



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



Université de Larbi Tébessa –Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Science biologique

Option : Biochimie appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Thème :

**Effet larvicide de l'huile essentielle de
Juniperus phoenicea chez *Culiseta
longiareolata***

Présenté par:

DRIS Aya

SOUDANI Majda

ZEMMAL Souhila

Devant le jury:

Dr. BOUABIDA. H

MCA Université de Tébessa

Présidente

Dr. Dris. D

MCA Université de Tébessa

Rapporteuse

M^{me} SEGHIER. H

MAA Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance: 12/06/2022

Remerciements

Nous remercions du plus profond du cœur notre promotrice, Dr. Dris Djemaa pour son encadrement exemplaire et complet, son soutien et assistance pendant notre travail.

Nous aimerions remercier les membres du jury Dr. Bouabida Hayette et M^{me} Seghier. Hanane d'avoir accepté de revoir notre travail.

Nous remercions également à exprimer nos sincères remerciements au personnel du laboratoire pour leur aide, en particulier "Souad".

Nous adressons nos remerciements à nos amis qui ont partagé les charges de cette recherche.

Nous remercions également nos généreux parents et leur souhaitons une bonne santé.

Un grand merci à tous ceux qui ont participé au succès de cette recherche, que ce soit de près ou de loin.

Sommaire

Remerciements

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

ملخص

Abstract

Résumé

Introduction	1
Matériel et méthodes	4
I.1. Présentation de <i>Culiseta longiareolata</i>	4
I.1.1. Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i>	5
I.1.2. Cycle de vie de <i>Culiseta longiareolata</i>	5
I.1.3. Présentation de la région d'étude	12
I.1.4. Elevage au laboratoire	12
I.1.5. Moyens de lutte contre les moustiques	13
I.1.5.1. La lutte physique	13
I.1.5.2. La lutte chimique	13
I.1.5.3. La lutte biologique	14
I.2. Présentation de la plante	15
I.2.1. Généralité	15
I.2.2. Famille des Cupressacées	15
I.2.3. Le genre <i>Jupiers</i>	16
I.2.4. <i>Juniperus phoenicea</i>	16
I.2.5. Usages traditionnels et médicinaux	16
I.2.6. Taxonomie	17
I.2.7. Répartition géographique	17
I.2.8. Description botanique	19
I.2.9. Nomenclature de la plante	20
I.2.10. Compositions chimiques	20
I.2.11. Activités biologiques	21
I.2.11.1. L'activité antioxydant	21
I.2.11.2. Activité antibactérienne	22
I.2.11.3. Activité antifongique	22
I.2.11.4. L'activité vermifuge	22

I.2.12. Activités biologiques des composés phénoliques	23
I.2.13. Autres bioactivité	23
I.2.14. Toxicité de la plante	24
I.3. Présentation des huiles essentielles	24
I.3.1. Historique	24
I.3.2. Définition	25
I.3.3. Propriétés organoleptique et physico-chimique	25
I.3.4. Classification des huiles essentielles	26
I.3.5. Les procède d'obtention	26
I.3.6. Composition chimique	27
I.3.7. Facteurs de variation de la composition chimique	29
I.3.8. Utilisation des huiles essentielles	29
I.3.8.1. En industrie agroalimentaire	29
I.3.8.2. En pharmacie	29
I.3.8.3. En parfumerie	30
I.3.8.4. Dans diverses industries	30
I.3.9. Toxicité des huiles essentielles	30
I.3.9.1. Toxicité par ingestion	30
I.3.9.2. Toxicité dermique	30
I.3.9.3. Toxicité sur les cellules animales ou humaines	31
I.3.10. Rôle écologique des huiles essentielles	31
I.3.11. Méthodes d'extraction	31
I.3.11.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau	31
I.3.11.2. Expression à froid	32
I.3.11.3. Extraction par solvant organique	32
I.3.11.4. Extraction assistée par micro-ondes	32
I.3.11.5. Extraction par fluide à l'état supercritique	32
I.3.11.6. Extraction par Hydrodistillation	32
I.3.12. Rendement en huile essentielle	34
I.3.13.1. Test de toxicité	35
I.3.13.2. Activité antioxydante	35
I.3.14. Analyse statistique	35
II. Résultats	37
II.1. Rendement en huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	37

II.2. Essais larvicide des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> à l'égard <i>Culiseta longiareolata</i>	37
II.3. Essais de l'évaluation d'activité antioxydante d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	40
III. Discussion	42
III.1. Le rendement en HE de <i>Juniperus phoenicea</i>	42
III.2. Toxicité des HE	42
III.3. L'activité antioxydante	45
Conclusion	48
Références bibliographiques	50

Liste des tableaux

Tableau 01: Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i> .	5
Tableau 02: La classification de <i>Juniperus phoenicea</i> .	17
Tableau 03: Compositions chimiques de L'HE de <i>J. phoenicea</i> .	21
Tableau 04: Activité antibactérienne de <i>J. phoenicea</i> .	22
Tableau 05: Activité antifongique de <i>Juniperus phoenicea</i> .	22
Tableau 06: Activités biologiques des composés phénoliques.	23
Tableau 07: Toxicité de l'HE de <i>Juniperus phoenicea</i> appliqué sur les larves du stade L ₄ de <i>Cs longiareolata</i> .	37
Tableau 08: Effet d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> ($\mu\text{L}/\text{mL}$) chez les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).	38
Tableau 09: Effet d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> ($\mu\text{L}/\text{mL}$) chez les larves du stade L ₄ de <i>Culiseta longiareolata</i> à concentration létales, CL ₂₅ , CL ₅₀ , et la CL ₉₀ .	38
Tableau 10: La variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de l'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> ; 2 répétitions pour 5 concentrations.	40
Tableau 11: Rendement en huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> selon les auteurs	42

Liste des figures

Figure 01: <i>Culiseta longiareolata</i> [A: Mâle ♂ ; B: Femelle ♀].	5
Figure 02: Nacelle d'œufs de <i>Cs longiareolata</i> .	6
Figure 03: Dents du peigne siphonal (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	7
Figure 04: Vue générale d'une exuvie larvaire (<i>Culicinae</i>).	8
Figure 05: Aspect général de Nymphe.	8
Figure 06: Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	9
Figure 07: Trois bandes blanches longitudinales (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	9
Figure 08: Thorax de <i>Cs longiareolata</i> .	11
Figure 09: La tête de <i>Cs longiareolata</i> .	11
Figure 10: L'aile de <i>Cs longiareolata</i> .	11
Figure 11: L'abdomen de <i>Cs longiareolata</i> .	11
Figure 12: Cycle de développement du moustique.	11
Figure 13: Lieu de prélèvement d'Ouenza.	12
Figure 14: Lieu de prélèvement de Tébessa.	12
Figure 15: Tri, comptage et séparation des larves.	13
Figure 16: Elevage au laboratoire.	13
Figure 17: Répartition géographique de la <i>Juniperus phoenicea complexes</i> .	18
Figure 18: Branches et feuilles de la plante <i>J. phoenicea</i> .	19
Figure 19: Structures des Composés terpéniques (A: monoterpènes, B:sesquiterpènes)	28
Figure 20: Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger.	33
Figure 21: Conservation de l'huile essentielle.	34
Figure22: Courbe présentant les pourcentages de mortalités des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> du stade L ₄ nouvellement exuvies traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> .	39
Figure 23: Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> du stade L ₄ nouvellement exuvieés traitées par différentes concentrations des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> .	39

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار التأثير المبيد لليرقات للزيت العطري لنبات *العرعار الفينيقي* ضد نوع من البعوض *Culiseta longiareolata*. بالإضافة إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة لهذا الزيت العطري. تم اختبار الزيت العطري المستخرج من *J. phoenicea* بتركيزات مختلفة على يرقات المرحلة 4 المنبعثة حديثاً من *Culiseta longiareolata* تحت ظروف مخبرية وفقاً لتوصيات منظمة الصحة العالمية. أظهر تحديد محصول استخلاص الزيت العطري بالتقطير المائي للأجزاء الهوائية عائداً بنسبة 0.65%. تظهر نتائج الاختبارات التي أجريناها فعالية مبيدات اليرقات بتركيز مميت LC_{50} قدره 16.15 مايكرو لتر / مل. و له فعالية مضادة للأكسدة بنسبة تثبيط نسبية 27.88% بتركيز 3.2 مليجرام /مل. وفقاً لهذه الدراسات، يمكن استخدام الزيت العطري من *J. phoenicea* كبديل للمنتجات الاصطناعية. **الكلمات المفتاحية:** تأثير مبيد اليرقات ، زيت عطري ، *العرعار الفينيقي* ، *Culiseta longiareolata* ، النشاط المضاد للأكسدة.

Abstract

This present study aims to test the Larvicidal effect of the essential oil of *Juniperus phoenicea* against a species of mosquito *Culiseta longiareolata*. In addition, the evaluation of antioxidant activity of this essential oil.

The EO extracted from *J. phoenicea* was tested at different concentrations on newly exuviated stage 4 larvae of *Culiseta longiareolata* under laboratory conditions according to the recommendations of the World Health Organization.

The determination of the essential oil extraction yield by hydrodistillation of the aerial parts showed a yield of 0.65%.

The results of our tests show Larvicidal activity with an LC₅₀ lethal concentration of 16.15µl/ml. And an antioxidant activity with a percentage inhibition of 27.88% at a concentration of 3.2mg/ml

According to these studies, the essential oil of *J. phoenicea* can be used as an alternative to synthetic-products.

Keywords: Larvicidal effect, essential oil, *Juniperus phoenicea*, *Culiseta longiareolata*, antioxidant-activity.

Résumé

Cette présente étude a pour but de tester l'effet larvicide de l'huile essentielle de la *Juniperus phoenicea* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. De plus, l'évaluation d'activité antioxydante de cette huile essentielle.

L'HE extraite de *J. phoenicea* a été testée à différentes concentrations sur les larves de stade 4 nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* dans les conditions du laboratoire selon les recommandations de l'organisation mondiale de la santé.

La détermination du rendement d'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation des parties aériennes a montré un rendement de 0,65%.

Les résultats de nos essais montrent une activité larvicide avec une concentration létale CL₅₀ de 16,15µl/ml. Et une activité antioxydante de pourcentage d'inhibition 27,88% à la concentration 3,2mg ml.

D'après ces études on peut utiliser l'huile essentielle de *J. phoenicea* comme alternative aux produits synthétiques.

Les mots-clés : l'effet larvicide, huile essentielle, *Juniperus phoenicea*, *Culiseta longiareolata*, l'activité antioxydante.



Introduction

Introduction

Les insectes représentent environ la moitié des espèces biologiques décrites et les trois quarts du monde animal (**Brahmi et Snoussi, 2021**). Ils sont indispensables au bon fonctionnement de tous les écosystèmes, malgré que la plupart sont inoffensifs, et certains insectes ont un intérêt économique, mais d'autres tels que les diptères hématophages ont des implications sur la santé humaine et animale (**Baali et al., 2020**). En 1878, les moustiques sont les premiers arthropodes officiellement introduits comme hôtes intermédiaires de parasites vertébrés. Cependant, ils sont maintenant reconnus comme les arthropodes les plus importants affectant la santé humaine (**Khaligh et al., 2020**). Généralement, le développement des œufs chez les insectes hématophages est dépendant d'un repas de sang ; mais, il existe des moustiques femelles qui peuvent développer leurs œufs sans repas de sang, un trait appelé l'autogénie (**Khaligh et al., 2020**).

La famille des *Culicidae* est distribuée en trois sous-familles, les *Toxorhynchitinae*, les *Toxorhynchitinae Anophèles* et *Culicinae*. Il existe environ 3 000 espèces connues de la sous-famille *Culico* dans le monde. En Algérie, uniques *Culicinae* et *Anophèles* sont représentés. Les *Culicidae*, une famille cosmopolite de nématodes diptères dont les larves aquatiques dépendantes de l'eau s'alimentent d'algues unicellulaires phytoplancton, ectoparasitisme et hématophage : femelle adulte hématophage mammifères et/ou oiseaux et le mâle est floricole (**Laggoun et Bouzned, 2021**). La faune curisidienne occupe le devant de la scène dans l'actualité mondiale de l'entomologie puisqu'elles transmettent des maladies virales et parasitaires pouvant affecter les humains et les animaux (**Chahed et al., 2021**). Chaque année, plus d'un milliard de cas, plus d'un million de décès dans le monde, sont attribués à des maladies à transmission vectorielle (**Brahmi et Snoussi, 2021**). Parmi ces maladies la dengue hémorragique, la fièvre jaune, le paludisme filariose et la peste équine (**Baali et al., 2020**).

Aujourd'hui, il n'y a pas de traitements spéciaux, seulement des vaccins préventifs contre certaines de ces maladies. Pour toutes ces causes pathogènes, l'homme a plusieurs moyens de lutte sont utilisés, principalement des pesticides chimiques (**Baali et al., 2020**). Cependant, les effets indésirables de l'utilisation des pesticides et leurs coûts concernent la santé des applicateurs, des consommateurs, mais également la santé de l'environnement: pollution de l'eau, réduction des pollinisateurs, élimination des ennemis naturels des ravageurs.

Dans le cas des insectes, la sélection d'individus résistant aux produits appliqués est une conséquence qui a été démontrée dans plusieurs cas (**Silvie et al., 2022**). Malgré tous les dangers pour l'Homme et son environnement, l'utilisation des pesticides chimiques reste la méthode la plus employée pour des raisons économiques et de facilité de mise en œuvre (**Djabri et Lahmidi, 2021**). D'autre part les scientifiques développent des méthodes alternatives plus accessibles, sélectives et non polluantes, pour la lutte biologique telles que les poissons, les bactéries et les larvivores, et comme insecticides de remplacement, l'utilisation des substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, etc., (**Baali et al., 2020**).

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides une méthode déjà connus pour la lutte contre les insectes (**Baali et al., 2020**). La première utilisation traditionnelle des plantes c'était en Afrique subsaharienne, mais également dans tous les pays du monde, l'ethnopharmacologie, qui relève des études ethnobotaniques, rapporte l'utilisation des plantes ou de leurs extraits (extraits aqueux, huiles essentielles) en pharmacopée traditionnelle. Cependant, les plantes sont également utilisées comme pesticides ou substances répulsives pour les cultures au champ, la protection des semences stockées contre les ravageurs et les maladies ou comme antihelminthiques dans les élevages antimicrobiens ou immunostimulants pour l'aquaculture ou en santé publique comme répulsifs des insectes piqueurs vecteurs de maladies (**Silvie et al., 2022**). L'exploration de la diversité végétale et l'accès aux connaissances traditionnelles et académiques déjà existantes est important pour l'identification de nouvelles espèces de plantes aux usages multiples (**Silvie et al., 2022**).

Dans le contexte de trouver d'autres produits accessibles, moins toxiques à base de produits naturels connu sous le nom de bio- insecticides pour mener cette lutte. L'objectif de notre étude consiste à tester l'effet larvicide de l'huile essentielle de la *Juniperus phoenicea* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*, la plus abondante dans la région de Tébessa. De plus, l'évaluation d'activité antioxydante de cette huile essentielle.



**Matériel et
méthodes**

I. Matériel et méthodes

I.1. Présentation de *Culiseta longiareolata*

Culiseta longiareolata (*Cs longiareolata*), une espèce de la famille des *Culicidae*, sous-famille des *Culicinae*. Il est un moustique abondant, impliqué comme ravageur et vecteur de divers parasites sanguins (**Brahmi et Snoussi, 2021**). Un insecte à métamorphose complète avec une taille varie de 3 à 5mm et un corps mince, leurs pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites (**Azzouz et Halib, 2017**). Des moustiques multivoltines, thermophiles, et ornithophiles (**Khaligh et al., 2020**). Cette espèce de moustique se distingue facilement des autres espèces de *Culiseta*, par ses caractères morphologiques qui comprennent des rayures blanches et des points sur les jambes, la tête et le thorax (**Khaligh et al., 2020**).

Elle est capable de se développer dans des gîtes différents. Cette espèce présente une grande aptitude à coloniser des biotopes naturels ainsi que les gîtes artificiels, différents par leurs caractéristiques physiques (**Brahmi et Snoussi, 2021**). Elle est l'espèce la plus intéressante en Algérie, en particulier dans la région de Tébessa (**Bouabida et al., 2017**).

