



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



Université Larbi Tébessi-Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des êtres vivants.

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master.

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences Biologiques.

Option : Ecophysiologie Animale.

Thème

**Effet de huile essentielle de *Juniperus phoenicea*  
sur la croissance d'une espèce de Moustique  
*Culiseta longiareolata*.**

Présentées par:

*Melle. Bouaoune Chahinez .*

*Melle. Ghoul Aicha.*

Devant le jury:

Dr. Dris. D	MCA	Université de Tébessa	Présidente.
Pr. BOUABIDA. H	Pr	Université de Tébessa	Rapporteuse.
Dr. SEGHIER. H	MCA	Université de Tébessa	Examinatrice.

Date de soutenance: 05/06/2024.

## Remercîments:

*(إِنِّي جَزِيئُهُمُ الْيَوْمَ بِمَا صَبَرُوا أَنَّهُمْ هُمُ الْفَائِزُونَ)*

*[المؤمنون: 111]*

*Louanges à Toi, Seigneur, guide de nos pas,  
Sans Ton éclairage, nous ne serions que ténèbres.  
Merci pour Tes bénédictions qui ne tarissent pas,  
Parachevant nos actes, telles des perles sur une sombre toile.  
Profonde gratitude, je veux faire résonner,  
Envers tous ceux qui m'ont aidé à m'élever.*

*Mon directrice, Pr. Bouabida hayete, phare dans la tempête,  
Ses conseils lumineux, une boussole pour ma quête.  
Merci au jury, Dr. Dris djemaa et Dr. Segheir hanane,  
D'avoir accepté d'évaluer mon humble écrit, tel un don.  
Vos remarques, rosées nourrissant mon travail,  
Faisant de mon mémoire une œuvre sans défaut.*

*L'équipe du labo,*

*Madame Manel et madame Karima toute l'équipe les êtres vivants, merci  
comme un psaume.*

*Votre aide précieuse, trésor inestimable,  
Rendant mes expériences un voyage inoubliable.  
Professeurs et personnes, guides de mes réflexions,  
Merci d'avoir éclairé mes questions, telles des révélations.  
Vos paroles, écrits et conseils, phares dans la nuit,  
Faisant de mon travail une lumière qui luit.  
À tous, merci du plus profond de mon cœur,  
Pour avoir contribué à mon succès, tels des fleurs.  
Votre soutien, souffle qui a porté mes ailes,  
Vers l'accomplissement de ce mémoire, chant d'une âme fidèle.*

**CHAHINEZ & AICHA**

**Dédicace01 :**

﴿ قُلْ بِفَضْلِ اللَّهِ وَبِرَحْمَتِهِ فَبِذَلِكَ فَلْيَفْرَحُوا ﴾

[يونس: 58]

À mes chers parents, *Zina et Tourki Bouaoune,*

*Vous avez été mon roc, mon phare dans cette traversée académique.*

*Votre amour inconditionnel, votre soutien indéfectible et vos encouragements constants m'ont donné la force de surmonter tous les obstacles qui se sont dressés sur mon chemin. Vos sacrifices et votre foi en moi ont été ma plus grande source de motivation. Je vous serai éternellement reconnaissante pour tout ce que vous avez fait pour moi. À ma famille, *Hanifa, Zahreddine, Loubna, Dhikra, Manel et Abdoulalime, RAID, NOUR ELYAKINE, ET LES AUTRE MES Bébés d'Amour,* Votre présence rassurante et votre compréhension dans les moments les plus difficiles m'ont été d'un réconfort inestimable. Vos conseils avisés et votre soutien sans faille ont été des piliers essentiels qui m'ont permis d'avancer avec confiance. Je chéris chaque instant passé à vos côtés.*

*À mes amis, *Aya, ANTER Mountaha, Ibtissem, Siwar, Douaa, Ilhem, Malak , hana , hiba , hadil* et tous les autres, Votre amitié sincère et votre soutien moral ont été une véritable bouffée d'oxygène dans ce périple. Vos encouragements bienveillants et votre présence constante ont rendu ce voyage plus léger et plus agréable. Vous êtes devenus ma deuxième famille. À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet, Chacune de vos actions, aussi modestes soient-elles, a été une pierre précieuse dans l'édification de cette réussite. Je vous en suis profondément reconnaissante et vous en remercie du fond du cœur.*

*Avec toute ma gratitude et mon respect les plus sincères.*

*Chahinez Bouaoune*

**Dédicace02 :**

*Celui qui a dit que j'étais à elle... l'a eu  
Et je suis à elle, et si elle refuse contre sa volonté, je la lui amènerai  
Le voyage n'était pas court, et il ne devrait pas l'être. Le rêve n'était  
pas proche et le chemin n'était pas semé d'embûches  
Louange à Dieu, grâce à qui j'ai réalisé le nom des objectifs. Louange à  
Dieu avec amour, remerciement et gratitude  
Je dédie ma thèse de fin d'études avec amour  
À mon grand et jeune moi qui a enduré tous les pièges et a continué  
malgré les difficultés. Aux personnes les plus grandes et les plus chères  
à mon âme  
A mon ange pur et à ma force après Dieu, mon premier et éternel  
soutien. Mon père **Ahsan**  
A celle qui m'a soutenu sans limites, a cru en mes capacités et m'a  
apporté une sécurité inconditionnelle pour mes jours, Ma mère  
**Yamina**)  
Je vous dédie cette réalisation qui, sans vos sacrifices, n'aurait pas  
existé, je vous en suis reconnaissante A ceux à qui il a été dit  
Nous renforcerons votre soutien à travers votre frère  
À ceux dont les mains se sont tendues vers moi dans les moments de  
faiblesse, venez mon côté inébranlable et la sécurité de mon cœur, mes  
frères (**Hossam El-Din, Safaa, Doaa Kawthar. Lina**)  
Que Dieu te garde comme un côté inébranlable pour moi A tous ceux  
qui m'ont donné un coup de main de près ou de loin et m'ont aidé dans  
ce voyage.  
**Aicha Ghoul***

**Sommaire:**

Remerciements	
Dédicace 01	
Dédicace 02	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
ملخص	
Abstract	
Résumé	
Introduction	1
Matériels et méthodes :	3
I. présentation de <i>Culiseta longiareolata</i>	3
1. Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i>	4
2. La morphologies du l'espèce <i>Culiseta longiareolata</i>	5
3. Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i>	5
4. Les Caractères morphologiques de <i>Culiseta longiareolata</i>	5
5. Description de la région d'étude : Wilaya de Tébessa	12
5.1. Collecte et élevage	12
5.2. Elevage au laboratoire	13
II. Moyens de lutte contre les moustiques	15
II.1. La lutte physique	15
II.1.1. La lutte chimique	15
II.1.2. La lutte biologique	16
III. Présentation de la plante	17
III.1. Origine géographique	17
1.1. Dans le monde	17
1.2. En Algérie	17
1.3. Pays d'origine	18
2. Récolte	18
3. Présentation de <i>Juniperus phoenicea</i> L	18
3.1. La famille des <i>Cupressaceae</i>	18
3.2. Nomenclature de la plante	19
3.2. Le genre <i>Juniperus</i>	19
3.3. Taxonomie botanique de <i>Juniperus phoenicea</i> L.	20
4. Description botanique du L'espèce <i>Juniperus phoenicea</i>	20
4.1. Description générale	20
5. Le Rôle du <i>Juniperus phoenicea</i>	21
5.1. Rôle médicinale	21
6. Composition chimique	22
7. L'activité biologique	22
7.1. Différents types d'activités biologiques	23
7.1.1. Activité antimicrobienne	23
7.1.2. Activité antioxydante	23
7.1.3. Activité antibactérienne	23

7.1.4.L'activité vermifuge	23
7.1.5.Activité antifongique	24
8.Toxicité de la plante	24
9.Les huiles essentielles	25
9.1. Historique	25
9.2.Propriétés physiques et chimiques des huiles essentielles	26
9.3.Classification des huiles essentielles	26
9.3.1.Classification selon la composition chimique	26
9.3.2.Classification basée sur la couleur de l'huile	26
9.3.2.1.Cette classification comprend quatre catégories	26
9.4. Les HE ET MEDICAMENTS	26
9.5. La toxicité des HEs	26
9.5.1. Toxicité par voie orale	27
9.5.2. Photosensibilisation	27
9.5.3. Irritations cutanées	27
9.5.4. Dermocausticité et nécrose	27
9.5.5. Allergie	27
9.5.6. Neurotoxicité	27
9.5.7. Hépatotoxicité	27
9.5.8. Néphrotoxicité	27
9.6. LE Rôle écologique des huiles essentielles	27
9.7. Utilisation des huiles essentielles	28
9.8. L'activité biologique et Composition chimique	28
9.8.1Extraction des HEs	28
9.8.1.1Les méthodes de l'extraction	29
9.8.1.1.Expression à froid	30
9.8.1.2.Extraction par solvant organique	30
9.8.1.3.Extraction assistée par micro-ondes	30
9.8.1.4.Extraction par fluide à l'état supercritique	30
9.8.1.5.Entraînement à la vapeur d'eau	30
9.8.1.6.Hydrodistillation	30
9.8.1.2.Principe de l'extraction de la plante du <i>Juniperus phoenicea</i>	30
IV. Etude morphométrique	33
V. Extraction et dosage des principaux constituants métabolites	35
V.1.Dosage des glucides totaux	37
V.2.Dosage des lipides totaux	39
V.3.Dosage des protéines totales	40
VI. Résultats	43
1. Rendement en huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	43
2. Effet d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> à l'égard de <i>CS longiareolata</i>	43
2.1. Croissance pondérale	43
2.1.2. Croissance pondérale chez les larves L4	43
2.2. Croissance linéaire	44
2.2.1. Largeur du thorax chez les larves L4	44
3. Composition biochimique	45
3.1. Effet sur le contenu en protéines	46

3.2. Effet sur le contenu en glucides	46
3.3.Effet sur le contenu en lipides	47
VII. Discussion	49
1. Le rendement en HE de <i>Juniperus phoenicea</i>	49
2. Toxicité d'HE de <i>Juniperus phoenicea</i>	50
Conclusion et perspective	54
Références bibliographiques	55

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau 01:</b> Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>4</b>
<b>Tableau 02:</b> La classification de <i>Juniperus phoenicea</i> .	<b>20</b>
<b>Tableau03 :</b> Activité antifongique de <i>Juniperus Phoenicea</i>	<b>24</b>
<b>Tableau04 :</b> Dosage des glucides totaux chez les moustiques : réalisation de la Gamme d'étalonnage.	<b>37</b>
<b>Tableau05:</b> Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la Gamme d'étalonnage.	<b>39</b>
<b>Tableau 06:</b> Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la Gamme d'étalonnage.	<b>41</b>
<b>Tableau07 :</b> Effet de d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> (CL25 et CL50) sur le poids (mg) des larves du quatrième stade chez <i>Culiseta longiareolata</i> ( $m \pm SD$ , $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).	<b>43</b>
<b>Tableau 09:</b> Effet d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> (CL25 et CL50) sur la Largeur du thorax (mm) des larves du quatrième stade chez <i>Culiseta longiareolata</i> ( $m \pm SD$ , $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).	<b>45</b>
<b>Tableau10:</b> Rendement en huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> selon les auteurs.	<b>49</b>

**Liste des figures :**

- Figure01:** image de *Culiseta longiareolata* ( photo personnel )
- Figure 02:** Nacelles d'œufs d'un Culicidae (photo personnel)
- Figure03:** larve de *Cs longiareolata* (photo personnel)
- Figure04:** Critères morphologiques d'identification de Larve de *Culiseta longiareolata*.  
A1:antenne. A2: mentum .B: siphon respiratoire, les touffes basales .
- Figure05:** Aspect général de puppe de *Cs longiareolata* (photo personnel).
- Figure06:** A: L'aile de *Culiseta longiareolata*. B: abdomen d'une femelle de *Culiseta longiareolata*. B1: génitalia femelle. C: abdomen d'un mâle. C1:génitalia mâle
- Figure07:** Cycle de développement du moustique.
- Figure 08:** Carte de Tébessa et ses banlieues.
- Figure09 :** Site de prélèvement El Hammamet station01.
- Figure 10:** carte de Quartier jabal argoù (Hammamet, quartier de la route de la Charia)
- Figure 11:** Site de prélèvement El Hammamet station 02
- Figure12 :** carte de Quartier Draà EL\_Hammam.
- Figure13 :** tri, comptage et séparation des larves .
- Figure14:** Elevage au laboratoire.
- Figure15 :** Carte chronologique pour la distribution de *Juniperus phoenicea*
- Figure16 :** Grand genévrier phénicien sur sol xérique calcaire à Milos
- Figure 17:** les feuilles de *Juniperus phoenicea*.
- Figure18:** montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger.
- Figure 19:** le matériel végétatif
- Figure 20 :** Peser la quantité de matériel végétatif
- Figure 21 :** Ballon à fond rond contenant le matériel végétal
- Figure 22:** Versez la quantité d'eau distillée.
- Figure23 :** Huile essentielle
- Figure24:** conservation de l'huile essentielle.
- Figure 25:** 20mg de TCA.
- Figure 26:** 80 ml d'eau distillé.
- Figure 27:** mélange et agitation.
- Figure28 :** Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (CL25 et CL50) sur le poids (mg) des larves du 4<sup>ème</sup> stades chez *Culiseta longiareolata* ( $m \pm SD$ ,  $n = 4$ )
- Figure29 :** Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (CL25 et CL50) sur la largeur du thorax (mm)des larves du 4<sup>ème</sup> stades chez *Culiseta longiareolata* ( $m \pm SD$ ,  $n = 4$ )

**Figure 30:** Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur le contenu en protéines.

**Figure 31:** Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur le contenu en glucides.

**Figure 32:** effets de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur le contenu en lipide.

## Liste d'abréviation :

<b>Mm</b>	milli mètre
<b>CL25</b>	concentration létale 25
<b>CL50</b>	concentration létale 50
<b>L</b>	larve
<b>MI</b>	millilitre
<b>G</b>	gramme
<b>M</b>	mètre
<b>µL</b>	micro litre
<b>µg</b>	micro gramme
<b>Cs longiareolata</b>	Culiseta longiareolata
<b>HE</b>	huile essentielle
<b>Min</b>	minute
<b>%</b>	pourcentage
<b>H</b>	heure
<b>R</b>	rendement
<b>TCA</b>	acide trichoracétique
<b>Oms</b>	organisation mondiale de la sante
<b>±</b>	Plus ou moins
<b>m±</b>	SD Moyenne± écart type
<b>R</b>	répétition

**ملخص:**

تهدف هذه الدراسة الى تقييم الفعالية القاتلة للاطوار اليرقية للزيت الاساسي لنبات العرعر الفينيقي *Juniperus phoenicea* على يرقات البعوض *Culex longiareolata*. مع دراسة الجوانب المورفولوجية و الايضية لهذه التفاعلات.

تم اختبار الزيت الاساسي المستخرج من نبات العرعر الفينيقي بتركيزات مختلفة على يرقات العمر الرابع من بعوض *Culex longiareolata* . وفقا لتوصيات منظمة الصحة العالمية و في ظروف المختبر . بلغ مردود الاستخلاص بالتقطير المائي للاوراق **0.69%** . اظهرت النتائج نشاطا قاتلا لليرقات مع تركيزات قاتلة **CL50 قدرها 9 مل/مل و CL25 قدرها 5 مل/مل**.

فيما يتعلق بالتأثير على المتغيرات الأيضية، لوحظ انخفاض في البروتينات والدهون عند التركيزات **CL25 و CL50**، بينما لوحظ زيادة غير ذات دلالة إحصائية في الكربوهيدرات عند **CL50** وانخفاض ذو دلالة إحصائية عند **CL25**.

**الكلمات المفتاحية:** التأثير القاتل لليرقات، الزيت الأساسي، نبات العرعر الفينيقي *Juniperus phoenicea* ، الجوانب المورفومترية، الجوانب الأيضية.

**Résumé :**

Cette étude vise à évaluer l'efficacité larvicide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur les larves de *Culiseta longiareolata*, tout en examinant les aspects morphométriques et métaboliques de cette interaction.

L'huile essentielle extraite de *J. phoenicea* a été testée à diverses concentrations sur les larves de stade 4 de *Culiseta longiareolata*, en suivant les recommandations de l'OMS, dans des conditions de laboratoire. Le rendement d'extraction par hydrodistillation des parties aériennes s'est élevé à **0,69%**. Les résultats ont révélé une activité larvicide, avec des concentrations létales **CL50 de 9 µl/ml et CL25 de 5 µl/ml**.

En ce qui concerne l'impact sur les métabolites, une diminution des protéines et des lipides a été constatée avec les concentrations CL25 et CL50, tandis qu'une augmentation non significative des glucides a été observée avec CL50 et une diminution significative avec CL25.

**Les Mots-clés :** effet larvicide, huile essentielle, *Juniperus phoenicea*, *Culiseta longiareolata*, aspect morphométrique, aspect métabolique.

## Abstract

This study aims to assess the larvicidal efficacy of the essential oil from *Juniperus phoenicea* on *Culiseta longiareolata* larvae, while examining the morphometric and metabolic aspects of this interaction.

The essential oil extracted from *J. phoenicea* was tested at various concentrations on 4th instar larvae of *Culiseta longiareolata*, following WHO guidelines, under laboratory conditions. The extraction yield by hydrodistillation of the aerial parts was **0.69%**. The results revealed larvicidal activity, with lethal concentrations **LC50 of 9  $\mu\text{L}/\text{mL}$  and LC25 of 5  $\mu\text{L}/\text{mL}$** .

Regarding the impact on metabolites, a decrease in proteins and lipids was observed at the LC25 and LC50 concentrations, while a non-significant increase in carbohydrates was noted at LC50 and a significant decrease at LC25.

**Keywords:** larvicidal effect, essential oil, *Juniperus phoenicea*, *Culiseta longiareolata*, morphometric aspect, metabolic aspect.

# Introduction



---

**Introduction**

Le souci de la santé humaine est l'une des meilleures raisons d'étudier les insectes nuisibles qui ont des vecteurs de nombreux arbovirus, protozoaires et métazoaires, agents de maladies de la fièvre jaune, du paludisme et de la filariose de Bancroft (**Duvallet G et al., 2017**). Les insectes représentent une part prépondérante du règne animal, constituant environ 60 % (**Pavan, 1986**), de ce règne et contribuant à environ 50 % de la biodiversité mondiale (**Wilson, 1995**). Les moustiques sont des insectes qui appartiennent à la famille des Culicidae, classée dans l'ordre des Diptères et du sous-ordre des Nématocères. La famille des Culicidés se divise en trois sous-familles, les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae (**Matile Brunhes et al., 1999**). Ils vivent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux urbains (**Fondje et al., 1992**). Dans la région de Tébessa, l'espèce de moustique *Culiseta longiareolata* est présente tout au long de l'année, avec un pic au printemps dans les hauts plateaux, tandis qu'elle est plutôt hivernale et printanière dans les régions sahariennes (**Tine-Djebbar et al., 2016**).

Les moustiques jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes en tant que source de nourriture pour de nombreuses espèces, contribuant ainsi à maintenir la biodiversité et la stabilité des écosystèmes. Cependant, leur surabondance peut perturber les chaînes alimentaires si leurs populations ne sont pas régulées (**Hamaidia et Soltani, 2014**). Pour contrôler les populations de moustiques, on utilise souvent des insecticides chimiques comme le chlorpyrifos, le dichlorvos et la cyperméthrine, mais ces produits ont des impacts négatifs sur l'environnement et la santé (**Dahchar, 2017**).

Parmi les bienfaits des moustiques que ces pesticides chimiques éliminent : la décomposition des matières organiques dans les sols cultivés et la régulation du nombre d'insectes destructeurs. De plus, les problèmes de résistance et l'expérience acquise avec les insecticides chimiques nécessitent de trouver des alternatives plus efficaces, efficaces et moins dangereuses (**Delila et al., 2024**).

