombier, 1900).

C'est une huile volatile, de couleur jaune pâle, d'odeur balsamique, légèrement épicée, qui renferme plus d'une centaine de substances dont de nombreux monoet sesquiterpènes (Laurain et al, 2019).

Son utilisation s'est très largement répandue ces dernières années car la découverte de ses bienfaits à l'échelle de l'aromathérapie est relativement récente. Il est principalement composé d'alcools terpéniques : terpinène-1-ol-4, des monoterpènes tels que l'alpha-terpinène et le gamma-terpinène. Il possède une large gamme d'effets avec des propriétés anti-infectieuses, anti-parasitaires, immunostimulatrices, cicatrisantes, anti-inflammatoires, antioxydantes et surtout antifongiques. Il est utilisé, entre autres, pour traiter diverses infections, les mycoses (peau, vagin, tube digestif et bouche), les piqûres

d'insectes, les démangeaisons ou encore pour améliorer l'hygiène bucco-dentaire (Velé, 2015).



Figure 15 : l'huile essentielle de l'arbre à thé (Originale, 2023)

2.2.1. Composition chimique de l'huile essentielle Arbre à thé (Laurain-Mattar et al, 2019) :

La composition chimique de l'huile essentielle de *Melaleuca alternifolia* a été rapportée dans plusieurs études.

- Sesquiterpènes (5 à 10 %) : 1 % Aromandrène, 1 % de viridiflorène
- Monoterpènes (45 à 50 %) : 41 % de terpinène-4-ol
- Monoterpènes (30 à 40 %) : 22 % de gammaterpinène, 2 % de para-cymène
- Sesquiterpènes (< 2 %) : globulol

3. Matériel biologique (animale) :

3.1 Présentation du lieu de travail :

Tlemcen est située à l'extrême nord-ouest de l'Oranie à l'ouest du pays. Elle occupe une position stratégique importante en Algérie. Elle couvre une superficie de 40,11 km².

Tlemcen est délimitée par :

- La mer méditerranéenne au nord
- La frontière Algéro-marocaine à l'ouest
- Le reste des communes de Tlemcen à l'est

- Enfin les commune de l'atlas tellien au sud

La wilaya est constituée de trois zones géographiques qui se succèdent : une zone montagneuse, une zone de hautes plaines qui constitue la majeure partie de la wilaya et une zone steppique.

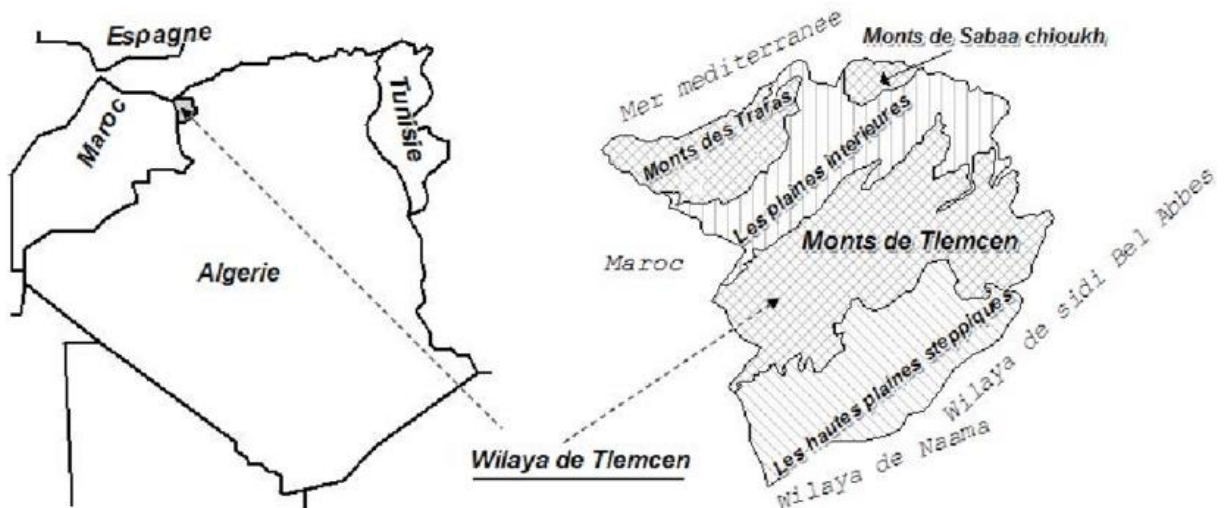


Figure 16 : Situation géographique de Tlemcen (Anonyme, 2020)

3.2 Choix de la zone d'étude :

Les larves ont été récupérées à l'aide d'une petite épuisette d'aquarium d'une eau stagnante au niveau d'une cave d'un bâtiment situé à Bouhanak Tlemcen.

Le gîte est constitué d'un réservoir à faible débit alimenté par des fuites provenant des conduites d'eau potable. Critères pris en compte lors de la sélection de la station d'échantillonnage des larves de Culicidae étaient basé sur la représentativité, l'accessibilité, la persistance et le non-traitement des larves.

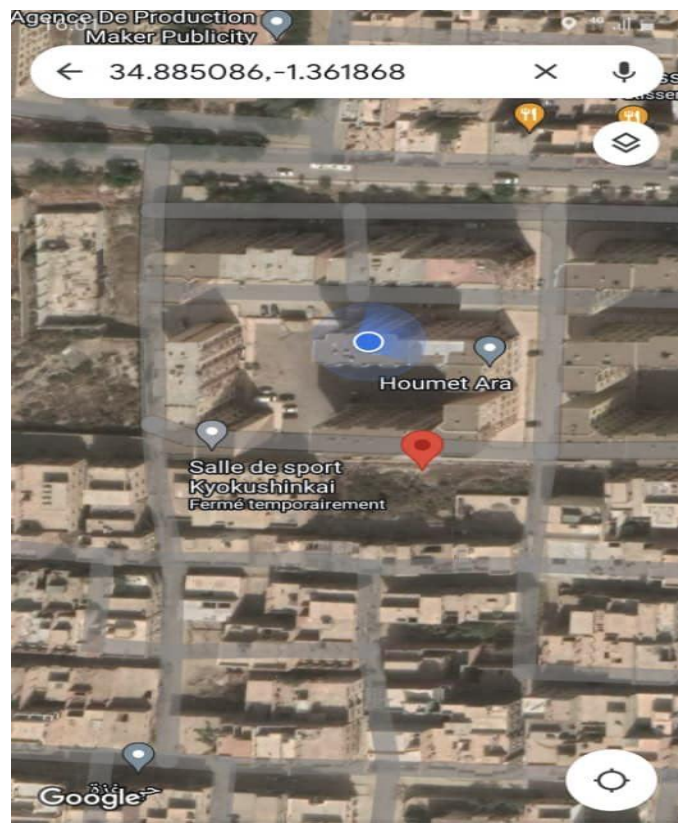


Figure 17 : Lieu de prélèvement (Originale, 2023)