Cs longiareolata est une espèce commune et abondante dans de nombreux pays d'Europe, d'Afrique et aussi d'Asie, est un vecteur de la brucellose, de la grippe aviaire et de l'encéphalite du Nil occidental (**Hazratian et al., 2019**).

Œufs et larves de *Cs longiareolata* se trouve principalement dans les pneus, donc il peut être répandu dans le monde entier grâce au commerce des pneus. *Cs longiareolata* est commun dans les habitations humaines. Les larves se trouvent rarement dans les eaux naturelles que l'on trouve principalement dans les piscines temporaires, les piscines rocheuses, les conteneurs artificiels, les barils en bois et en métal et les réservoirs en béton, riches en matières organiques en décomposition. Les larves des premiers stades de croissance de *Cs longiareolata* se trouvent davantage dans les zones peu profondes des mares, tandis que les stades de croissance tardifs se trouvent dans les zones plus profondes des mares (**Hazratian et al., 2019**).

L'identification de la femelle des *culicidés* repose sur la morphologie externe pour la distinction des genres et des espèces : répartition et couleur des écailles, structure de l'aile et celle de l'extrémité postérieure abdominale, mais pour la détermination du genre et des espèces chez les mâles, la structure et la chétotaxie de l'hypopygium sont nécessaires (**Tine-Djebbar et al., 2016**).

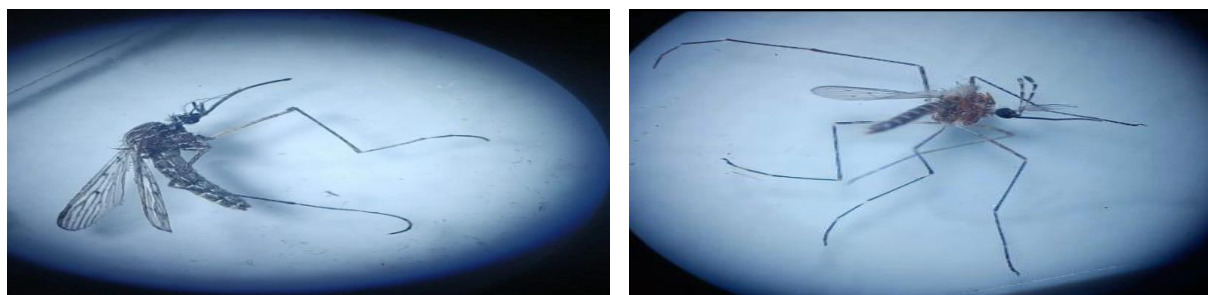


Figure 01: *Culiseta longiareolata* [A: Mâle ♂ ; B: Femelle ♀]

I.1.1. Position systématique de *Culiseta longiareolata*

La position systématique de *Cs longiareolata* selon (Aitken, 1954) est la suivante :

Tableau 01: Position systématique de *Culiseta longiareolata*. (Baali *et al.*, 2020)

Règne	Animalia
Sous-règne	Metazoa
Embranchement	Arthropoda
Sous- Embranchement	Hexapoda
Superclasse	Protostomia
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra-classe	Neoptera
Super-ordre	Endopterygota
Ordre	Diptera
Sous- ordre	Nematocera
Infra-ordre	Culicomorpha
Famille	Culicidae
Sous-famille	Culicinae
Genre	<i>Culiseta</i>
Espèce	<i>Culiseta longiareolata</i>

I.1.2. Cycle de vie de *Culiseta longiareolata*

Cs longiareolata présente un développement continu automno-hivernal printanier, avec des espèces polyvoltines à 4-11 phases d'éclosion (Bouabida *et al.*, 2012).

Ces insectes sont holométaboles, se développent selon 4 phases; œuf, larve (4 stades larvaires), nymphe (aquatiques) et adultes (aérien). La durée totale de ce développement,

fortement influencé par la température, est de 10 à 15 jours pour les zones tropicales du monde qui rassemblent les plus fortes densités d'espèces (Aissaoui et Moukher, 2020).

A. Œufs

Les femelles sont sténogames et autogènes, les œufs sont solidarisés au moment de la ponte et forment une nacelle (figure 02) (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

L'accouplement a lieu peu de temps après l'émergence, lors d'un vol en essaim. La femelle ne s'accouple qu'une seule fois. Elle conserve les spermatozoïdes dans ses spermathèques tout au long de sa vie (Touati, 2019).

Après l'émergence des adultes et leur accouplement, les femelles fécondées déposent entre 200 et 400 œufs, perpendiculairement à la surface de l'eau (Brahmi et Snoussi, 2021). Les œufs sont fusiformes, ils ont une taille de 0.5 à 1mm (Peterson, 1980). Les œufs sont sous forme cylindrique et de couleur blanchâtre au moment du pont, puis deviennent grisâtre ou noirâtre après quelque heures. Cette coloration due à l'oxydation de certains composants chimiques de la thèque au contact de l'eau ou l'air. L'œuf est pourvu d'un opercule qui s'ouvre vers le bas au moment de l'éclosion et la larve se dégage de ce dernier grâce à une épine chitineuse qui se situe au niveau de la tête (Brahmi et Snoussi, 2021).

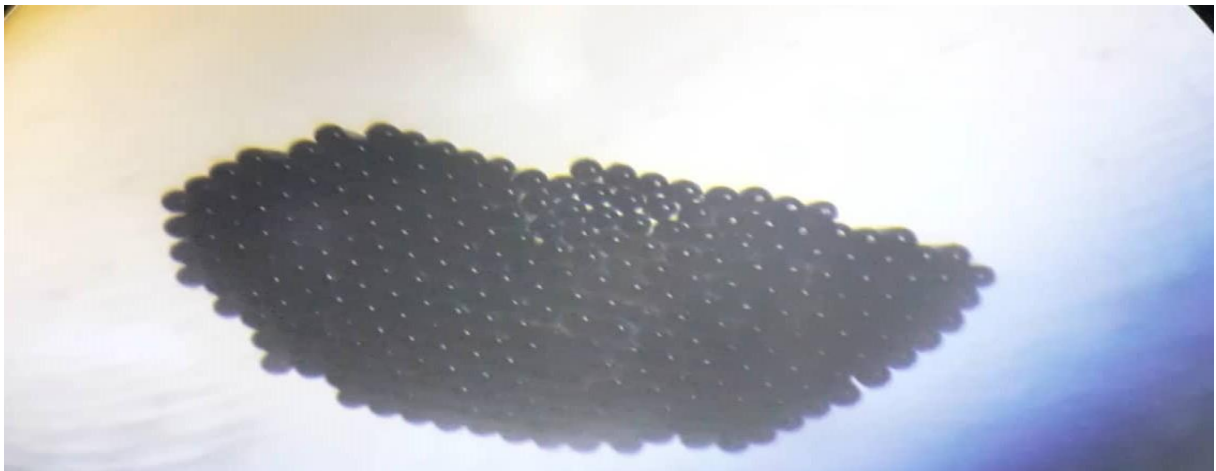


Figure 02: Nacelle d'œufs de *Cs longiareolata*

B. Larves

Les larves descendent rarement au fond du gîte sont caractérisées par des peignes siphonal avec des dents implantées irrégulièrement (figure 03) (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

Les larves de *Culiseta* se caractéristique par l'absence de pattes. Généralement on distingue quatre stades larvaires notés L₁, L₂, L₃, L₄ ; dont les trois premiers stades ne présentent pas des caractères taxinomiques précis, seule la larve du 4ème stade rend la dichotomie facile ; ces larves sont clairement constituées de trois parties : la tête, le thorax, l'abdomen (Aissaoui

et Moukher, 2020). Les larves du quatrième stade sont très utilisées dans ce domaine, vu la facilité de leur pêche et leur chétotaxie qui permet l'identification des espèces et des sous-espèces (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

Les larves de *Cs longiareolata* peuvent se développer dans des eaux dont le pH est compris entre 6 et 12. Les larves du quatrième stade ont une capacité légèrement supérieure à occuper et résister à l'eau à gradient de pH que larves de premier stade. Ils se développent une résistance aux environnements avec l'augmentation de leurs âges (Brahmi *et al.*, 2021).

Le corps est composé de 3 parties: la tête, le thorax et l'abdomen (Brahmi et Snoussi, 2021).



Figure 03: Dents du peigne siphonal (flèche) de *Culiseta longiareolata*. (Tine-Djebbar *et al.*, 2016)

- La tête

La tête des larves dégagée du thorax. Elle est formée de 3 plaques chitineuses unies par des sutures:

- Plaque dorso-médiane unique : le fronto –clypeus.
- Deux plaques latérales symétriques : les épïcrañiennes elle porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables, pour que la tête lui permet de se nourrir a la surface de l'eau, est capable d'effectuer une rotation de 180° autour de son axe (Aissaoui et Moukher, 2020).

- Le thorax

Suite au cou et sa forme est grossièrement quadrangulaire, il est formé de 3 segments soudés : le prothorax, le mésothorax, le métathorax .Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies dont les plus utilisées pour la diagnose (Aissaoui et Moukher, 2020).

- L'abdomen

Allongé subcylindrique, est composé des neufs segments individualisés dont le huitième possède un intérêt majeur en taxonomie, et où se détache le siphon respiratoire caractérisant la sous-famille des *Culicinae* (Aissaoui et Moukher, 2020).

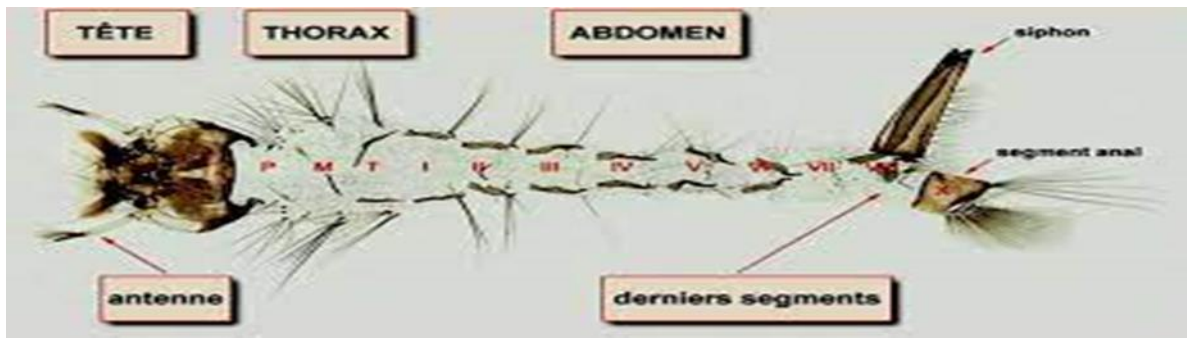


Figure 04 : Vue générale d'une exuvie larvaire (*Culicinae*) (Djabri et Lahmidi, 2021)

C. Nymphes

La nymphe ou pupa est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires (Messai et Touahria, 2021), aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), c'est un stade de transition, au métabolisme extrêmement actif, ne se nourrit pas. Au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (Ptersson, 1980).

La pupa formée de huit segments dont le huitième est pourvue de deux palettes natatoires (figure 05) alors que le neuvième est atrophié. Au niveau du céphalothorax se situent les ébauches des yeux et des différents appendices (les antennes, la trompe, les pattes, les ailes), deux trompettes respiratoires prothoraciques, de forme très variable, équivalents physiologiques du siphon respiratoires de la larve (Djabri et Lahmidi, 2021).

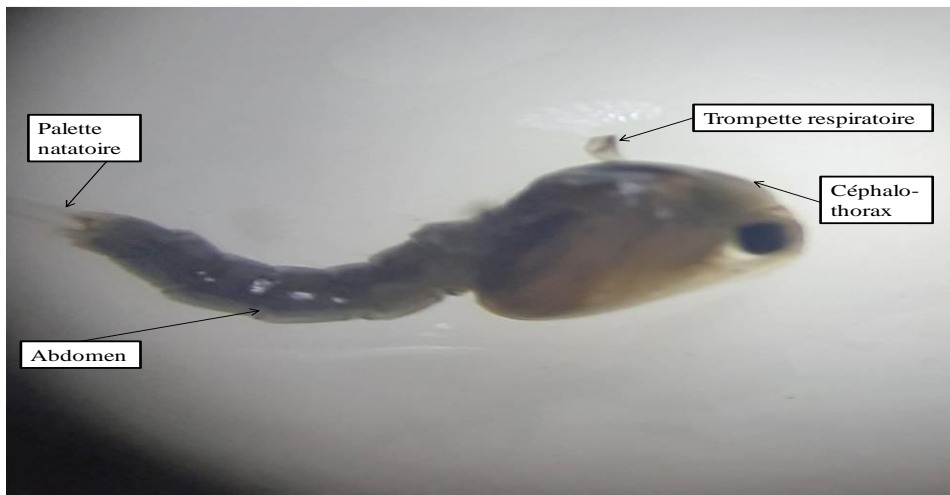


Figure 05 : Aspect général de Nymphe

D. Adultes

Toute l'année, les adultes sont présents avec un maximum de densité en automne et au printemps (Tine-Djebbar *et al.*, 2016). Chez l'adulte, au moins la présence d'une tache d'écailles sombres sur l'aile (figure 06), le thorax avec trois bandes blanches longitudinales (figure 07) (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

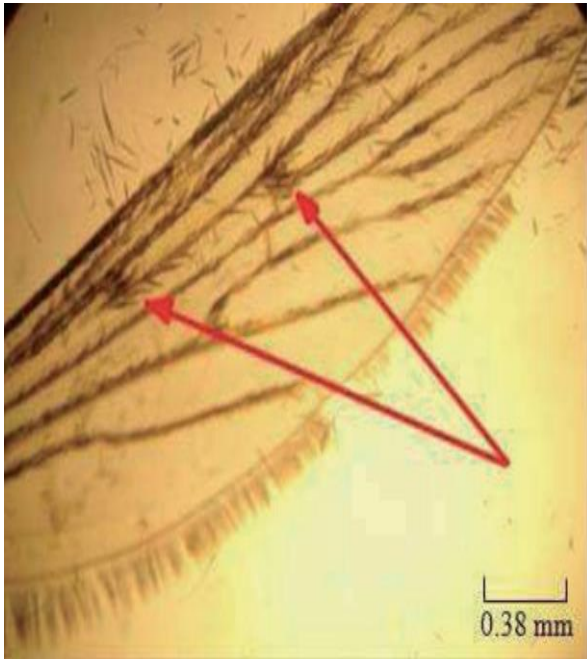


Figure 06 : Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

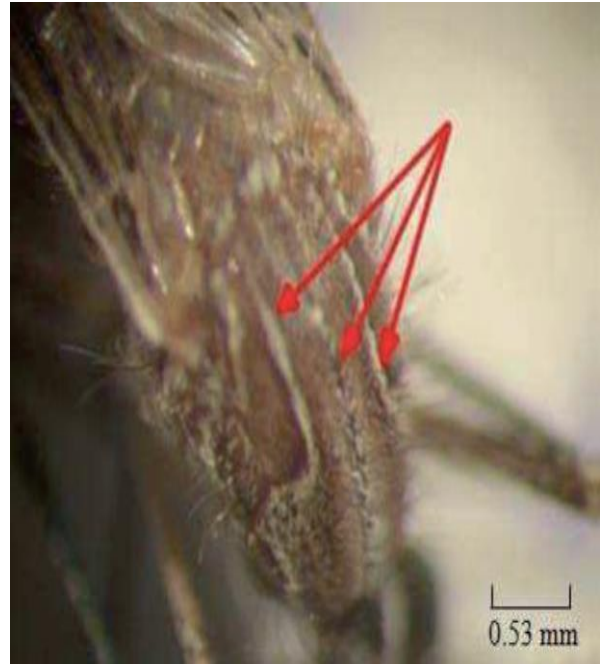


Figure 07 : Trois bandes blanches longitudinales (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

Le moustique adulte ou (imago) a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long. Globalement brun clair, avec des bandes antérieures claires sur les tergites abdominaux. L'exosquelette est composé de plaques rigides (sclérites) reliées entre elles par des membranes chitineuses minces. Chaque segment du corps (métamère) est un anneau formé par : Le tergite sclérite (dorsal), le sternite (ventral) et les pleurites (latéraux). Le corps est composé de 3 parties: la tête, le thorax et l'abdomen (Brahmi et Snoussi, 2021).

