



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشهيد حمى لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar-ELOUED

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique En  
Sciences biologiques

Spécialité: Biochimie Appliquée

### THEME

**Lutte biologique de deux plantes  
médicinales du Sahara central *Myrtus  
nivellei* et *Cymbopogon shoenanthus*  
contre *Tribolium confusum***

**Présenté par:**

**Ammari Selsabil**

**Bendjerba Wissal**

**Devant le jury composé de:**

**Grade:**

**Université:**

**Président:** Mme. Houmri Nawel

M.A.A

Echahid Hamma Lakhdar-ElOued

**Examinatrice:** Mr. Tlili Mohamed Laid

M.C.A

Echahid Hamma Lakhdar-ElOued

**Promotrice:** Melle. Ramdane Farah

M.C.A

Echahid Hamma Lakhdar-ElOued

**Copromotrice:** Melle. Ben amor Safia

Dr

Echahid Hamma Lakhdar-ElOued

Année universitaire 2022/2023

# Remerciements



Dieu soit loué, la plus grande des louanges

Et merci à Dieu avant et après

Avec la grâce et l'aide de Dieu, nous avons réussi à terminer ce mémoeri.

Nous tenons à remercier le **Dr Ramdane Farah** Maitre de conférences à l'Université Echahid Hamma Lakhder d'El-Oued, qui a contribué à encadrer ce travail avec sa précision, sa diligence et ses conseils scientifiques et professionnels qui ont fait de ce travail un modèle.

Nous tenons à remercier les membres du jury qui ont joué un rôle majeur par leur évaluation de cette note : le président du jury **Dr.Houmri Nawel** , et l'examineur **Dr.Tlili Mohamed Laid**, En considérant ce travail fait, nous vous prions de bien vouloir témoigner de notre gratitude et de notre appréciation.

Nous tenons également à remercier la Copromotrice **Mme Safia Ben Amor**, qui a été le meilleur soutien et aide pour nous dans ce travail avec sa patience et ses conseils.

Tous nos remerciements et appréciations au personnel des laboratoires de la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie de l'Université Echahid Hamma Lakhder d'El-Oued, dirigé par la responsable des laboratoires **Mme Ghoubi Sanaen** plus les techniciens des laboratoires **Mme Bouchra, Mme Afaf, Mme Mouna** et **Mr Omar** pour leur disponibilité et leur patience avec nous jusqu'aux derniers instants.

Nous tenons à exprimer ma gratitude spéciale au Doyen de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'Université Echahid Hamma Lakhder d'El-Oued **Mr Zaater Abdelmalek**, ainsi qu'au Doyen de la Faculté des Sciences et de la Technologie de l'Université Echahid Hamma Lakhder d'El-Oued **Mr Ali Chamsa** pour les facilités et l'aide qu'ils ont fournies .

Tous nos remerciements le chef du laboratoire de la Faculté des Sciences et Technologies **Mr Ali Tlaiba** pour nous avoir aidés autant que possible dans ce travail.

Nous adressons également nos sincères remerciements à ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.





## Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux,  
Louanges à Allah qui m'a comblé de Ses bienfaits et m'a accordé Son succès et Sa miséricorde. Je remercie Allah pour toutes les grâces qu'Il m'a accordées et pour le succès qu'Il m'a donné afin de réaliser cette réalisation. Ce succès et cette graduation ne sont que grâce à Allah et à Son soutien qui ne prive pas Ses bienfaits à Ses serviteurs croyants. À Lui revient toute gratitude, appréciation et reconnaissance. Je prie Allah d'accepter ce travail et de le rendre sincère pour Sa noble face.

Je dédie ma graduation à la source de l'amour, de la tendresse et du battement calme dans mes veines, ma mère et mon père, que Dieu les préserve et les maintienne une couronne au-dessus de ma tête.

Je remercie du fond du cœur celle qui a élevé les générations, celle qui m'a enseigné l'amour et m'a comblé de tendresse, celle qui a illuminé mon chemin et m'a soutenu, ma chère maman **Nadia Remili**.

À l'homme et au premier pilier de ma vie, qui n'a jamais hésité une seule seconde à me venir en aide, à celui qui m'a aimé au-delà de tout amour, mon cher père **Abderrahim Bendjerba**.