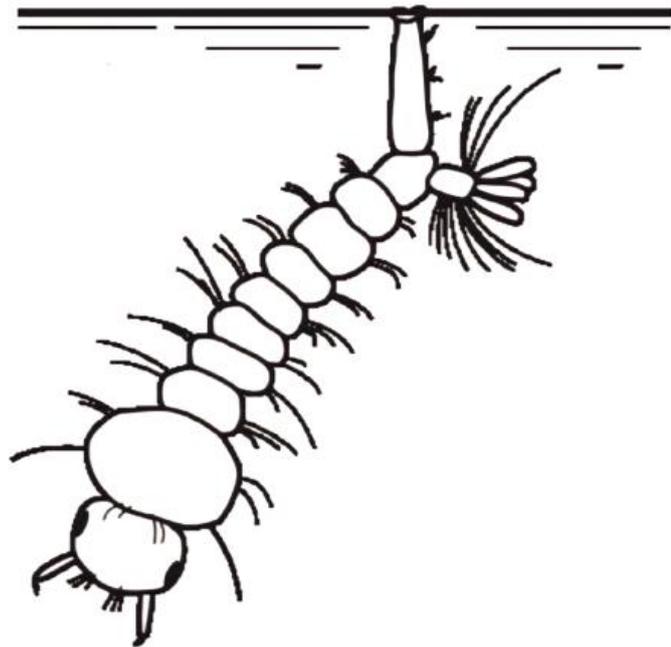
Depuis longtemps, l'être humain cherche à lutter contre les moustiques vecteurs de maladies par l'utilisation des extraits de plantes et les huiles essentielles comme bio-insecticides, pour remplacer les insecticides chimiques qui ont un effet nocif sur l'environnement et la santé des êtres vivants (**Brakni et Douib, 2019**).

Les plantes représentent une source prometteuse d'alternatives aux agents actuellement employés contre les insectes en raison de leur abondance en composés chimiques bioactifs. En conséquence, un grand nombre de recherches et d'efforts ont été consacrés à l'exploration des matériaux végétaux pour développer des produits commercialement viables pour lutter contre les insectes (**Kim et al., 2000**). Elles ont fait l'objet de plusieurs études pour leur

éventuelle utilisation comme antioxydants, antimicrobiens, anti-inflammatoires et anticancéreux (**Benyahia, 2015**).

Dans le cadre de notre objectif d'étude, nous envisageons d'analyser l'effet larvicide de l'huile essentielle de la *Juniperus phoenicea* ,« Ara'ar » à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Évaluer ses effets sur les mesures morphométriques et sur les principaux composants métabolite (glucides, protéines et lipides).

# *Matériels et méthodes*



---

**Matériels et méthodes :****I. présentation de *Culiseta longiareolata***

*Culiseta longiareolata* est un moustique d'une espèce de la famille des Culicidae et la sous-famille des Culicinae (Araâr et Dris, 2022). Les culicidae sont des insectes très répandus dans le monde, y compris en Algérie, où leur faune a fait l'objet de nombreuses études fait l'objet au cours des 20 dernières années sur des aspects tels que la bio-écologie, systématique et chétotaxie, biochimie, morphométrie, chimique et biologique. *Culiseta longiareolata* est une espèce multivoltine c'est-à-dire qu'elle peut avoir plusieurs générations successives au cours d'une même année elle peut présenter une diapause hivernale chez les adultes femelles (régions froides) et chez les larves (régions tempérées) (Brunhes *et al.*, 1999). Les femelles de cette espèce sont sténogames, c'est-à-dire qu'elles s'accouplent avec un seul mâle, et autogènes, ce qui signifie qu'elles peuvent produire des œufs sans avoir besoin d'un repas de sang. Elles piquent préférentiellement les vertébrés, surtout les oiseaux, et très rarement les humains (Bouzidi, 2021).

*Culiseta longiareolata*, un moustique polyvalent, prospère dans divers milieux. Cette espèce montre une grande adaptabilité en colonisant à la fois des habitats naturels et des structures artificielles aux propriétés physiques variées (Brahmi et Sanusi, 2021). Mesurant entre 3 et 5 mm, ce moustique se distingue par son corps et ses pattes fins, ainsi que par ses ailes longues et étroites (Villeneuve et Désir, 1965). Cette espèce de moustique, se développe principalement dans de petites étendues d'eau .De plus, les adultes de cette espèce peuvent pénétrer dans les habitations pour s'attaquer aux humains. Par ailleurs, *Culiseta longiareolata* se distingue facilement des autres espèces du genre *Culiseta* grâce à ses caractéristiques morphologiques distinctives, notamment la présence de lignes et de points blancs sur ses pattes, sa tête et sa poitrine (Khaleej *et al.*, 2020).

Les œufs et les larves de *Culiseta longiareolata* sont principalement présents dans les pneus, ce qui favorise sa dispersion à l'échelle mondiale via le commerce de pneus. Cette espèce de moustique est courante dans les habitations humaines. Les larves sont rarement trouvées dans les eaux naturelles, préférant les piscines temporaires, les récipients artificiels, les barils en bois et en métal, ainsi que les réservoirs en béton, riches en matières organiques en décomposition. Les larves de stades précoces de développement de *Culiseta longiareolata* sont plus fréquemment observées dans les zones peu profondes des mares, tandis que les stades de développement avancés se retrouvent dans les zones plus profondes (Hazratian *et al.*, 2019).



**Figure01:** image de *Culiseta longiareolata*( **photo personnel** )

### 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*.

Règne	<i>Animalia</i>
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
<b>Genre</b>	<b><i>Culiseta</i></b>
<b>Espèce</b>	<b><i>Culiseta longiareolata</i></b>

## 2. La morphologie de l'espèce *Culiseta longiareolata*

Les Culicidés (moustiques) présentent les caractéristiques morphologiques suivantes : Antennes longues et fines, Ailes pourvues d'écailles, Pattes, tête et thorax. Ces éléments morphologiques permettent de distinguer facilement les moustiques d'autres insectes. Leur anatomie fine et leurs motifs de coloration sont des adaptations qui leur confèrent des capacités de vol, de détection et de camouflage spécifiques (**Bouskaya et Degachi, 2019**). Les caractères morphologiques comprennent des rayures blanches et des points sur les jambes (**khaligh et al., 2020**).

## 3. Cycle de développement de *Culiseta longiareolata*

Le cycle de vie des moustiques s'étend sur une période d'environ 12 à 20 jours et comporte quatre stades distincts : (**Matoug, 2018**).

- ✚ L'œuf.
- ✚ La larve (avec 4 stades larvaires).
- ✚ La nymphe (ou puppe).
- ✚ L'adulte.

**Ce cycle de développement se déroule en deux phases principales :**

### 1.Phase aquatique :

Les premiers stades(ou pré-imaginaux) (œuf, larve, nymphe) se déroulent dans l'eau.

### 2.Phase aérienne :

Le stade adulte(ou imago) émerge de l'eau pour poursuivre son cycle de reproduction et de vie dans l'air.

Le cycle de vie à plusieurs étapes du moustique est unique à celui de certains autres insectes. Cela leur permet de s'adapter à différents environnements au cours de leur cycle de vie (**Dris, 2019**).

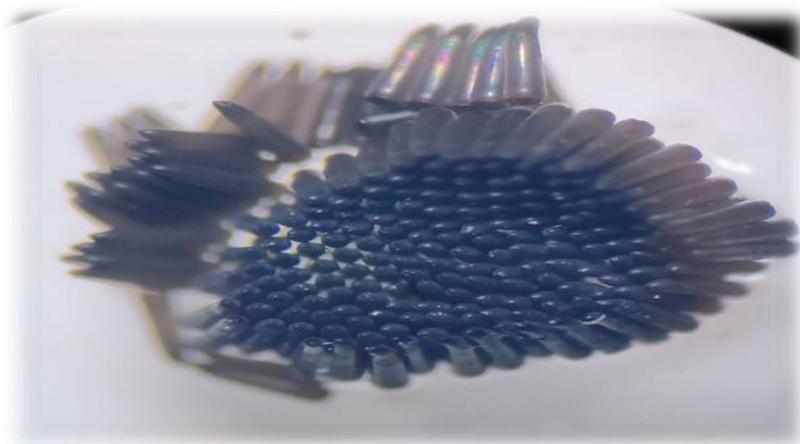
## 4. Les Caractères morphologiques de *Culiseta longiareolata* :

### A.Les œufs

- ✚ Les femelles sont sténogames, c'est-à-dire qu'elles ne s'accouplent qu'une seule fois au cours de leur vie. Elles sont également autogènes, ce qui signifie qu'elles peuvent produire leurs premiers œufs sans avoir besoin d'un repas sanguin préalable, Au moment de la ponte, les œufs sont solidarisés entre eux pour former une nacelle flottant (**Tine-Djebbar et al., 2016**). L'accouplement a lieu rapidement après l'émergence des adultes, lors d'un vol en essaim. Ces caractéristiques uniques de la

reproduction des femelles moustiques leur permettent d'assurer efficacement la survie et la propagation de l'espèce (**Touati, 2019**).

- ✚ Après l'accouplement, les femelles moustiques fécondées Elles déposent entre 200 et 400 œufs sur la surface de l'eau, en les alignant perpendiculairement. Cette stratégie de dépôt permet aux œufs de bénéficier d'une meilleure aération et de réduire les risques de prédateurs (**Brahmi et Snoussi, 2021**). Les œufs moustiques sont caractérisés par leur forme fusiforme et leur taille, qui varie entre 0,5 et 1 millimètre (**Peterson, 1980**).
- ✚ Les œufs moustiques sont initialement cylindriques et blanchâtres au moment de la ponte, mais ils changent de couleur en quelques heures, passant à une teinte grisâtre ou noire. Cette transformation est due à l'oxydation de certains composés chimiques présents dans la thèque, qui réagissent à l'air ou à l'eau. L'œuf est équipé d'un opercule qui s'ouvre vers le bas lors de l'éclosion. La larve se libère de l'œuf grâce à une épine chitineuse située sur la tête de la larve (**Brahmi et Snoussi, 2021**).



**Figure 02:** Nacelles d'œufs d'un Culicidae (photo personnel)

### **B. Les Larves**

- ✚ À ce stade de leur développement, les larves évoluent uniquement en milieu aquatique.
- ✚ Leur mode de déplacement se caractérise par des mouvements de torsion spécifiques.
- ✚ Leur cycle de développement comprend quatre stades larvaires successifs, numérotés de L1 à L4. La taille des larves varie de 2 mm à 12 mm au cours de ces différentes étapes de leur cycle de vie (**Boulkenaf et al., 2006**).

- ✚ Les trois premiers stades ne révèlent pas de caractéristiques taxonomiques spécifiques, seul le quatrième stade larvaire permet une identification précise, Ces larves de L4 sont clairement composées de trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (Aissaoui et Moukher, 2020).
- ✚ Les larves de *Cs longiareolata* peuvent se développer dans une plage de pH allant de 6 à 12 , Les larves du quatrième stade montrent une capacité légèrement supérieure à s'adapter et à survivre dans des eaux à différents pH par rapport aux larves du premier stade , Leur capacité à résister aux variations de pH s'améliore avec l'âge, montrant une adaptation croissante à leur environnement (Brahmi *et al.*, 2021).



**Figure 03:** larve de *Cs longiareolata* (photo personnel)

### B.1. Description La tête

- ✚ La tête est foncée, fortement pigmentée et très dure en raison de sa chitine, avec une paire d'antennes dorsales courtes à la surface lisse.
- ✚ Le menton est triangulaire et présente deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux de l'imago à venir).
- ✚ Sur la face ventrale de la tête se trouvent deux palpes maxillaires, les pièces buccales, et des soies recourbées portées par les pré-mandibules qui dirigent les aliments vers la bouche. 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)

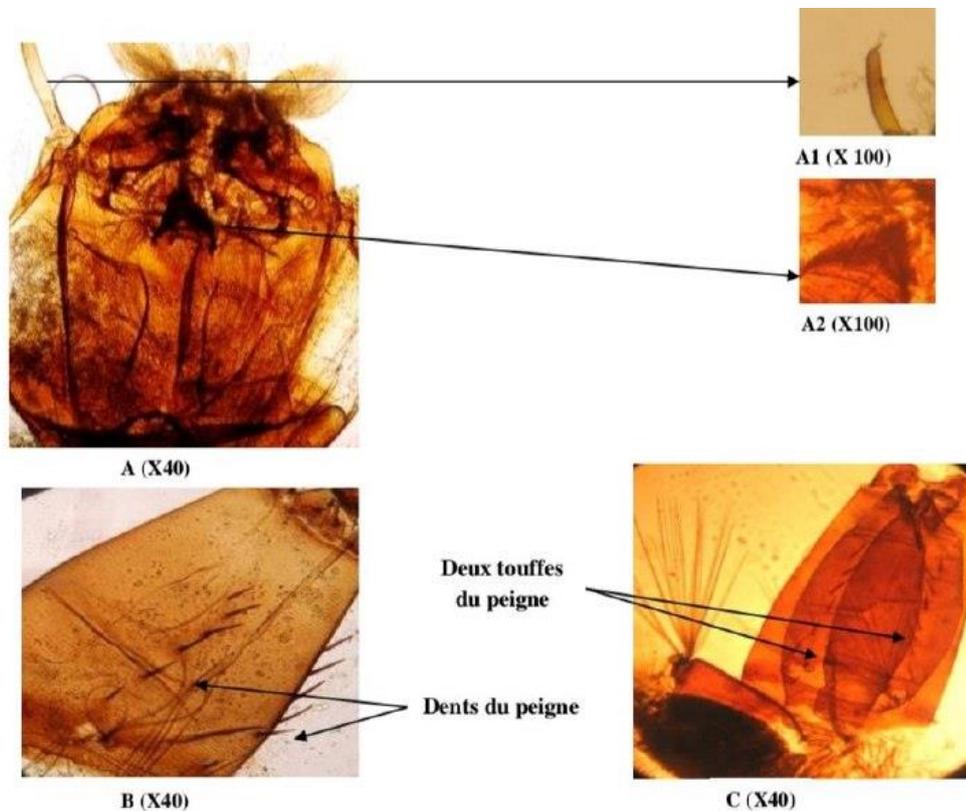
### B.2. Description du thorax

- ✚ La suite du cou forme grossièrement un quadrilatère et est composée de 3 segments fusionnés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax.

- ✚ Les surfaces ventrales et dorsales sont ornées de soies, parmi lesquelles les plus importantes pour le diagnostic sont utilisées(Aissaoui et Moukher, 2020).

### B.3. Description de l'abdomen

- ✚ L'abdomen des larves de *Cs longiareolata* est plus souple que le thorax. Il se compose de neuf segments.
- ✚ Au niveau du huitième segment dorsal se trouvent les orifices stigmatiques : sessiles chez les Anophelini, ou s'ouvrant à l'extrémité d'un tube chitineux appelé siphon chez les Culicini.
- ✚ Le neuvième segment porte un système complexe de soies anales ainsi que deux appendices hyalins, les papilles, qui encadrent l'orifice anal.
- ✚ Le siphon, plus ou moins allongé selon les espèces, facilite la respiration de la larve.



(MERABTI 2016).

**Figure 04:** Critères morphologiques d'identification de Larve de *Culiseta longiareolata*. **A1:** antenne. **A2:** mentum. **B:** siphon respiratoire, les touffes basales(AISSAOUI, 2014).

### C.Nymphe

- ✚ La nymphe de *Cs longiareolata* a une forme de virgule, Elle ne se nourrit pas et reste immobile à la surface de l'eau (MERABTI 2016).
- ✚ Comme la larve, la nymphe respire à la surface de l'eau, mais elle utilise deux conduits situés sur son dos. Une fois la métamorphose accomplie, l'adulte émerge à la surface de l'eau en brisant la peau de nymphe. La nymphe fait des sauts acrobatiques lorsqu'on la dérange. À ce stade, l'insecte est en métamorphose et l'adulte est en train de se former avec ses ailes et ses pattes (Anonyme, 2008).

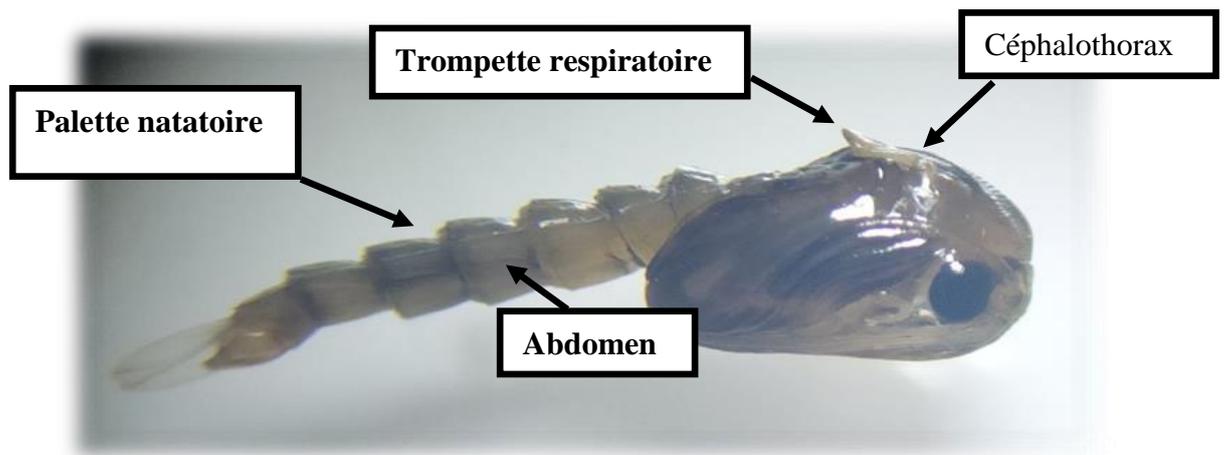


Figure 05: Aspect général de puppe de *Cs longiareolata*(photo personnel).

### D.Adulte

- ✚ Les adultes moustiques, comme tous les diptères, présentent les caractéristiques suivantes :

#### D.1.Ailes :

- ✚ Ils possèdent une paire d'ailes longues, étroites et membraneuses.
- ✚ Ces ailes sont recouvertes d'écailles le long des nervures.
- ✚ Elles sont repliées horizontalement au repos.
- ✚ La seconde paire d'ailes est réduite à des balanciers.

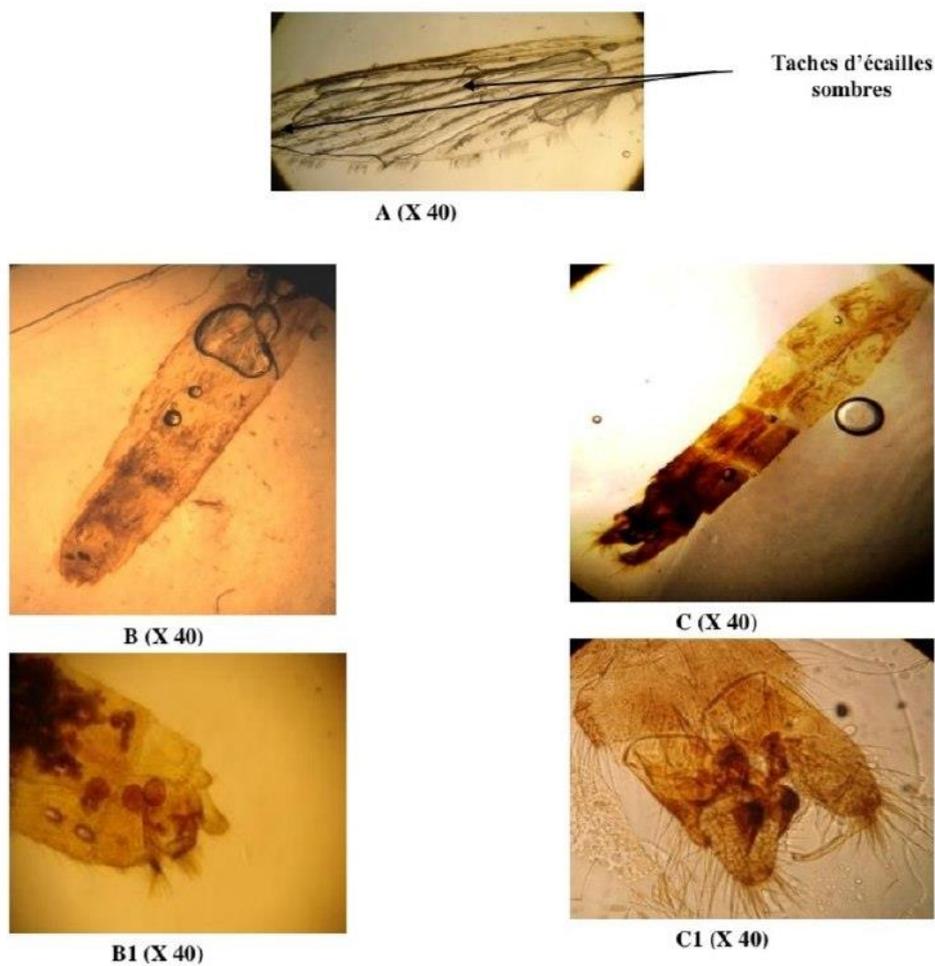
**D.2. Corps :**

- ✚ Leur corps élancé est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

**D.3. Tête :**

- ✚ Ils ont de longues antennes fines et articulées, contrairement à d'autres diptères.
- ✚ Les femelles se distinguent par leurs antennes pennées.
- ✚ Ils possèdent de longues pièces buccales suceurs.