- La tête

La tête comprend deux yeux composés (figure 08), de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales, mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et sur la face ventrale. Deux antennes s'insèrent entre les yeux, constituées de 15 articles chez les mâles, 16 chez les femelles. Chez les mâles, elles portent de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses). Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins

nombreuses (antennes glabres). En dessous des antennes et de part et d'autre du proboscis se situent deux palpes maxillaires penta-articulés. Ils sont longs, dilatés ou non à leur extrémité, suivant le genre et le sexe. Les six pièces buccales, transformées en stylets vulnérants, se disposent dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe vulnérante. Le labium présente à son extrémité deux languettes mobiles appelées labelles (**Aissaoui et Moukher, 2020**).

- **Le thorax**

Globuleux, composé de trois segments soudés : prothorax, mésothorax et métathorax, dont chacun présente une partie dorsale (tergum) et une partie ventrale (sternum), les pièces latérales étant des pleurs. Sur chacun de ces segments s'insère une paire de pattes. Le mésothorax, très développé, porte en plus une paire d'ailes, une paire de stigmates et un prolongement appelé scutellum. Le métathorax porte une paire de stigmates et une paire de balanciers (ou haltères) (**Aissaoui et Moukher, 2020**).

- **Les pattes**

Trois paires de pattes longues et grêles, souvent marquées de bandes blanches près du corps ou à l'autre extrémité. Chaque patte se compose de cinq parties : le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia, le tarse lui-même composé de cinq articles, dont le dernier porte deux griffes (**Aissaoui et Moukher, 2020**).

- **Les ailes**

Les ailes des *Cs longiareolata*, comme chez tous les Diptères présentent des nervures costales bariolées, des écailles sombres et des écailles claires. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance de vol du moustique. Des écailles de formes, de couleurs et de dispositions variées, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (**figure10**) (**Aissaoui et Moukher, 2020**).

- **L'abdomen**

Il possède dix segments, mais les huit premiers sont les seuls différenciés et visibles extérieurement. Chacun d'eux présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale. Ces segments sont ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées. Les deux derniers segments sont modifiés pour les fonctions reproductrices (**Aissaoui et Moukher, 2020**).



Figure 08: Thorax de *Cs longiareolata*



Figure 09: La tête de *Cs longiareolata*



Figure 10: L'aile de *Cs longiareolata*



Figure 11: L'abdomen de *Cs longiareolata*

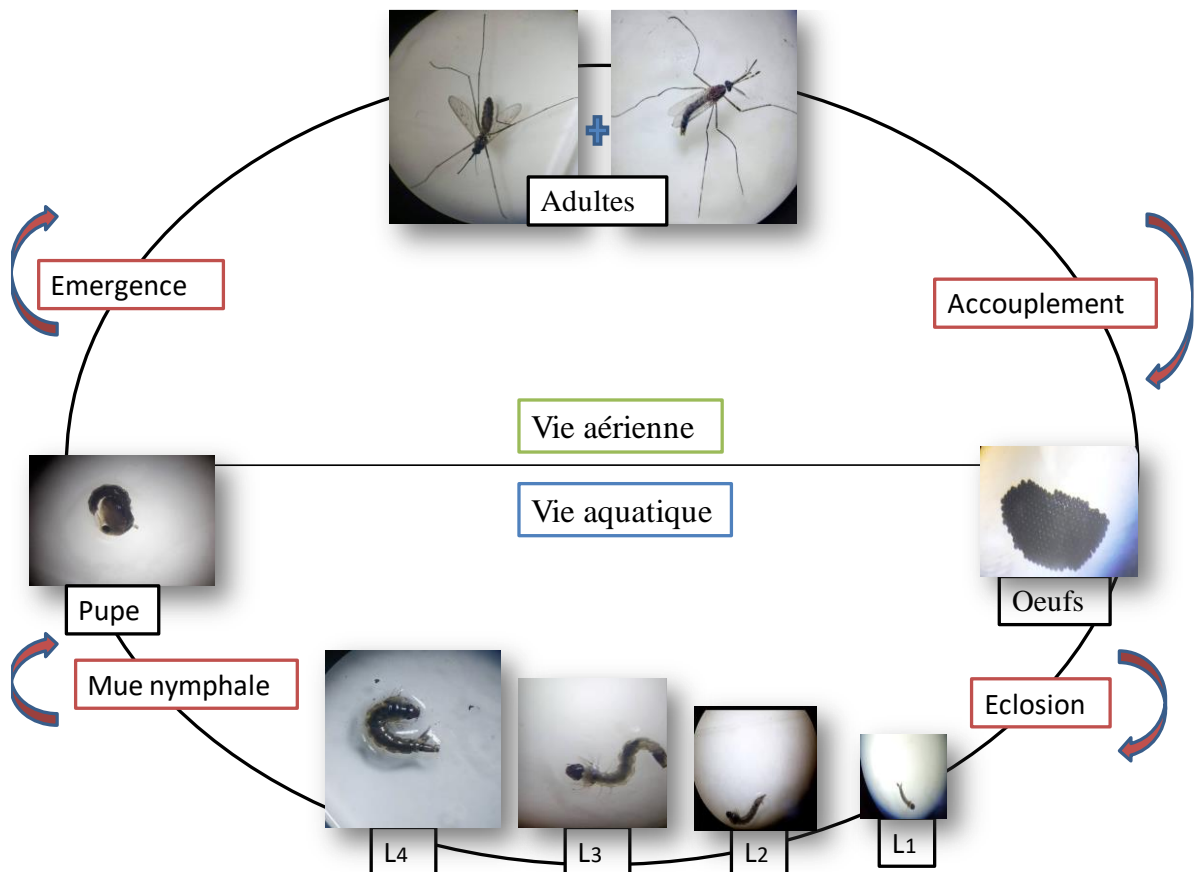


Figure 12: Cycle de développement du moustique

I.1.3. Présentation de la région d'étude

Les stations du site de Tébessa ville sont des milieux artificiels, la richesse spécifique de ces gîtes est relativement peu importante. Ils comprennent des stations dont les conditions sont défavorables aux installations fauniques *Culicidienne* diversifiée. Ces gîtes sont petites et dépourvues de végétation. L'eau de ces gîtes est généralement bien oxygénée et rarement polluée. Il semblerait que ce type de gîtes artificiels ne soit pas les habitats idéaux recherchés par les moustiques (Tine Djebbar *et al.*, 2016).

L'échantillonnage se fait en utilisant la méthode de coup de louche d'une capacité de 500millilitres. Cette technique consiste à plonger la louche dans l'eau puis la déplacer avec un mouvement uniforme en évitant les remous (Touati, 2019).

I.1.4. Elevage au laboratoire

Durant le printemps (mai) de 2022, la récolte des larves de moustiques a été conduite à Tébessa. Les larves de *Cs longiareolata* qui ont été collectés dans les gîtes sont conservés dans le laboratoire, où ils sont élevés au laboratoire dans des gobelets en plastique, contenant chacun 150ml d'eau déchlorurée et nourries avec du mélange biscuit 75% et levure 25% dans des conteneurs contenant une quantité d'eau (150mL).



Figure 13: Lieu de prélèvement d'Ouenza



Figure 14: Lieu de prélèvement de Tébessa



Figure 15: tri, comptage et séparation des larves

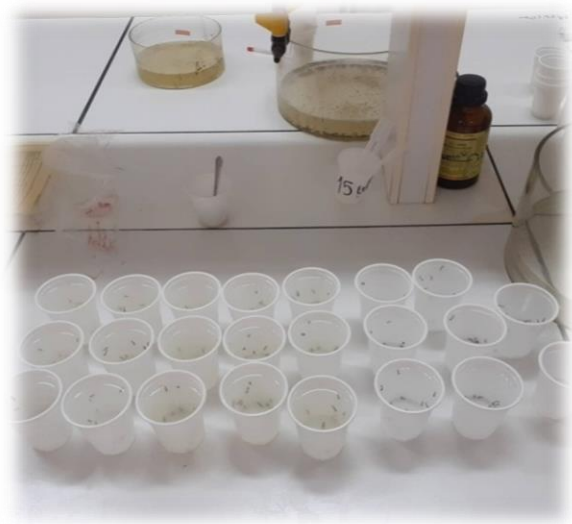


Figure 16: Elevage au laboratoire

I.1.5. Moyens de lutte contre les moustiques

I.1.5.1. La lutte physique

Cette méthode consiste à modifier le biotope de l'insecte en supprimant tous les facteurs favorables à son développement, Il s'appuie sur des mesures d'assainissement et d'aménagement urbain, notamment en éliminant les collectes d'eaux usées stagnantes ou du moins en les rendant inaccessibles aux adultes. et en même temps la prévention de l'apparition et la multiplication des gîtes. Une autre méthode de lutte physique complémentaire peut être employée : l'utilisation de billes de polystyrène dans les gîtes clos, ces billes entraînent la mort par asphyxie des larves (**Bouchair et al., 2021**).

I.1.5.2. La lutte chimique

À partir de la biologie du moustique, ce dernier on peut l'attaquer au stade imago dans l'air ou au stade larvaire dans l'eau. La lutte chimique anti- adulte, c'est une lutte aveugle et onéreuse donc souvent mise de côté dans les pays développés. Son emploi est généralement réservé à des cas bien précis et à de faibles étendues (**Aissaoui et Moukher, 2020**).

La lutte chimique anti-larvaire, cette méthode a des risques à la nature. Les insecticides chlorés tels que (DDT) considérés comme "sans dangers" pour le manipulateur, mais sont toxiques pour les composantes des biocénoses moustiques. Depuis 1964 on utilise des doses très faibles d'autres composés organiques sur les larves. Contrairement aux précédents, ils ne s'accumulent pas dans les sols, car totalement hydrolysés en quelques jours. Le Temephos utilisé en milieu rural est remplacé par un autre ester phosphoré, le Chloropyrifos. Il est nettement plus toxique que le Temephos mais a une stabilité plus grande en eau polluée.

L'installation et l'accroissement progressif de la résistance du moustique classes très différentes, font qu'il doit y techniques d'épandage (Aissaoui et Moukher, 2020).

I.1.5.3. La lutte biologique

On peut définir comme l'ensemble des moyens propres à freiner le développement des *Culicidés* en perturbant les processus de reproduction, en les exposant à l'action de prédateurs ou de parasites et aussi en modifiant leurs biotopes.

Lutte par utilisation de prédateurs larvaires (poissons, *Gambusia affinis*) et adultes, oiseaux.

La Lutte microbiologique, par l'utilisation des parasites conventionnels mais aussi les virus et les bactéries pathogènes des *Culicidés* comme *Bacillus thuringiensis* (Aissaoui et Moukher, 2020).

Le contrôle génétique, y compris le lâcher de mâles stériles (absence de fécondation des femelles hématophages) et la manipulation génétique des femelles (insertion de fragments d'ADN), rendent les moustiques inaptes à transmettre les maladies : donc la capacité vectorielle est réduite. Cependant, cette méthode est très coûteuse et est souvent mal vécue par la population locale, qui devient une source de nuisances graves (Bouchair *et al.*, 2021).

Lutte par l'utilisation des extraits végétaux, la menace d'espèces invasives de moustiques est croissante surtout après leurs acquisitions des résistances aux insecticides, le recours à de nouvelles approches telles que les bios insecticides et les formulations d'huiles essentielles ont progressivement été intégrés dans les programmes de lutte anti-vectorielle (Baba-aissa *et al.*, 2021). L'utilisation de biocides, une méthode importante dans la lutte anti-vectorielle. Mais la réduction du nombre de substances actives disponibles; la résistance aux principales familles d'insecticides et la nécessité de respecter au mieux l'environnement, justifient la mise en œuvre d'une réflexion approfondie sur l'utilisation de ces substances et la gestion des phénomènes de résistance chez les vecteurs (Baba-aissa *et al.*, 2021). Cette situation inquiétante a incité la communauté scientifique à chercher des alternatives durables qui respectent l'environnement et évite toute sorte de préjudice potentiel à la santé publique, avec cela l'appel à l'utilisation de nouvelles molécules naturelles dont l'efficacité est avérée s'impose les huiles essentielles représente une piste d'avenir et les recherches sur ce sujet sont nombreuses. Néanmoins, la grande majorité de ces études portaient sur les moustiques, que ce soit sur l'effet répulsif des huiles essentielles ou sur leur effet larvicide. En effet, certains constituants chimiques végétaux des huiles essentielles font des propriétés insecticides. Afin d'améliorer l'action des principes actifs et garantir la stabilité et l'efficacité de ces produits naturels; il est primordial de recourir à la formulation de ces huiles essentielles qui s'avèrent

une étape principale et absolue dans le domaine phytopharmaceutique (**Baba-aissa et al., 2021**).

I.2. Présentation de la plante

I.2.1. Généralité

Les plantes aromatiques et médicinales est une partie très importante dans l'histoire de l'évolution des civilisations partout dans le monde, selon l'histoire des peuples, ces plantes ont continuellement occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. L'extraction des huiles essentielles de ces ressources naturelles végétales c'est l'étape essentielle dans leurs valorisations. Ces huiles essentielles sont des produits à forte valeur ajoutée, utilisées dans les industries pharmaceutiques, agroalimentaires et cosmétiques.

Ces jours l'étude des activités biologiques et biotechnologiques des extraits de plantes aromatiques et médicinales sont d'un grand intérêt (**Bouzouita et al., 2008**).

Les végétaux sont à l'origine des substances naturelles qui a un excellent potentiel d'application contre les insectes et autres parasites des végétaux et le monde animal (**Bouzouita et al., 2008**).

I.2.2. Famille des Cupressacées

La famille Cupressaceae, des plantes gymnospermes contient approximativement 135 espèces d'arbres et d'arbustes et 19 genres, le genre comprend jusqu'à 25 espèces (**Rahmani, 2020**), c'est une famille constituer de deux sous-familles, se divisant chacune en trois, tribus, les Cupressoideae et les Callitroideae qui sont principalement et respectivement des hémisphères nord et sud. Elle comporte environ trente genres; les plus importants sont *Cupressus L.*, *Juniperus L* et *Callitris Vent*. Il comprend environ 60 espèces réparties dans l'hémisphère Nord (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Les Cupressacées une famille classé la troisième en importance parmi les conifères, Cependant à la plus large distribution. Seulement les Cupressacées, la famille qui est présente sur tous les continents habitables et présentes sur de nombreuses îles océaniques où les conifères se produisent naturellement ils sont répandues dans les deux hémisphères, principalement dans les climats froids à chaud-tempérés (**Rahmani, 2020**).

Cette famille joue plusieurs rôles écologiques essentiel contre la désertification où largement plantée comme brise-vent pour but protéger le sol contre l'érosion éolienne,

puisqu'elle est très résistante à la sécheresse. Dans la région méditerranéenne la famille Cupressaceae présente également des importances économiques et ornementales, le bois des arbres de *Cyprès* (Cupressaceae) présente des caractéristiques intéressantes de haute durabilité et de rectitude naturelle. Car il est destinée pour de nombreuses utilisations industries (**Rahmani, 2020**).

I.2.3. Le genre *Jupiers*

Le genre *Juniperus* L comprend environ 75 espèces, genre de la tribu des *Junipereae*, et la sous-famille des Cupressoideae, Le *Juniperus* est divisé en trois sections *Caryocedrus* (une espèce : *J. drupacea* L abille) ; *Oxycedrus* (neuf ou dix espèces) ; et *Sabina* (environs 50 espèces). C'est un arbre ou arbrisseau qui peut avoir cinq à dix mètres de hauteur à feuilles persistantes, étroites linéaires, épineuses se ressemble à des aiguilles. Ses fleurs donnent des fruits improprement qualifiés de baies globuleuses et charnues (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.2.4. *Juniperus phoenicea*

Le terme latin '*Juniperus*', est étymologiquement peu clair. D'une part, la première hypothèse prescrire qu'il ferait relatif au mot celtique Gen « buisson », et Prus « âcre ». D'autre part, la seconde révélerait que ce nom se composerait des mots latins Junior « plus jeune » et Parère « apparaître ». Selon la tradition chrétienne (**Latreche Douar, 2019**).