Votre fille a obtenu son diplôme, mais beaucoup ne savent pas qui se cachait derrière ce moment, qui a travaillé pour me mener à cette étape. Un grand merci et une grande appréciation à ma mère et à mon père, vous étiez les meilleurs soutiens tout au long de mon parcours scolaire.

À mon soutien, ma force et mon compagnon d'âme, mon frère **Ahmed rami** , **Abdelilah**.

À la signification de l'amour dans la vie, à la lumière de ma vie et à ma source d'inspiration, ma sœur **Ibtihal** , **Lodjaine**.

À ma chère amie qui a travaillé avec moi pour atteindre cette réussite, à celle qui a partagé avec moi les plus beaux moments **Selsabil**



wissal



## Dédicace

قال الله تعالى: (قل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون)

Mon Dieu, la nuit n'est bonne qu'en vous remerciant, et la journée n'est bonne qu'en vous obéissant.

Les moments ne sont doux qu'avec votre souvenir, et l'au-delà n'est doux qu'avec votre pardon.  
Le paradis n'est agréable qu'en te voyant

**Dieu le Tout-Puissant**

À celui qui a transmis le message et rempli la confiance... et a conseillé la nation... au prophète de la miséricorde et de la lumière des mondes

**Notre maître Muhammad, que Dieu le bénisse et lui accorde la paix**

A qui Dieu a confié avec crainte et dignité... A celui qui m'a appris à donner sans attendre... A celui dont je porte le nom avec fierté... J'espère que Dieu aura pitié de vous et vous acceptera parmi les martyrs, et vos paroles resteront des étoiles qui me guideront aujourd'hui, demain et pour toujours

**Mon cher père Mohammed Said. A----- que Dieu ait pitié de lui**

À mon ange dans la vie... au sens de l'amour et au sens de la tendresse et de la dévotion... au sourire

La vie et le secret de l'existence

A qui sa supplication fut le secret de ma réussite et sa tendresse comme un baume chirurgical à mes proches les plus chers

**chère mère Keltoum . H**

A mon soutien dans la vie et ma seconde moitié....à mon frère

**Nour El yakin**

**A ma famille**, à tous ceux qui m'ont soutenu par un mot ou une lettre, à tous ceux qui m'ont soutenu

chacun en son nom

**À ma chère amie** qui a partagé chaque instant avec moi... qui est restée éveillée... fatiguée et a lutté à mes côtés, celle sur qui j'ai compté et dont j'ai dépendu

**Amon ami, Wissal**

A ceux qui m'ont accompagné sur le chemin du bien et de la loyauté, à ceux dont les images et les voix habitent les plus beaux moments et jours.... et à tous ceux que le cœur a touchés

**Mes amis sont tous en son nom**

*Selsabil*



## Résumé

Les céréales sont essentielles à la sécurité alimentaire mondiale, mais leur stockage et leur conservation sont essentiels pour prévenir la détérioration causée par les insectes ravageurs, qui peuvent réduire leur quantité et leur qualité. Les produits chimiques sont couramment utilisés mais ils sont toxiques pour les humains et l'environnement. Les huiles essentielles sont des alternatives naturelles et efficaces car elles contiennent des molécules biologiquement actives aux propriétés insecticides. Afin d'explorer les propriétés médicinales et anti-insecte de deux plantes aromatiques du Sahara *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* de la région de Tamanrasset nous avons extrait leurs huiles essentielles par hydro-distillation et nous les avons testées sur *Tribolium confusum* en utilisant trois méthodes différentes : application directe sur papier filtre, inhalation et alimentaire. Nous avons constaté que l'huile de *Cymbopogon schoenanthus* était plus efficace que l'huile de *Myrtus nivellei* avec un taux moyen d'expulsion ou de décès de 75 %, 80 % et 27,5 % et de 60 %, 37,5 % et 15 % dans les trois tests respectivement. Lorsque les huiles ont été combinées elles ont montré une efficacité élevée en particulier dans le test d'expulsion et en test d'inhalation. Nous avons également déterminé la DL 50% et DL 90% pour les deux plantes dans tous les tests *Myrtus nivellei* a atteint 8,88 et 17,16 µl/ml pour l'expulsion 36,13 et 117,86 µl/ml pour l'inhalation 33,60 et 115,57 µl/ml pour l'alimentation. *Cymbopogon schoenanthus* a atteint 6,38 et 13,10 µl/ml pour l'expulsion 10,40 et 26,83 µL/ml pour l'inhalation et 23,67 et 103,03 µL/ml pour l'alimentation. De plus, le mélange des deux huiles a donné un effet létal plus efficace de 8,80 et 22,60 µl/ml en expulsion 8,80 et 22,60 µl/ml en inhalation et 15,67 et 77,59 µl/ml en alimentation à deux doses 50% et 90% respectivement. Ces résultats indiquent la possibilité d'utiliser ces plantes comme alternatives naturelles pour la lutte contre les insectes en particulier dans les zones désertiques.