Echantillonnage des larves :

L'échantillonnage des larves de *Culex pipiens* se fait généralement en utilisant une épaisseuse pour prélever des échantillons d'eau stagnante. Les larves sont ensuite élevées dans des conditions contrôlées, généralement dans des boîtes en plastique contenant de l'eau ou des réservoirs en laboratoire. Les boîtes sont maintenues à une température constante et à une photopériode régulière pour assurer une croissance uniforme des larves.

3.4 Identification entomologique :

Nous avons bien utilisé la technique de préparation de Matile et ça consiste à identifier seulement les larves du quatrième stade qui se définit comme stade optimal pour l'activité larvicide. À ce stade, la larve est plus active et plus susceptible de consommer les produits chimiques larvicides. Les produits chimiques larvicides sont souvent utilisés pour contrôler les populations de moustiques en tuant les larves avant qu'elles ne se développent en adultes.

Les larvicides peuvent être appliqués directement dans l'eau où les larves se développent, tels que les étangs, les fossés et les canaux.

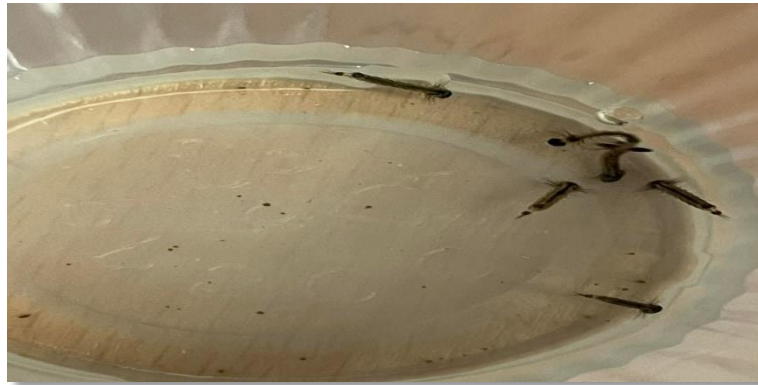


Figure 18 : Larves *Culex pipiens*, quatrième stade (Originale, 2023)

3.5 Matériels utilisés au laboratoire : la méthode +++

La micropipette pour la mesure des doses d'huiles essentielles utilisées dans les différentes expériences. La pince et une seringue. Les boîtes de pétri pour réaliser la totalité des essais à différentes concentrations avec les deux huiles testés ainsi que l'essai témoin des récipients remplis d'eau contenant les larves de moustique (l'eau contenant les larves provient du lieu de récupération de ces dernières).



Figure 19 : Matériel utilisé au laboratoire (Originale, 2023)

3.6 Détermination de la concentration de chaque dose :

La différente concentration utilisée pour chaque huile essentielle des deux plantes choisies à savoir *Cedrus atlantica* et *Melaleuca alternifolia*, nous avons utilisé 5 doses différentes.

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

Nous avons mis les larves de *Culex pipiens* dans des Goblet d'une contenance de 99 ml. Le suivi de mortalité des larves a été quotidien pendant 4 jours. Le nombre de répétition pour chaque concentration était de 3 fois.

Tableau 1 : Les doses utilisées

La dose en huile essentielle	Nombre de répétition	Alcool	Quantité d'eau par Goblet	Nombre de larves par Goblet
1 μ l	3 fois	1ml	99 ml	6 larves
3 μ l	3 fois	1ml	99 ml	6 larves
5 μ l	3 fois	1ml	99 ml	6 larves
7 μ l	3 fois	1ml	99 ml	6 larves
9 μ l	3 fois	1ml	99 ml	6 larves



Figure 20 : Essais avec l'huile essentielle de Cèdre d'atlas (Originale, 2023)



Figure 21 : Essais avec l'huile essentielle de l'arbre à thé (**Original, 2023**)

4. Expression des résultats :

4.1 La mortalité corrigée :

Chaque dose a été soumise à un dénombrement des larves mortes pendant 4 jours consécutifs. Le dernier jour, le dénombrement a été effectué après 48 heures.

La mortalité observée a été corrigée à l'aide de la formule d'Abbott (**Abbott, 1925**).

La mortalité corrigée en pourcentage (Pc) a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$Pc = (Po - Pt / 100 - Pt) \times 100$$

Po : représente la mortalité observée dans l'essai.

Pt : La mortalité observée au témoin.

4.2 Calcul de la DL50 :

Finney (1971) a utilisé la méthode des probits pour calculer la DL50, qui correspond à la dose létale pour 50 % de la population d'insectes.

Les pourcentages de mortalité ont été transformés en probits, puis une régression du logarithme de la dose en fonction des probits des mortalités a été effectuée à l'aide du logiciel MINITAB (version 12) pour déterminer la DL50 pour chaque huile essentielle.

4.3 Calcul de TL50 :

Le TL50, ou temps létal de 50% de la population d'insectes, a été calculé à l'aide de la méthode des probits (**Finney, 1971**).

Les pourcentages de mortalité corrigés ont été convertis en probabilités, puis une régression log de la durée d'exposition (en jours) en fonction de la mortalité a été effectuée à l'aide du logiciel MINITAB (version 18) pour déterminer le TL50 des populations d'insectes, en utilisant une dose moyenne de 5 µl. Cette méthode a permis d'évaluer la toxicité relative des différentes huiles testées contre les larves de *Culex pipiens*.