Juniperus phoenicea (*J. phoenicea*) appartenant à la famille des Cupressacées, un arbre sauvage couramment utilisé pour le traitement de plusieurs troubles (**Zouari Bouassida et al., 2018**), et connu sous le nom de "*Araar*" (**Zouari Bouassida et al., 2018**). *J. phoenicea* est un arbrisseau touffu ou un arbuste sa hauteur environ 1 à 3 m, mais pouvant atteindre jusqu'à 8 à 10 mètres, c'est une espèce monoïque, assez rarement dioïque à feuillage persistant et aromatique ; fleurit en hiver et fructifie à la fin de l'été l'année suivante (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.2.5. Usages traditionnels et médicaux

L'utilisation en médecine traditionnelle de *Juniperus phoenicea* ou *Genévrier rouge* est basé sur leurs rameaux, feuilles et fruits. Leurs composés chimiques incorporés dans des préparations pharmaceutiques d'usage spécialement antiseptique attribué à la présence d'huiles essentielles. Les cônes et les rameaux, mais en particulier les préparations en infusion des jeunes pousses ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs. L'utilisation des feuilles de *J. phoenicea* sous forme de décoction contre le diabète, la diarrhée et le rhumatisme, et la poudre des fruits séchés peuvent guérir les ulcérations de la peau et les

abcès de part et d'autre du bassin méditerranéen. Plusieurs travaux ont étudié la composition chimique de l'huile essentielle du *Genévrier rouge*, telles que le Portugal, l'Espagne, la Corse, la Grèce, la Tunisie, l'Égypte et l'Arabie saoudite (**Mansouri et al., 2011**).

L'utilisation de *J. phoenicea* dans la médecine populaire algérienne, est basée sur ses feuilles qui sont utilisées sous forme de décoction comme un traitement naturelle de diabète, la diarrhée et les rhumatismes. En outre l'utilisation de mélange des feuilles et des baies de cette plante comme agent hypoglycémique oral, d'une autre part les feuilles sont utilisées contre les maladies broncho-pulmonaires (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.2.6. Taxonomie

La classification de *Juniperus phoenicea* est la suivante :

Tableau 02: La classification de *Juniperus phoenicea* (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Embranchement	Spermatophytes
Sous Embranchement	Gymnospermes
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Cupessaceae
Genre	<i>Juniperus L</i>
Espèce	<i>Juniperus phonique</i>

I.2.7. Répartition géographique

Le genre *Juniperus* est d'origine américaine, asiatique, africaine et européenne compte un grand nombre d'espèces (environ soixante) avec des variétés rigides avec aiguilles épineuses et variétés .Flexible avec des feuilles écailleuses (**Mansouri et al., 2011**).

J. phoenicea est un complexe d'espèces, d'origine des régions méditerranéennes et macaronésiennes. Phylogénétiquement, c'est une espèce ancienne qui s'est développée à partir d'un taxon ancestral de la Section Sabina Spach, genre *Juniperus L*. Le complexe *J. phoenicea* constituer de trois espèces : *J. phoenicea L. sensu stricto* (S.S. *J. Turbinata Gus.*, et *J. canariensis*). La différence entre les espèces c'est en termes de génétique, de biochimie, de caractères morphologiques des cônes et des graines et de phénologie. Les trois espèces de *J.*

phoenicea sont de petits arbres ou de grands arbustes. Comme presque tous les *Genévriers*, ils sont exigeants en lumière, modérément thermophiles et relativement résistants à la sécheresse. Ces trois espèces manifestent quelquefois une nature pionnière (Salvà-Catarineu *et al.*, 2021).

Le *Genévrier rouge* (*Genévrier de phénicie*) se répartit entre les formations forestières et préforestières à chêne vert et les formations de steppes de basse altitude. Ce qui confère au *J. phoenicea* un rôle écologique considérable, donc il se comporte comme un élément de forte résistance à l'érosion éolienne et à la pression anthropique, par la couleur rouge de ses fruits, et son port ramifié et moins puissant, et l'aspect touffu de ses rameaux cylindriques aussi, par son absence de la haute montagne aux altitudes supérieures à 2 200 mètres on peut distinguer *J. phoenicea* des autres *genévriers* (Mansouri *et al.*, 2011).

En Algérie *J. phoenicea*, occupe les dunes maritimes en Oriane, les montagnes les plus sèches où il constitue des matorrals dans les Aurès et l'Atlas saharien. On outre, a estimé la superficie occupée par *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* à 290 000 ha ; tandis que, la superficie de ces deux espèces n'est que de 17. 504 ha, donc ces informations confirme les propos de certains auteurs assurant que certaines espèces de cette essence sont dans un stade ultime de dégradation (Bousbia et Souaci, 2021).

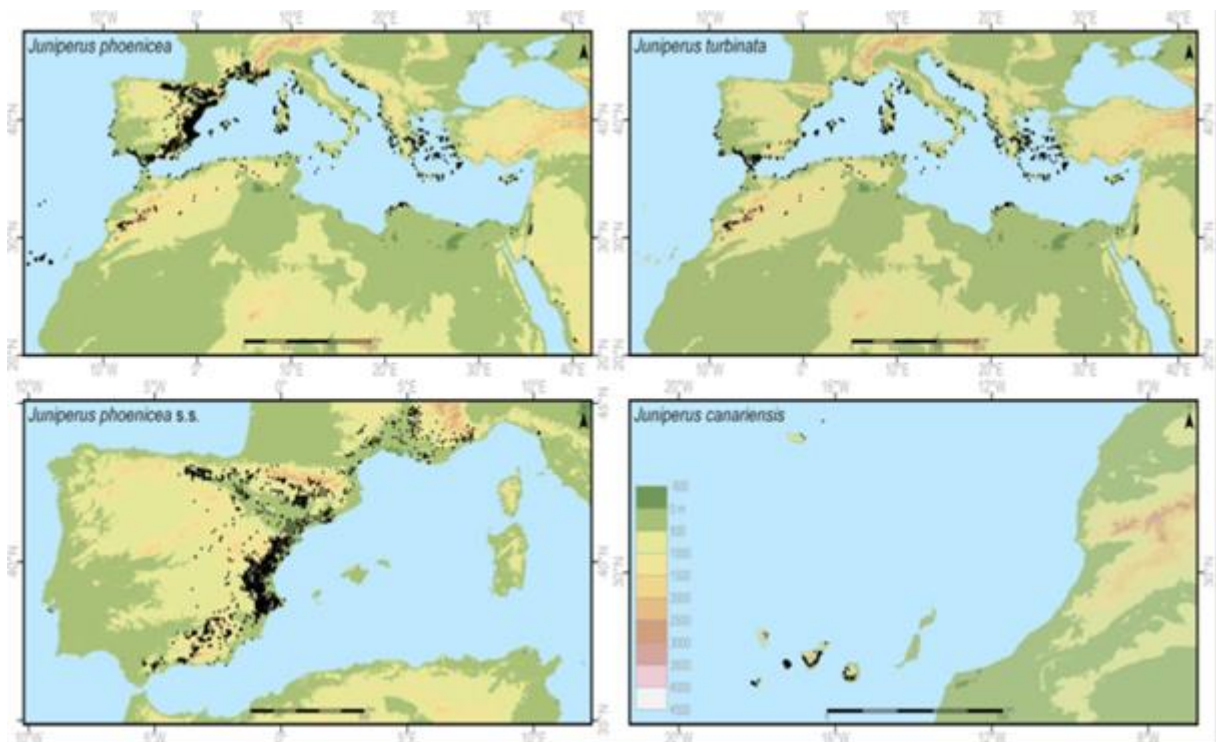


Figure 17 : Répartition géographique de la *Juniperus phoenicea* complexes (Salvà-Catarineu *et al.*, 2021)

I.2.8. Description botanique

J. phoenicea « Arâar », Arbuste de hauteur environ 8m avec des rameaux brun rougeâtre écailleux ; et des bourgeons nus, et ramules cylindriques.

Les feuilles de la *J. phoenicea*, sont de couleur gris vert, aromatique, persistant non piquant, glauque pourvu sur le revers de deux bandes de stomates plus foncées que la partie médiane. Presque toutes ont de squame formes, des très petites et courtes écailles et des bords cartilagineux finement denticulés, serrées contre les rameaux, le plus souvent imbriquées sur 4 ou 6 rangs.

La Floraison est toujours à la fin de l'hiver au printemps (Février-Avril).

Les fleurs mâles sont groupées en chatons d'écailles portant des sacs polliniques sur leur face inférieure, tandis que les fleurs femelles sont groupées dans un cône contenant les ovules, donc *J. phoenicea* c'est une espèce dioïque.

Les fruits gros de 10 à 15 mm de diamètre et de forme globuleux, de couleur rougeâtres et luisants à maturité (sont des fruits toxiques, réservée seulement à l'usage externe), sa prend deux ans pour mûrir. Un kilogramme de cônes donne 5000 graines.

Le tronc de cette espèce est droit, l'écorce de couleur brun rougeâtre avec un profond système racinaire. Gris brun, étalée dressé.



Figure 18: Branches et feuilles de la plante *J. phoenicea*

Plante: Dioïque, rarement monoïque.

Longévité: Jusqu'à 1000 ans. (Très lente Croissance).

Morphologie: Arbres de petite taille, torsadés, souvent avec une grande quantité de branches mortes et parfois avec une morphologie inversée, tronc vers le bas, racines vers le haut. (Mandin, 2006).

Vitesse de croissance: extrêmement lente. Les cernes les plus larges que nous avons mesurés font 0,5 mm et les plus fins 0,02 mm pour seulement 2 couches de cellules. (Mandin, 2006).

Âge: parfois très élevé. Nous avons trouvé plusieurs individus âgés de 1000 à 1500 ans. (Mandin, 2006).

Habitat: Régions méditerranéennes, littorales, collines et basses montagnes sèches et ensoleillées (c'est une espèce héliophile). Une plante Peu exigeant, s'accroche parfois aux roches et abrupte et même peut se développer dans les fissures des roches (Bousbia et Souaci, 2021).

I.2.9. Nomenclature de la plante

Ils existent plusieurs noms utilisés à fin de désigner le *Juniperus phoenicea* notamment: Araâr (en Arabe), *Genévrier rouge*, *Genévrier de Lycie*, *Junipero*, *Sabino*, *Enebro* et *Tascate* (en Mexique), *Cade endormi*. Les provençaux l'appellent « *Morven* » ou *Genévrier à fruits rouges*. (Ayad et Aymen, 2021).

I.2.10. Compositions chimiques

Au total, 63 composés ont été identifiés dans les feuilles fraîches, 46 dans les feuilles séchées et 78 composés dans les baies, représentant 98,1%, 98,3% et 96,4% respectivement du l'huile total. L'HE de *J. phoenicea* est principalement composé d'hydrocarbures monoterpéniques (Abdelli et al., 2018).

Tableau 03: Compositions chimiques de L'HE de *J. phoenicea* (Abdelli *et al.*, 2018)

Les composants trouvés dans les feuilles fraîches et séchées du <i>J. phoenicea</i>	Les composants trouvés Dans l'huile de baies du <i>J. phoenicea</i>
le β -phellandrène (43,9 - 44,9 %)	l' α -pinène (43,7 %)
l' α -pinène (25,1 - 20,3%)	p-cymène (5,8%)
myrcène (8,5 - 8,2%)	β -phellandrène (4,6%)
α -phellandrène (4,7 - 4,5%)	l' α -terpinéol (4,3 %)
p-cymène (2,7 - 3,0%)	α -campholénal (4,0 %)
limonène (2,3 - 2,5%).	

Les différents publications rapportent que les HE de feuilles et de baies de *J. phoenicea* de bassin Méditerranée ont été caractérisés par l' α -pinène, mais les études réalisées sur *J. phoenicea* var. *Turbinata* cultivé dans la région de Tarifa (Espagne), Crotone (Italie) et Portugal, a déclaré la présence de β -phellandrène en teneur plus élevée que l' α -pinène dans la feuille (Abdelli *et al.*, 2018).

Plusieurs facteurs tels que, la zone géographique de collecte, le climat, la saison, le stockage conditions, partie de la plante étudiée et stade de développement peuvent être l'origine des différents résultats de la teneur en HE (Abdelli *et al.*, 2018).

I.2.11. Activités biologiques

L'Huile Essentielle des feuilles et des baies du *J. phoenicea* présentent plusieurs fonctions biologiques pouvant agir comme antiseptique, antibactérien, antifongique, antioxydant agent cytotoxique contre les lignées cellulaires (Abdelli *et al.*, 2018).

I.2.11.1. L'activité antioxydant

Les résultats des recherches sur l'activité antioxydant de l'huile essentielle de *Genévrier rouge* ont montré qu'il se caractérisait par une forte activité antiradicalaire par rapport à celle du contrôle positif BHT. De plus, la capacité de réduction des ions ferriques par l'huile essentielle de *Genévrier rouge* était également forte par rapport au témoin positif vitamine C (Aouadi *et al.*, 2021).

I.2.11.2. Activité antibactérienne

Plusieurs études ont été menées sur le pouvoir antibactérienne de *J. phoenicea*. (**Bousbia et Souaci, 2021**). Les huiles essentielles de plusieurs *Juniperus* espèces étaient connues pour présenter une activité antimicrobienne contre divers micro-organismes. *E. Coli* était la souche la plus sensible testée pour l'huile essentielle de *Genévrier phoenicea* avec la plus forte zone d'inhibition (34 mm), alors que les zones d'inhibition de 24 mm ont été mesurées pour *S. aureus* (**Aouadi et al., 2021**).

Tableau 04: Activité antibactérienne de *J. phoenicea* (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Régions	Souches utilisées	Zones d'inhibition
Maroc	<i>Escherichia coli</i>	8.30
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	21
	<i>Staphylococcus aureus</i>	18
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	15.50
Libye	<i>Bacillus subtilis</i>	11
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	12

I.2.11.3. Activité antifongique

Tableau 05: Activité antifongique de *Juniperus phoenicea* (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Régions	Souches utilisées	Zones d'inhibition
Algérie	<i>Fusarium culmorum</i>	20.5
	<i>Fusarium graminearum</i>	6.19
Algérie	<i>Aspergillus flavus</i>	40.6
	<i>Fusarium-oxysporum</i>	47.1
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	0

I.2.11.4 L'activité vermifuge

Huile essentielle contre le parasite hématophage *H. contortus*. Les résultats ont montré que l'huile essentielle de *Genévrier rouge* présentait un effet vermifuge significatif en termes d'inhibition des œufs à couvrir à la concentration de 1mg/ml (**Aouadi et al., 2021**).

α -pinène, le composant volatile de *Juniperus phoenicea* a fait l'objet d'enquêtes antérieures liées à son activité antiprotozoaire contre le promastigote de *Leishmania amazonensis* avec une faible toxicité effet sur les *érythrocytes humains* et les *macrophages murins* signalant ses avantages biologiques dans le contrôle les maladies parasitaires (Aouadi *et al.*, 2021).

I.2.12. Activités biologiques des composés phénoliques

D'après les chercheurs dans ce domaine, l'effet protecteur des fruits et légumes à l'égard des maladies de civilisation comme les maladies cardiovasculaires, et diabète... seraient par ailleurs liés à la présence de très plusieurs polyphénols, vitamines et acides phénoliques, présents dans ces aliments (Bousbia et Souaci, 2021).

Tableau 06: Activités biologiques des composés phénoliques (Bousbia et Souaci, 2021).

Polyphénols	Activités
Acides phénols (cinnamique et benzoïque)	Antibactériens, Antifongiques, Antioxydants
Coumarines	Vasoprotectrices et antioedémateuses
Flavonoïdes	Antitumorales, Anticarcinogènes Anti-inflammatoires, Hypotenseurs et diurétiques, Antioxydants
Anthocyanes	Protection des veines et Capillaires
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydants, Antitumorales, Antifongiques et Anti-inflammatoires
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydants

I.2.13. Autres bioactivité

J. phoenicea, une plante présente nombreuses activités biologiques : anti-inflammatoire, antiviral, expectorant, sédatif, herbicide, insectifuge, et aromatisant (Bousbia et Souaci, 2021). D'autre part, Les résultats de l'étude de (al Groshi *et al.*, 2019) suggèrent que la cytotoxique observée avec les extraits et fractions les moins polaires des feuilles de *J. phoenicea* a été apporté par divers lignanes et terpènes cytotoxiques, alors que activité cytotoxique révélée dans l'extrait MeOH plus polaire et fractions était due à la présence de biflavonoïdes cytotoxiques. La cupressoflavone 1 a révélé un degré élevé de sélectivité vis-à-vis des cellules cancéreuses de la prostate, ce qui pourrait suggérer que ce composé pourrait

être un candidat idéal pour poursuivre les études pour but le développer en tant que potentiel agent thérapeutique anticancéreux (Al Groshi *et al.*, 2019).