**Mots clés :** Plantes médicinales, *Myrtus nivellei*, *Cymbopogon schoenanthus*, huiles essentielles, activité insecticides.

## Summary

Grains are essential to global food security, but their storage and preservation are essential to prevent spoilage caused by insect pests, which can reduce their quantity and quality. Chemicals are commonly used but they are toxic to humans and the environment. Essential oils are natural and effective alternatives because they contain biologically active molecules with insecticidal properties. In order to explore the medicinal and anti-insect properties of two aromatic plants from the Sahara, *Myrtus nivellei* and *Cymbopogon schoenanthus* from the Tamanrasset region, we extracted their essential oils by hydro-distillation and tested them on *Tribolium confusum* using three different methods: direct application on filter paper, inhalation and food. We found *Cymbopogon schoenanthus* oil to be more effective than *Myrtus nivellei* oil with an average expulsion or death rate of 75%, 80%, and 27.5% and 60%, 37.5% and 15% in the three tests respectively. When the oils were combined they showed high efficacy especially in the expulsion test and in the inhalation test. We also determined the LD50% and LD90% for both plants in all tests *Myrtus nivellei* reached 8.88 and 17.16 µl/ml for expulsion 36.13 and 117.86 µl/ml for inhalation 33.60 and 115.57 µl/ml for food. *Cymbopogon schoenanthus* reached 6.38 and 13.10 µl/ml for expulsion, 10.40 and 26.83 µL/ml for inhalation and 23.67 and 103.03 µL/ml for food. In addition, the mixture of the two oils gave a more effective lethal effect of 8.80 and 22.60 µl/ml in expulsion 8.80 and 22.60 µl/ml in inhalation and 15.67 and 77.59 µl/ml in food at two doses 50% and 90% respectively. These results indicate the possibility of using these plants as natural alternatives for pest control especially in desert areas.

**Keywords:** Medicinal plants ,*Myrtus nivellei*, *Cymbopogon schoenanthus*, essential oils, pests, insecticidal activity.

## الملخص

تعتبر الحبوب ضرورية للأمن الغذائي العالمي ، ولكن تخزينها والحفاظ عليها ضروريان لمنع التلف الذي تسببه الآفات الحشرية ، والذي يمكن أن يقلل من كميتها وجودتها. يشجع استخدام المواد الكيميائية ولكنها سامة للإنسان والبيئة. الزيوت الأساسية هي بدائل طبيعية وفعالة لأنها تحتوي على جزيئات نشطة بيولوجيا ذات خصائص مبيدات الحشرات. من أجل استكشاف الخصائص الطبية و المضادة للحشرات لنباتين عطريين *ريحان الصحراء الوسطى* و *الحبق* من منطقة تمنراست ، قمنا باستخراج زيوتهما الأساسية عن طريق التقطير المائي واختبرناها على *خنفساء الطحين المتشابهة* باستخدام ثلاث طرق مختلفة: التطبيق المباشر على ورق الترشيح والاستنشاق والطعام. وجدنا أن زيت *الحبق* أكثر فاعلية من زيت *ريحان الصحراء الوسطى* بمتوسط طرد أو وفاة 75% و 80% و 27.5% و 60% و 37.5% و 15% في الاختبارات الثلاثة على التوالي. عندما تم الجمع بين الزيوت أظهرت كفاءة عالية خاصة في اختبار الطرد وفي اختبار الاستنشاق. لقد حددنا أيضاً الجرعة القاتلة بنسبة 50% و الجرعة القاتلة بنسبة 90% لكلا النباتين في جميع الاختبارات ، حيث بلغ *ريحان الصحراء الوسطى* 8.88 و 17.16 ميكرو لتر / مل للطرد و 36.13 و 117.86 ميكرو لتر / مل للاستنشاق و 33.60 و 115.57 ميكرو لتر / مل للطعام. بلغ *الحبق* 6.38 و 13.10 مايكرو لتر / مل للطرد و 10.40 و 26.83 ميكرو لتر / مل للاستنشاق و 23.67 و 103.03 ميكرو لتر / مل للطعام. بالإضافة إلى ذلك ، أعطى خليط الزيتين تأثيراً مميتاً أكثر فعالية بمقدار 8.80 و 22.60 ميكرو لتر / مل في الطرد و 8.80 و 22.60 ميكرو لتر / مل في الاستنشاق و 15.67 و 77.59 ميكرو لتر / مل في التغذية عند جرعتين 50% و 90% على التوالي. تشير هذه النتائج إلى إمكانية استخدام هذه النباتات كبداية بدائل طبيعية لمكافحة الآفات خاصة في المناطق الصحراوية.