Cette morphologie spécifique confère aux moustiques adultes des capacités de vol, de détection et d'alimentation adaptées à leur mode de vie (**Dris, 2019**).



**Figure 06:**A: L'aile de *Culiseta longiareolata*. **B:** abdomen d'une femelle de *Culiseta longiareolata*. **B1:** génitalia femelle. **C:** abdomen d'un mâle. **C1:** génitalia mâle (**AISSAOUI Linda, 2014**).

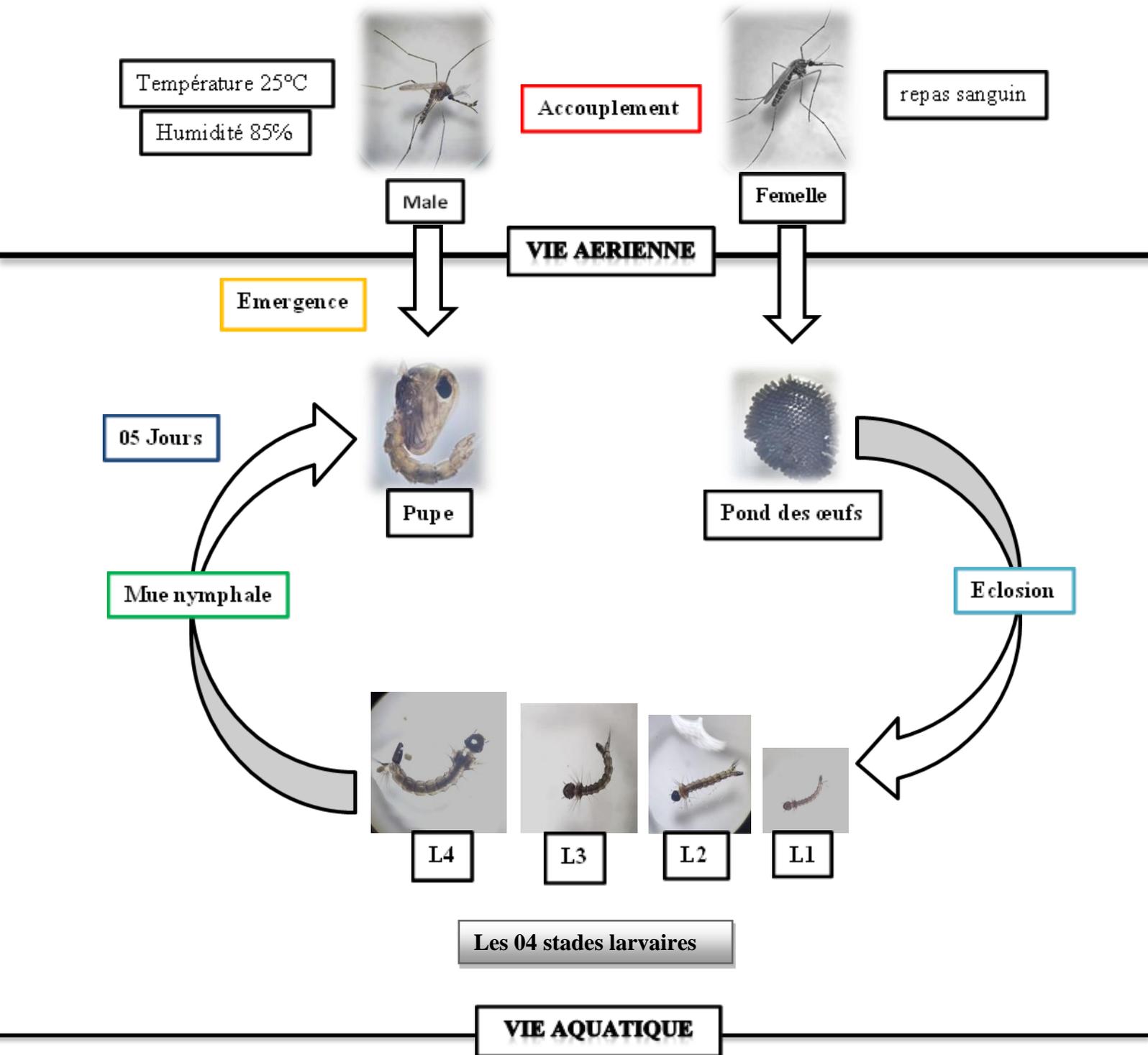


Figure07: Cycle de développement du moustique.

## 5. Description de la région d'étude : Wilaya de Tébessa

La wilaya de Tébessa est située dans l'est de l'Algérie, à une latitude de 35°20' nord et une longitude de 8°6' est, à une altitude de 960 mètres. Cette région couvre une superficie de 13 878 kilomètres carrés.

Limites géographiques :

- ✚ Au nord, elle est limitée par la wilaya de Souk Ahras.
- ✚ Au sud, elle est limitée par la wilaya d'El Oued.
- ✚ À l'ouest, elle est limitée par les wilayas d'Oum El Bouaghi et Khenchla.
- ✚ À l'est, elle est frontalière avec la Tunisie. (Bouaabida *et al.*, 2012).



Figure 08: Carte de Tébessa et ses banlieues.

### 4.1. Collecte et élevage:

L'échantillonnage est réalisé en utilisant une technique de coup de louche, qui permet de collecter des échantillons d'eau de **500 millilitres**. Cette méthode consiste à immerger la louche dans l'eau, puis à la déplacer avec un mouvement régulier et contrôlé, en évitant de créer des remous ou des perturbations à la surface de l'eau. Cela permet de collecter des échantillons représentatifs de l'eau, sans perturber l'environnement naturel, et d'obtenir des résultats fiables pour l'analyse (Touati, 2019). Les larves sont élevées dans des récipients contenant d'eau du gîte et nourries avec un mélange de biscuit-levure (**75% et 25%**) selon (Rihimi & Soltani, 1999), fournie quotidiennement. La quantité varie selon le stade. L'eau est renouvelée chaque deux jours, Le régime alimentaire joue un grand rôle dans la fécondité, car les protéines permettent à la femelle de pondre plus d'œufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement (Wigglesworth, 1972)

#### 4.2.Élevage au laboratoire

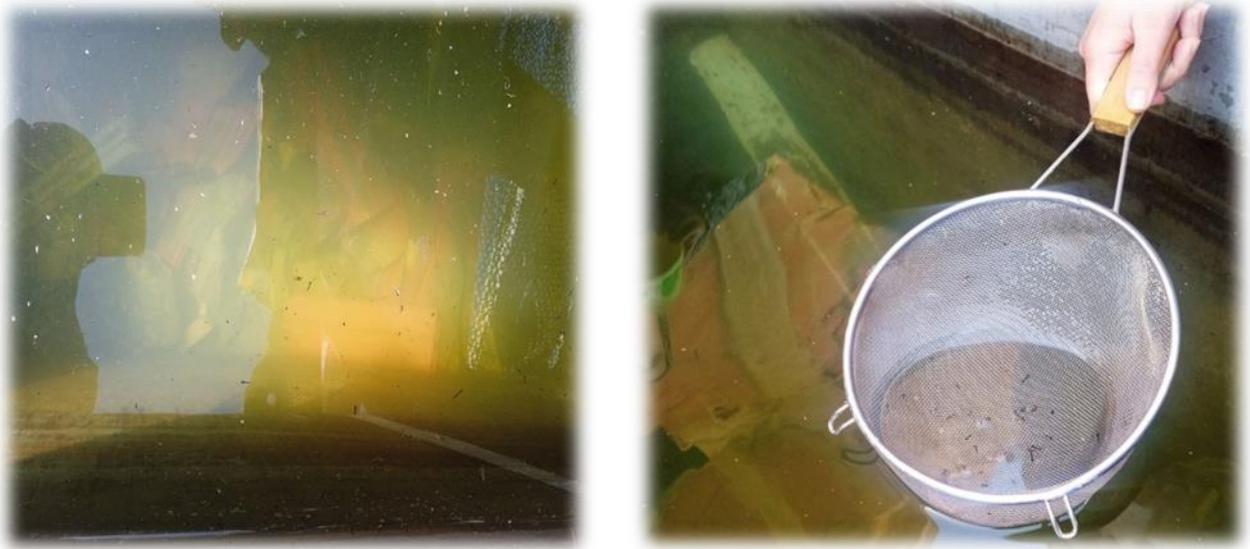
Pendant le printemps de 2024, plus précisément en mai, la collecte des larves de moustiques a été menée à Tébessa. Les larves de *Cs longiareolata* prélevées dans les gîtes ont été transférées au laboratoire, où elles sont élevées dans des gobelets en plastique contenant **150 ml d'eau déchlorurée**. Chaque gobelet accueille **20 moustiques** pour leur développement et leur observation.



**Figure09** : Site de prélèvement El Hammamet **station01**.



**Figure 10:** carte de Quartier jabal argoû (**Hammamet, quartier de la route de la Charia**)



**Figure 11:** Site de prélèvement El Hammamet station 02.



**Figure12 :** carte de Quartier Draà EL\_Hammam.



**Figure13:** tri, comptage et séparation des larves **.Figure14:** Elevage au laboratoire.

## II. Moyens de lutte contre les moustiques

### II.1.La lutte physique :

visée à altérer l'environnement de l'insecte en éliminant les conditions favorables à sa prolifération. Elle repose sur des actions d'assainissement et d'aménagement urbain, telles que l'élimination des eaux stagnantes ou leur inaccessibilité pour les adultes, ainsi que la prévention de la formation et de la propagation des sites de reproduction. Une approche complémentaire de lutte physique consiste à utiliser des billes de polystyrène dans les récipients fermés, provoquant la mort des larves par asphyxie (**Bouchair et al., 2021**).

#### II.1.1.La lutte chimique :

- ✚ peut cibler les adultes en phase d'imago dans l'air ou les larves dans l'eau, en se basant sur la biologie de l'insecte. Cependant, la lutte chimique contre les adultes est souvent considérée comme coûteuse et inefficace, ce qui la relègue souvent au second plan dans les pays développés. Son utilisation est généralement restreinte à des situations spécifiques et à des zones géographiques limitées. (**Aissaoui et Moukher, 2020**).
- ✚ La lutte chimique anti-larvaire, bien que plus ciblée, comporte des risques pour l'environnement. Les insecticides chlorés comme le DDT, autrefois considérés comme "sans danger" pour les manipulateurs, se sont avérés toxiques pour les composantes des biocénoses des moustiques. Depuis 1964, on utilise des doses très faibles d'autres

composés organiques sur les larves. Contrairement aux précédents, ces produits ne s'accumulent pas dans les sols car ils sont totalement hydrolysés en quelques jours.

Le Téméphos, utilisé en milieu rural, a été remplacé par un autre ester phosphoré, le Chlorpyrifos, nettement plus toxique mais avec une stabilité accrue en eau polluée. L'apparition et l'augmentation progressive de la résistance des moustiques à différentes classes d'insecticides nécessitent l'adoption de techniques d'épandage variées. (Aissaoui et Moukher, 2020).

### II.1.2. La lutte biologique

se définit comme l'ensemble des moyens visant à freiner le développement des moustiques en perturbant leurs processus de reproduction, en les exposant à l'action de prédateurs ou de parasites, et en modifiant leurs biotopes.

Plusieurs approches sont possibles :

- ✚ Utilisation de prédateurs larvaires comme les poissons (*Gambusia affinis*) et de prédateurs adultes comme certains oiseaux
- ✚ Lutte microbiologique par l'emploi de parasites conventionnels, mais aussi de virus et de bactéries pathogènes pour les moustiques, comme *Bacillus thuringiensis*  
Ces méthodes biologiques permettent de lutter contre les moustiques de manière plus respectueuse de l'environnement, en s'appuyant sur les interactions naturelles entre espèces (Aissaoui et Moukher, 2020).
- ✚ Le contrôle génétique des moustiques, qui inclut la libération de mâles stériles pour empêcher la fécondation des femelles piqueuses de sang, ainsi que la manipulation génétique des femelles par l'insertion de fragments d'ADN, a pour effet de rendre les moustiques incapables de transmettre des maladies, réduisant ainsi leur capacité de vecteur. Cependant, cette approche est onéreuse et souvent mal perçue par la population locale, pouvant entraîner des nuisances significatives (Bouchair *et al.*, 2021).
- ✚ La lutte contre les moustiques en utilisant des extraits végétaux est devenue cruciale face à l'augmentation des espèces de moustiques envahissantes, surtout après le développement de résistances aux insecticides. Pour faire face à cette situation, de nouvelles approches telles que les bio-insecticides et les formulations d'huiles essentielles ont été progressivement intégrées dans les programmes de lutte contre les vecteurs de maladies (Baba-aissa *et al.*, 2021).
- ✚ L'utilisation des biocides est une stratégie essentielle dans la lutte contre les vecteurs de maladies. Cependant, la diminution du nombre de substances actives disponibles, la

résistance croissante aux principaux insecticides et la nécessité de préserver l'environnement soulignent l'importance d'une réflexion approfondie sur l'utilisation de ces produits et la gestion de la résistance des vecteurs(**Baba-aissa et al., 2021**).

- ✚ Cette cas préoccupante a poussé la communauté scientifique à chercher des alternatives durables, respectueuses de l'environnement et exemptes de tout risque potentiel pour la santé publique. Dans ce contexte, l'utilisation de nouvelles molécules naturelles dont l'efficacité est avérée s'impose, et les huiles essentielles représentent une piste d'avenir, suscitant de nombreuses recherches sur le sujet. Cependant, la grande majorité de ces études portent sur les moustiques, que ce soit sur l'effet répulsif ou larvicide des huiles essentielles. Certains composés chimiques végétaux des huiles essentielles possèdent en effet des propriétés insecticides avérées. Afin d'optimiser l'action des principes actifs et de garantir la stabilité et l'efficacité de ces produits naturels, la formulation des huiles essentielles s'avère une étape primordiale et incontournable dans le domaine phytopharmaceutique (**Baba-aissa et al., 2021**).

### III. Présentation de la plante

#### III.1.Origine géographique:

##### 1.1. Dans le monde :

*Juniperus phoenicea L.* est une espèce présente dans diverses régions du monde. Cependant, elle est plus fréquente dans la partie ouest des régions méditerranéennes au sud de l'Europe, notamment :

- ✚ Du Portugal jusqu'en Turquie à l'est(**Adams et al., 1996**)
- ✚ Dans les montagnes de l'ouest de l'Arabie Saoudite en Asie occidentale (**El-Sawi et Motawe, 2008**).
- ✚ En Afrique du Nord, *Juniperus phoenicea L.* pousse en Algérie, au Maroc, en Tunisie et en Égypte.(**Maatooq et al., 1998 ,Derwich et al.,2010**).

##### 1.2. En Algérie :

L'Algérie est connue pour sa richesse en plantes médicinales à usages multiples. Cette richesse s'explique par :

- ✚ Sa grande superficie
- ✚ Sa diversité géo-climatique

Plus précisément :

- ✚ Le nord de l'Algérie est caractérisé par un climat méditerranéen
- ✚ Les hauts plateaux se distinguent par un climat semi-aride

### ✚ La plateforme saharienne a un climat aride

Cette diversité de climats permet le développement d'une flore médicinale variée sur le territoire algérien (**Hamza et al., 2019**). Les plantes médicinales, provenant de diverses régions d'Algérie, incluent celles récoltées dans les chaînes montagneuses des Aurès (**Hamza et al., 2019**).



**Figure15** : Carte chronologique pour la distribution de *Juniperus phoenicea* (**Adams et al., 2013**)

### 1.3. Pays d'origine

D'origine américaine, asiatique, africaine et européenne (**Kezzouna, 2015**).

### 2. Récolte

Il se trouve sur les dunes côtières et en montagne jusqu'à 2400 m, avec une altitude maximale de 1200 m en montagne. Cette espèce est adaptable à différents types de sols, qu'ils soient siliceux ou calcaires. Elle affectionne la lumière du soleil et prospère pleinement en plein soleil, tout en étant résistante aux sécheresses sévères (**Belkacem, 2015**).

La reproduction sexuée de cette espèce présente un intérêt écologique important, car elle produit des fruits qui nourrissent la faune et des graines permettant sa régénération. Cependant, en Algérie, peu de travaux ont été réalisés sur ce sujet, alors que de nombreuses études ont été menées en Europe sur la reproduction de cette espèce (**García, 2001**).

### 3. Présentation de *Juniperus phoenicea* L

### 3.1. La famille des Cupressaceae

Les Cupressacées forment une famille appartenant à l'embranchement des Gymnospermes, ou plantes à graines nues (**Constance, 2010**). Ces végétaux jouent de multiples rôles dans la nature :

- ✚ Écologiques : essence de protection et plantes ornementales
- ✚ Économiques : production de bois, résines et huiles essentielles (**Bouyahyaoui, 2016**).

Cette famille compte environ trente genres (**Farjon, 2001**), parmi lesquels les plus importants sont *Cupressus* L. et *Juniperus*. L (**Schulez et al., 2005**). Ce dernier est l'un des genres les plus représentatifs des Cupressacées (**Amresh et Singh, 2017**).

### 3.2. Nomenclature de la plante

*Le Juniperus phoenicea* est connu sous de nombreux noms selon les régions et les langues :

- ✚ *Araâr* (en arabe)
- ✚ *Genévrier rouge, Genévrier de Lycie* (en français)
- ✚ *Junipero, Sabino, Enebro, Tascate* (au Mexique)
- ✚ *Cade endormi*
- ✚ *Morven ou Genévrier à fruits rouges* (en provençal) (**Ayad et Aymen, 2021**)

### 3.2. Le genre *Juniperus*

Le genre *Juniperus* comprend environ 67 espèces et 28 variétés (**Emami et al., 2011**). Il est subdivisé en trois sections :

- ✚ *Caryocedrus*, ne contenant qu'une seule espèce
- ✚ *Juniperus* (ou *Oxycedrus*), avec 11 espèces
- ✚ *Sabina*, la plus importante avec 55 espèces (**Adams, 2004**)



**Figure16** :Grand genévrier phénicien sur sol xérique calcaire à Milos (îles de la mer Égée, Grèce)

### 3.3. Taxonomie botanique de *Juniperus phoenicea* L. :

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

<i>Catégorie</i>	<i>Classement</i>
Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Pinophyta
Classe	Pinopsida
Ordre	Pinales
Famille	Curpressaceae
<i>Genre</i>	<i>Juniperus</i>
<i>Espèce</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>

## 4. Description botanique du L'espèce *Juniperus phoenicea*:

### 4.1 .Description générale

*Juniperus phoenicea*, communément appelé "*Arâar*", est un arbuste atteignant environ 8 mètres de hauteur. Il se caractérise par des rameaux brun rougeâtre écailleux et des bourgeons nus.