I.2.14. Toxicité de la plante

La revue internationale de toxicologie (2001) a publié sur l'extrait *Juniperus phoenicea*, un des nombreux extraits de *Genévrier* utilisés comme additifs biologiques dans les produits cosmétiques. Le sabinol présent dans la plante est un irritant puissant et cause des troubles digestifs, neurologiques, cardio-respiratoires et hépatorénaux. Elle provoque une irritation gastro-intestinale violente, de même par voie sous cutané les extraits du *Genévrier* sont très irritants puisqu'ils induisent la formation d'une escarre au point d'injection ainsi qu'une importante inflammation locale (Ayad et Aymen, 2021).

Der Marderosian et Beutler (2004) ont constaté que les *Genévriers* ont des effets allergiques indésirables chez l'espèce humaine. Ceux-ci comprennent l'allergie professionnelle affectant la peau et des voies respiratoires par une sensibilité au pollen de *Genévrier*. D'autre part, le 1-terpinène-4-ol de l'huile essentielle de *Genévrier* a un effet irritant du rein. De plus, l'huile peut provoquer une irritation gastrique et peut provoquer la diarrhée. Par conséquent, son utilisation est limitée à de faibles concentrations (moins de 0,01%). Ils rapportent aussi que l'administration orale de *Genévrier oxycedrus* à une dose de 8014 mg /kg est létale pour le rat (Ayad et Aymen, 2021).

I.3. Présentation des huiles essentielles

I.3.1. Historique

Les huiles essentielles sont à l'origine des extraits des plantes. Ces huiles préserve l'arôme et la saveur de la plante et sont appelées "essence" ou "esprit", et ce qui donnent à chaque huile essentielle son essence distincte sont les composés aromatiques uniques à chaque huile (Bousbia et Souaci, 2021). Les huiles essentielles (HE), des substances naturelles existant depuis l'antiquité, environ 4000 ans avant Jésus Christ on en trouve la trace en Egypte, Au 16^{ème} siècle, et pour but d'étudier l'extraction de l'« âme » des végétaux, et grâce à le médecin Suisse Paracelse à laquelle on donnera le nom d'« esprit d'essence », en suite d'« huile essentielle ». 175 HE différentes ont été produites Pendant le 17^{ème} siècle, En 1866 et pour la première fois, Kekule utilisa l'expression « terpène » indiquant la classe des composés les plus répandus dans les huiles essentielles. « La règle isoprénique » a été détecté en 1877 par Otto Wallach, tandis que Léopold Ruzicka a mis en évidence les « polyterpènes », composants majeur des essences (Latreche Douar, 2019).

La réalisation du premier appareil industriel permettant d'extraire le parfum avec récupération du solvant c'était En 1879 par Louis Poure. En 1885, débute l'ère chimique et c'est exactement depuis cette époque que les humains des nations occidentales commencèrent à absorber dans leur régime alimentaire des additifs. Depuis l'apparition de la chimie organique à la fin du 19ème siècle, Les essences livrent petit à petit leurs secrets. Et ce n'est qu'au début du 20ème siècle que les propriétés thérapeutiques des huiles essentielles ont fait l'objet de recherches scientifiques (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.2. Définition

L'HE c'est un mélange de composés lipophiles, volatils et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés, leurs extractions à partir des plantes se fait grâce à des procédés physiques, et est responsables de l'odeur caractéristique de la plante (**Latreche Douar, 2019**). La richesse en essences des végétaux se trouvent surtout chez les *Conifères*, *Myrtacées*, *Labiées*, *Ombellifères*, *Rutacées* et dans les différents organes de la plante (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Elles se différent des huiles végétales, car ne contiennent pas de corps gras. Il s'agit de la sécrétion naturelle élaborée par le végétal. « Huile » un terme qui s'explique la propriété que présentent les composés d'une HE, à savoir leur capacité à se solubiliser dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum et à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.3. Propriétés organoleptique et physico-chimique

- les HE, sont généralement liquides et volatiles à température ambiante ; et rarement colorées (**Latreche Douar, 2019**). Habituellement incolores ou jaune pâle (**Bousbia et Souaci, 2021**), avec densité généralement inférieure à celle de l'eau (sauf exception pour les HE de *clou de Girofle*, de *Sassafras*, et de *Cannelle*) (**Latreche Douar, 2019**).
- elles sont solubles dans la plupart des solvants organiques, elles sont aussi liposolubles mais peu soluble dans l'eau ; elles sont douées d'un pouvoir rotatoire. et également, les HE n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes ; mais ont un point d'ébullition qui varie de 160°C à 240°C ; sont stables à température ambiante et dans de bonnes conditions de stockage (**Latreche Douar, 2019**).
- sont extrêmement sensibles à l'oxydation. Elles ont tendance à se polymérisées en donnant lieu à la formation de produits résineux ce qui induit à la perte de ses propriétés. (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.3.4. Classification des huiles essentielles

Pour classer les huiles essentielles (HE s), On distingue deux critères :

❖ classification selon la composition chimique :

- Les HE s hydrocarburées qui sont les plus vaste.
- Les HE s oxygénés qui présente toutes les HE s solides.
- Les HE s sulfurés retrouvés chez les *liliacées* et les *Brassicales*.

❖ classification repose sur la couleur de l'huile et comprend quatre classes :

- Les incolores qui sont dépourvues de résine et d'azulène
- Les jaunes qui inclure des résines
- Les bleues qui englober de l'azulène
- Les jaune- vert et vert- brun qui contiennent essentiellement de l'azulène, mais encore d'autres colorants (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.3.5. Les procédé d'obtention

Les procédés d'obtention des HEs varient, et ça dépend de la plante. Selon la pharmacopée et l'AFNOR, nombreuses types de fabrication sont à distinguer :

▪ Huiles essentielles obtenues sans changement significatif de leur nature

- Huiles essentielles obtenues à froid (exemple des agrumes : dans le procédé classique, on exerce sous un courant d'eau une action abrasive de la surface du fruit et après élimination des déchets solides, l'huile est séparée de la phase aqueuse par centrifugation).
- Huiles essentielles de jus de fruit, obtenues pendant la concentration ou traitement rapide à haute température (exemple flash pasteurisation).

▪ Huiles essentielles obtenues avec changements significatifs de leur nature

- Huile essentielle « déterpénée » (les hydrocarbures monos terpéniques sont éliminés partiellement ou totalement).
- Huile essentielle « des sesquiterpènes » (hydrocarbures mono-et di terpénique éliminés partiellement ou totalement).

- Huile essentielle privée de «x » (huile essentielle de laquelle un constituant « x » a été éliminé. Exemple : huile essentielle de *Bergamote* privée de *Bergaptène*) (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.3.6. Composition chimique

Les HE sont des mélanges complexes et variables de constituants (**Latreche Douar, 2019**), plusieurs travaux scientifiques ont participé à mettre en évidence cette composition chimique (**Bousbia et Souaci, 2021**). Qui appartient de façon quasi exclusive au groupe des terpénoïdes et au groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. La majorité des composés chimiques des HE sont des hydrocarbures monoterpéniques acycliques ou cycliques, des aldéhydes et des alcools monoterpéniques, des cétones et des époxydes monoterpéniques. On rencontre aussi des alcools, des cétones et des époxydes sesquiterpéniques. En parallèle à ces terpènes des dérivés du phénylpropane peuvent aussi se présenter et être accompagnés de leurs produits de dégradation. Une partie des composants alcooliques et phénoliques peut être estérifiée avec des acides. Ces esters généralement ne soient présents qu'en faible quantité, ce sont souvent eux qui déterminent la finesse caractéristique de l'odeur d'une HE (**Latreche Douar, 2019**).

- Les terpènes

Les composés terpéniques, généralement les plus volatiles dont la masse moléculaire n'est pas élevée. Ces constituants proviennent de l'isoprène répondant à la formule générale $(C_5H_8)_n$, ils sont nommés isoprénoides ou terpénoïdes. La signification du terme «terpénoïde» c'est l'ensemble des terpènes oxygénés, alors que le terme « terpène » ne tient pas compte de la présence d'oxygène. Ainsi, on distingue selon le nombre de carbone : les monoterpènes (C_{10}), les sesquiterpènes (C_{15}), et moins fréquemment les diterpènes (C_{20}), les triterpènes (C_{30}) et les tétraterpènes (C_{40}). Certains composés terpéniques peuvent être toxiques, répulsives ou attractifs pour d'autres organismes, d'où leurs rôles dans les interactions entre les plantes et animaux (**Bousbia et Souaci, 2021**).

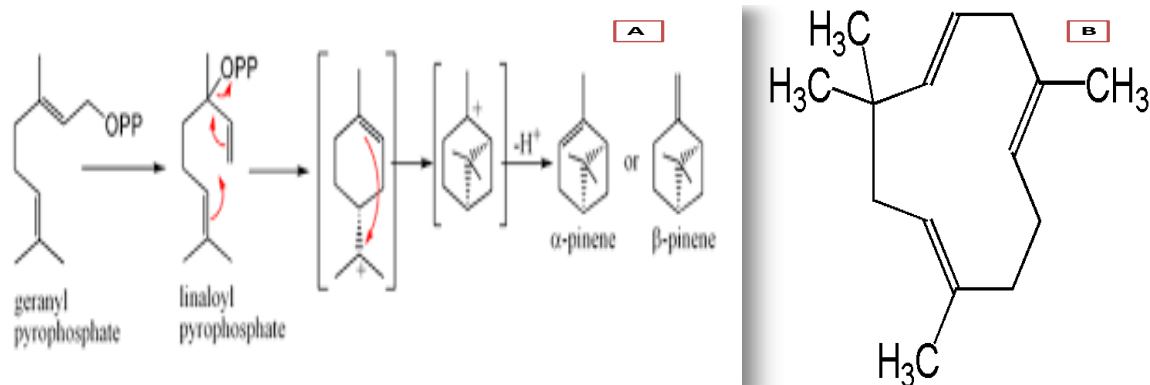


Figure 19 : Structures des Composés terpéniques (A: monoterpènes, B: sesquiterpènes) (Bousbia et Souaci, 2021)

- Monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C_5H_8), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciale (Dris, 2018).

- Sesquiterpènes

L'allongement de la chaîne des sesquiterpènes c'est l'origine d'amplification du nombre des cyclisations, plus d'une centaine de squelettes différents ont été décrits. Il existe également des sesquiterpènes avec des fonctions chimiques caractéristiques : alcool (farnésol, carotol), carbures (β -caryophyllène), cétones, ester (Bousbia et Souaci, 2021).

• Composés aromatiques HE

Les composés phénoliques (dérivés du phénylpropane (C_6-C_3)), s'agissant le plus fréquemment d'allyl ou propénylphénols, et ou aldéhydes. Le début de biosynthèse par voie phénylpropanoïdes, par des aromatiques qui sont la phénylalanine et la tyrosine, généralement ils sont caractérisés par la existence d'un groupement hydroxyle fixé à un cycle phényle. Également, la synthèse de ces constituants requis une série d'acides dont l'acide shikimique et l'acide cinnamique. Les phénylpropanoïdes sont moins répondus dans l'HE que les terpènes, cependant elles sont caractéristiques dans certaines huiles essentielles d'*Apiaceae* (Anis, Fenouil, Cannelles Eugénol, Myristicine, Asarones, Cinnamaldéhyde) (Bousbia et Souaci, 2021).

- **Les composés d'origine diverse**

Divers composés aliphatiques peuvent inclure dans Les HE, communément de faible masse moléculaires et entraînaibles lors de l'hydrodistillation, même que les acides (C₃ – C₁₀), les aldéhydes, les esters acycliques et les lactones (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.7. Facteurs de variation de la composition chimique

La composition des HEs, est très fluctuante. De profondes modifications peuvent ainsi se produire lors de la récolte, du séchage et du stockage ou lors de l'extraction et du conditionnement des HE.

- ✚ l'origine géographique de la plante : la composition d'une HE varie avec le terroir et le Climat. Une même plante suivant son biotope donne des chémotypes différents.

- ✚ la partie de la plante : l'HE n'a pas la même composition si elle provient de la plante entière, des fleurs, des racines ou des graines.

- ✚ la récolte : influe également sur la qualité des HE, la météorologie au moment de la récolte, l'heure de la récolte et la période de végétation.

- ✚ le type de culture (sauvages ou cultivées) et l'utilisation des pesticides et des désherbants.

- ✚ le procédé d'extraction (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.8. Utilisation des huiles essentielles

I.3.8.1. En industrie agroalimentaire

L'utilisation des HEs généralement comme agents naturels aromatisants et de conservation, due à la présence de composées ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydants. D'autre part Les HE peuvent être utilisées pour fournir de la saveur et un arôme raffiné aux cafés, thés, boissons, pâtisseries (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.8.2. En pharmacie

- **Huile essentielles inscrites à la pharmacopée**

C'est un recueil de normes officielles obligé qui utilise des démarche analytiques performant, permettant d'assurer l'identité, de vérifier la pureté, de doser la concentration en constituants actifs et d'étudier la stabilité de la drogue.

- **Utilisation pharmacologique**

Une utilisation médicinale des huiles essentielles grâce à Leurs propriétés pharmacologiques.

Un pouvoir antiseptique

Contre des bactéries variées ainsi que des champignons et levures.

Des propriétés spasmolytiques et sédatives

Quelques drogues à huiles essentielles (*Menthe, Verveine*) sont réputée efficaces pour diminuer les spasmes gastro-intestinaux. L'amélioration de certaines insomnies et de troubles psychosomatiques divers est également notée.

I.3.8.3. En parfumerie

La cosmétologie et le secteur des produits d'hygiène sont aussi consommateurs, C'est le principal débouché des huiles essentielles. Malgré le cout élevé des produits naturels conduit à privilégier parfois les produits synthétiques. Elles sont intégrées dans des analgésiques pour la peau, les produits solaires ainsi que de nombreux produit d'ambiance comme les liquides pour pots-pourris.

I.3.8.4. Dans diverses industries.

Ce sont surtout des industries chimiques qui utilisent des isolats (substances pures isolée des huiles essentielles comme matières premières pour la synthèse de principes actifs médicamenteux, de vitamines, de substances odorantes, etc...) (**Bousbia et Souaci, 2021**).

I.3.9. Toxicité des huiles essentielles

I.3.9.1. Toxicité par ingestion

Les scientifiques se basent sur la composition des HE et les toxicités relatives des familles biochimiques auxquelles elles appartiennent. Les molécules aromatiques présentes étant très puissantes, selon la catégorie et la quantité absorbée, une ingestion peut générer une toxicité élevée et même la mort. Les HE neurotoxiques sont celles contenant des cétones qui induisent des crises épileptiques et tétaniformes, des troubles psychiques et sensoriels graves (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.9.2. Toxicité dermique

Normalement Tous les travaux précédent qui traitant des HE donnent des concentrations maximales. Le *Thym*, *l'Origan* et la *Sarriette* sont connus pour leur pouvoir irritant, *l'Angélique* et la *Bergamote* sont photo sensibilisantes, la *Cannelle* est dérmocaustique et allergisante pour les peaux sensibles (**Latreche Douar, 2019**).

I.3.9.3. Toxicité sur les cellules animales ou humaines

On prend comme des exemples, Les HE de *Thym* et de *Lavande* sont cytotoxiques pour les cellules du *Hamster chinois*. D'autre part des recherches sur Les HE de différentes variétés d'*Origan* ont montré une forte cytotoxicité sur des cellules humaines dérivées de cancers (Latreche Douar, 2019).