4.4 Analyse statistique des données :

Une analyse de la variance (ANOVA) à deux facteurs a été réalisée pour évaluer les résultats obtenus en utilisant le test statistique ANOVA 2 Factoriel (**Dagnelie, 1975**). Cette analyse a permis de déterminer l'effet de deux facteurs, à savoir la dose en huile essentielle et la durée d'exposition, sur la mortalité des larves. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide de Microsoft Office Excel 2007.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre traite les résultats et les discussions sur la recherche d'activité Larvicide aux huiles essentielles de Cèdre de l'atlas et arbre à thé À propos des larves de *Culex pipiens*.

1. Etude de la toxicité des huiles essentielles de Cèdre de l'atlas et l'arbre à thé sur les larves de *Culex pipiens* :

Des essais toxicologiques ont été réalisés sur les larves du *Culex pipiens* pour évaluer l'effet larvicide des huiles essentielles de cèdre de l'Atlas et d'arbre à thé.

1.1 Etude de toxicité d'huile essentielle de cèdre de l'atlas à l'égard de *Culex pipiens* :

Nous avons effectué 3 répétitions pour chaque dose soit un totale de 15 répétition pour l'ensemble. La contenance de chaque Goblet était de 6 larves d'où un totale de 18 larves pour chaque concentrations et 90 larves pour l'ensemble des répétitions.

Le taux de mortalité observé est représenté dans l'ensemble de figure et tableau suivant :

Tableau 2 : Mortalité des larves de *Culex pipiens* par l'huile essentielle de Cèdre de l'atlas

	1 µl	3µl	5µl	7µl	9µl
1er jour	94,44	77,78	88,89	100,00	72,22
2 jours	94,44	100,00	100,00	100,00	72,22
3 jours	94,44	100,00	100,00	100,00	72,22
4 jours	100,00	100,00	100,00	100,00	77,78

On observe que l'huile essentielle de cèdre de l'Atlas a une forte toxicité contre les larves de *Culex pipiens* à toutes les doses testées. Les résultats montrent que la dose de 7 µl est la plus efficace, avec une mortalité de 100% des larves dès le premier jour et jusqu'à la fin de l'expérience.

Les doses de 3 et 5 µl ont également montré une forte toxicité, avec une mortalité de 100% des larves à partir du deuxième jour. Cependant, la dose de 1 µl a montré une mortalité de 94,44% des larves chaque jour, mais n'a pas atteint une mortalité de 100% avant le quatrième jour.

La dose de 9 µl a montré une toxicité moindre, avec une mortalité de 72,22% des larves le premier jour et une mortalité de 77,78% le quatrième jour.

Les résultats du tableau précédent nous ont permis de tracer les histogrammes de la figure 22 :

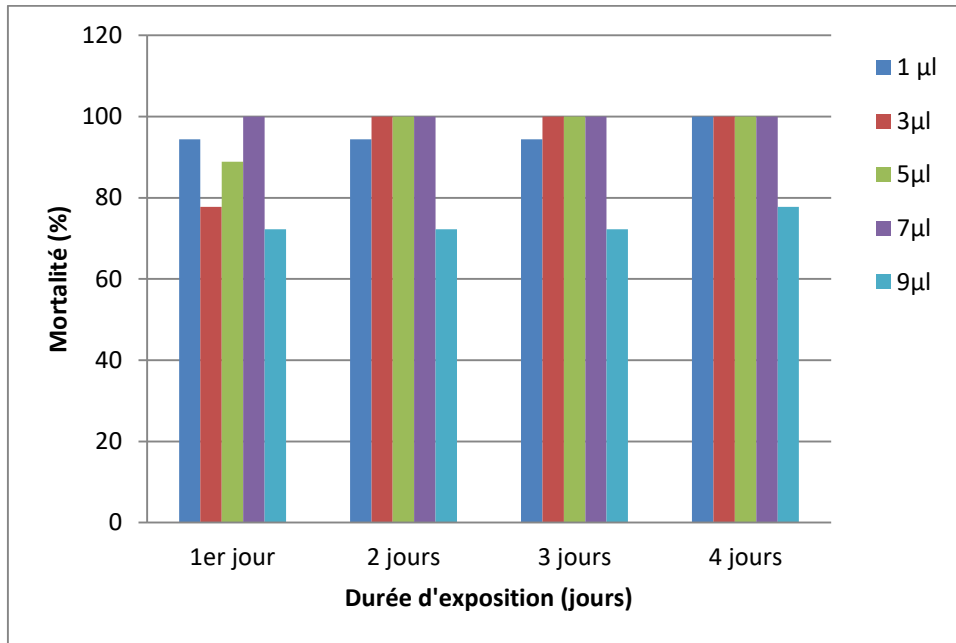


Figure 22 : Evolution de la mortalité des larves de *Culex pipiens* fonction du temps et des doses en huile essentielle de cèdre de l'atlas

Selon le facteur dose d'huile essentielle de Cèdre de l'atlas, nous remarquons une variation hautement significative entre les taux de mortalité.

Selon le facteur durée d'exposition, il n'existe pas une différence significative entre les taux de mortalité des larves.

1.2 Etude de toxicité d'huile essentielle de l'arbre à thé à l'égard de *Culex pipiens* :

La mortalité des larves par l'huile essentielle de cèdre de l'atlas est représentée dans l'ensemble de figure et tableau suivant :

Tableau 3 : Mortalité des larves de *Culex pipiens* par l'huile essentielle de l'arbre à thé

	1 µl	3 µl	5 µl	7 µl	9 µl
1er jour	77,78	22,22	72,22	50	88,8888889
2 jours	77,78	33,33	94,44	66,6666667	94,4444444
3 jours	83,33	33,33	94,44	66,6666667	100
4 jours	88,89	38,89	94,44	66,6666667	100

Les résultats montrent que l'huile essentielle de l'arbre à thé a une toxicité variable contre les larves de *Culex pipiens* en fonction de la dose testée.