#### ✚ Feuilles

Les feuilles de *J. phoenicea* sont de couleur gris vert, aromatiques, persistantes et non piquantes. Elles présentent une face inférieure glauque avec deux bandes de stomates plus foncées que la partie médiane (Anonyme, 2007). La plupart des feuilles sont des écailles très petites et courtes, aux bords cartilagineux finement denticulés, serrées contre les rameaux et souvent imbriquées sur 4 ou 6 rangs. (Belkacem, 2015).

#### ✚ Floraison

La floraison a lieu à la fin de l'hiver et au printemps (février-avril) (Louis et al., 2010) . 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. *J. phoenicea* est une espèce dioïque (Belkacem, 2015).

#### ✚ Fruits

Les fruits sont globuleux, mesurant de 10 à 15 mm de diamètre. Ils sont rougeâtres et luisants à maturité. Bien que toxiques et réservés à un usage externe (Baba Aissa, 2011), ils mettent deux ans pour mûrir. Un kilogramme de cônes produit environ 5000 graines (Boudy, 1950)

## ✚ Tronc et racines

Le tronc de cette espèce est droit, avec une écorce brun rougeâtre. Le système racinaire est profond et l'écorce du tronc est gris brun, étalée et dressée.



**Figure 17:** les feuilles de *Juniperus phoenicea*.

- ✚ **Plante:** Dioïque, parfois monoïque, avec une longévité pouvant atteindre jusqu'à 1000 ans, caractérisée par une croissance extrêmement lente.
- ✚ **Morphologie:** Ces arbres de petite taille se distinguent par leur torsion, souvent présentant de nombreuses branches mortes et parfois une morphologie atypique avec un tronc orienté vers le bas et des racines vers le haut (**Mandin, 2006**).
- ✚ **Vitesse de croissance:** La croissance est exceptionnellement lente, avec des cernes mesurant de 0,02 mm à 0,5 mm pour seulement 2 couches de cellules (**Mandin, 2006**).
- ✚ **Âge:** Certains individus peuvent atteindre des âges très avancés, allant de 1000 à 1500 ans (**Mandin, 2006**).
- ✚ **Habitat:** Cette plante se trouve principalement dans les régions méditerranéennes, le long des côtes, sur les collines et les basses montagnes sèches et ensoleillées, étant une espèce héliophile. Elle s'adapte facilement, s'accrochant parfois aux falaises et pouvant même se développer dans les fissures des roches (**Bousbia et Souaci, 2021**).

## 5. Le Rôle du *Juniperus phoenicea*

### 5.1. Rôle médicinale

- ✚ Cette espèce est très utilisée en médecine traditionnelle ; Les feuilles sont utilisées sous forme de décoction pour soigner le diabète, diarrhée et rhumatisme alors que les

fruits séchés et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès (Akrouf, 2004). C'est une espèce dioïque ; les fleurs mâles sont groupées en chatons d'écaillés portant des sacs polliniques sur leur face inférieure, les fleurs femelles sont groupées dans un cône contenant les ovules (Belkacem, 2015).

- ✚ L'usage ancestral du *Juniperus phoenicea*, connu sous le nom de Genévrier rouge, en médecine traditionnelle, se concentre sur ses branches, ses feuilles et ses fruits. Les composés chimiques présents dans ces parties de la plante sont intégrés dans des préparations pharmaceutiques, principalement pour leurs propriétés antiseptiques attribuées à la présence d'huiles essentielles. Les cônes, les rameaux, et surtout les infusions des jeunes pousses, ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs. Les feuilles de *J. phoenicea*, utilisées en décoction, sont employées pour traiter le diabète, la diarrhée et les rhumatismes, tandis que la poudre des fruits séchés est réputée pour guérir les ulcérations cutanées et les abcès dans les régions méditerranéennes. Diverses études ont examiné la composition chimique de l'huile essentielle du Genévrier rouge dans des pays tels que le Portugal, l'Espagne, la Corse, la Grèce, la Tunisie, l'Égypte et l'Arabie saoudite (Mansouri *et al.*, 2011).
- ✚ En Algérie, l'utilisation populaire du *J. phoenicea* repose principalement sur ses feuilles, préparées en décoction pour traiter naturellement le diabète, la diarrhée et les rhumatismes. De plus, un mélange de feuilles et de baies de cette plante est utilisé comme agent hypoglycémique oral, tandis que les feuilles se révèlent efficaces contre les affections broncho-pulmonaires (Bousbia et Souaci, 2021).

## 6. Composition chimique :

Les feuilles et les cônes (fruits) du *Juniperus phoenicea* sont principalement composés d'huiles volatiles (Kezzouna, 2015). Des études phytochimiques antérieures sur cette espèce ont révélé une accumulation de terpénoïdes, en particulier des monoterpènes, des sesquiterpènes et des diterpènes. En revanche, les dérivés phénoliques tels que les bisflavones et les lignanes sont présents en faibles quantités. (Kezzouna, 2015) a également signalé la présence de glycosides phénylpropanoïdes, de junipérosides, de rosarine, de skimmine, ainsi que de deux dérivés de furanones glucosides, de stérols et d'hydrocarbures. *Le Juniperus phoenicea* se caractérise par sa richesse en polyphénols, en huiles essentielles comme le  $\beta$ -phellandrène, l'acétate d' $\alpha$ -terpinyle et le myrcène, ainsi que des diterpènes (Kezzouna, 2015).

## 7. L'activité biologique

- ✚ L'activité biologique englobe les actions appliquées aux systèmes réactionnels et moléculaires, des plus simples aux plus complexes (Mariod et Tahir, 2022). Les

diverses formes d'activités biologiques peuvent être étudiées in vivo ou in vitro, (**Semchaoui et Belmaghrbi , 2021**).

- ✚ Les mesures clés pour évaluer l'activité biologique incluent l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion (**Mariod et Tahir , 2022**). Par exemple, l'activité biologique d'une huile essentielle est influencée par sa composition chimique, en particulier les groupes fonctionnels des composés majoritaires tels que les phénols (thymol, carvacrol, eugénol), les alcools ( $\alpha$ -terpinéol, terpinen-4-ol, linalol), les aldéhydes, ainsi que les composés terpéniques et cétoniques (**Dorman et Deans, 2000**). Les composés minoritaires jouent également un rôle crucial en renforçant les effets des composés principaux (**Bassolé et Juliani en 2012**).
- ✚ L'efficacité d'une huile essentielle dans une activité biologique dépend de sa teneur en composés phytochimiques ; plus elle est riche en substances actives, plus son activité est significative, ( **Zhiri en 2006**).

## 7.1. Différents types d'activités biologiques

### 7.1.1. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne peut se manifester de différentes manières. Certains composés agissent en oxydant ou en dénaturant les protéines bactériennes (**Schiota et al., 2004**), tandis que d'autres ont un effet plus ciblé en altérant les structures membranaires ou en neutralisant des composés ou des fonctions essentielles de la cellule (**Eldeen et al., 2005 ; Song et al., 2007 ; Hamouda et Doumandji, 2017**).

### 7.1.2. Activité antioxydante

Les études sur l'activité antioxydante de l'huile essentielle de Genévrier rouge ont révélé une forte activité antiradicalaire par rapport au contrôle positif BHT. De plus, cette huile essentielle a montré une capacité élevée de réduction des ions ferriques par rapport au témoin positif vitamine C (**Aouadi et al., 2021**).

### 7.1.3. Activité antibactérienne

Diverses études ont exploré le potentiel antibactérien de *J. phoenicea* (**Bousbia et Souaci, 2021**). Les huiles essentielles de plusieurs espèces de *Juniperus* sont reconnues pour leur activité antimicrobienne contre divers micro-organismes. L'huile essentielle de Genévrier phoenicea a montré une sensibilité particulière envers la souche E. Coli, avec une zone d'inhibition la plus importante mesurant 34 mm, tandis que des zones d'inhibition de 24 mm ont été observées pour *S. aureus* (**Aouadi et al., 2022**).

### 7.1.4. L'activité vermifuge

L'huile essentielle de Genévrier rouge a démontré une action vermifuge notable contre le parasite hématophage *H. contortus*. Les études ont révélé un effet significatif de cette huile essentielle en termes d'inhibition de l'éclosion des œufs à la concentration de 1 mg/ml (Aouadi *et al.*, 2021).

#### 7.1.5. Activité antifongique

**Tableau03** : Activité antifongique de *Juniperus Phoenicea*(Dane *et al.*,2015)(Mazari *et al.*,2010)

Régions	Souches utilisés	Zones d'inhibition
Algérie	▪ <i>Fusarium culmorum</i>	▪ 20.53
	▪ <i>Fusarium graminearum</i>	▪ 6.19
	▪ <i>Aspergillus flavus</i>	▪ 40.6
	▪ <i>Fusarium oxysporum</i>	▪ 47.1
	▪ <i>Rhizopus stolonifer</i>	▪ 0

- ✚ Des recherches plus récentes ont révélé que cette plante possède des propriétés antidiabétiques prometteuses (El Sawi *et al.*, 2014) et un potentiel anticancéreux lié à la cytotoxicité de ses composants (Hajjar *et al.*, 2017 ; Al Groshi *et al.*, 2018).

### 8. 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 .
- ✚ 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- terpinèn-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**).

## 9. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles, extraites par hydro distillation ou expression mécanique, sont des mélanges complexes de métabolites secondaires volatils présents principalement chez les végétaux supérieurs. Ces substances sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et ont tendance à s'accumuler dans des cellules glandulaires spécialisées. Elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux tels que les fleurs (ylang-ylang, bergamotier, rose, etc.), les sommités fleuries (tagète, lavande), les feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier), les racines (vétiver), les rhizomes (gingembre, curcuma), les fruits (badiane), le bois (bois de rose, santal), ou les graines (ambrette, muscade) (**Mebarki, 2010**).

### 9.1. Historique

- ✚ Les premières traces de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles remontent à environ 3000 ans avant notre ère. Ces substances naturelles semblent avoir accompagné l'évolution de la civilisation humaine depuis ses origines, d'abord en Orient et au Moyen-Orient, puis en Afrique du Nord et en Europe.
- ✚ Les hydrolats, ou eaux aromatiques, étaient déjà utilisés en Inde il y a plus de 7000 ans. Les Arabes ont apporté des améliorations significatives dans la chimie et la distillation des huiles. Vers l'an 1000, le médecin et scientifique persan Avicenne a précisément défini le procédé d'entraînement à la vapeur. L'Iran et la Syrie sont devenus des centres majeurs de production de divers types d'extraits aromatiques(**Bouguerra, 2012**).
- ✚ Le terme "huile essentielle" aurait été inventé au 16<sup>ème</sup> siècle par le réformateur suisse de la médecine Paracelse von Hohenheim, qui a nommé le composant actif "essentia de Quinta de drogue". Environ 3000 huiles essentielles sont connues, dont environ 300 sont utilisées commercialement. Parallèlement, l'utilisation des plantes dans les pratiques thérapeutiques de ces civilisations a évolué au fil du temps (**Randriannarivelo, 2010**).

### 9.2. Propriétés physiques et chimiques des huiles essentielles

- ✚ Les huiles essentielles sont des liquides à température ordinaire, caractérisés par une odeur aromatique très prononcée, généralement incolores ou jaune pâle, à l'exception de quelques huiles essentielles (**Ouali, 2016**).
- ✚ En raison de leur nature huileuse, ces produits sont très peu solubles dans l'eau, mais se dissolvent dans les solvants organiques apolaires courants, les huiles grasses, ainsi que dans les alcools à un degré élevé et dans l'éther.
- ✚ La plupart des huiles essentielles sont plus légères que l'eau, avec une densité généralement inférieure.
- ✚ Elles contiennent des substances volatiles naturellement présentes dans les végétaux, ce qui les différencie des huiles dites "fixes".
- ✚ Toutes les huiles volatiles sont acides, très inflammables, sensibles à l'oxydation, et ont tendance à se polymériser pour former des résidus résineux (**Kezzouna, 2015**).

### 9.3. Classification des huiles essentielles

Les huiles essentielles peuvent être classées selon deux critères principaux :

#### 9.3.1. Classification selon la composition chimique

- ✚ Les huiles essentielles hydrocarburées, qui constituent le groupe le plus vaste.
- ✚ Les huiles essentielles oxygénées, qui incluent toutes les huiles essentielles solides.
- ✚ Les huiles essentielles soufrées, que l'on retrouve chez les *liliacées* et les *brassicacées*.

#### 9.3.2. Classification basée sur la couleur de l'huile

##### 9.3.2.1. Cette classification comprend quatre catégories :

- ✚ Les huiles incolores, qui ne contiennent ni résine ni azulène.
- ✚ Les huiles jaunes, qui renferment des résines.
- ✚ Les huiles bleues, qui contiennent de l'azulène.
- ✚ Les huiles jaune-vert et vert-brun, qui sont principalement composées d'azulène, mais aussi d'autres pigments (**Bousbia et Souaci, 2021**).

### 9.4. Les HEs ET MEDICAMENTS

Il n'existe pas de réglementation spécifique pour les huiles essentielles (HE) concernant leur utilisation dans les médicaments. Les produits pharmaceutiques contenant des HE entrent dans la catégorie des médicaments à base de plantes, définis comme des médicaments dont les principes actifs sont exclusivement des drogues végétales et/ou des préparations à base de drogue(s) végétale(s).

### 9.5. La toxicité des HEs

La toxicité des huiles essentielles (HE) est notable en raison de leur forte concentration en principes actifs, les rendant hautement réactives. Leurs composants, majoritairement lipophiles, sont rapidement absorbés indépendamment de la voie d'administration.

La toxicité des HE est directement influencée par leur composition chimique, les composés poly-insaturés étant plus toxiques que d'autres (cétones, lactones, phénols, etc.).

#### **9.5.1. Toxicité par voie orale :**

En général, la toxicité aiguë est évaluée par la **DL50**, qui mesure la dose d'une substance entraînant la mort de **50 %** d'une population animale spécifique (souvent des souris ou des rats) dans des conditions expérimentales définies. La **DL50** représente la quantité de substance nécessaire pour provoquer la mort de la moitié des animaux d'un groupe, exprimée en milligrammes ou grammes de substance active par kilogramme de poids corporel de l'animal. Plus la **DL50** est faible, plus la substance est considérée comme toxique.

#### **9.5.2. Photosensibilisation :**

Une exposition solaire importante après l'application cutanée d'huiles essentielles (**HE**) riches en furocoumarines peut entraîner ce phénomène. Ce risque est moindre mais possible après une absorption orale.

#### **9.5.3. Irritations cutanées :**

Les irritations cutanées résultent de l'application d'huiles essentielles non diluées riches en monoterpènes ou en esters sur une peau sensible.

#### **9.5.4. Dermatotoxicité et nécrose :**

La dermatotoxicité et la nécrose cutanée peuvent survenir suite à l'application cutanée ou à l'absorption d'huiles essentielles pures contenant des phénols ou de l'aldéhyde cinnamique.

#### **9.5.5. Allergie :**

L'application cutanée d'huiles essentielles contenant des lactones (comme le Laurier, le Myrte) ou de l'aldéhyde cinnamique peut déclencher des allergies cutanées. Il est donc recommandé d'éviter ces huiles sur une peau sensible ou de les utiliser sur une courte période.

#### **9.5.6. Neurotoxicité :**

La neurotoxicité des huiles essentielles est principalement due aux cétones (camphre, thuyone, menthone) présentes par exemple dans l'Absinthe, l'Armoise, le Cèdre, l'Hysope, la Sauge officinale, le Thuya, la Menthe poivrée.

#### **9.5.7. Hépatotoxicité :**

Une absorption prolongée par voie orale ou rectale à des doses élevées d'huiles essentielles riches en phénols peut entraîner une hépatotoxicité.

### 9.5.8. Néphrotoxicité :

Une absorption prolongée par voie orale d'huiles essentielles riches en monoterpènes (comme le pinène, le camphène) peut causer une néphrotoxicité. Il est donc conseillé d'éviter ces huiles (*Pin, Genévrier*) en cas d'insuffisance rénale.

### 9.6. Le Rôle écologique des huiles essentielles

Les terpénoïdes, qui constituent les composants majoritaires des huiles essentielles, jouent un rôle écologique essentiel dans les interactions végétales. Ils agissent en tant qu'agents allélopathiques, inhibant la germination d'autres plantes. Ils interviennent également dans les interactions végétales-animaux, protégeant les plantes contre les prédateurs comme les insectes. Grâce à leurs odeurs caractéristiques, les terpénoïdes attirent les pollinisateurs. Certains chercheurs considèrent aussi les huiles essentielles comme des agents de conservation de l'humidité des plantes dans les climats désertiques (**Badri *et al.* , 2020**).

### 9.7. Utilisation des huiles essentielles

#### ✚ En industrie agroalimentaire

Dans l'industrie agroalimentaire, les huiles essentielles sont couramment utilisées comme agents naturels aromatisants et conservateurs en raison de leurs composés aux propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. Elles apportent saveur et arôme aux cafés, thés, boissons et pâtisseries (**Latreche Douar, 2019**).

#### ✚ En pharmacie

Huiles essentielles inscrites à la pharmacopée : Elles sont répertoriées dans la pharmacopée, un recueil de normes officielles qui utilise des méthodes analytiques avancées pour garantir leur identité, pureté, concentration en principes actifs et étudier leur stabilité.

Utilisation pharmacologique : Les huiles essentielles sont utilisées en médecine pour leurs propriétés pharmacologiques, notamment leur pouvoir antiseptique contre diverses bactéries, champignons et levures.

#### ✚ En parfumerie

Les huiles essentielles sont largement utilisées dans l'industrie cosmétique et des produits d'hygiène, étant un débouché majeur. Bien que les produits naturels soient coûteux, ils sont intégrés dans des produits cosmétiques, des produits solaires et des produits d'ambiance tels que les diffuseurs pour pots-pourris.

#### ✚ Dans diverses industries

Les industries chimiques utilisent principalement des isolats, des substances pures extraites des huiles essentielles, comme matières premières pour la synthèse de principes actifs médicamenteux, de vitamines, de substances odorantes, etc (**Bousbia et Souaci, 2021**).

## 9.8. L'activité biologique et Composition chimique

### 9.8.1. Extraction des HEs :

- ✚ L'activité biologique d'une huile essentielle est étroitement liée à sa composition chimique et aux possibles effets synergiques entre ses différents composants. Sa valeur réside dans son "tout", c'est-à-dire dans l'intégralité de ses constituants et non seulement dans ses composés majoritaires (**Lahlou M., 2004**).
- ✚ Face à l'émergence de souches microbiennes de plus en plus résistantes aux antibiotiques, la recherche de solutions alternatives est devenue cruciale.
- ✚ Les composés chimiques tels que les phénols, les aldéhydes, les alcools et les cétones terpéniques présentent une efficacité à large spectre antibactérienne et antifongique, bien que l'efficacité des terpènes suscite encore des débats (**Valnet J., 2005**).
- ✚ Les huiles de thym, d'origan, de clou de girofle et d'armoise blanche, riches en composés phénoliques tels que le thymol, le carvacrol et l'eugénol, ont montré les meilleures activités antibactériennes et antifongiques (**Agnihotri et al ., 2003**).
- ✚ Ces huiles essentielles sont également utilisées pour leur pouvoir antioxydant en tant que substituts dans la conservation des aliments, principalement grâce aux phénols et aux polyphénols qui en sont responsables (**Richard H., 1992**).
- ✚ L'extraction des huiles essentielles est certainement la phase la plus délicate et la plus importante du processus. Elle a pour but de capter les produits les plus subtils et les plus fragiles élaborées par le végétal. De nombreux procédés sont utilisés pour l'extraction de ces substances (**Sallé,2004**).
- ✚ La distillation par entraînement à la vapeur d'eau, est le procédé le plus pratiqué dans l'industrie des arômes. Les huiles essentielles obtenues sont des produits généralement peu polaires, volatils, odoriférants et de densité pour la plupart inférieure à celle de l'eau (**Valnet J, 2005**).

#### 9.8.1.1 Les méthodes de l'extraction

##### 9.8.1.1. Expression à froid

C'est le procédé le plus simple, mais il ne s'applique qu'à l'épicarpe des agrumes (orange amère, orange douce, citron, mandarine, bergamote, lime, pamplemousse). Ce mode d'extraction à froid est choisi en raison de la fragilité des essences de ces fruits. Le procédé mécanique, réalisé à température ambiante, consiste à broyer les zestes frais à l'aide de presses

pour libérer le contenu des poches sécrétrices d'essence. Cette technique purement mécanique limite l'oxydation en préservant les antioxydants naturels de la fraction non volatile.