I.3.10. Rôle écologique des huiles essentielles

Les terpénoïdes composants majoritaires des huiles essentielles, qui possèdent un rôle écologique lors des interactions végétales, comme agents allélopathiques, donc des inhibiteurs de la germination, on outre lors des interactions végétales-animal, jouent un rôle dans la protection contre les prédateurs comme les insectes. Également par leurs odeurs caractéristiques, Ils interviennent dans l'attraction de pollinisateur. D'autres considèrent l'huile comme conservateur de l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Badri *et al.*, 2020).

I.3.11. Méthodes d'extraction

Pour l'extraction d'essences végétales, plusieurs et différés méthodes sont mises en œuvre. Le choix de la méthode d'extraction généralement dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ...), de la nature des composés (par exemple, les huiles essentielles, huiles lourdes...), le rendement en huile et la fragilité de certains constituants Des huiles à températures élevées. (Badri *et al.*, 2020).

Quel que soit le type d'extraction utilisé, Les étapes de l'extraction des huiles essentielles d'origine végétale restent identiques. Il est requis dans un premier temps d'extraire de la matière à base de plantes les molécules aromatiques constituant l'huile essentielle, par la suite dans un second temps de séparer ces molécules du milieu par distillation comme cela est éclaircie. (Badri *et al.*, 2020). Les principales méthodes d'extraction sont:

I.3.11.1. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

Le processus d'extraction dans ce système consiste à exposer la matière végétale à la vapeur sans l'imprégner, où les vapeurs saturées de composés volatils sont condensées et versées puis séparées en deux phases : la phase aqueuse (HA) et la phase organique (HE) sans contact direct entre l'eau et les matières végétales et entre l'eau et les molécules organiques pour éviter le phénomène de désagrégation de l'eau qui peut affecter la qualité de l'huile. Le processus

d'assemblage des huiles essentielles prend environ une demi-heure dans la plupart des cas (**Boukhatem et al, 2019**).

I.3.11.2. Expression à froid

L'expression à froid est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes. Le principe de ce procédé mécanique est fondé sur la rupture des péricarpes riches en huiles essentielles. L'huile essentielle ainsi libérée est entraînée par un courant d'eau. Une émulsion constituée d'eau et d'essence se forme. L'essence est alors isolée par décantation (**Farhat, 2010**).

I.3.11.3. Extraction par solvant organique

Le principe du procédé est l'utilisation de solvants qui résistent à la chaleur, à la lumière ou à l'oxygène et ont également une faible capacité d'ébullition pour faciliter leur élimination afin qu'ils n'interagissent pas avec l'extrait obtenu, qui contient non seulement des composés volatils mais contient également de nombreuses autres substances telles que la cire, les colorants, les acides gras, etc...(**Boukhatem et al, 2019**).

I.3.11.4. Extraction assistée par micro-ondes

Les micro-ondes sont utilisées en plaçant le matériel végétal dans un réacteur dans un four à micro-ondes sans ajouter d'eau ni de solvants, car le processus se fait en chauffant l'eau contenue dans la plante, ce qui provoque l'expansion de ses cellules et la rupture des parties qui contiennent huiles essentielles (**Boukhatem et al, 2019**).

I.3.11.5. Extraction par fluide à l'état supercritique

Le solvant est utilisé dans un état intermédiaire entre les phases liquide et gazeuse à différentes températures et pressions, car cela se fait en utilisant du dioxyde de carbone pour augmenter la capacité de solubilité et parce qu'il est facile à éliminer des extraits. (**Boukhatem et al, 2019**).

I.3.11.6. Extraction par Hydrodistillation

Contrairement à les méthodes précédentes, le processus d'extraction se exécute en plongeant la matière végétale dans un bain d'eau bouillante, où la matière aromatique est formée à la suite de la pression atmosphérique produit de la vapeur et de l'eau bouillante, où le processus de distillation a lieu et obtenu lors de la sédimentation. Ce procédé expose de nombreuses difficultés, et cela est dû à l'action de la vapeur, qui peut entraîner des modifications de la composition des huiles essentielles extraites (**Boukhatem et al, 2019**).

L'extraction de huile essentielle de plante *J. phoenicea* été fait au niveau de laboratoire de Tébessa, nous avons utilisées un appareil de type Clevenger pour l' hydrodistillation. La plante *J. phoenicea* frais a été collectée en novembre 2021. Après séchage dans un endroit sec et aéré à l'abri de la lumière du soleil. 100g de la plante sèche est introduite dans un ballon à tri cols, et imprégné d'eau, l'ensemble est porté à ébullition pendant 2heures. Les vapeurs d'eau chargées d'huile essentielle, en traversant le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, l'eau et l'huile se séparent par différence de densité. Il est placé dans une petite bouteille en verre hermétiquement fermée recouverte d'une feuille d'aluminium pour la protéger de la lumière, puis conservée à 4 °C (Messai et Touahria, 2021).

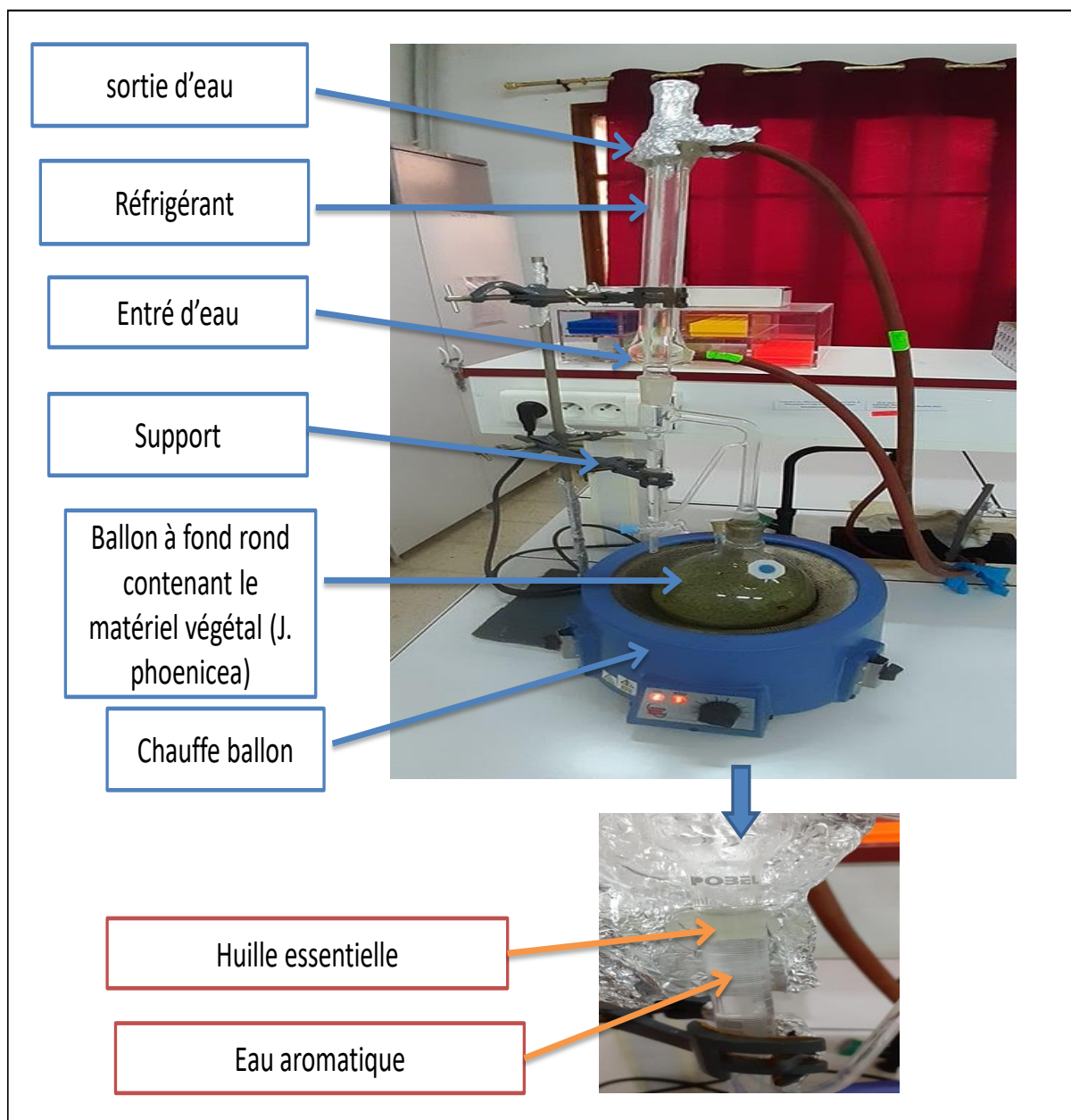


Figure 20: montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger



Figure 21 : conservation de l'huile essentielle

I.3.12. Rendement en huile essentielle

Ne récoltez que les parties sécrétées ou les plus concentrées de la plante pendant la période de rendement optimal : avant la floraison (*Menthe*), pendant la floraison (*Lavande*) et après la floraison (plantes à graines), et même après la rosée du matin (fleurs fragiles). Les plantes produisent très peu d'HE, ce qui se traduit par des rendements d'extraction très faibles, habituellement inférieurs à 2 %. *L'iris* a le rendement le plus faible, demandant presque 4kg de poudre pour réussir 1gramme d'huile pure, ce qui explique le prix élevé de cette huile (**Boukhatem et al., 2019**).

Le rendement « HE/matière première végétale » peut être très variable selon les plantes. En général les huiles essentielles ont un faible rendement.

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante. Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{R = (PB / PA) \times 100}$$

R : Rendement en huile en %.

PB : Poids de l'huile en g.

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g.

I.3.13.1. Test de toxicité

Nous avons préparé des concentrations de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* diluée dans l'éthanol 12,15, 16, 17, 18 et 20 ($\mu\text{L}/\text{mL}$). Appliquée dans des gobelets contenant 150mL d'eau déchlorurée en contact avec 15 larves L_4 de *Culiseta longiareolata*.

L'HE de *Juniperus phoenicea* dissoutes dans l'éthanol sont appliquées (1ml) sur des larves de *Cs longiareolata* de 4ème stade. Les larves ont été exposées à une série de concentrations de l'huile essentielle testée pendant 24h, et l'ensemble du test a été répété trois fois avec une série témoin positif (contient uniquement d'éthanol) et une série de témoin négatif (contient uniquement d'eau déchloruré sans traitement). Les données collectées ont été utilisées pour déterminer les valeurs CL_{25} , CL_{50} et CL_{90} .

I.3.13.2. Activité antioxydante

Le DPPH est un radical stable dû à la stabilisation par délocalisation sur les cycles aromatiques. Le DPPH \cdot peut facilement piéger d'autres radicaux mais ne se dimérise pas. Parce qu'une forte bande d'absorption est centrée à environ 515nm, la solution de radical DPPH se forme en violet foncé et devient incolore à jaune pâle lorsqu'elle est réduite lors de la réaction avec le donneur d'hydrogène. La diminution de l'absorbance dépend linéairement de la concentration antioxydante (Gupta, 2015).

L'activité de piégeage du DPPH a été évaluée selon la méthode de (Blois (1958)). En bref, 160 μl de solution de DPPH (0,04mg/ml) ont été ajoutés à 40 μl de différentes dilutions de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* ou standards (BHT, BHA). Le mélange a été incubé pendant 30min dans l'obscurité et l'absorbance de chaque solution a été lue à 517nm à l'aide d'un lecteur de microplaques. Le pourcentage d'inhibition a été calculé comme suit :

$$I (\%) = (A_b - A_s / A_b) \times 100$$

Où : A_b est l'absorbance de la réaction témoin/ A_s est l'absorbance du composé testé

I.3.14. Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne \pm l'écart-type (SD). L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel GRAPH PAD PRISM (version 7), tels que l'analyse de la variance à un et deux critères de classification, ainsi les concentrations létales.

Résultats

II. Résultats

II.1. Rendement en huile essentielle de *Juniperus phoenicea*

L'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* obtenue par un hydrodistillateur de type Clevenger, est un liquide visqueux, limpide d'une coloration vert jaunâtre et à odeur forte caractéristique du *Genévrier*, avec un rendement de **0,65%**.

II.2. Essais larvicide des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* à l'égard *Culiseta longiareolata*

Nos études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur les larves L₄ de *Cs longiareolata* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Différentes concentrations de l'HE de *Juniperus phoenicea* ont été appliquées sur les larves du quatrième stade de *Cs longiareolata* (12, 15, 16, 17, 18 et 20 (µL/ mL) jusqu'à 24h. La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le tableau 07.

Après transformation angulaire des pourcentages de mortalité, L'analyse de la variance à un critère de classification effectuée révèle un effet-concentration très hautement significatif ($p < 0,001$). Elle est mentionnée dans le tableau 08.

Tableau 07: Toxicité de l'HE de *Juniperus phoenicea* appliqué sur les larves L₄ de *Cs longiareolata*: Mortalité corrigée (%) ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 15 individus).

Concentrations (µL/mL)	12	15	16	17	18	20
R1	0	33,33	53,33	60	73,33	100
R2	0	33,33	53,33	60	73,33	100
R3	0	33,33	46,66	53,33	73,33	100
m±SD	0±0	33,33±0	51,10±3,85	57,77±3,85	73,33±0	100±0

Tableau 08: Effet d’huile essentielle de *Juniperus phoenicea* ($\mu\text{L}/\text{mL}$) chez les larves de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P***
Traitement	23374	5	4675	F (5, 18) = 946,2	P<0,0001
Erreur résiduelle	88,94	18	4,941		
Total	23463	23			

*** différence très hautement significative ($p < 0,001$) SCE : Somme des carrés des écarts; Ddl : degré de liberté, CM: carré moyen; Fobs: F observée; p: niveau de Significative.

L’huile essentielle de *Juniperus phoenicea* a été appliquée sur les larves L₄ à concentration létales, CL₂₅, CL₅₀, et la CL₉₀ (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée). Les concentrations CL₂₅, CL₅₀ et CL₉₀ déterminées sont respectivement 14,61 $\mu\text{l}/\text{ml}$ de l'intervalle (13,55-15,38); 16,15 de l'intervalle 15,51-16,72; et 19,72 de l'intervalle 18,36-21,88, avec un Hill Slope de 1,87 et R² de 0,97.

Tableau 9: Effet d’huile essentielle de *Juniperus phoenicea* ($\mu\text{L}/\text{mL}$) chez les larves du stade L₄ de *Culiseta longiareolata* à concentration létales, CL₂₅, CL₅₀, et la CL₉₀

CL ₂₅	CL ₅₀	CL ₉₀	Slope	R ²
IC	IC	IC		
14,61	16,15	19,72	1,87	0,97
13,55_15,38	15,51_16,72	18,36_21,88		

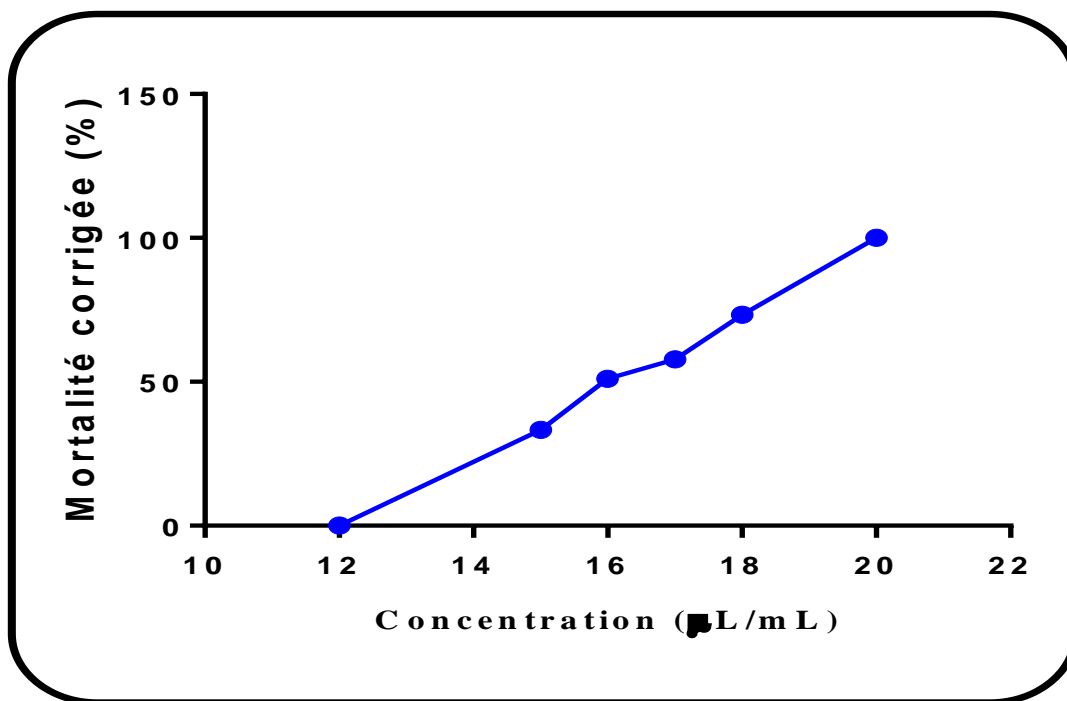


Figure 22 : Courbe présentant les pourcentages de mortalités des larves de *Culiseta longiareolata* du stade L₄ nouvellement exuvies traitées par différentes concentrations d’huile essentielle de *Juniperus phoenicea*: Mortalité corrigée (%) ($m \pm SD$, $n=3$ répétitions comportant chacune 15 individus).