**الكلمات المفتاحية:** النباتات الطبية، زيوت اساسية، *ريحان الصحراء الوسطى* ، *الحبق* ، مبيدات حشرية

## Liste des abréviations

**C°**: Degré

***C.schoenanthus*** : *Cymbopogon schoenanthus*

**DL**: Dose létale

**h** : heure

**HE**: Huile essentielle

**g** : Gramme

***M.nivellei*** : *Myrtus nivellei*

**ml**: Millilitre

**P.filter**: Papier filter

**µl** : Microlitre

**%**: Pourcentage

### Liste des Tableaux

| Numéro    | Titre                                                                                                                                            | Page |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tableau01 | Utilisation de <i>Myrtus nivellei</i>                                                                                                            | 09   |
| Tableau02 | Pourcentage de répulsion selon le classement de McDonald et al., (1970).                                                                         | 30   |
| Tableau03 | Transformation des pourcentages de mortalité en probit                                                                                           | 34   |
| Tableau04 | Rendement et couleur de l'huile végétale de <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i>                                             | 36   |
| Tableau05 | Classement de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> et leur propriété de répulsion.                                                      | 37   |
| Tableau06 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Myrtus Nivellei</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i>                                     | 38   |
| Tableau07 | Classement de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> et leur propriété de répulsion                                               | 39   |
| Tableau08 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i>                             | 40   |
| Tableau09 | Classement de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> , <i>Myrtus nivellei</i> et leur propriété de répulsion                      | 41   |
| Tableau10 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> avec <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i> | 42   |
| Tableau11 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i>                                     | 44   |
| Tableau12 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i>                             | 46   |
| Tableau13 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> avec <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis de <i>Triboliumconfusum</i>  | 47   |
| Tableau14 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i>                                     | 49   |
| Tableau15 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i>                             | 51   |
| Tableau16 | Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> avec <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis de <i>Tribolium confusum</i> | 52   |