Les doses de 5 et 9 μl ont montré une forte toxicité avec une mortalité élevée des larves, tandis que les doses de 1, 3 et 7 μl ont montré une toxicité moindre.

Les résultats du tableau précédent nous ont permis de tracer les histogrammes de la figure 23 :

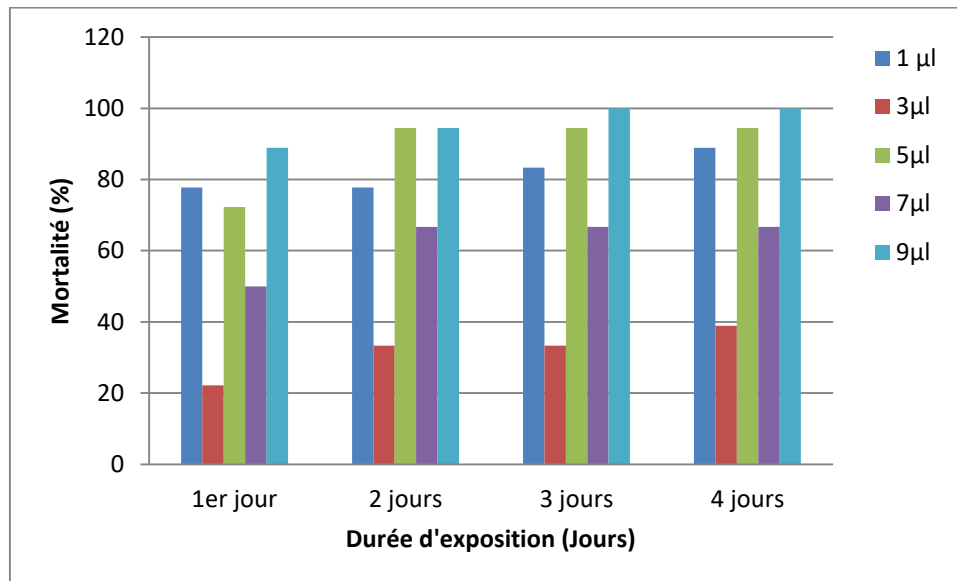


Figure 23 : Evolution de la mortalité des larves de *Culex pipiens* fonction du temps et des doses en huile essentielle de l'arbre à thé

Selon le facteur dose d'huile essentielle de l'arbre à thé, nous remarquons une variation hautement significative entre les taux de mortalité.

Selon le facteur durée d'exposition, il existe une différence significative entre les taux de mortalité des larves.

2. Comparaison de la toxicité des huiles essentielles :

2.1 dose létale pour 50 % de la population (DL50) :

La conversion de la mortalité corrigée des larves après deux jours d'exposition en probits et la régression de ces données sur le logarithme de la dose d'huile essentielle donne les résultats suivants :

Cèdre de l'atlas :

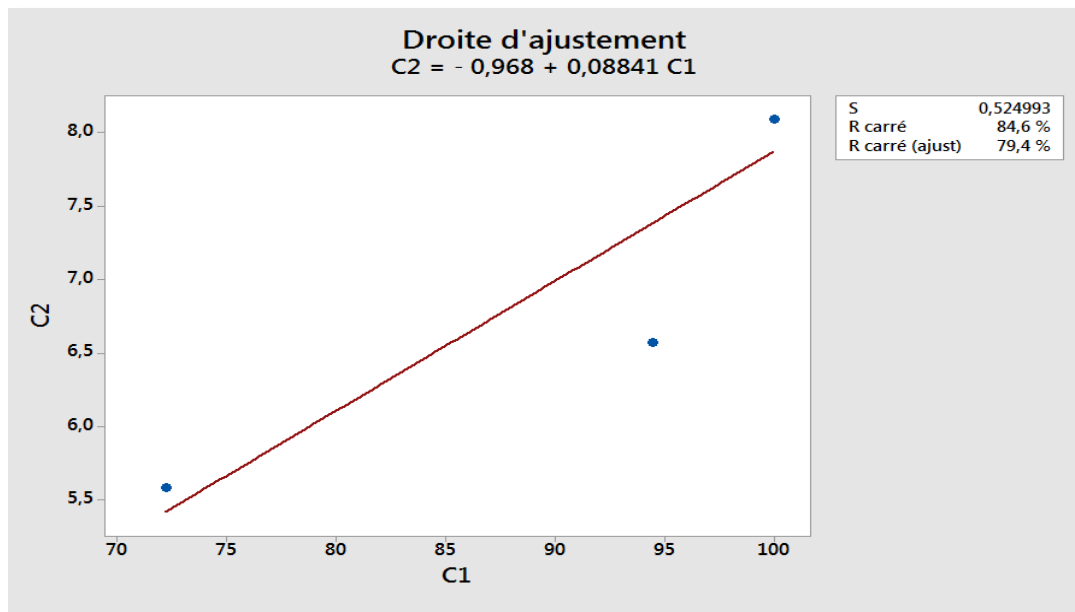


Figure 24 : Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielle de cèdre de l'atlas / mortalité (probits) des larves.

Arbre à thé :