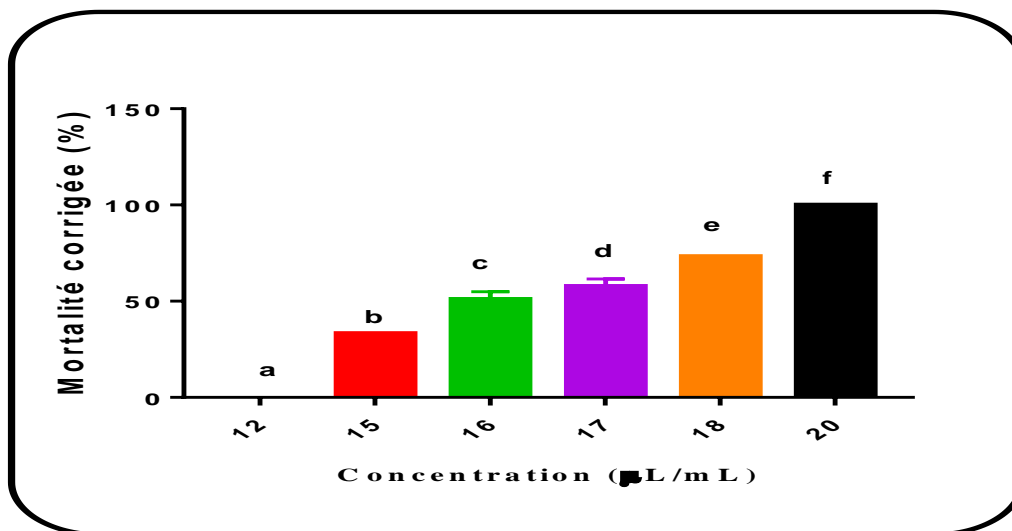


Figure 23 : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des larves de *Culiseta longiareolata* du stade L₄ nouvellement exuvies traitées par différentes concentrations des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea*. : Mortalité corrigée (%) ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 15 individus). Les lettres différentes indiquent une différence significative entre les concentrations.

II.3. Essais de l'évaluation d'activité antioxydante d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*

La mesure de l'absorbance (ou densité optique DO) a été effectuée par spectrophotométrie à 514 nm. A partir des valeurs obtenues, nous avons calculé les pourcentages d'inhibition en utilisant la formule donnée auparavant. Les valeurs obtenues ont permis de formuler le tableau10, qui représente la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*.

Tableau 10 : la variation du pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* ; 2 répétitions pour 5 concentrations.

Concentration (mg/ml)	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2
Pourcentage d'inhibition	27,88±2,30	25,68±1,16	23,43±0,26	13,01±0,13	10,09±0

Discussion

III. Discussion

III.1. Le rendement en HE de *Juniperus phoenicea*

Le rendement en HE extraite des feuilles et des fruits était de **0,65%**. Par rapport aux résultats de l'étude menée nous constatons que:

Le rendement en huiles essentielles de **Bouzaoui et Mazouz (2018)**, extraites des baies de *J. phoenicea*, été avec une moyenne de 2,47%, est donc supérieur à celui des feuilles, avec une moyenne de seulement 0,54%.

Tableau 11 : Rendement en huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* selon les auteurs (**Bouzaoui et Mazouz 2018**).

Fraction de la plante	Rendement	Région	Auteurs	Année
Feuille	0,8%	Djelfa	Dob <i>et al</i>	2008
Feuille	1,11%	Batna	Bouzbata et Hafed	2009
Feuille	1,27%	Souk Ahras	Bouzbata et Hafed	2009
Feuille	0,9%	Naâma	Bouyahaoui	2017
Baie	2,5%	Naâma	Bouyahaoui	2017

Le rendement en feuilles est presque différent de celui de la même espèce en Tunisie (0,5% à 0,9%) **Vitti *et al.*, (2005)**, **Wallace (2004)**, **Williams *et al.*, (2009)**. Il est toujours supérieur au *Genévrier rouge* de Grèce (0,21%) **Adams *et al.*, (1996)**, à la sous-espèce *Turbinata* d'Espagne (0,3%) **Adams *et al.*, (1996)** et à l'Égypte (0,36%) **El-Sawi *et al.*, (2007)**. Le rendement en fruits est inférieur à celui de l'Égypte qu'est 0,96% **El-Sawi *et al.*, (2007)**. Ce contraste de résultats pourrait être expliqué par la saison de récolte et aussi par la différence entre les étages climatiques. La période de récoltées provenances. Ce constat est conforme à ce qui est rapporté dans la littérature, à savoir que les différences existantes entre les rendements d'extraction obtenue pour les variétés poussant dans différentes régions d'études sont liées aux facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), géographique (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétique (**Oukadir *et al.*, 2021**).

III.2. Toxicité d'HE de *Juniperus phoenicea*

La toxicologie est une science qui étudie les effets dangereux d'une substance chimique naturelle ou synthétique sur les organismes vivants. Les tests toxicologiques sont adoptés pour tester la sensibilité des larves, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (**OMS, 1963**), ils sont nécessaires d'évaluer les concentrations létales (CL₅₀ et CL₉₀) (**Dris,**

2018). Les études des caractéristiques des huiles essentielles montrent que ces substances agissent de différentes manières sur les différents types de ravageurs. La majorité des huiles essentielles présentent des effets toxiques, répulsifs et stérilisants sur les arthropodes (**Aissaoui et al., 2018**).

Notre étude a pour but de tester la toxicité de l'huile essentielle extraite de la plante *Juniperus phoenicea* à l'égard des larves du stade L₄ de *Cs longiareolata*, dont les résultats montrent une activité larvicide de l'HE appliquée avec une relation dose-réponse, on note que l'HE est toxique et efficace, avec une concentration létale CL₅₀=16,15µl/ml et CL₉₀=19,72µl/ml. Plusieurs travaux ont menés pour la même plante sur différents organismes, nous constatons que les résultats sont les suivants :

L'étude de **Nabti et Bounechada (2019)**, montre que l'huile essentielle extraite de *J. phoenicea* a été testée contre les larves de *Cs longiareolata* aux stades 3 et 4. L'huile testée a révélé une activité larvicide efficace, a montré une mortalité de 100% à 200 ppm. *J. phoenicea* (CL₅₀=59.83ppm, CL₉₀=137.68ppm).

Selon **Aouadi et al., (2022)**, après la réalisation du test d'activité anthelminthique de l'huile essentielle de *J. phoenicea* sur *Haemonchus contortus*, il a induit une inhibition de 76,18% à 1mg/mL. L'huile essentielle de *Genévrier rouge* a montré une activité ovicide à tous concentrations testées, cette huile a montré des activités d'inhibition de l'éclosion des œufs dose-dépendantes avec CI₅₀= 0,35mg/mL. L'effet d'inhibition totale des œufs a été observé avec 1mg/mL d'huile essentielle de *Genévrier*. Le contrôle positif a montré une inhibition de l'éclosion des œufs à une faible valeur CI₅₀ (0,03µg/mL) indiquant la sensibilité de la souche *H. contortus* utilisée dans cette étude. Le composé α-pinène de *Juniperus phoenicea* présente une activité antiprotozoaire contre le promastigote de *Leishmania amazonensis* (CL₅₀=19,7µg/mL) avec une faible toxicité effet sur les érythrocytes humains et les macrophages murins signalant ses avantages biologiques dans le contrôle des parasites maladies. L'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Genévrier* était efficace contre six bactéries pathogènes humaines dont *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium* et *Escherichia coli*.

Les études de **Elmhalli et al., (2021)**, sur *Ixodes ricinus* nymphes de tiques (un vecteur majeur de transmission de plusieurs agents pathogènes humains importants), montre que L'HE de *Juniperus phoenicea* à 1µl/cm² a un fort effet acaricide qui a commencé dans la deuxième heure. Le TL₅₀ de l'HE a été estimé à 1,3 h et un TL₉₅ a été estimé à 2,9 h. Le minimum CL₉₅ pour *J. phoenicea* HE était de 0,5µl/cm² à 4h et la CL₅₀ minimale était de 0,35µl/cm² à 2,5h.

Ceci confirme que $0,5\mu\text{l}/\text{cm}^2$ L'HE de *J. phoenicea* peut avoir une forte activité acaricide significative et létal court temps ($\text{TL}_{50} = 1,7\text{h}$ et $\text{TL}_{95} = 2,75\text{h}$).

Selon **Abdelli et al. (2018)**, L'étude de l'activité antimicrobienne a montré que *B. cereus* ATCC 10876 et *C. albicans* ATCC 10231 sensible pour l'HE de *J. phoenicea*. L'HE de *J. phoenicea* a montré une croissance modérée à bonne inhibitions contre les souches Gram positives mais pas d'activité contre Gram- négatifs. Ces derniers seraient généralement moins sensibles aux HE que les bactéries Gram-positives en raison de la structure différentes des parois cellulaires. Également d'autres études ont noté la résistance des souches Gram-négatifs dont *E. coli* et *P. aeruginosa* aux HE de *J. phoenicea*. Cependant certains travaux ont rapporté leur sensibilité. Chez les souris, Aucun signe de toxicité aiguë n'a été noté même à la dose la plus élevée testée (5000mg/kg).

Selon **Bouzouita et al. (2008)**, L'étude de l'effet antimicrobien a montré un effet inhibiteur de l'huile essentielle de *J. phoenicea* vis-à-vis de quatre microorganismes, *Klebsiella oxytoca*, *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae* et *Geotrichum candidum*. Les propriétés insecticides de l'huile de *Juniperus phoenicea* sont testées contre un insecte des denrées stockées *Tribolium confusum*, cette huile a manifesté un effet anti-appétant intéressant. L'étude préliminaire a montré que cette huile présente une toxicité élevée vis-à-vis de cet insecte.

Dans le but de L'évaluation de l'activité antibactérienne, les essais de **Bouzouia et Mazouz, (2018)** a confirmé que l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* L, a une capacité antibactérienne très importante contre toutes les souches examinées indépendamment de leur Gram et de leur morphologie. Mais l'HE de feuilles s'est montré plus actives que celles des baies. Leur étude montre aussi que ce pouvoir est plus important vis-à-vis *S. aureus* et *P. aeruginosa*. Par contre, *E. coli* et *E. feacalis* ont été moins sensibles.

Selon **AL-khlifah et al., (2021)**, L'activité antibactérienne d'HE de *J. phoenicea*, vis à vis quatre micro-organismes 2 Gram positif : *Staphylococcus aureus* (SLV-350), *Bacillus cereus* (ATCC 10875) et 2 Gram négatif : *Escherichia coli* (ATCC 0175) et *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). Elle a montré une nette inhibition de la croissance de toutes les souches bactériennes. Les HE obtenues à partir de feuilles de plantes (Wadi Rum) ont présenté la plus forte concentration microbienne activité par rapport aux autres. La plus haute activité a été enregistrée contre *E. coli* ($\text{mm}=20,0\pm 2$) et CMI ($4,0\mu\text{l}/\text{mL}$) et *Bacillus cereus* ($\text{mm}=18,83\pm 1,04$) et CMI ($5\mu\text{l}/\text{mL}$). Cependant l'activité la plus faible s'est avérée être contre

P. aeruginosa (mm= 11,0 ±1,0) L'huile de baies avait montré l'activité la plus élevée contre tous les bactéries testées étant *E. coli* les meilleures (mm= 14,16 ± 0,76) et (CMI = 5µl).

L'huile essentielle de les baies de *J. phoenicea* inhibe la croissance de *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. aureus*, contrairement aux huile essentielle des feuilles. Les mêmes résultats ont été observés dans l'étude de **Ennajar et al., (2009)** mais pas avec *E. coli*. L'huile essentielle des feuilles et des baies inhibent la croissance de *B. subtilis* à la même concentration. Le microorganisme le plus sensible pour les 2 huiles essentielles dans leur étude était *B. subtilis*. Mais pour les champignons, il s'est avéré que l'huile essentielle de baies était inactive contre *A. westerdijkiae* alors que l'huile essentielle de feuilles était active. On remarque une variation de L'activité de l'huile essentielle avec sa concentration et les bactéries. Ces différences dans la sensibilité des organismes d'essai à l'huile essentielle pourraient être attribuées à la variation du taux de pénétration des constituants de l'huile essentielle à travers la cellule structures des parois et des membranes cellulaires. La capacité de *J. phoenicea* perturbe la barrière de perméabilité des structures de la membrane cellulaire et la perte de contrôle chimiosmotique qui l'accompagne sont les plus probables raisons de son action létale.

III.3. L'activité antioxydante

Selon cette étude, l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH et les tests de capacité de réduction ont été utilisés pour estimer l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Genévrier rouge*. À une concentration de 3,2mg/ml, l'huile essentielle de *Genévrier rouge* a été déterminée par l'activité antiradicalaire du pourcentage d'inhibition est égale 27,88 ± 2,30% sur la base du dosage DPPH.

Selon **Rahhal et al., (2019)**, L'HE de *J. thurifera* possède l'antioxydant la plus puissante activité contre le radical DPPH avec une valeur CI₅₀ de 12,07µg/mL, suivi de l'HE de *J. phoenicea* avec un CI₅₀ de 14,39µg/mL. Vient enfin l'HE de *J. oxycedrus* (22,14µg/mL). L'activité antioxydante de *J. thurifera* est significativement plus fort que les trois antioxydants standards : BHT, vitamine C et α-tocophérol. *J. phoenicea* a une activité similaire à vitamine C et supérieur au BHT et à l'α-tocophérol. L'activité antioxydante de *J. oxycedrus* est la plus faible comparaison avec les HE et les normes.

Selon **Harhour et al., (2018)**, Les résultats de la capacité antiradicalaire de *J. phoenicea* huile essentielle et des standards (acide ascorbique, BHT) sont exprimés en pourcentage d'inhibition du DPPH radical à différentes concentrations (25, 50, 75 et 100µg/mL). Capacités des échantillons testés à piéger le DPPH ont été évaluées sur la base de leurs valeurs CI₅₀ qui ont été inversement proportionnel à leurs capacités antioxydante.

L'huile essentielle de baies ($CI_{50}=67,6\pm 1,02\mu\text{g/mL}$) a montré une faible activité antioxydante par rapport au BHT ($CI_{50}=18,3\pm 0,8\mu\text{g/mL}$) et acide ascorbique ($CI_{50}=14,9\pm 1,7\mu\text{g/mL}$). De même, l'huile essentielle de branches a aussi une faible efficacité avec une $CI_{50}=98\pm 1,25\mu\text{g/mL}$. Donc, par rapport au BHT et à l'acide ascorbique, les deux huiles échantillons étaient nettement moins efficaces que ces synthétiques antioxydants. La faible activité antioxydante de l'examiné les huiles dans le test DPPH peuvent être partiellement dues à la dominance d' α -pinène (40,3 – 50,5%) et de δ -3-carène (14,5-20,1%) qui sont considérés comme des antioxydants faibles. Ces des résultats différents peuvent être dus à des différences dans le produit chimique composition et interactions possibles entre les composés volatils constituants.