Le produit obtenu est appelé essence car il n'a subi aucune modification chimique et reste identique au produit sécrété par la plante.

#### **9.8.1.2. Extraction par solvant organique**

Le principe est d'utiliser des solvants résistants à la chaleur, à la lumière et à l'oxygène, avec une faible température d'ébullition pour faciliter leur élimination. Cela évite toute interaction avec l'extrait, qui contient non seulement les composés volatils mais aussi de nombreuses autres substances comme les cires, les colorants et les acides gras (**Boukhatem et al., 2019**).

#### **9.8.1.3. Extraction assistée par micro-ondes**

Le matériel végétal est placé dans un réacteur dans un four à micro-ondes, sans ajout d'eau ni de solvants. Le processus chauffe l'eau contenue dans la plante, provoquant l'expansion de ses cellules et la rupture des parties qui contiennent les huiles essentielles (**Boukhatem et al., 2019**).

#### **9.8.1.4. Extraction par fluide à l'état supercritique**

Le solvant, généralement du dioxyde de carbone, est utilisé dans un état intermédiaire entre les phases liquide et gazeuse à différentes températures et pressions. Cela augmente sa capacité de solubilité et le rend facile à éliminer des extraits (**Boukhatem et al., 2019**).

#### **9.8.1.5. Entraînement à la vapeur d'eau**

C'est la seule méthode préconisée par la Pharmacopée française car elle minimise les altérations hydrolytiques, notamment des esters. Les plantes entières ou broyées sont disposées dans un alambic traversé par un courant de vapeur d'eau. La vapeur entraîne l'huile essentielle qui se condense dans le serpentin du réfrigérant. Un essencier permet ensuite de séparer l'eau et l'huile essentielle, généralement plus légère que l'eau.

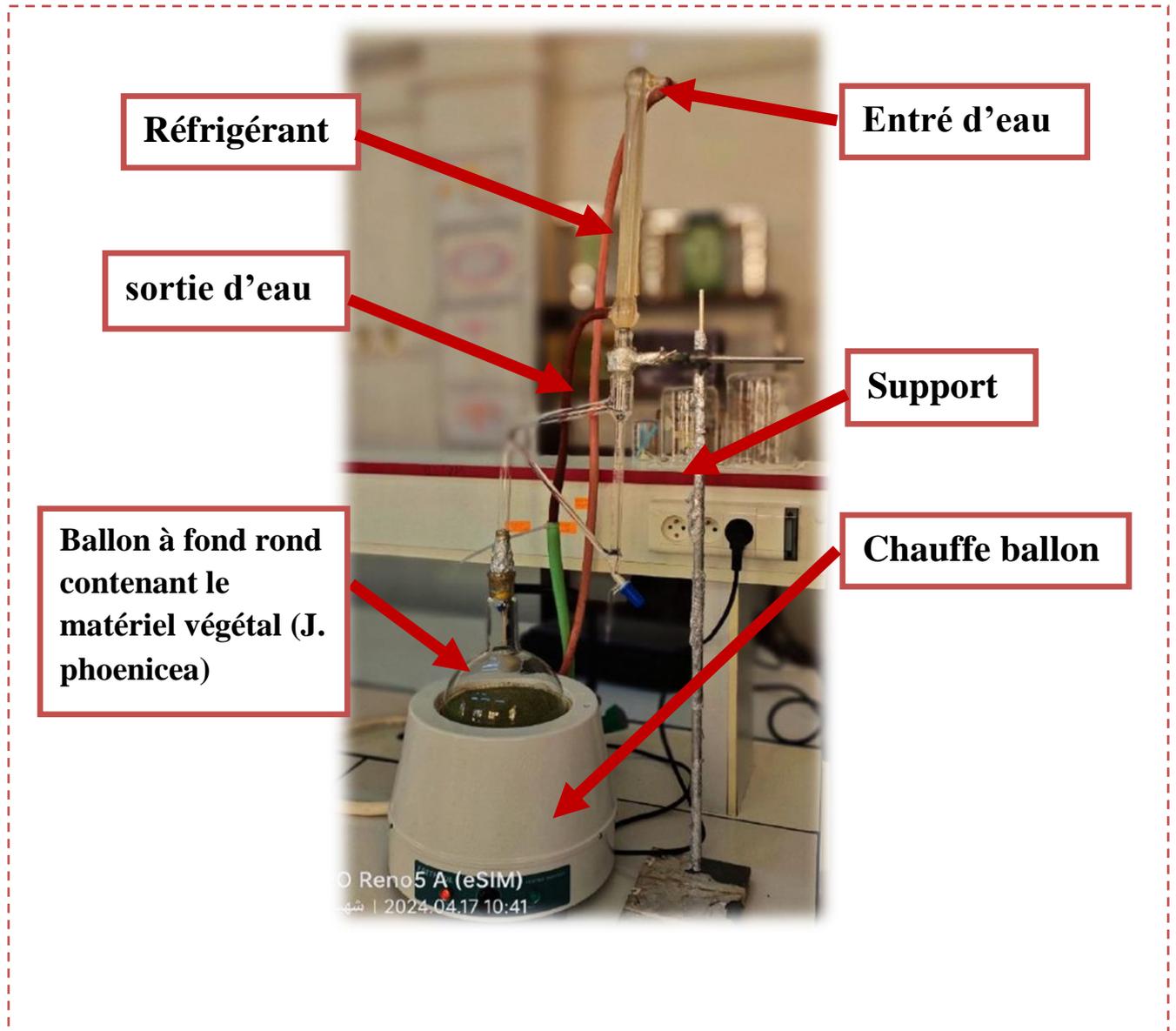
#### **9.8.1.6. Hydrodistillation**

Contrairement aux méthodes précédentes, la matière végétale est plongée dans un bain d'eau bouillante. La pression atmosphérique produit de la vapeur qui entraîne les composés aromatiques. Ce procédé peut entraîner des modifications de la composition des huiles essentielles extraites (**Boukhatem et al., 2019**).

#### **9.8.1.2. Principe de l'extraction de la plante du *Juniperus phoenicea***

L'extraction de l'huile essentielle de la plante *J. phoenicea* a été réalisée au laboratoire de Tébéssa en utilisant un appareil de type Clevenger pour l'hydrodistillation. Les plantes fraîches ont été collectées en avril 2023, puis séchées dans un environnement sec et aéré, à

l'abri de la lumière du soleil. 100g de la plante séchée ont été placés dans un ballon à trois cols, imprégnés d'eau, et portés à ébullition pendant 3 heures. Les vapeurs d'eau chargées d'huile essentielle, en passant à travers le réfrigérant, se sont condensées et recueillies dans une ampoule à décanter, où l'eau et l'huile se sont séparées par différence de densité. L'huile essentielle a ensuite été transférée dans une petite bouteille en verre hermétiquement fermée, protégée de la lumière par une feuille d'aluminium, et conservée à 4 °C (Messai et Touahria, 2021).



**Figure18:** montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger.



Figure 19: le matériel végétatif



Figure20 : Peser la quantité de matériel végétatif



Figure 21 : Ballon à fond rond contenant le matériel végétal.



Figure 22: Versez la quantité d'eau distillée.

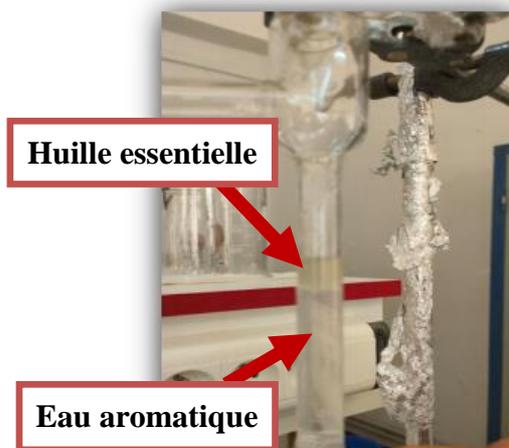


Figure23 :Huile essentielle



Figure24: conservation de l'huile essentielle.

## Rendement

Le rendement en huile essentielle dépend de la partie de la plante récoltée et de la période de récolte optimale, qui varie selon la plante : avant la floraison (menthe), pendant la floraison (lavande), après la floraison (plantes à graines), voire après la rosée du matin (fleurs fragiles). Les plantes produisent généralement de faibles quantités d'huile essentielle, ce qui se traduit par des rendements d'extraction souvent inférieurs à 2 %. Par exemple, l'iris présente l'un des rendements les plus faibles, nécessitant près de 4 kg de matière végétale pour obtenir 1 gramme d'huile pure, expliquant ainsi le coût élevé de cette huile (Boukhatem et al., 2019). Chaque plante a son propre rendement en huile essentielle, généralement faible. Le rendement en huile essentielle est calculé en comparant le poids de l'huile extraite au poids de la matière sèche de la plante. Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

Où :

$$R = (PA/PB) \times 100$$

**R** : Rendement en huile en %.

**PB** : Poids de l'huile en grammes.

**PA** : Poids de la matière sèche de la plante en grammes.

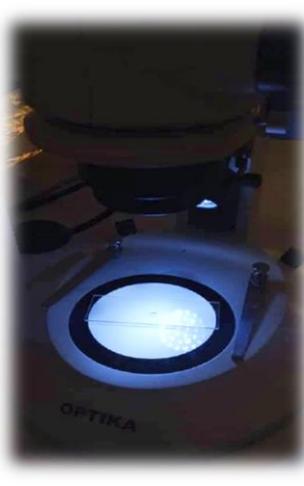
## Test de Toxicité

Nous avons pris les valeurs **CL50** et **CL25** des études antérieures menées sur le même espèce d'une *Culiseta longiareolata*.

## IV. Etude morphométrique

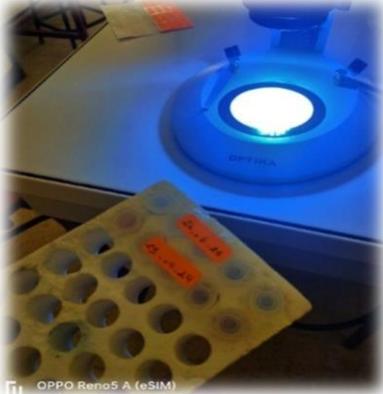
Une étude morphométrique a été menée sur l'espèce *Culiseta longiareolata*, en particulier sur les individus impliqués dans la transmission de maladies. Les mesures prises en compte étaient la largeur du thorax et le poids pour les larves au quatrième stade larvaire. (Tine-Djebbar et al., 2016).

**IV.1. Les étapes de teste morpho métrique :**

		
<p><b>Etape 01 :</b> Placez le moustique sur la lame de binoculaire et sechez-le avec l'eau</p>	<p><b>Etape02 :</b> Fixez le moustique sur la lame du binoculaire</p>	<p><b>Etape03 :</b> Placez l'oculaire du microscope inclus et observez l'échantillon</p>

***Les étapes de teste morpho métrique***

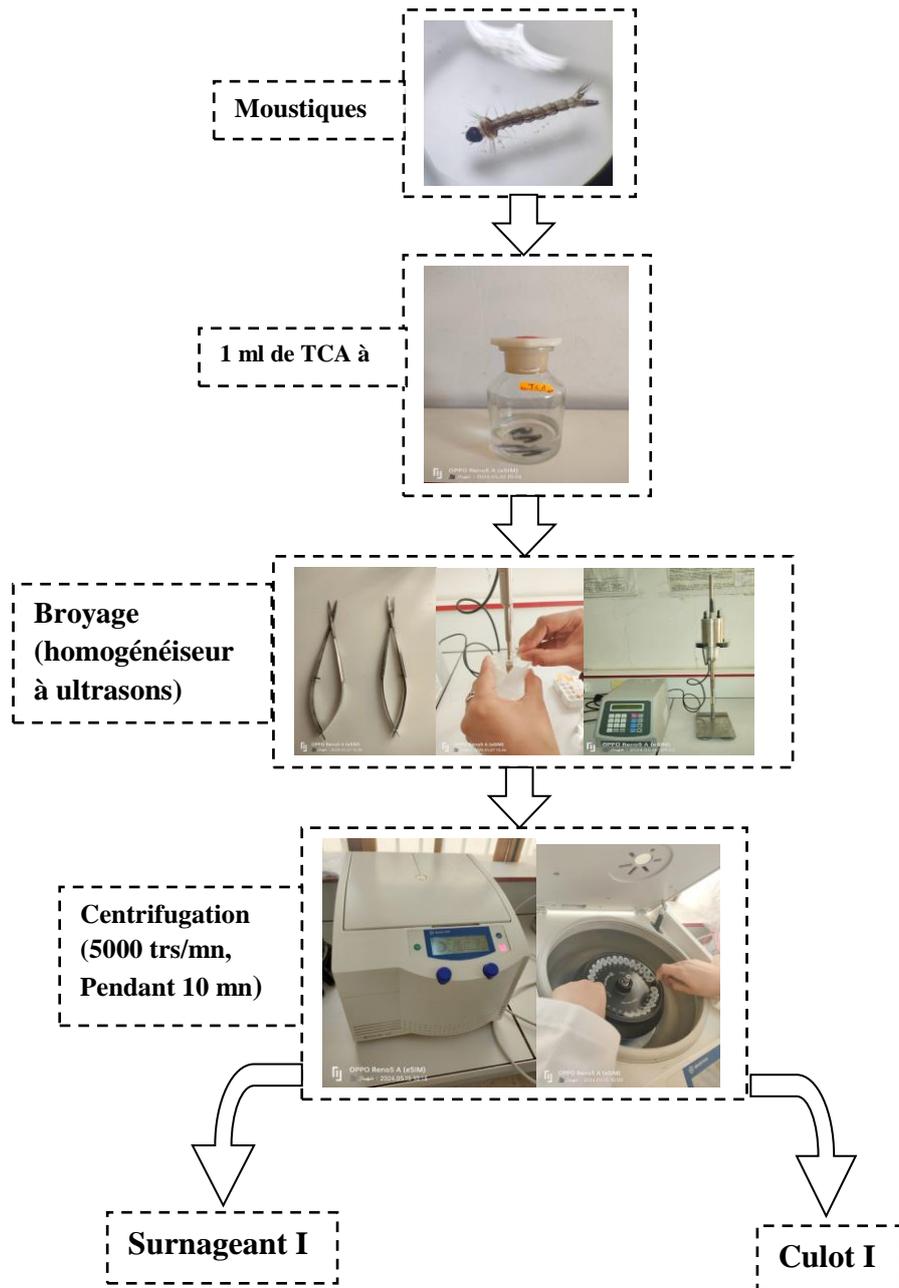
	
<p><b>Etape04 :</b> Placez le début du thorax avec la règle commençant à 0 et calculez la longueur du thorax de chaque moustique</p>	<p><b>Etape05 :</b> Après avoir terminé l'étape précédente, nous plaçons les échantillons sur un morceau de papier d'aluminium, et séchons.</p>

	
<p><b>Etape 07 :</b> Placer les échantillons après pesée dans un tube Eppendorf</p>	<p><b>Etape06 :</b> puis les plaçons sur la balance.</p>

		
<p><b>Figure 25:</b> 20mg de TCA</p>	<p><b>Figure 26:</b> 80 ml d'eau distillé</p>	<p><b>Figure 27:</b> mélange et agitation</p>

## V. Extraction et dosage des principaux constituants métabolites

- ✚ L'extraction des différents métabolites a été réalisée selon la méthode de (**Shibko et al., 1966**).
- ✚ Les échantillons ont été placés dans des tubes Eppendorf contenant 1 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 20% et broyés à l'aide d'un homogénéiseur à ultrasons
- ✚ Après une première centrifugation (5000 trs/min à 4°C, 10 min), le surnageant I a été utilisé pour le dosage des glucides totaux selon la méthode de (**Duchateau & Florkin 1959**).
- ✚ Au culot I, 1 ml de mélange éther/chloroforme (1V/1V) a été ajouté, suivi d'une seconde centrifugation (5000 trs/min, 10 min)
- ✚ Le surnageant II obtenu a été utilisé pour le dosage des lipides selon (**Goldworthy et al., 1972**).
- ✚ Le culot II, dissous dans de la soude (0,1 N), a servi au dosage des protéines selon la méthode de (**Bradford ,1976**).



**Figure28** :Extraction des glucides, protéines et lipides totaux selon (Shibko *et al.* , 1966).

### V.1. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides totaux a été effectué selon la méthode de **(Duchateau & Florkin ,1959)**. Voici les étapes de la procédure :

- ✚ 100  $\mu$ l du surnageant contenu dans un tube à essai ont été additionnés à 4 ml du réactif d'anthrone.
- ✚ Le mélange a été chauffé à 80°C pendant 10 minutes, entraînant le développement d'une coloration verte dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucides présente dans l'échantillon.
- ✚ La lecture de l'absorbance a été réalisée à une longueur d'onde de 620 nm.
- ✚ La préparation du réactif d'anthrone consiste à peser 150 mg d'anthrone, ajouter 75 ml d'acide sulfurique concentré et 25 ml d'eau distillée, pour obtenir une solution limpide de couleur verte qui est stockée à l'obscurité.
- ✚ La gamme d'étalonnage a été établie à partir d'une solution mère de glucose.

**Tableau04** : Dosage des glucides totaux chez les moustiques : réalisation de la Gamme d'étalonnage.

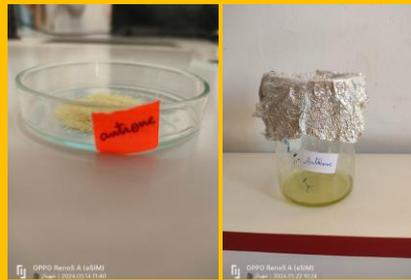
<b>Tubes</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>
<b>Solution mère de glucose (<math>\mu</math>L)</b>	00	20	40	60	80	100
<b>Eau distillée (<math>\mu</math>L)</b>	100	80	60	40	20	00
<b>Réactif d'anthrone (mL)</b>	04	04	04	04	04	04
<b>Quantité de glucose (<math>\mu</math>g)</b>	00	20	40	60	80	100

Surnagant I



Aliquo (100PI)

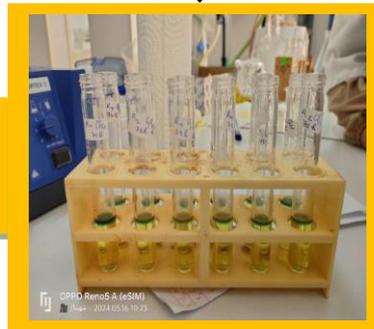
Anthrone (4 ml)



Chauffer 80°C



Glucides  
( Duchateau & Florkin, 1959)  
(10 mn)



## V.2. Dosage des lipides totaux

- ✚ Le dosage des lipides totaux a été réalisé selon la méthode de (**Goldsworthy *et al.*, 1972**) utilisant le réactif sulfo-phospho-vanillinique. Voici les étapes de la procédure :
- ✚ Prise d'aliquote de 100 µl des extraits lipidiques ou de la gamme étalon.
- ✚ Évaporation totale du solvant.
- ✚ Ajout de 1 ml d'acide sulfurique concentré.
- ✚ Agitation des tubes et mise à chaud pendant 10 minutes dans un bain de sable à 100 °C.
- ✚ Refroidissement, puis prise de 200 µl du mélange.
- ✚ Ajout de 2,5 ml de réactif sulfo-phospho-vanillinique.
- ✚ Attente de 30 minutes à l'obscurité.
- ✚ Lecture de la densité optique dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 530 nm.

Les lipides forment des complexes roses à chaud avec l'acide sulfurique, en présence de vanilline et d'acide orthophosphorique.