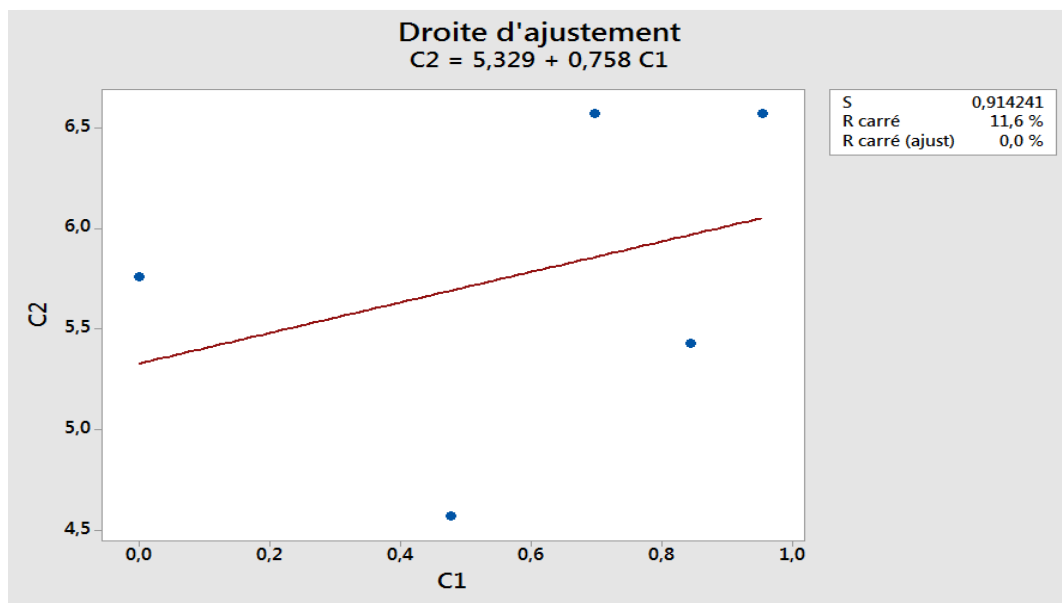


Figure 25 : Droite de régression (d'ajustement) Log doses en huiles essentielle de l'arbre à thé / mortalité (probits) des larves.

Tableau 4 : Valeurs de DL50 après 4 jours d'exposition aux HE :

Huiles essentielles	Equation de régression	DL 50
Cèdre de l'atlas	$C2 = -0,968 + 0,08841 C1$	3,18 μ l
Arbre à thé	$C2 = 5,329 + 0,758 C1$	0,36 μ l

2.2 Le temps léthal pour 50 % de la population (TL50) :

Cèdre de l'atlas :

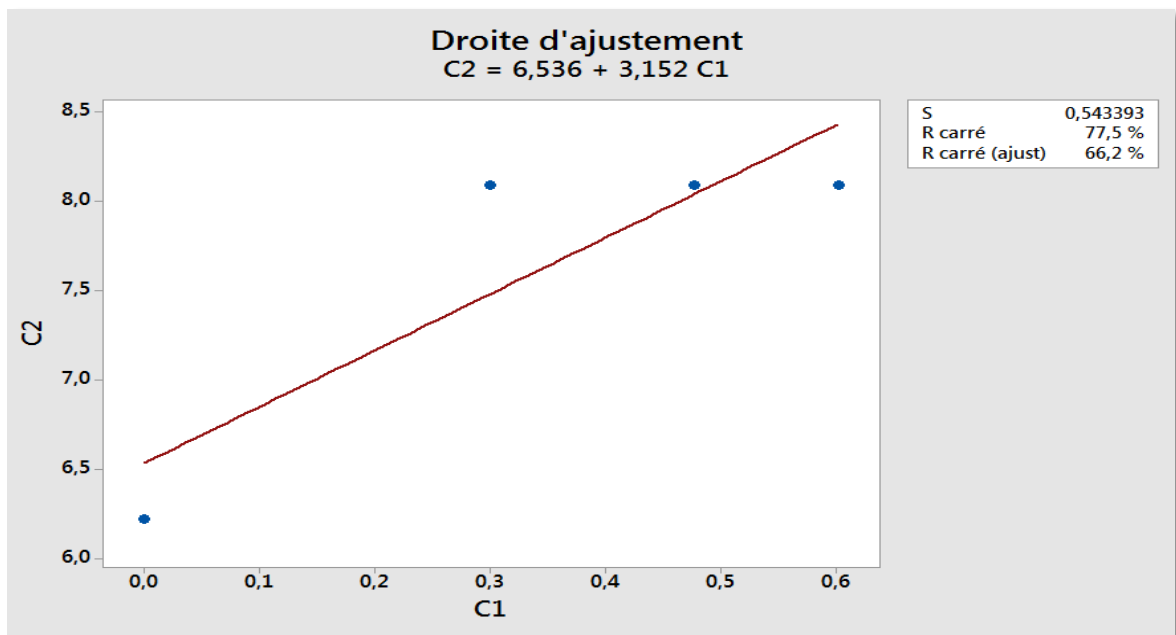


Figure 26 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huile essentielle de cèdre de l'atlas / mortalité (probits) des larves.

Arbre à thé :