Selon **Mansouri et al., (2011)**, la valeur CI_{50} de l'extrait de *Genévrier marocain* est de $4,71\pm 3,53\mu\text{g/ml}$. Cette valeur a été déterminée sur la base d'une valeur CI_{50} d'une référence (BHT) de $1,13\pm 2,51\mu\text{g/ml}$.

Les essais de **Bouzouita et al., (2008)**, montre que l'huile de *J. phoenicea* a manifesté une propriété antioxydante comparable à celle du δ -tocophérol à la concentration de 200 ppm, elle a permis de protéger un corps gras le saindoux et une huile végétale l'huile de soja.

Selon **Ghouti et al., (2018)**, Concernant l'activité antioxydante de l'huile *Juniperus phoenicea L.* évaluée par le test DPPH, elle a montré une capacité bonne à modérée ($CI_{50}=0,76\text{mg/ml}$). Les bioactivité prometteuses de cette plante suggèrent qu'elle pourrait être une source de nouvelles molécules conservatrices.

Les recherches de **Ennajjar et al., (2009)** sur l'activité antioxydante de *J. phoenicea* montre que l'activité de piégeage des radicaux par DPPH a été exposé par les huiles essentielles de feuilles et de baies (CI_{50} valeur 5364 ± 121 et $14716\pm 411\text{mg/L}$, respectivement).et ils expliquent La faible réactivité par la forte concentration en hydrocarbures terpéniques des huiles essentielles (91,0% pour les feuilles et 98,3% pour les baies). D'autre part, Selon le dosage ABTS, l'huile essentielle de baies a une activité plus importante que les feuilles ($CI_{50}=87\pm 3$ et $189\pm 5\text{mg/L}$, respectivement). Ce résultat était opposé avec le test DPPH. En fait, cette activité importante par rapport aux autres échantillons était due à la spécificité du cation radical ABTS.



Conclusion

Conclusion

Le besoin vital pour l'homme est de trouver des méthodes de lutte plus efficaces contre ces moustiques vecteurs de maladies.

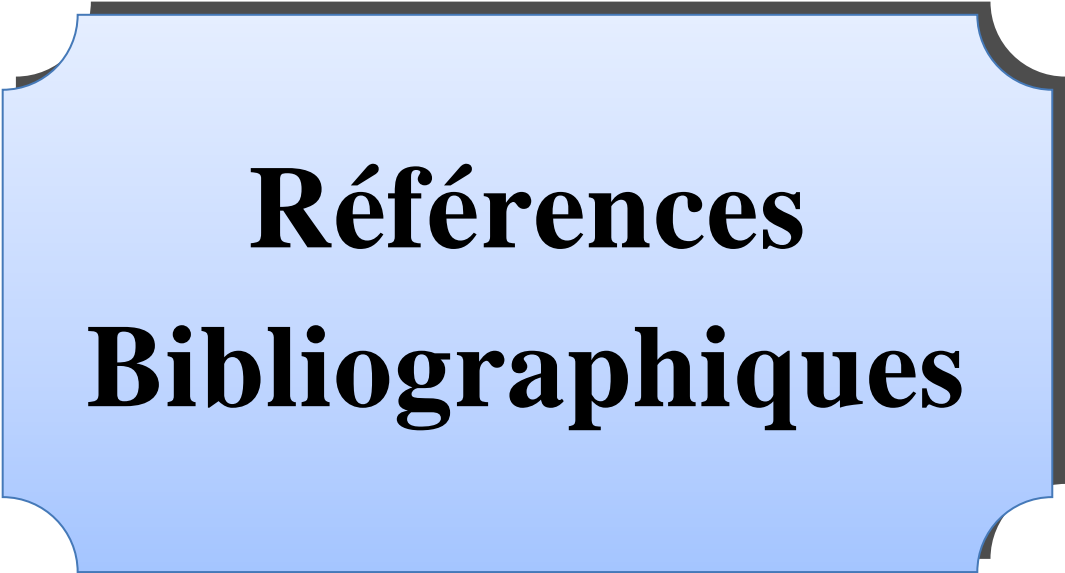
Les huiles essentielles sont des substances naturelles, possédant des caractéristiques physico-chimiques bien définies, et répondant à des critères de qualité qu'il faut connaître pour éviter tout risque de toxicité.

L'ensemble de nos résultats montre que l'huile essentielle de *J. phoenicea* qui présente un rendement 0,65% de la matière sèche de la partie aérienne, exerce un effet toxique chez les larves du stade L4 de *Culiseta longiareolata*. Les concentrations CL₂₅, CL₅₀ et CL₉₀ déterminées sont respectivement 14,61µl/ml de l'intervalle (13,55-15,38), 16,15µl/ml de l'intervalle (15,51-16,72) et 19,72µl/ml de l'intervalle (18,36-21,88).

L'huile essentielle des feuilles et des fruits de *Juniperus phoenicea* se montre un pouvoir antioxydant de 27,88% pour 3,2mg/ml, et de 10,09% pour 0,2mg/ml, cette activité est liée peut être à la richesse des organes de l'arbre en composés phénoliques du fait que certains groupes de recherche ont rapporté une telle corrélation positive entre le contenu phénolique total et l'activité antioxydante.

La flore algérienne possède de nombreuses plantes aromatiques et médicinales. Elles constituent une ressource non négligeable en matière de molécules bioactives.

Néanmoins, cette ressource reste peu exploitée que ce soit au niveau des études scientifiques ou au niveau économique. A l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche par le dosage des métabolites biochimiques (protéines, glucides et lipides); le dosage des biomarqueurs enzymatiques de peroxydation et de stress oxydatif, ainsi que de neuro toxicité.



**Références
Bibliographiques**

Références bibliographiques

- Abdelli, W., Bahri, F., Höferl, M., Wanner, J., Schmidt, E., & Jirovetz, L. (2018).** Chemical composition, antimicrobial and anti-inflammatory activity of Algerian *Juniperus phoenicea* essential oils. *Natural Product Communications*, 13(2) : 223 – 228.
- Aissaoui, A. B., El Amrani, A., Zantar, S., & Toukour, L. (2018).** Activité acaricide des huiles essentielles du *Mentha pulegium*, *Origanum compactum* et *Thymus capitatus* sur l'acarien phytophage *Tetranychus Urticae Koch (Acari: Tetranychidae)*. *European Scientific Journal* January. 119-124.
- AISSAOUI, Y., MOUKHER, N (2020).** Activité biologique et screening phytochimique de deux plante médicinale *Artemisia absinthium* et *Ruta montana* activité biologique sur *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master, université Tébessa. 60P.
- Aouadi, M., Msaada, K., Sebai, E., Aidi Wannas, W., Salah Abbassi, M., & Akkari, H. (2022).** Antioxydant, anthelmintic and antibacterial activities of *Red Juniper (Juniperus phoenicea L.)* essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 34(2):163-172.
- Al Groshi, A., Jasim, H. A., Evans, A. R., Ismail, F. M., Dempster, N. M., Nahar, L., & Sarker, S. D. (2019).** Growth inhibitory activity of biflavonoids and diterpenoids from the leaves of the Libyan *Juniperus phoenicea* against human cancer cells. *Phytotherapy Research*, 33(8):2075-2082.
- AL-khlifah, E. M., Khleifat, K. M., AL-Tawarah, N. A. F. E., AL-Limoun, M. O., Abdel-Ghani, A. H., Alsharafa, K., & Qaralleh, H. (2021).** Genetic Diversity and Chemical Composition of *Juniperus phoenicea L* Reflect on Its Antimicrobial Activity. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 13(1).
- Ayad, I., Aymen, A., (2021).** Etude bibliographique sur l'utilisation de *Genévrier* dans la conservation des aliments. Mémoire présenté en vue de l'obtention de diplôme de Master. Université de LARBI Tébessa -Tébessa .42P.
- Azzouz, S., Halib, S. (2017).** Inventaire de la faune *Culicidienne* dans les palmeraies de la région de Bou Saâda, des essais de lutte [En ligne]. Mémoire du diplôme de Master Académique, Option de Ecologie des écosystèmes aquatique. Université Mohamed Boudiaf - M'Sila. 26-28p.

- Baba-Aissa, K., Remini, L., Moussaoui, K., Hammad, M. W., Verdeguer, M., & Djazouli, Z. E. (2021).** Activité larvicide de l'huile essentielle formulé de *thymus vulgaris* L. (1753) sue cules *pipiens* (Linnaeus, 1758) (Diptera: Culicidae). *Revue Agrobiologia* 11(2): 2725-2733.
- Badri, I., Merkhi, N., Maifi, K. (2020).** Rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Artemisia absinthium* et l'étude théorique de leur toxicité sur une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Mémoire de fin d'étude. Université Tébessa. 97P.
- Bouabida, H., Tine-Djebbar, F., Tine, S., & Soltani, N. (2017).** Activity of a lipid synthesis inhibitor (spiromesifen) in *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(12): 1120-1124.
- Bouabida, H., Djebbar, F., & Soltani, N. (2012).** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Faunistic entomology*. 99-103.
- Bouchair, A., Bougandoura, N. E., & Boudjouref, M. (2021).** Contribution à l'étude des activités biologiques et du potentiel insecticide de la plante *Artemisia campestris*. Mémoire de master. Université L'Arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. P66.
- Boukhatem, M-N., Ferhat, A., Kameli., A. (2019).** Méthodes d'extraction et de distillation des huiles essentielles: revue de littérature. *Une* 3.4: 1653-1659.
- Bousbia, D., Souaci, W. (2021).** Enquête ethnobotanique et étude phytochimique de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) dans la région d'Oued Souf. Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED. Mémoire de fin d'étude. 151P.
- Bouzauia, N et Mazouz, S. (2018).** Évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* L sur quelques bactéries (*Coliformes-staphylocoques*) de contamination du lait cru (Vache-Chèvre). Mémoire de master. P64.
- Bouzouita, N., Kachouri, F., Ben Halima, M., & Chaabouni, M. M. (2008).** Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10 :119-125.
- Brahmi, G., Snoussi, A. (2021).** Effet pupicide de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* chez *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master, université de Tébessa. 82P.

- Brahim, M., Malika, D., & Laid, O. M. (2021).** Survival and development time of immature stages of the avian malaria vector *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae) under different pH and temperature gradients. *Journal of Entomological Research*, 45(2):361-366.
- Chahed, S., Brahmi, K., & Djouaher, T. (2021).** Etude sur la faune *Culicidienne* (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie): Biodiversité, abondance et répartition. *Faunistic entomology*. P74.
- Djabri, C., Lahmidi, S, (2021).** L'effet pupicide *D'Ocimum basilicum* chez *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master. Université Tébessa. 87P.
- Dris, D. (2018).** Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Mentha piperita*, *Lavandula dentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken). Thèse de doctorat. P165.
- Elmhalli, F., Garboui, S. S., Karlson, A. K. B., Mozūraitis, R., Baldauf, S. L., & Grandi, G. (2021).** Acaricidal activity against *Ixodes ricinus* nymphs of essential oils from the Libyan plants *Artemisia herbaalba*, *Origanum majorana* and *Juniperus phoenicea*. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 24:100575.
- Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Abderraba, M., Raies, A., & Romdhane, M. (2009).** Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of essential oils and various extracts of *Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae). *Journal of food science*, 74(7):M364-M371.
- Farhat A, (2010).** Vapo-diffusion assistée par micro-ondes : conception, optimisation et application.136P.
- Ghouti, D., Lazouni, H. A., Moussaoui, A., & Sari, D. C. (2018).** Chemical profile, in vitro antibacterial and antioxidant activities of *Juniperus phoenicea* L. and *Cotula cinerea* (Del.) essential oils from South western Algeria. *Phytotherapie*, 16(S1):S74-S83.
- Harhour, A., Brada, M., Fauconnier, M. L., & Lognay, G. (2018).** Chemical composition and antioxidant activity of Algerian *Juniperus phoenicea* essential oil. *Natural Product Sciences*, 24(2):125-131.
- Hazratian, T., Paksa, A., Sedaghat, M. M., Vatandoost, H., Moosa-Kazemi, S. H., Sanei-Dehkordi, A., ...& Oshaghi, M. A. (2019).** Baseline susceptibility of *Culiseta*

longiareolata (Diptera: Culicidae) to different imagicides, in eastern Azerbaijan, Iran. Journal of arthropod-borne diseases, 13(4):407.

Khaligh, F.G., Naghian, A., Soltanbeiglou, S., Gholizadeh, S. (2020). Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. *BMC Res Notes* 13:81.

Kobenan, K. C., Tia, V. E., Ochou, G. E. C., Kouakou, M., Bini, K. K. N., Dagnogo, M., ... & Ochou, O. G. (2018). Comparaison du potentiel insecticide des huiles essentielles d'*Ocimum gratissimum* L. et d'*Ocimum canum* Sims sur *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera: Gelechiidae), insecte ravageur du cotonnier en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14(21):236-301.

Laggoun, M., Bouzned, M. (2021). Etude comparative de l'activité biologique de deux extraits de *Thymelaea hirsuta* L chez une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master. Université Laarbi Tebessi Tébessa. 73P.

Latreche douar, S. (2019). Effet de l'addition de *thymol* ou de *carvacrol* sur l'activité biologique des huiles essentielles de *Junipersus phoenicea* et d'*Ammoides atlantica* et de l'effet de l'irradiation gamma sur la composition chimique et l'activité antioxydante d'extraits de *Thymus algeriensis* (Doctoral dissertation).303P.

Mandin, J.P (2006). Morphologie de très vieux *Genévriers phenicie* (*Juniperus phoenicea* L.) en parois rocheuses (Gorges de l'ardeche, Fance). 8P.

Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., El Ghadraoui, L., & Aafi, A. (2011). Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *Lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *Turbinata* du Maroc. *BASE. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(3) : 415-424.

Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., El Ghadraoui, L., Guedira, A& Aafi, A. (2011). Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *juniperus communis* du Maroc, *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 80 : 791 – 805.

Messai, S., Touahria, C. (2021). Activité larvicide et ovicide de l'huile essentielle de *Ruta graveolens* chez deux espèces de diptère *Drosophila melanogaster* et *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master. Université Tébessa. 66P.

- Nabti, I., & Bounechada, M. (2019).** Larvicidal Activities of Essential Oils Extracted from Five Algerian Medicinal Plants against *Culiseta longiareolata* Macquart. Larvae (*Diptera: Culicidae*). European Journal of Biology, 78(2): 133-138.
- Oukadir, Z., Abdellaoui, A., Lyoussi, A., Senhaji rhazi, N., (2021).** Phytochemical, antioxidant and antibacterial study of essential oils of the leaves and fruits of *Juniperus Phoenicea*. Laboratory of Physiology, Pharmacology and Environmental Health, Department of Biology, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fez – Morocco. P20.
- Peterson. L .1980.** Limit cycle interpretation of a mosquito *Cicadian oscillator*. J. Theor Biol, 84:281-310.
- Rahhal, R, EL Hajjouji H, Gmouh S, Hsaine Mohammed, Fougrach H, Badri W, (2019).** Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera* and *Juniperus oxycedrus*, Mediterranean Journal of Chemistry, 9(3): 190-198.
- Rahmani, Z. (2020).** Contribution à l'étude phytochimique, Electrochimique et biologique des extraits de *Cupressus sempervirens (L)* (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah-Ouargla).156P.
- Salvà-Catarineu, M., Romo, A., Mazur, M., Zielińska, M., Minissale, P., Dönmez, A. A., ...& Boratyński, A. (2021).** Past, present, and future geographic range of the relict Mediterranean and Macaronesian *Juniperus phoenicea* complex. Ecology and evolution, 11(10): 5075-5095.
- Tine-Djebbar, F., Bouabida, H., & Soltani, N. (2016).** Répartition spatio-temporelle des *Culicidés* dans la région de Tébessa.107P.
- Touati, Z. (2019).** Biodiversité des *Culicidae (Diptera : Nematocera)* dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 97P.
- Zouari Bouassida, K., Makni, S., Tounsi, A., Jlaiel, L., Trigui, M., & Tounsi, S. (2018).** Effects of *Juniperus phoenicea* hydroalcoholic extract on inflammatory mediators and oxidative stress markers in carrageenan-induced paw oedema in mice. Biomed Research International, P12.