## Liste des Figures

| Numéro   | Titre                                                                                                                                                                                                                        | Page |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figure01 | Répartition de la famille Myrtaceae dans le monde                                                                                                                                                                            | 06   |
| Figure02 | Aire de distribution du genre <i>Myrtus</i>                                                                                                                                                                                  | 07   |
| Figure03 | Rameau feuillé et fructifère de <i>Myrtus nivellei</i>                                                                                                                                                                       | 07   |
| Figure04 | <i>Cymbopogon Schoenanthus</i> L. Spreng. TassiliHoggar-Algérie                                                                                                                                                              | 11   |
| Figure05 | <i>Cymbopogon schoenanthus</i> aspect general                                                                                                                                                                                | 12   |
| Figure06 | Répartition géographique de <i>Cymbopogon schoenanthus</i>                                                                                                                                                                   | 13   |
| Figure07 | Flavonoids et triterpenoids a partir des espèces <i>Cymbopogon</i>                                                                                                                                                           | 15   |
| Figure08 | Oeuf de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                                                                            | 18   |
| Figure09 | Larve de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                                                                           | 19   |
| Figure10 | Nymphe de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                                                                          | 19   |
| Figure11 | Imago ou l'adulte de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                                                               | 20   |
| Figure12 | Cycle de développement de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                                                          | 21   |
| Figure13 | <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i>                                                                                                                                                                     | 27   |
| Figure14 | Elevage de masse de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                                                                | 27   |
| Figure15 | Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger                                                                                                                                                                               | 28   |
| Figure16 | Test de l'effet répulsif sur papier filtre                                                                                                                                                                                   | 30   |
| Figure17 | Test d'inhalation                                                                                                                                                                                                            | 31   |
| Figure18 | Test de l'effet répulsif sur les aliments                                                                                                                                                                                    | 33   |
| Figure19 | Pourcentages (%) de répulsion sur papier filtre de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> .                                                                        | 37   |
| Figure20 | Pourcentages (%) de répulsion sur papier filtre de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> .                                                                | 39   |
| Figure21 | Pourcentages de répulsion sur papier filtre des l'huiles essentielles de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> et <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i>                                         | 41   |
| Figure22 | Comparaison Pourcentages (%) de répulsion sur papier filtre de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i> et 2 huiles essentielles vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> . | 43   |
| Figure23 | Taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huile essentielle de <i>Myrtusnivellei</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> .                                                                              | 44   |
| Figure24 | Taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i>                                                                       | 45   |
| Figure25 | Taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huiles essentielles de <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i>                                           | 47   |
| Figure26 | Comparaison de taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i> et les 2 HE vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i>                  | 48   |
| Figure27 | Taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> .                                                                         | 49   |
| Figure28 | Taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis des adultes de                                                                                             | 50   |

|          |                                                                                                                                                                                                                             |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|          | <i>Tribolium confusum</i> .                                                                                                                                                                                                 |    |
| Figure29 | Taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huiles essentielles de <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> .                                    | 52 |
| Figure30 | Comparaison de taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huile essentielle de <i>Myrtus nivellei</i> et <i>Cymbopogon schoenanthus</i> et 2huilesessentiellesvis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i> . | 53 |
| Figure31 | Comparaison des trois testes vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium confusum</i>                                                                                                                                             | 54 |

# Sommaire

|                                               |                                |      |
|-----------------------------------------------|--------------------------------|------|
| Remerciements                                 |                                |      |
| Dédicaces                                     |                                |      |
| Résumés                                       |                                |      |
| Liste des abréviations                        |                                |      |
| Liste des figures                             |                                |      |
| Liste des tableaux                            |                                |      |
| Introduction .....                            |                                | 01   |
| PARTIE I:SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE             |                                |      |
| Chapitre I : Description des plantes étudiées |                                |      |
| Numéro                                        | Titre                          | Page |
| I.1                                           | Plantes médicinales            | 05   |
| I.2                                           | Famille Myrtaceae              | 05   |
| I.2.1                                         | Genre <i>Myrtus</i>            | 06   |
| I.2.2                                         | <i>Myrtus nivellei</i>         | 07   |
| I.3                                           | Famille Poaceae                | 10   |
| I.3.1                                         | Genre <i>Cymbopogon</i>        | 10   |
| I.3.2                                         | <i>Cymbopogon Schoenanthus</i> | 11   |
| Chapitre II: <i>Tribolium confusum</i>        |                                |      |
| II.1                                          | Famille Tenebrionidae          | 17   |
| II.1.1                                        | <i>Tribolium confusum</i>      | 17   |