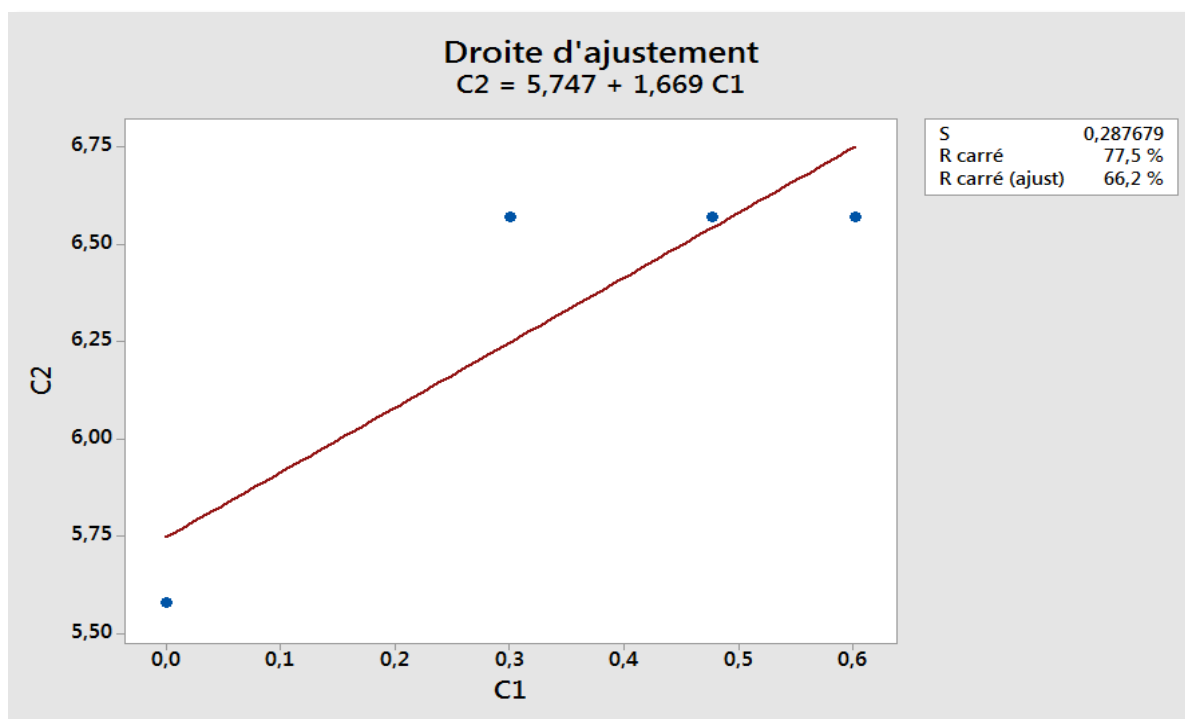


Figure 27 : Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huiles essentielles de l'arbre à thé / mortalité (probits) des larves.

Tableau 5 : Valeurs de TL50 après 4 jours d'exposition aux HE

Huiles essentielles	Equation de régression	TL 50
Cèdre de l'atlas	$C2 = 6,536 + 3,152 C1$	0,32 jours
Arbre à thé	$C2 = 5,747 + 1,669 C1$	0,35 jours

Discussion :

Plus de 2000 espèces végétales ont une activité insecticide connue à ce jour, grâce aux principes actifs contenus dans toutes les parties de la plante, y compris les feuilles, les fruits, les fleurs, les racines et l'écorce. Ces principes actifs peuvent également avoir des propriétés antimicrobiennes, antifongiques et antivirales (**Tennyson et al., 2012**).

Nos résultats ont montré que les huiles essentielles de cèdre de l'atlas et d'arbre à thé ont un effet larvicide remarquable par rapport au témoin, qui n'a montré aucune mortalité des larves après 4 jours d'exposition.

Les résultats obtenus révèlent un effet toxique, l'huile essentielle de cèdre de l'atlas a montré une efficacité à 100% sur la mortalité des larves de *Culex pipiens*, sauf pour la dose de 9 µl qui a induit une mortalité de 76% après 4 jours. Pour l'huile essentielle d'arbre à thé, le maximum de mortalité observé était de 93,3% pour les doses de 5 et 9 µl.

Une autre étude menée par **Mazouni, 2023** dans la région de Tlemcen, montre que l'huile essentielle de la citronnelle a engendré un maximum 100 % de mortalité totale sur les larves du *Culex pipiens* au bout de 72 heures en utilisant la concentration 7 et 9 µl.

L'étude de **Boukhrisen** en **2010** au Maroc a montré que l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* avait une activité toxique sur les larves de *Culex pipiens*. Le taux de mortalité le plus élevé était de 17,06% après 24 heures, avec une concentration de 0,025 mg/ml.

Les résultats des deux plantes étudiées dans la présente étude, le taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* le plus élevé correspond à ceux exposés au Cèdre de l'atlas. À partir de cette étude on peut conclure que plus la dose et la durée d'exposition augmentent l'effet larvicide sera plus efficace et ceci durant toute la durée d'exposition qui était de 4 jours.

CONCLUSION

En Algérie les moustiques (*Culex pipiens*) présentent une source de nuisance importante dans les milieux urbains et sont vecteur de plusieurs maladies parasitaires graves.

La lutte chimique malgré son efficacité, elle présente plusieurs inconvénients notamment ceux liés à la pollution de l'eau et de l'air.

L'utilisation des huiles essentielles a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche, notamment pour la lutte contre les insectes parasites. Cette méthode s'est avérée plus efficace et plus économique.

Notre étude s'est basée sur l'utilisation de deux huiles essentielles extraites d'un arbre forestier (*Cedrus Atlantica*) et d'une plante aromatique (l'arbre à thé) afin de tester leur efficacité sur la mortalité des larves de *Culex pipiens*.

Les deux huiles ont été testées à cinq doses différentes et durant quatre jours, elles avaient toutes les deux un effet larvicide important.

La mortalité des larves a été observée dès le premier jour pour les deux huiles avec un pourcentage de 100% pour l'huile extraite du Cèdre de l'Atlas et 88% pour celle extraite de l'arbre à thé.

La dose létale de 50% des larves a été de 0.36 ul pour l'huile de l'arbre à thé et de 3.18 ul pour celle du Cèdre de l'Atlas.

Le temps nécessaire pour la mortalité de la moitié des larves était d'une moyenne de 0.35 jours pour l'huile de l'arbre de thé et seule de 0.32 jours pour celle de l'Atlas.

Nous souhaitons à ce que d'autres recherches soient menées en utilisant les mêmes huiles dans le même domaine, mais sur différents types d'insectes, afin de généraliser l'effet toxique de ces huiles sur un grand nombre d'insectes nuisibles.