### La préparation du réactif sulfo-phospho-vanillinique consiste à :

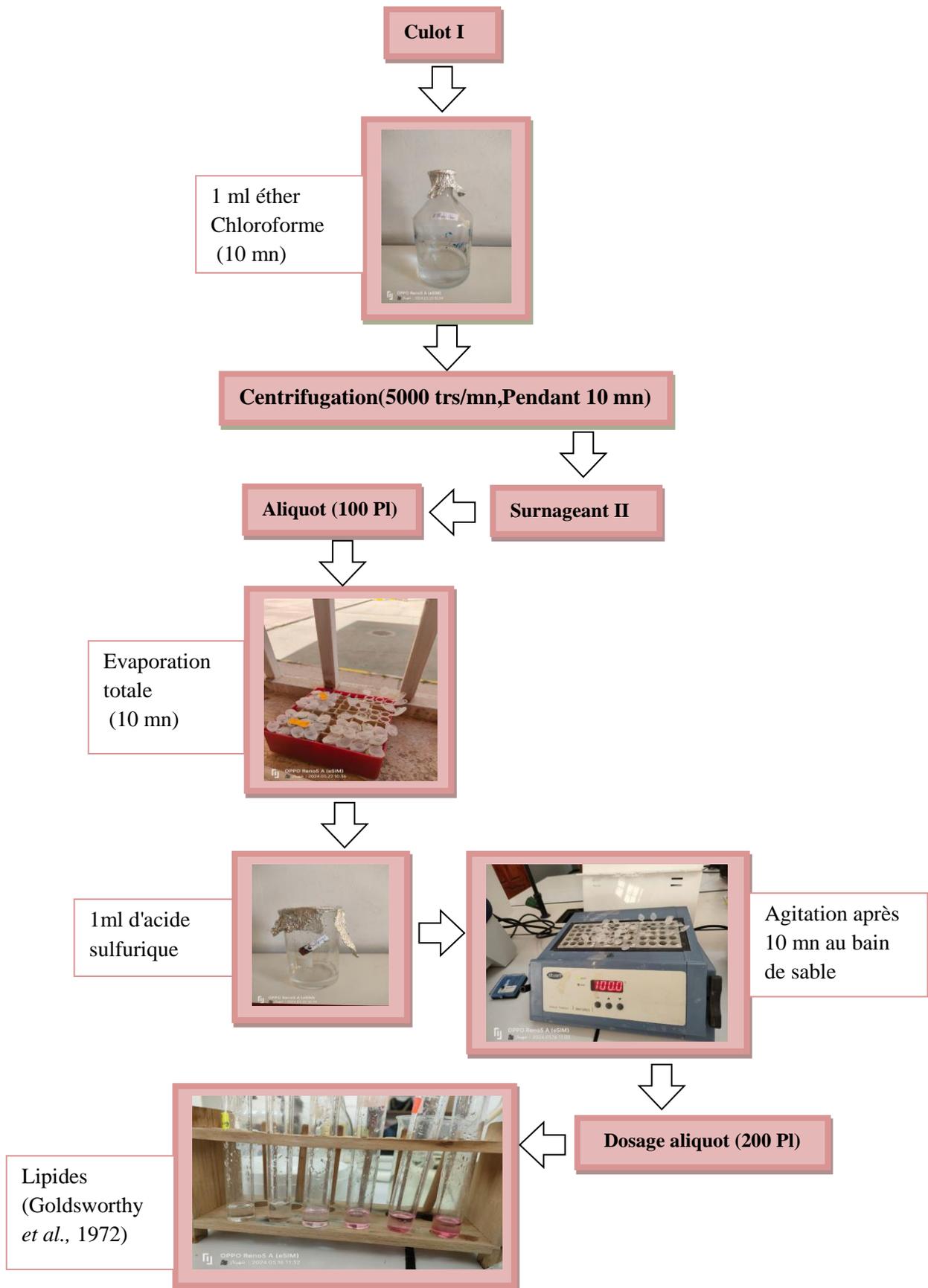
- ✚ Dissoudre 0,38 g de vanilline dans 55 ml d'eau distillée.
- ✚ Ajouter 195 ml d'acide orthophosphorique à 85%.
- ✚ Conserver le réactif pendant 3 semaines à 4 °C et à l'obscurité.

### La solution mère des lipides est préparée en :

- ✚ Prenant 2,5 mg d'huile de table (tournesol 99% triglycérides) dans un tube Eppendorf.
- ✚ Ajoutant 1 ml d'éther chloroforme (1V/1V).

**Tableau05:** Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la Gamme d'étalonnage.

Tubes	01	02	03	04	05	06
Solution mère de lipides (µL)	00	20	40	60	80	100
Solvant (éther /chloroforme) (1V/1V) mL	100	80	60	40	20	00
Quantité de lipides (µg)	00	50	100	150	200	250



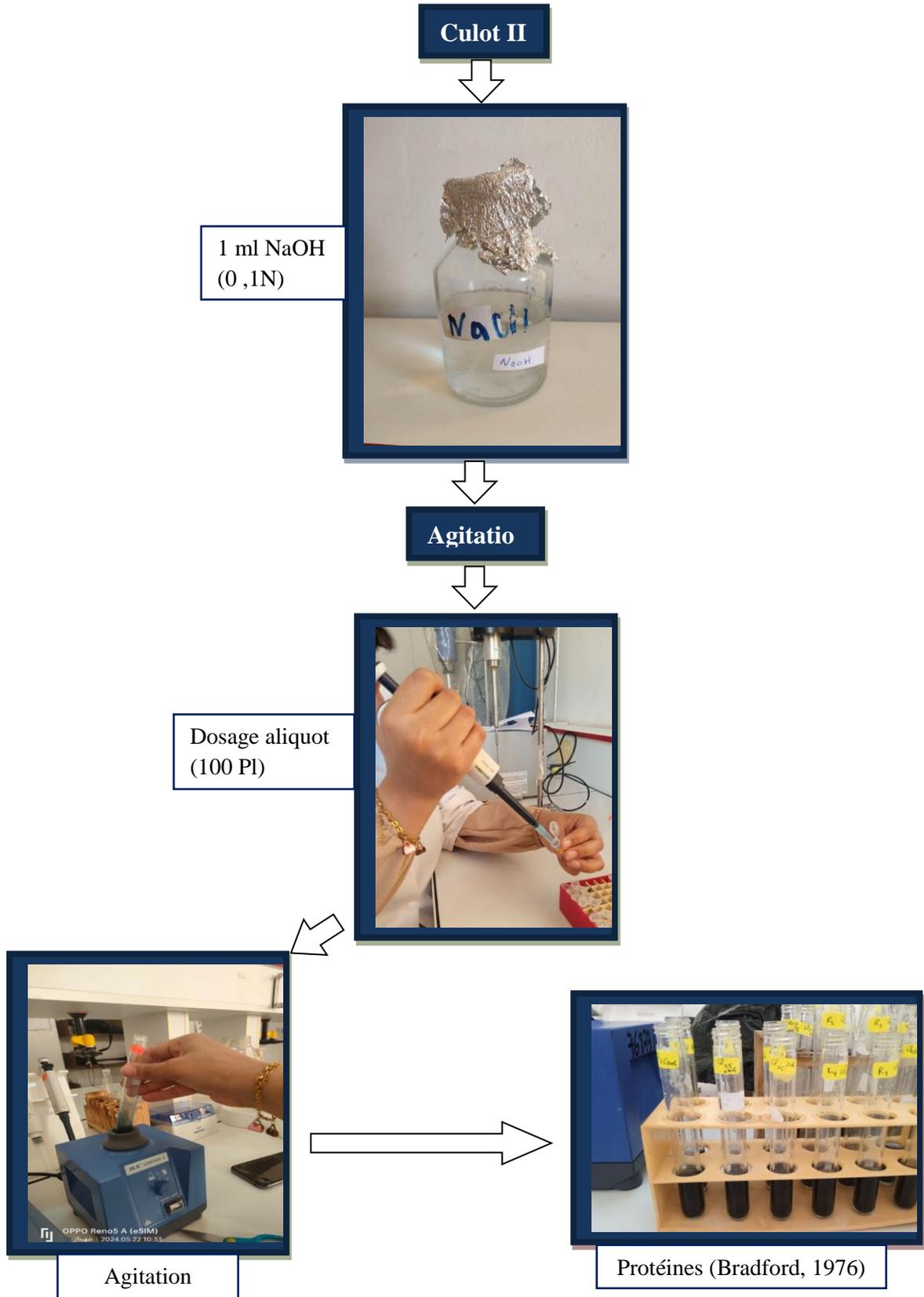
### V.3. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode de (**Bradford ,1976**) en utilisant une fraction aliquote de 100  $\mu$ l à laquelle on ajoute 4 ml du réactif du bleu brillant de Coomassie (BBC) G 250 (Merck). Voici les étapes de la procédure :

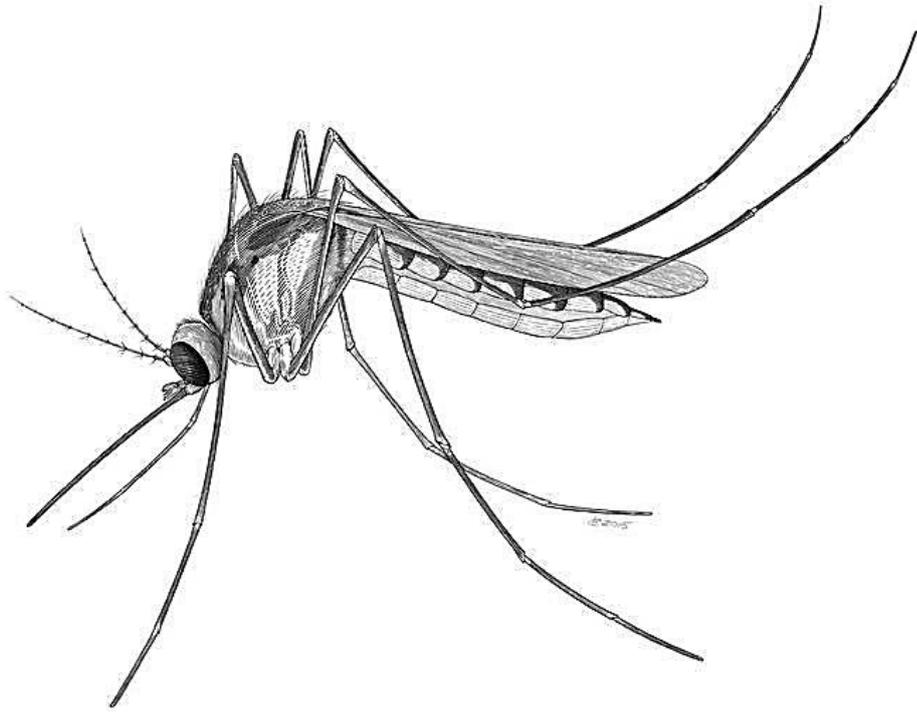
- ✚ Préparation de la solution de BBC : Homogénéiser 100 mg de BBC dans 50 ml d'éthanol à 95°, puis ajouter 100 ml d'acide orthophosphorique à 85% et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée. Le réactif peut être conservé pendant 2 à 3 semaines à 4°C. Ce réactif colore les protéines en bleu.
- ✚ Lecture de l'absorbance au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm. La gamme d'étalonnage est établie à partir d'une solution d'albumine de sérum de bœuf (BSA) titrant 1 mg/ml.

**Tableau 06:** Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la Gamme d'étalonnage.

Tubes	01	02	03	04	05	06
Solution standard d'albumine ( $\mu$ L)	00	20	40	60	80	100
Eau distillée ( $\mu$ L)	100	80	60	40	20	00
Réactif BBC (mL)	04	04	04	04	04	04
Quantité d'albumine ( $\mu$ g)	00	20	40	60	80	100



## *Résultat et Discussion*



## VI. Résultats

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

L'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* a été extraite par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger. Elle présente des caractéristiques organoleptiques typiques avec une couleur vert jaunâtre, une odeur forte de Genévrier et une texture visqueuse, avec un rendement de  $1,60 \pm 0,32\%$  de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

### 2. Effet d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* à l'égard de *Culiseta longiareolata* :

#### 2.1. Croissance pondérale

L'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* est utilisée avec deux concentrations Subletal (CL25, CL50) sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées.

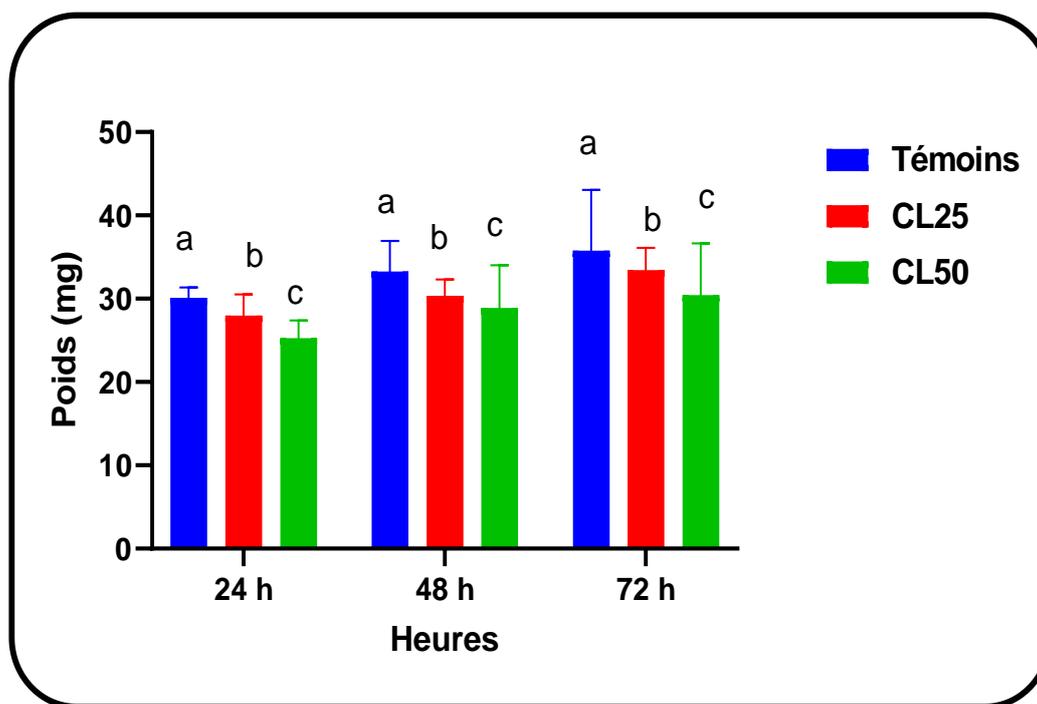
##### 2.1.2. Croissance pondérale chez les larves L4

Les résultats de l'évolution du poids corporel des individus au cours du quatrième stade étudiés larvaire sont mentionnés dans le tableau et la figure . Pour les séries témoins et traitée a la CL25 et CL50 on remarque une augmentation significative du poids corporel du 24 h jusqu'à 72h.

La comparaison des moyennes entre les séries témoins et traitées montre que l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (CL25 et CL50) affecte le poids corporel des larves L4 d'une manière significative a 24 h ( $p = 0,032$ ;  $0,022$ ), 48 h ( $p = 0,037$ ;  $0,016$ ) et 72 h ( $p = 0,038$ ;  $0,026$ ) respectivement.

**Tableau07** : Effet de d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (CL25 et CL50) sur le poids (mg) des larves du quatrième stade chez *Culiseta longiareolata* ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	CL25	CL50
24	$30,12 \pm 1,22$ a A	$28,56 \pm 3,15$ b A	$25,66 \pm 1,15$ c A
48	$33,26 \pm 3,66$ a B	$31,71 \pm 2,22$ b B	$28,61 \pm 3,22$ c B
72	$35,75 \pm 7,32$ a C	$33,94 \pm 5,82$ b C	$30,49 \pm 5,62$ c C



**Figure28** :Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*(CL25 et CL50) sur sur le poids (mg) des larves du 4<sup>ème</sup> stades chez *Culiseta longiareolata*( $m \pm SD$ ,  $n = 4$ )

## 2.2. Croissance linéaire

L'effet de cet bio insecticide (CL25 et CL50) a été évalué sur certains paramètres morphométriques : la largeur du thorax des larves 4 stades larvaire et le volume corporel(V) des individus témoins et traités.

### 2.2.1. Largeur du thorax chez les larves L4

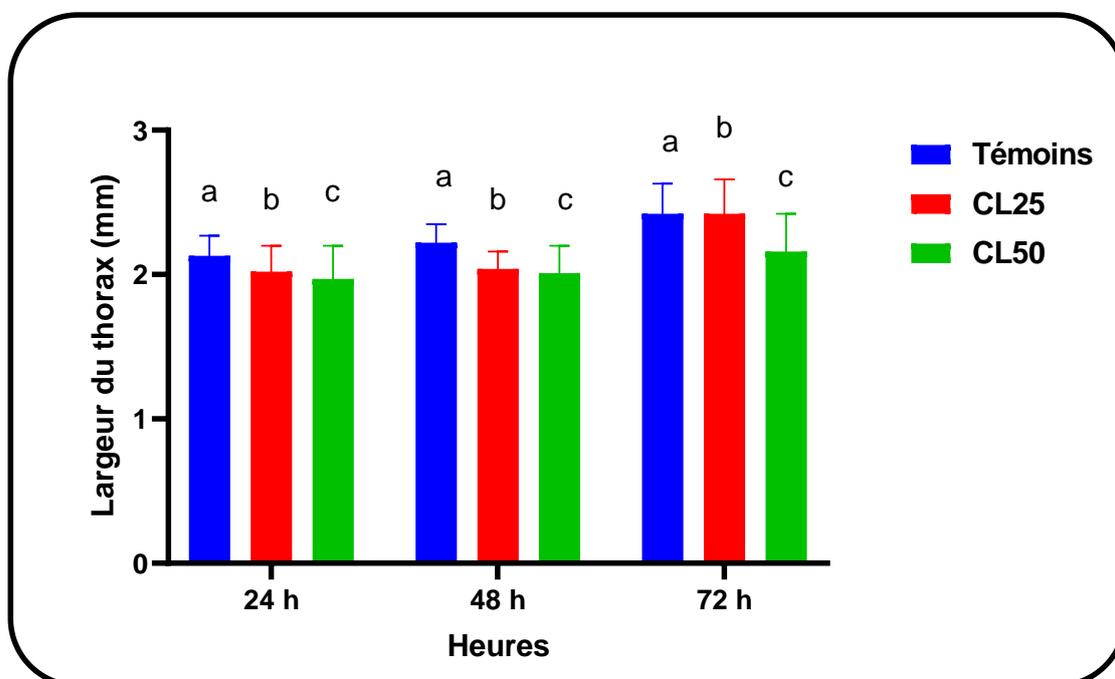
Les résultats de l'évolution de la largeur du thorax des individus du *Culiseta longiareolata* au cours du quatrième stade larvaire étudiés sont mentionnés dans le **Tableau08** et la **figure29**, les résultats montre une augmentation significative pour la série témoin ( $p=0,015$ ) et une augmentation hautement significative pour les espèces traitées avec la CL25 et CL50 ( $p= 0,032$  ;  $p= 0,024$ ) respectivement.

La comparaison des moyennes entre les séries témoins et traitées montre que l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* affecte la largeur du thorax des larves L4 d'une manière de significative a 24 h ( $p=0,044$ ;  $p=0,032$ ), 48 h ( $p=0,035$ ;  $p=0,026$ ) et 72 h ( $p=0,033$ ;  $p=0,021$ ).