## **PARTIE II: PARTIE PRATIQUE**

| <b>Chapitre I : Matériels et méthodes</b>    |                                                          |           |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I.1.</b>                                  | <b>Matériels</b>                                         | <b>27</b> |
| <b>I.1.1.</b>                                | Matériel végétal                                         | <b>27</b> |
| <b>I.1.2.</b>                                | Matériel animal                                          | <b>27</b> |
| <b>I.2.</b>                                  | <b>Méthodes</b>                                          | <b>28</b> |
| <b>I.2.1.</b>                                | Extraction des huiles essentielles                       | <b>28</b> |
| <b>I.2.2.</b>                                | Calcul du Rendement d'huile                              | <b>28</b> |
| <b>I.2.3.</b>                                | Tests d'activité insecticide                             | <b>29</b> |
| <b>I.2.4.</b>                                | Calcul du pourcentage de répulsion (PR) %                | <b>30</b> |
| <b>I.2.5</b>                                 | Exploitation des résultats                               | <b>33</b> |
| <b>I.2.6</b>                                 | Analyses statistiques                                    | <b>34</b> |
| <b>Chapitre II: Résultats et discussions</b> |                                                          |           |
| <b>II.1.</b>                                 | <b>Résultats</b>                                         | <b>36</b> |
| <b>II.1.1</b>                                | Rendement de l'huile essentielle                         | <b>36</b> |
| <b>II.1.2.</b>                               | Evaluation de test de l'effet répulsif sur papier filtre | <b>36</b> |
| <b>II.1.3.</b>                               | Evaluation de la mortalité par effet d'inhalation        | <b>43</b> |
| <b>II.1.4.</b>                               | Evaluation de la mortalité par effet sur les aliments    | <b>48</b> |
| <b>II.1.5.</b>                               | Comparaison des différents tests                         | <b>54</b> |

|              |                                 |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|
| <b>II.2.</b> | <b>Discussion</b>               | <b>55</b> |
|              | <b>Conclusion</b>               | <b>61</b> |
|              | <b>Références bibliographie</b> | <b>64</b> |
|              | <b>Annexes</b>                  | <b>74</b> |

# ***Introduction Générale***

La consommation de céréales et de légumineuses est essentielle tout au long de l'année, ce qui nécessite leur stockage pour assurer leur disponibilité sur les marchés et pour les futures campagnes agricoles (**Ngamo et al, 2007**). Cependant ces denrées stockées sont vulnérables aux attaques d'insectes, de champignons et de rongeurs ce qui peut causer d'importants dommages de (**Groot, 2004 ; Ndomo et al., 2009**), en particulier dans les pays en développement où les conditions climatiques sont favorables à leur développement (**Ndomo et al., 2009**).

L'Algérie ne fait pas exception, avec des dégâts causés par les seuls insectes dépassant largement 33% en été (température optimale pour le développement des insectes) (**Mebarkia et al, 2006**) par différentes espèces de Coléoptères, Lépidoptères et Acariens (**Alzouma et al., 1994 ; Fleurat-Lessard., 1997**).

Parmi les coléoptères, le plus commun est le *Tribolium confusum*, qui représente un segment très important des ravageurs des aliments stockés (**Throne, 1994**).

Les insectes de semoule du genre *Tribolium confusum* sont l'un des principaux ravageurs des denrées stockées, tels que la farine, les céréales, les haricots et les produits manufacturés (**Jovanovic et al. 2007 ; Mediouni Ben Jemâa et al. 2013**). Bien que les insecticides chimiques soient actuellement la méthode la plus couramment utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles, leur utilisation intensive a entraîné une contamination de la chaîne alimentaire et l'apparition de résistances chez les insectes traités (**Leonard et al, 2004**). Afin de réduire les risques sanitaires et écologiques associés à l'utilisation de pesticides chimiques, des méthodes alternatives telles que l'utilisation de terres à diatomées et de substances végétales à effet insecticide sont prometteuses (**Guèye, 2008**) ainsi les plantes aromatiques en particulier ont été étudiées pour leur potentiel insecticide (**Tapondjou et al., 2002 ; Kellouche, 2005**). Un moyen réussi et efficace d'utiliser des produits végétaux naturels comme contrôles naturels pour leurs caractéristiques souhaitables est des composés qui sont efficaces contre les ravageurs et moins nocifs pour les animaux, les humains et l'environnement (**Peterson et al., 2000**), et plusieurs études ont récemment été menées sur l'utilisation des plantes En tant qu'inhibiteurs de l'alimentation des insectes, insectifuges ou régulateurs de croissance (**Mustafa, 1999**).

Cette étude vise à évaluer l'activité insecticide des huiles essentielles de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* sur *Tribolium confusum*, dans le but de réduire les dégâts causés par les ravageurs et de limiter l'utilisation de produits chimiques néfastes pour l'environnement et la santé humaine. La méthodologie comprend :

-Une revue bibliographique sur la morphologie et la taxonomie des plantes étudiées, ainsi que sur l'importance et l'utilisation des huiles essentielles, puis une description générale de l'insecte

*Tribolium confusum* sa morphologie, son habitat et les différents dégâts qui peuvent être provoqués par cette insecte sur les denrées alimentaires stockés .