Références Bibliographiques

1. **Abbott W. S. (1925).** A method for computing effectiveness of an insecticide. *Journal. Ecological Entomology*, 18, pp : 265-267
2. **Aberchane, M., Satrani, B., Fechtal, M., & Chaouch, A. (2003).** Effet de l'infection du bois de Cèdre de l'Atlas par *Trametes pini* et *Ungulina officinalis* sur la composition chimique et l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles. *Acta botanica gallica*, 150(2), 223-229.
3. **Achhal, A., Akabli O., Barbero, M., Benabid, A., Mhirit, O., Peyre, C., Quézel, P. et Rivas-Martinez, S. (1980).** " A propos de la valeur bioclimatique et dynamique de quelques essences forestières au maroc ", *Ecol. Med.*, V.5., (1980) ,211-249.
4. **Andero S. (2003).** L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampoing à 0,07% de deltaméthrine sur un moustique du complexe *Culex pipiens*. Th. : Med.Vet. : Toulouse, 128. 63 pp.
5. **Arbez, M., 1987.** "Les ressources génétiques forestières en France : les conifères" (tome1), Editions Quae, 236p.
6. **Balenghient. (2007).** les moustiques vecteurs de la fièvre du nil occidental en Camargue. *in. insectes*. 146(3) :13-17.
7. **BARBAULT R. (1981)** – Ecologie des populations et des peuplements – Des théories aux faits. Ed. Masson, Paris, 200 p.
8. **Bastien F. (2008)-** Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Université Toulouse, 78p.
9. **Bekhechi CH., Abdelouahid Dj. (2010).** Les huiles essentielles. Alger, p. 47
10. **Belaiche P., 1979,** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, L'Aromatogramme, ed, Paris : Maloine, S.A, Tome I 204 p.
11. **Benkalfate, C. (1991)** ; cartographie écologique de *Culex pipiens* (diptère, culicidae) en milieu urbain (ville de Tlemcen, Algérie) recherche de causalités de la dynamique démographique des stades pré imaginaires. p18
12. **Bentouati A., Bariteau M. (2006).** Reflexion sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas des Hautes Algérie, forêt méditerranéenne, V.XXVII, n4, p 317-322
13. **Berchi S., Aouati A., Louadi K. (2012).** Typologie des gîtes propices au développement larvaire de *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), source de nuisance à Constantine (Algérie). *Ecologia Mediterranea*. 38 (2) :5-16.
14. **Berchi S., 2000-** Bioécologie de *Culex pipiens*. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Docorat, Es-science. Université de Constantine : 133p.
15. **Boudemagh, N., Bendali Saoudi, F., & Soltani, N. (2013).** Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4(3), 1-6.
16. **Boudjelida, H., Bouaziz, A., Soin, T., Smagghe, G., & Soltani, N. (2005).** Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 83, 115-123.

17. **Boukraa S. (2009)** - Biodiversité des Nématocères (Diptera) d'intérêt agricole et médicovétérinaires dans la région de Ghardaia. Mémoire ing, Inst. nati. Agro., El Harrach, 144 p.
18. **Boudy, P. (1952)**. Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, Paris.
19. **Bruneton, J. (1987)**. Eléments de phytochimie et pharmacognosie. Paris : Lavoisier, Tech. & doc, 584p.
20. **Bruneton, J. (1993)**. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Lavoisier, 623p.
21. **Bruneton, J. (1999)**. Huiles essentielles. In Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (3ème éditions) (pp. 1120). Tec & Doc, Editions médicales internationales.
22. **Bruneton, J. (2009)**. Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'Institut de Recherche et de Développement de Montpellier (France).
23. **Chevillon, C., Eritja, R., Pasteur, N., & Raymond, M. (1995)**. Commensalism, adaptation and gene flow: mosquitoes of the *Culex pipiens* complex in different habitats. *Genetics Research*, 66(2), 147-157.
24. **Coulombier, F. (1900)**. L'arbre à thé. Augustin Challamel.
25. **CHANDRE F., DARRIET F., MANGUIN S., BRENGUES C, CARNEVALE P. & GUILLET P. (1999)**. Pyrethroid cross-resistance spectrum among populations of *Anopheles gambiae* s.s. from Côte d'Ivoire. *Journal of American Mosquito Control Association*, 15, 53-59.
26. **Dagneliie, P. (1975)** : théories et méthodes statistiques. les presses agronomiques de Gembloux, Belgique. 2.pp :245-249
27. **De-velmorin, JB. (2003)**. "Histoires d'arbres", Edition Jean-paul Gisserot, 185p.
28. **Delaunay, P., Jeannin, C., Schaffner, F., & Marty, P. (2009)** - Actualités 2008 sur la présence du moustique tigre *Aedes albopictus* en France métropolitaine. *Archives de pédiatrie*, 16, S66-S71.
29. **Doris zehren (1999)**. *Melaleuca alternifolia*, l'or vert du cinquième continent. Petit manuel à l'usage de l'huile essentielle de l'arbre à thé.
30. **Dorosso, S. (2002)** - Compositions chimiques d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne de Burkina Faso : Valorisation (thèse doctorat). Ouagadougou. Université d'Ouagadougou.
31. **Duquénois, P., & Anton, R. (1968)** - CONTRIBUTION A L'ETUDE CHIMIQUE DES FEUILLES DU CASSIA SIEBERIANA DC. *Planta Medica*, 16(02), 184-190.
32. **Euzzby J. (2008)**. Grand dictionnaire illustré de parasitologie médicale et vétérinaire. Paris : Editions Tec&Doc. 818 pp.
33. **Fernandez et Cabrol B. (2007)**, Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis* L, depending on location and seasonal variations, *Food Chem*, Vol 100, p 553–559
34. **Fidah A. (2016)**. Étude de la durabilité naturelle des bois de *Cedrus atlantica* (manetti) et de *tetraclinis articulata* (vahl) et évaluation de la bioactivité de leurs huiles essentielles sur les champignons basidiomycètes lignivores. Thèse de doctorat de l'université Mohamed V, Maroc.