**Tableau09**: Effet d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*(CL25 et CL50) sur la Largeur du thorax (mm) des larves du quatrième stade chez *Culiseta longiareolata* ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents

stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	TTémoins	CCL 25	CCL50
24	2,13 ± 0,14 <b>a</b> A	2,02 ± 0,52 <b>b</b> A	1,97 ± 0,42 <b>c</b> A
48	2,22 ± 0,13 <b>a</b> B	2,04 ± 0,11 <b>b</b> B	2,01 ± 0,12 <b>c</b> B
72	2,42 ± 0,21 <b>a</b> C	2,21 ± 0,14 <b>b</b> C	2,16 ± 0,14 <b>c</b> C

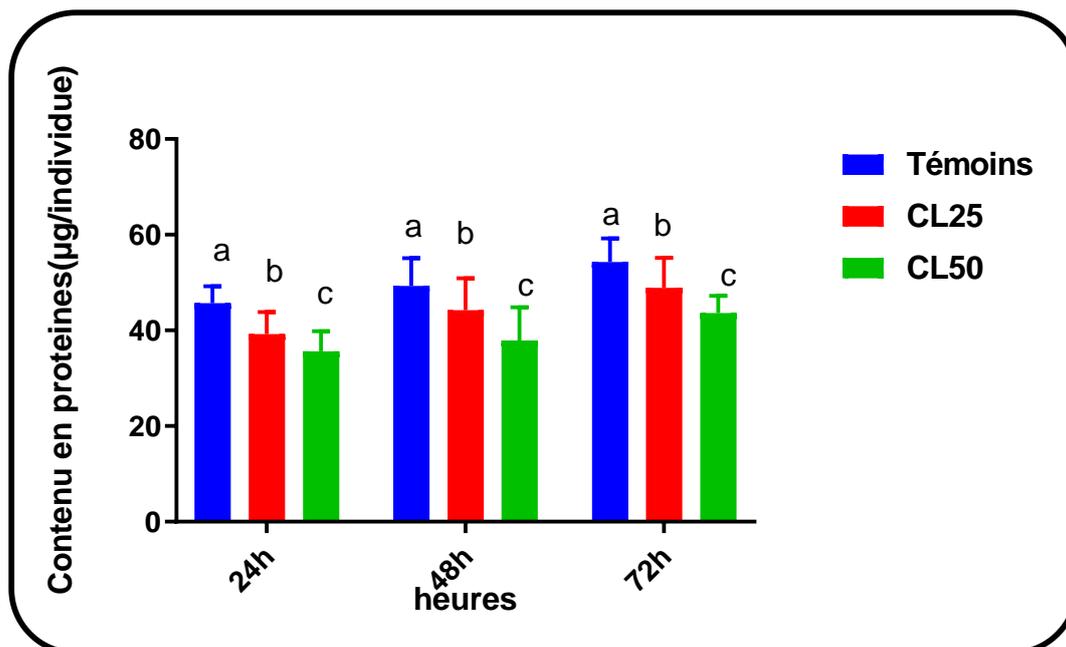


**Figure29** : Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* (CL25 et CL50) sur la largeur du thorax (mm) des larves du 4<sup>ème</sup> stades chez *Culiseta longiareolata* (m ± SD, n = 4)

### 3. Composition biochimique

#### 3.1. Effet sur le contenu en protéines

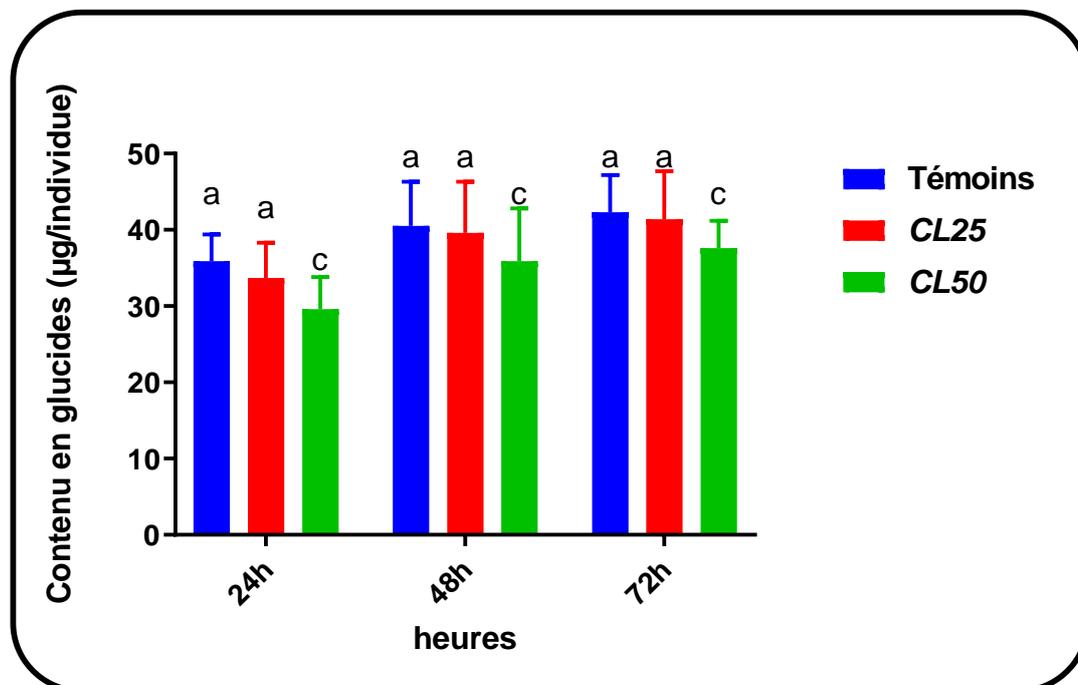
Le contenu en protéines ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves L4 de *Culiseta longiareolata* augmente significativement pendant les périodes testées (24h, 48h, 72h) pour les séries témoins et traitées. La comparaison entre les deux séries pour la même période, montre une diminution significative de ce contenu chez les larves L4 de *Culiseta longiareolata* a 24h ( $p=0,044$ ;  $p=0,022$ ), 48h ( $p=0,034$ ;  $p=0,024$ ) et 72h ( $p=0,036$ ;  $p=0,02$ ) pour les deux concentrations respectivement.



**Figure 30:** Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur le contenu en protéines.

### 3.2. Effet sur le contenu en glucides :

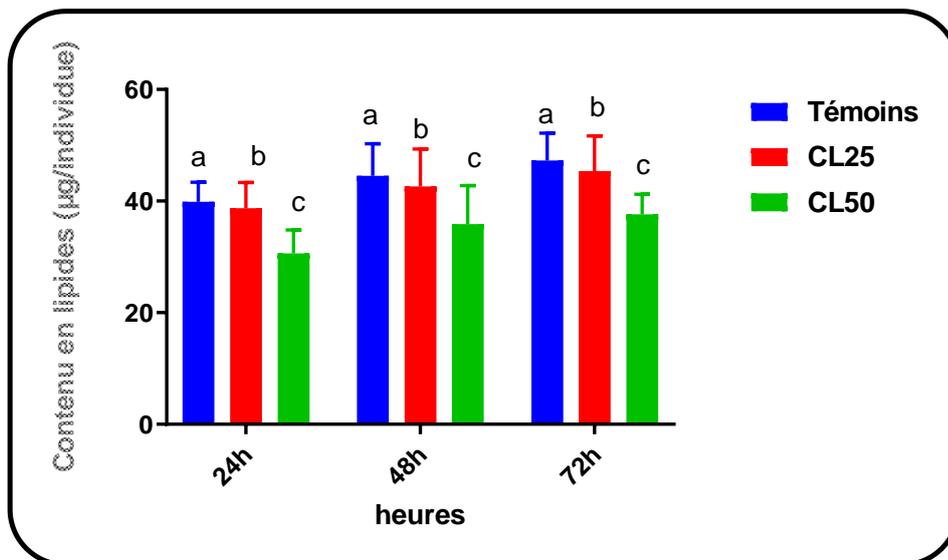
Les résultats obtenus montrent une augmentation significative du contenu en glucides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) de 24h à 72h pour les deux séries. La comparaison des deux séries pour la même période montre que le contenu de ce métabolite marque une diminution non significative au cours **24h, 48h et 72h ( $p>0.05$ )** après l'application de la CL25, par contre cette diminution est significative avec la CL50 a **24h ( $p=0,045$ ), 48h ( $p=0,041$ ) et 72h ( $p=0.042$ )**.



**Figure 31:** Effet de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur le contenu en glucides.

### 3.3.Effet sur le contenu en lipides :

Le contenu en lipides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves L4 de *Culiseta longiareolata* augmente de 24h à 72h aussi bien dans la série témoin que la série traitée. En comparant les deux séries, on constate que l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* diminue significativement le contenu en lipides durant tous les périodes testés, avec les deux concentrations (**CL25 et CL50**), ( $p=0,038$ ;  $p=0,032$ ) à 24h; ( $p=0,033$ ;  $p=0,028$ ) à 48h et ( $p=0,028$ ;  $p=0,026$ ) à 72h.



**Figure 32:** effets de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* sur le contenu en lipide

## VII. Discussion :

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

Le rendement en huiles essentielles extraites des feuilles dans notre étude s'est établi à 0,69%. En comparant ces résultats avec ceux d'études antérieures, nous observons que l'étude de **Menaceur et al., (2013)** a obtenu un rendement de 0,80% pour les feuilles de *J. phoenicea*. L récoltées à Bouira, en Algérie, tandis que l'étude **d'Angioni et al.,(2003)** en Italie a montré un rendement de 0,22% pour les feuilles. Bien que notre rendement soit inférieur à celui de **Menaceur et al.**, en Algérie, il demeure supérieur à celui **d'Angioni et al.**, en Italie.

**Tableau10:** Rendement en huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* selon les auteurs .

Fraction de la plante	Rendement	Région	Auteurs	Année
feuilles	0,8%	Djelfa	Dob et al	2008
Feuilles	1,11%	Batna	Bouzbata et Hafd	2009
Feuilles	1,27%	Souk ahras	Bouzbata et Hafd	2017
Feuilles	0,9%	Naâma	Bouyahaoui	2017

Les études menées en Tunisie par (**Vitti et al.,2005**), (**Wallace ,2004**) et (**Williams et al.,2009**) ont rapporté des rendements similaires pour la même espèce, variant de 0,5% à 0,9%. En comparaison, notre rendement est nettement supérieur. Cependant, lorsque l'on compare nos résultats à ceux observés pour d'autres variétés géographiques, telles que le Génévrier rouge de Grèce (0,21%) selon (**Adams et al.,1996**), la sous-espèce Turbinata d'Espagne (0,3%) par (**Adams et al.,1996**) et l'Égypte (0,36%) par (**El-Sawi et al.,2007**), on constate des différences importantes. Ces variations soulignent l'influence significative des facteurs environnementaux et géographiques sur la production d'huiles essentielles. Elles mettent également en évidence la nécessité de prendre en compte ces disparités lors de la comparaison des rendements entre différentes régions et sous-espèces.

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

La toxicologie explore les effets nocifs des substances chimiques, qu'elles soient naturelles ou artificielles, sur les organismes vivants. Les tests de toxicité sont essentiels pour évaluer la réaction des larves aux insecticides utilisés en lutte antiparasitaire (OMS, 1963) et déterminer les concentrations létales (CL25 et CL50)(Dris, 2018), des données cruciales pour une utilisation efficace et sécuritaire de ces produits.

Les études sur les huiles essentielles révèlent leur potentiel comme alternatives aux insecticides conventionnels. Ces substances agissent de diverses manières sur les ravageurs, la plupart présentant des effets toxiques, répulsifs et stérilisants sur les arthropodes (Aissaoui et al., 2018).

L'objectif de notre étude était d'évaluer la toxicité de l'huile essentielle extraite de *Juniperus phoenicea* sur les larves au stade L4 de *Culiseta longiareolata*. Les résultats ont révélé une activité larvicide de l'huile essentielle, avec une relation dose-réponse. L'huile essentielle s'est montrée toxique et efficace, avec des concentrations létales CL25 = 05µl/ml et CL50 = 09µl/ml. De nombreuses études ont été menées sur la plante *Juniperus phoenicea*, en utilisant divers organismes les résultats de ces différents travaux de recherche, on constate que :

Selon Abdelli et al. (2018), l'étude de l'activité antimicrobienne a révélé que *Bacillus cereus* ATCC 10876 et *Candida albicans* ATCC 10231 sont sensibles à l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. L'huile essentielle de *J. phoenicea* a montré une croissance modérée à bonne inhibition contre les souches Gram-positives, mais aucune activité contre les souches Gram-négatives. Les bactéries Gram-négatives sont généralement moins sensibles aux huiles essentielles en raison de la structure différente de leur paroi cellulaire. D'autres études ont également noté la résistance des souches Gram-négatives telles qu'*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* aux huiles essentielles de *J. phoenicea*, bien que certaines recherches aient rapporté leur sensibilité. En ce qui concerne la toxicité, aucun signe de toxicité aiguë n'a été observé chez les souris, même à la dose la plus élevée testée de 5000 mg/kg.

Selon les recherches menées par Aouadi et al. (2022), l'huile essentielle extraite de *Juniperus phoenicea* a démontré des propriétés remarquables lors des tests d'activité anthelminthique sur *Haemonchus contortus*. À une concentration de 1 mg/mL, cette huile essentielle a provoqué une inhibition de 76,18% du développement des vers. De plus, l'huile essentielle de Genévrier rouge a montré une activité ovicide à toutes les concentrations testées, avec des effets dose-dépendants sur l'inhibition de l'éclosion des œufs, atteignant une CI50 de 0,35 mg/mL. Une inhibition totale de l'éclosion des œufs a été observée à une concentration de 1 mg/mL d'huile essentielle de Genévrier. Les tests ont également révélé que le composé  $\alpha$ -pinène présent dans

*Juniperus phoenicea* possède une activité antiprotozoaire contre le promastigote de *Leishmania amazonensis*, avec une CL50 de 19,7 µg/mL. Cette activité s'est avérée être efficace tout en présentant une faible toxicité pour les érythrocytes humains et les macrophages *murins*, soulignant ainsi son potentiel dans le contrôle des maladies parasitaires. Enfin, l'huile essentielle de *Genévrier* a démontré une activité antibactérienne efficace contre six souches de bactéries pathogènes humaines, notamment *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium* et *Escherichia coli*.

Selon **Elmhalli et al. (2021)**, l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* a démontré un fort effet acaricide contre les nymphes de tiques *Ixodes ricinus*, un vecteur majeur de transmission de plusieurs agents pathogènes humains importants. Lors de cette étude, l'huile essentielle de *J. phoenicea* a été testée à une concentration de 1 µL/cm<sup>2</sup>. L'effet acaricide a commencé à se manifester dès la deuxième heure après l'application. Le TL50 (temps léthal pour tuer 50% des tiques) de l'huile essentielle a été estimé à 1,3 heure et le TL95 (temps léthal pour tuer 95% des tiques) à 2,9 heures. De plus, la concentration létale minimale CL95 (concentration nécessaire pour tuer 95% des tiques) pour l'huile essentielle de *J. phoenicea* était de 0,5 µL/cm<sup>2</sup> après 4 heures d'exposition. La CL50 minimale était de 0,35 µL/cm<sup>2</sup> après 2,5 heures.

Ces résultats confirment que l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* à une concentration de 0,5 µL/cm<sup>2</sup> peut avoir une forte activité acaricide significative et un effet léthal en un court laps de temps, avec un TL50 estimé à 1,7 heure et un TL95 à 2,75 heures.

Selon **Bouzouita et al. (2008)**, l'huile essentielle de *J. phoenicea* a montré un effet inhibiteur contre quatre microorganismes : *Klebsiella oxytoca*, *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae* et *Geotrichum candidum*. De plus, cette huile a manifesté un effet anti-appétant intéressant et une toxicité élevée contre l'insecte des denrées stockées *Tribolium confusum*.

Les travaux de **Bouzaouia et Mazouz (2018)** ont confirmé que l'huile essentielle de *J. phoenicea* a une forte capacité antibactérienne contre toutes les souches examinées, indépendamment de leur Gram et de leur morphologie. Cependant, les huiles essentielles de feuilles se sont montrées plus actives que celles des baies, en particulier contre *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. *Escherichia coli* et *Enterococcus faecalis* ont été moins sensibles.

Selon **Al-khlifah et al. (2021)**, les huiles essentielles de feuilles de *J. phoenicea* (provenant de Wadi Rum) ont présenté la plus forte activité antibactérienne. La plus haute activité a été enregistrée contre *E. coli* (CMI = 4,0 µL/mL) et *Bacillus cereus* (CMI = 5 µL/mL). L'activité la plus faible a été observée contre *P. aeruginosa*. Les huiles essentielles de baies ont montré

la meilleure activité contre toutes les bactéries testées, avec *E. coli* comme la plus sensible (CMI = 5 µL/mL).

De plus, les huiles essentielles de baies de *J. phoenicea* inhibent la croissance de *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. aureus*, contrairement aux huiles essentielles des feuilles. Les mêmes résultats ont été observés dans l'étude **d'Ennajjar et al. (2009)**, sauf pour *E. coli*. Les différences de sensibilité des microorganismes pourraient être attribuées à la variation du taux de pénétration des constituants des huiles essentielles à travers les structures des parois et membranes cellulaires. La capacité de *J. phoenicea* à perturber la perméabilité des membranes cellulaires et la perte de contrôle chimiosmotique qui en résulte sont probablement les raisons de son action létale. La majorité des huiles essentielles présentent des effets toxiques, répulsifs et stérilisants sur les arthropodes (**Aissaoui et al., 2018**).

### **3. Effet des HEs sur les compositions métabolites (glucides, lipides, protéines)**

Dans le domaine de la physiologie, la quantification des protéines totales ainsi que d'autres biomolécules majeures telles que les lipides et les glucides revêt une importance capitale (**Yazdani et al., 2014**).

En effet, les protéines jouent un rôle central dans le bon fonctionnement des organismes vivants. Elles sont indispensables à leur développement, leur croissance et la réalisation de leurs fonctions vitales (**Yazdani et al., 2014**).

Le dosage des principaux constituants biochimiques (glucides, protéines et lipides) dans le corps entier des larves a révélé des modifications significatives après traitement par l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, et ce à différents temps (24h, 48h et 72h).

Plus précisément dans nos études, une réduction significative du contenu en protéines a été observée après 24h, 48h et 72h de traitement par rapport aux larves témoins, et ce pour les deux concentrations testées : CL25 (concentration létale tuant 25% des larves) et CL50 (concentration létale médiane).

La réduction du contenu en protéines observée chez les insectes traités par des produits toxiques, comme l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*, est un phénomène fréquemment rapporté dans la littérature (**Nathan et al., 2008**). Ce phénomène peut s'expliquer par plusieurs facteurs: La diminution de la synthèse protéique, les insectes allouant leurs ressources à des processus de détoxification plutôt qu'à la production de nouvelles protéines. L'augmentation de la dégradation des protéines en acides aminés, qui sont ensuite incorporés dans le cycle de Krebs sous forme d'acides cétoniques. Ce mécanisme vise à compenser le manque d'énergie causé par le stress induit par l'huile essentielle (**Nath et al., 1997**). L'adaptation physiologique de l'insecte à un état de stress causé par l'exposition à l'insecticide, entraînant une réduction des réserves protéiques (**Ribeiro et al., 2001**).

Les glucides, composés essentiels, ont montré une diminution significative de leur teneur chez les larves exposées pendant 24, 48 et 72 heures à la concentration CL50, tandis qu'une augmentation non significative a été observée à CL25. Cette baisse pourrait s'expliquer par une demande énergétique accrue et un métabolisme intensifié en raison de l'effet de l'huile et du stress induit chez les insectes (Sancho *et al.*, 1998 ; Olga *et al.*, 2006). Des études précédentes ont également rapporté les effets néfastes des huiles essentielles sur les réserves glucidiques (Sak *et al.*, 2006 ; Abdul Razak & Sivasubramanian, 2007).

Les lipides, principale source d'énergie pour les insectes, sont transportés depuis les tissus adipeux, où ils sont synthétisés et stockés, vers les organes cibles comme les ovaires via l'hémolymphe, afin d'être utilisés lors de la vitellogénèse. nos résultats indiquent une diminution non significative à CL25 et significative à CL50 des lipides.

Selon les résultats de l'étude de Bouabida *et al.* (2017) L'étude a mesuré les niveaux de glucides, lipides et protéines dans des extraits de larves au quatrième stade, en utilisant deux concentrations létales (CL50 et CL90). Les résultats montrent que la teneur en protéines a significativement diminué avec les deux concentrations testées, par rapport au groupe contrôle ( $p=0,014$  pour CL50 et  $p<0,001$  pour CL90). En revanche, aucun effet significatif du traitement n'a été observé sur le contenu en glucides, et ce pour les deux doses appliquées ( $p>0,05$ ). Enfin, la teneur en lipides a été réduite de manière significative avec les deux concentrations, comparé au groupe contrôle ( $p=0,027$  pour CL50 et  $p=0,009$  pour CL90).

## *Conclusion et perspective*



## Conclusion :

Face aux effets néfastes des insecticides chimiques, les huiles essentielles émergent comme une alternative biologique prometteuse pour lutter contre les moustiques dans la région de Tébessa en Algérie. Cette étude s'intéresse à l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* L. et son impact sur le moustique *Culiseta longiareolata*.

L'huile essentielle, extraite par hydrodistillation des feuilles de *J. phoenicea*, présente un rendement de **0,69%** et des caractéristiques organoleptiques agréables (Couleur jaune clair, odeur plaisante). Les tests d'activité larvicide révèlent une toxicité marquée sur *C. longiareolata*, avec des concentrations létales CL25 de 5 µL/mL et CL50 de 9 µL/mL.

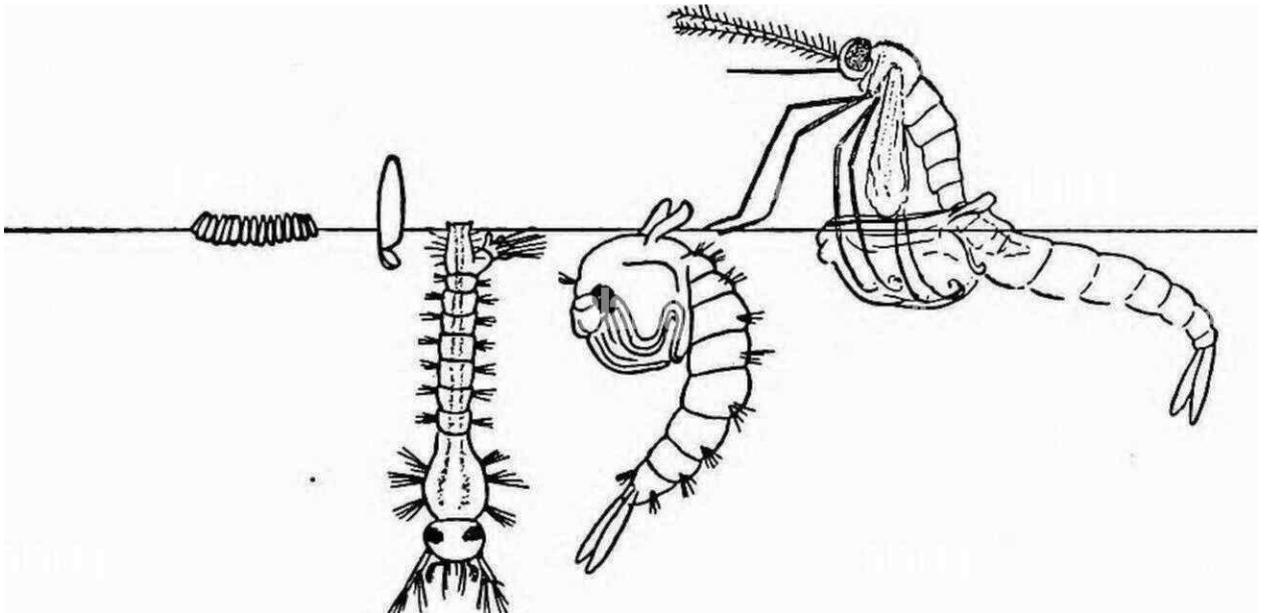
Au niveau métabolique, l'huile essentielle induit des effets neurotoxiques, se traduisant par des variations significatives des taux de protéines, lipides et glucides chez les larves.

Espèce méditerranéenne, *J. phoenicea* présente un intérêt particulier pour la lutte biologique anti-moustique, avec une efficacité supérieure au romarin.

En valorisant ses ressources végétales par l'extraction d'huiles essentielles, l'Algérie s'inscrit dans une dynamique de développement de biopesticides, alternatives écologiques aux insecticides chimiques.

Nos perspectives d'avenir incluent la recherche continue de nouvelles plantes et molécules aux propriétés bioinsecticides. Il est crucial d'explorer d'autres espèces végétales pour évaluer leur efficacité sur différentes espèces de moustiques Culicidae. Une étude approfondie des mécanismes d'action des extraits et des huiles essentielles sur les larves de moustiques, à la fois en laboratoire et en conditions réelles, représenterait une piste de recherche très enrichissante.

# *Référence bibliographique*



**Références bibliographiques :**

**Aba-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.

**Adams ,R.P., Barrero,A.F.,Lara,A.(1996):** Comparisons of the leaf essential oilsoff junipesus Phoenicea,J.phoenicea subsp. euediterranea Lebr. et Thiv.and J.phoeniceavar. turbinata (Guss) Parl.J.Essent .Oil Res.8:367-371.

**Adams P.R.(2004).** Juniperus of the world: The genus Juniperus. Trafford Publishing Co, Agriculture and Biology. 12: 199–204.

**Afaf Al Groshi, Andrew R. Evans, Fyaz M. D. Ismail, Lutfun Nahar, Satyajit D. Sarker, (2018)** Cytotoxicity of Libyan Juniperus phoenicea against Human Cancer Cell Lines A549, EJ138, Hepg2 and MCF7. Pharmaceutical Sciences, March 2018, 24, 3-7

**Agnihotri A., Khatoon S., Shanta M., 2003.** Pharmacognostical evaluation of an antioxidant plant Acorus calarnus linn. Nat. Prod. Sci. 9(4)264-269.

**AÏSSAOUI Linda, 2017** Etude écophysiological et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique.UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –ANNABA-Thèse de Doctorat .

**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). EuropeanScientific 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.

**Amresh Gupta, A.V., Singh Rawat A. K.(2017).** Antioxidant and hepatoprotective potential of phenol- rich fraction of Juniperus communis Linn. leaves. Pharmacogn Mag. 13(49): 108-113.

**Angioni, Alberto, et al.(2003)** "Chemical composition of the essential oils of Juniperus from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity." Journal of agricultural and food chemistry 51.10 (2003): 3073-3078.

**Anonyme.,(2008)**

<http://www.lachimie.fr/materiel/extraction.php>

- Aouadi, M., Msaada, K., Sebai, E., Aidi Wannas, W., Salah Abbassi, M., & Akkari, H. (2022).** Antioxydant, anthelminthique et antibactérien activités de l'huile essentielle de Juniperus phoenicea L. Journal of Essential Oil Research, 34(2):163-172.
- Aouadi, M., Msaada, K., Sebai, E., Aidi Wannas, W., Salah Abbassi, M., & Akkari, H. (2022).** Antioxydant, anthelminthique et antibactérien activités de l'huile essentielle de Juniperus phoenicea L. Journal of Essential Oil Research, 34(2):163-172.
- 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.
- Baba Aissa F., 2011.** Encyclopédie des plantes utiles : Flore Méditerranéenne (Maghreb, Europe méridionale) substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident, 1<sup>er</sup> édition, El Maarifa, 10 avenue Abderrahmane Mira BEO Alger, Algérie. 158 -167-316 p.
- Baitich S. et Brahimi D., 2014.** Contribution à l'étude de l'effet anti-radicalaire antiperoxydation des lipides plasmatique et cervical des extraits bruts de quelques plantes médicinales locales, Thèse de Master en biologie, Université Amar Telidji - Laghouat, Algérie. 4p.
- Bassolé I.H.N., Juliani H.R. (2012).** Essential oils in combination and their antimicrobial properties. Molecules. 17(4): 3989-4006p.
- Belkacem Z., 2015.** Contribution à l'étude du cortège floristique de l'espèce Juniperus oxycedrus (Cuprèssacées) dans la région de Tlemcen, Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid, Algérie. 32p
- Boudy P., 1950.** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des Essences, Ed, Larose, Paris, France. 29 p.
- Bouguerra A., 2012.** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de Foeniculum vulgare Mill. en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire, Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires, Université Mentouri - Constantine, Algérie. 66p.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- Bouyahyaoui A. (2016).** Contribution à la valorisation des substances naturelles Étude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse de doctorat en science, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie département de Biologie. 115P.
- 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.
- Brahmi, G., Snoussi, A. (2021).** Effet pupicide de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* chez *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master, université de Tébessa. 82P.
- Brunhes I., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J. P., (1999).**- Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.D.
- Dalila Amokrane<sup>1,2</sup>, Ahmed Mohammedi, Radhia Yekhlef, Djamel Belfennache Nacira Daoudi Zerrouki, Shaza H. Aly, Mohamed A. Elanany, Mohamed A. Ali (2024),**Insecticidal Activity, GC/MS Analysis, and in silico Studies of *Juniperus phoenicea* Essential Oil against *Aphis spiraeicola*. 02p
- Dane, Y.; Mouhouche, F.; Canela-Garayoa, R.; Delpino-Rius, 2015.**A. Phytochemical analysis of methanolic extracts of *Artemisia absinthium* L. 1753 (Asteraceae), *Juniperus phoenicea* L. and *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast, 1892 (Cupressaceae) and evaluation of their biological activity for stored grain protection. Arab. J.Sci. Eng..
- Derwich, E., Benzinne, Z., Taouil, R., Senhadji, O. and Touzani, M. (2010).** A Comparative Study of The Chemical Composition of The Leaves Volatil Oil of *Juniperus phoenicea* and *Juniperus oxycedrus*. Middl-East J.Res. 5(5): 416-424
- Dorman H.J., Deans S.G. (2000).** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. J. Appl. Microbiol. 88(2): 308-316p
-

- Dris et al ., (2022).**Effet larvicide de l'huile essentielle de juniperus phoenicea chez culiseta longiareolata .Universite de Larbi Tebessa RTebessa-.memoire de fin d'etude .p54.
- 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.
- DRIS, D. (2019).** 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. Biologie animale. Université Badji Mokhtar R Annaba. P 181.
- Duvallet G, Fontenille D, Robert V. Entomologie médicale etvétérinaire. IRD Editions, Marseille. 2017;** 687 p.46. Edwards FW. Mosquitoes of the Ethiopian Region III. – Culicineadults and pupAe.Printed by order of the Trustees, British Museum(Natural History), London. 1941; 499 p.
- Eldeen I.M.S., Elgorashi E.E., Van Staden J. (2005).** Antibacterial anti-inflammatory anticholinesterase and mutagenic effects of extracts obtained from some trees used in South African traditional medicine. Journal of Ethnopharmacology. 102: 457-464.
- 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.
- El-Sawi S.A., Motawae H.M., Sleem M.A.-F., El-Shabrawy A.-R.O., Sleem A., Ismail M A.-N, 2014,** Phytochemical screening, investigation of carbohydrate contents, and antiviral activity of Juniperus phoenicea L. growing in Egypt. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants, 20(1), 83-91p
- El-Sawi, S.A. et Motawe, H.M. (2008)** Labdane, Pimarane And Abietane Diterpenes From The Fruits Of Juniperus Phoenicea L. Grown In Egypt And Their Activities Against Human liver Carcinoma. Canadian Journal Of Pure And Applied Sciences 2(1):115-122,
- Emami SA, Abedindo BF., Hassanzadeh-Khayyat M. (2011).**Antioxidant activity of the essential oils of different parts of Juniperus excelsa M. Bieb. subsp. excelsa and J. excelsa M. Bieb. subsp. polycarpus (K. Koch) Takhtajan (Cupressaceae). Iran J Pharm Res. 10(4): 799-810.
- Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Abderraba, M., Raies, A., & Romdhane, M. (2009).** Chemical composition and antimicrobial and antioxidantactivities of essential oils and various extracts of Juniperus phoenicea L.(Cupressacees). Journal of food science, 74(7):M364-M371.

- Farjon A. (2001).** World checklist and bibliography of conifers. 2nd ed. Royal Botanic Gardens, Kew
- Fondje O., Robert V., Legoff G., Toto J.C & CARNEVALE P., 1992** R Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun) : étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés. Bull.Soc. Path. Ex.,7 4 85, 1992, 57-63.
- García, D. (2001).** Effects of seed dispersal on *Juniperus communis* recruitment on a Mediterranean mountain. *Journal of Vegetation Science*, 12(6), 839–848.
- Gruwez, R., De Frenne, P., De Schrijver, A., Leroux, O., Vangansbeke, P., & Verheyen, K. (2014).** Effets négatifs de la température et des dépôts atmosphériques sur la viabilité des graines de genévrier commun (*Juniperus communis*). *Annales de Botanique*, 113 (3), 489-500.
- Gruwez, R., De Frenne, P., De Schrijver, A., Vangansbeke, P., & Verheyen, K. (2017).** Climate warming and atmospheric deposition affect seed viability of common juniper (*Juniperus communis*) via their impact on the nutrient status of the plant. *Ecological research*, 32(2), 135-144.
- Hajjar D, Kremb S, Sioud S, Emwas A- H, Voolstra CR, Ravasi T (2017)** Anti- cancer agents in Saudi Arabian herbals revealed by automated highcontent imaging. *PLoS ONE* 12(6): e0177316
- Haluk, J. P., & Roussel, C. (2000).** Caractérisation et origine des tropolones responsables de la durabilité naturelle des Cupressacées. Application potentielle en préservation du bois. *Annals of forest science*, 57(8), 819-829.
- Hamaidia, Kaouther and Soltani, Noureddine (2014)** Laboratory Evaluation of a Biorational Insecticide, Kinoprene, against *Culex pipiens* Larvae: Effects on Growth and Development. *Annual Research & Review in Biology*, 4 (14). pp. 2263-2273.
- Hamouda A., Doumandji I.A. (2017).**Comparative phytochemical analysis and in vitro antimicrobial activities of the cyanobacterium *Spirulina platensis* and the green alga *Chlorella pyrenoidosa*: potential application of bioactive components as an alternative to infectious diseases. *Bulletin de l'Institut Scientifique*. 39: 41-49.
- Hamza, N., Berke, B., Umar, A., Cheze, C., Gin, H., & Moore, N. (2019).** A review of Algerian medicinal plants used in the treatment of diabetes. *Journal of ethnopharmacology*, 238, 111841.
- Hazratian, T., Paksa, A., Sedaghat, M. M., Vatandoost, H., Moosa-Kazemi, S. H., Saneirt 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.

- J. Jalas, J. Suominen, Atlas Florae Europaeae, 1973** distribution of vascular plants in Europe Vol. 2 Gymnospermae (Pinaceae to Ephedraceae) (Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki,).
- Kerbouche L., 2010.** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées, Thèse de Magister en science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique -El Harrach, Alger. 76p.
- Kezzouna R., 2015.** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* L., Mémoire de Master en Génie des procédés, Université Mohamed Khider - Biskra, Algérie. 96p.
- Kezzouna R., 2015.** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* L., Mémoire de Master en Génie des procédés, Université Mohamed Khider - Biskra, Algérie. 96p.
- 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.
- Lahlou M., 2004.** "Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils." *Phytotherapy Research* 18- (435-448).
- Lepointe J. (1964).** Observations écologiques dans le feuillage des genévriers (octobrenovembre 1962). *Vie et milieu* : 661-676.
- Louis P., Boulevard P. et Raffelstrasse S., 2010.** Plantes médicinales, Alpen, Tilier 45012 Paris, France. 118p
- Kerbouche L., 2010.** Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées, Thèse de Magister en science Agronomique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique -El Harrach, Alger. 76p.
- M.Mazur, et al., (2010).** *Dendrobiology* 63,21.
- Mandin, J.P (2006).** Morphologie de très vieux Genévriers phénicie (*Juniperus phoenicea* L.) en parois rocheuses (Gorges de l'ardeche, France). 8P.
- Mariod A. A., Tahir H. E. (2022).** Biological activities, definition, types, and measurements. In *Multiple Biological Activities of Unconventional Seed Oils* (pp. 17-28). Academic Press.
- Mazari K., Bendimerad N., Bekhechi C., Fernandez X, (2010),** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L. and *Cupressus sempervirens* L.. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(10), 959-964p

- Mebarki N., 2010.** Extraction de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse-antimicrobienne, Thèse de Magister en Génie des procédés chimiques et pharmaceutiques, Université M'hamed Bougara - Boumerdes, Algérie. 35p.
- Menaceur, Fouad, et al.(2013)** "Chemical composition and antioxidant activity of Algerian *Juniperus phoenicea* L. extracts." *Journal of Biologically Active Products from Nature* 3.1 (2013): 87-96.
- 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.
- Moulai Y. et Chaknane N., 2016.** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits phénoliques et les huiles essentielles de trois plantes médicinales locales (*Marrubium Vlgare*, *Malva Parviflora*, *Cotula cinerea*), Thèse de Master, Université Amar Thelidji – Laghouat, Algérie. 19p.
- Pavant M., (1986)** . Una revolutione . Cultural. Europea .La carte sugli invetebrate .Univ. Pavia, 33 :1-15.
- Polunin et Huxley, 1967.** Fleurs du bassin Méditerranéen. Ed Fernand Nathan, Paris. prevention study. *Diabetologia* 2003:46:65-70.
- Quezel P. & Santa S., 1962-1963** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales. Tome I.Ed CNRS. Paris, 1170.
- Quezel P. et Barbero M., 1989** : Les formations à genévriers rampants du Djurdjura (Algérie). Leur signification écologique, dynamique et syntaxonomique dans une approche globale des cédraies Kabyles. Art. Ed. Lazora. VoI II. P17 : 85-99.
- Rameau J-C. (1994).** Flore forestière française, Vol. 02, Paris : 2405
- Randriannarivelo R., 2010.** Etude de L'activité Antimicrobienne d'une Plante Endemique de Madagascar « *Cinnamosma Fragrans* », alternative aux Antibiotiques en Crevetticulture, Thèse de Doctorat en Science de la vie, Université D'antananarivo. 73 p.
- Richard H., 1992.** Epices et herbes aromatiques. Tec et doc. Lavoisier, Paris. E.N.S.I.A-Massy Cedex.
- Sculz C., Knopf P., Stuzel T. (2005).** — Identification key to the Cypress family ( Cupressaceae) . FeddesRepert .116 : 96-146.
- Semchaoui A., Belmagherbi A. (2021).** Evaluation des activités biologiques d'une plante médicinale (*Peganumharmala* L.) (Doctoral dissertation).
- Shibko, S., Koivistoinen, P., Tratnyneck, C., New Hall, & Feidman, L. (1966).** A method for the sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, DNA, lipid and
-

glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. *Analytical Biochemistry* 19: 415-528.

**Shiota S., Shimizu S., Mizushima T., Ito H., Hatano T., Yoshida T., Tsuchiya T. (2004).** Mechanisms of action of Corilagin and Tellimagradin I that remarkably potentiate the activity of  $\beta$ -lactams against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. *Microbiology Immunology*. 48: 67-73.

**Song J-H., Yang T-C., Chang K-W., Han S-K., Yi H-K., Jeon J-G. (2007).** In vitro effects of a fraction separated from *Polygonum cuspidatum* root on the viability, in suspension and biofilms, and biofilm formation of mutant streptococci. *Journal of Ethnopharmacology*. 112: 419-425.

**Tine-Djebbar F., Bouabida H. & Soltani N., 2016.** Répartition spatio-temporelle des culicidés dans la région de Tébessa. Edition Universitaire Européennes. ISBN: 978-3-639-508567.

**Touati, Z. (2019).** Biodiversité des Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Tizi Ouzou. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 97P.

**Toure D., 2015.** Etudes chimique et biologique des huiles Essentielles de quatre plantes Aromatiques médicinales de côte d'ivoire, Thèse de Doctorat, L'université Félix Houphouët-Boigny, République De Cote D'ivoire. 40p.

**Wilson, (1988).**-The current state of biological diversity; In: E O. Wilson. biodiversity. P .3-18. Washington DC: National Academy Press. *Parasitologia, Ornithologia Entonologia*. Institute of ecology, Vilnius. ISSN 1392 6.

**yad, 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.

**Zhiri A. (2006).** Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré. *Nutra News Science, Nutrition, Prévention et santé*. Edité par la Fondation pour le libre choix. 12: 8p

**Zineb Dahchar,(2017)** Inventory of Culicidae of the wetland (of the West region of Annaba). 5(2)