35. **Fillatre Y. (2011)** -Produits phytosanitaires : développement d'une méthode d'analyse multi résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem. Thèse doctorat en vue de l'obtention du grade de docteur en Chimie analytique. Ecole doctorale Matière, Molécule, Matériaux des pays de Loire. Université Angers. 288p.
36. **Finney D. J. (1971)** : Statistical method in biological assay, 2Nd edition. London : Griffin.333p.
37. **Garnero J. (1996)** : Huiles essentielles. Techniques de l'ingénieur K345 pp 1-45.
38. **Gashen, H. (1932)** - Influence de la température et de la diminution larvaire sur ledéveloppement de Culex pipiens (race autogène). Bull. Soc. Path. Exot., 25 : pp. 577-581.
39. **Goetz, P. (2021)** - Melaleuca alternifolia-Arbre à thé. Phytothérapie, 19(2), 120.
40. **Hassaine, K. (2002)** - Les Culicidae (Diptera - Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie d'*Aedes capsus* et d'*Aedes detritus* des marais salés, d'*Aedes mariaae* de rock-pools littoraux et de Culex pipiens des zones urbains de la région occidentale Algérienne. Thede Doc. D'état. Univ. Tlemcen : 203p.
41. **Kramer, L. D., Meola, M. A., Moudy, R. M., & Kilpatrick, A. M. (2008)** - Temperature, viral genetics, and the transmission of West Nile virus by Culex pipiens mosquitoes. *PLoS pathogens*, 4(6), e1000092
42. **Kettle D.S. (1995)** - Medical and veterinary entomology, 2e edition. Wallingford : CAB International. 725 p
43. **kurita N et koike S. (1982)** - sysematic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils componements. Agric, Biol, Chem, p 46-159-165
44. **LarivièreM., Abonnenc E. (1956)** - Notes biologiques et morphologie de l'œuf, de la larve et de l'adulte de Culex antennatus Becker 1903.Bulletin de l'Institut Freancaise d'afrique Noire 18,1191-1199.
45. **Laurain-Mattar, D., & Couic-Marinier, F. (2019)** - Huile essentielle d'Arbre à thé ou de Tea tree. Actualités Pharmaceutiques, 58(583), 59-61.
46. **Linne C. (1785)**. Systema naturae per regna fria naturae. Edition 10. Holmia. (1) : 82.
47. **Lasram M. (1994)** : Discours d'ouverture du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas, Ifrane (Maroc) du 7-11 juin 1993. Ann. Rech. For. Maroc, 27 (special), XXXV-XXXVI.
48. **Maiden et Betche Cheel., GRIN. (1924)** - espèce Melaleuca alternifolia
49. **Marianne Piochon. (2008)** : Étude Des Huiles Essentielles D'espèces Végétales De La Flore Laurentienne:Composition Chimique, Activités Pharmacologiques Et Hémisynthèse.p12.
50. **Merabti B., Ouakid M. (2011)** - Contribution a l'étude des moustiques (Diptera :Culicidae) dans les oasis de la region de biskra (Nord Est d'Aalgerie). Université de Biskra.
51. **M'hirit, O., & Benzyane, M. (Eds.). (2006)** - Le Cèdre de l'Atlas : Mémoire du temps. Editions Mardaga.
52. **Moulinier C. (2003)** - Parasitologie et mycologie médicales, éléments de morphologie et de biologie. Cachan : EM inter. 796 pp.

- 53. Muriel, Gabrielle Toral Y.C. (2005)** - evaluation in vitro de l'efficacite du firronil sur culexpienspiens.these pour obtenir le garde de docteur veterinaire, diplôme d'état , ecole nationale veterinaire de toulouse , france.55pp.
- 54. Hellali, MH Mahammed, F Ramdane, A Talli** Journal of Medicinal Plants Research 10 (14), 188-194
- 55. Nezar Kebaili M. (2009)** - Influence de quelques variables du milieu sur larégénération naturelle du cèdre de l'Atlas (Cedrusatlantica Manetti) dans le massif de Belezma (Batna). Mémoire de magistère, Université de Batna. 84p
- 56. OMS, 1974.** Manuelle pratique de lutte antilarvaire : division du paludisme et autre maladie parastaire,OMS, Genève.7- 17p
- 57. OMS, 2004.Lutte** contre les vecteurs du paludisme.WHO/CDS/WHOPES/2002.5Rev.1
- 58. 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) 1991, pp. 269-278^p
- 59. Pierrick H. (2014)** - Culex pipiens - Définition. Réalisé en collaboration avec des Polytechnique de Toulouse, 22-38p
- 60. Ponçon, N., Balenghien, T., Toty, C., Ferré, J. B., Thomas, C., Dervieux, A., ... & Fontenille, D. (2007)** - Effets des changements anthropiques locaux sur le vecteur potentiel du paludisme Anopheles hyrcanus et le vecteur du virus du Nil occidental Culex modestus, Camargue, France. Maladies infectieuses émergentes. 13(12), 1810.
- 61. Prelaud, P. (1991)** - Urticaire provoquée par une hypersensibilité aux piqûres de moustiques chez un boxer, L'Action Vétérinaire : 1189, 11-13.
- 62. Riotte, B. (2017)** - Mon guide huiles essentielles. Bruno Riotte.
- 63. Rioux, J. A. (1958)** - Les Culicidea de midi mediterien. Etude écologique et systématique.
- 64. Ripert, C. (1998)** - Epidémiologie des maladies parasitaires, tome 2, helminthoses. Cachan : EM inter.
- 65. Robin Deschepper. (2017)** - Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. [PDF].
- 66. Rodhain, F., & Perez, C. (1985)** - Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine S. A Paris.
- 67. Samate Abdoul D. (2001)** - Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation, thèse de doctorat, Univ.de Ouagadougou, Burkina Faso
- 68. Savage H.M. et Miller B. (1995)** - House Mosquitoes of the U.S.A., Culex pipiens Complex. Wing Beats, 6, 8-9.
- 69. Subra (R.). (1972)** - Etudes écologiques sur Culex pipiens fatigans Wiedemann, 1828, (Diptera : Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne Ouest Africaine. Longévitité et déplacement d'adultes marqués avec des poudres fluorescentes. Cah. ORSTOM, sér. Ent. Méd. Parasitol., 10 (1) : 3-36.
- 70. Toth J. (1970)** : Plus que centenaire et plein d'avenir : Le cèdre en France. R.F.F XXII - 3, 355-364

- 71. Urquhart G. M., Armour J., Duncan J. L., Dunn A. M., Jennings F. W. (1996)-** Veterinary parasitology. 2nd edition. Oxford : Blackwell science. 307 pp.
- 72. Valnet J. (1984) -** aromathérapie traitement des maladies par les essences des plantes, Ed Mloine S.A, n° 10.
- 73. Velé H. (2015)-** Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phytomédicaments. Thèse de doctorat de l'université d'Angers.
- 74. Vican P. (2009) -** Les huiles essentielles et leurs bienfaits. Ed. Presses de Châtelet.
- 75. Wall R., Shearer D. (1997) -** Veterinary entomology. London : Chapman & Hall, 439 pp.