- La partie pratique est représentée par les matériels et les méthodes utilisés dans l'étude ensuite les résultats obtenus et la discussion de ces derniers, suivis d'une conclusion générale qui souligne les perspectives futures de cette étude.

# **PARTIE I: ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

# ***Chapitre I :***

## **Description des plantes étudiées**

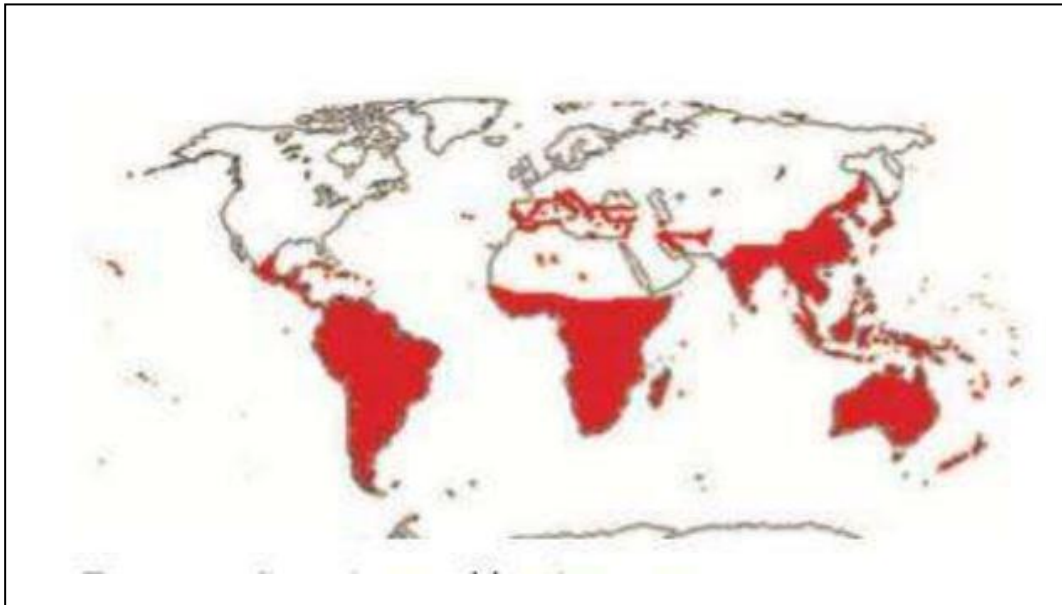
### **I.1. Plantes médicinales**

Les plantes médicinales sont des plantes qui ont été utilisées dans la médecine traditionnelle en raison de leurs propriétés médicinales. Ces propriétés sont principalement attribuées aux composés chimiques présents dans la plante, qu'ils soient des métabolites primaires ou secondaires, ou qu'ils agissent en synergie avec d'autres composés(**Sanago, 2006**).

Les plantes médicinales sont recherchées pour leurs propriétés bénéfiques pour la santé humaine. Elles sont utilisées de différentes manières, telles que la décoction, la macération et l'infusion. Les parties utilisées peuvent être une ou plusieurs, comme les racines, les feuilles ou les fleurs (**Dutertre, 2011**)

### **I.2.Famille des Myrtaceae**

La famille des Myrtaceae est la neuvième plus grande famille de plantes à fleurs(**Demmak, 2020**). Ce sont des plantes dicotylédones qui comprennent plus de 5 650 espèces réparties dans environ 130 à 150 genres. Elles se trouvent principalement dans les pays chauds (Figure 01) et se caractérisent par la présence de poches de sécrétion d'huiles aromatiques dans leurs tissus(**Ramdane, 2018**). Les Myrtaceae sont des plantes à feuilles entières et opposées. Leurs fleurs hermaphrodites sont axillaires, avec un calice en forme de coupe. Les étamines très nombreuses sont insérées avec les pétales au sommet du tube calicinal. Le gynécée est infère ou semi-infère, avec 5 carpelles uniloculaires, de nombreux ovules et une placentation axile. Les fruits sont des baies globuleuses de couleur bleuâtre, d'un diamètre de 5 à 8 mm(**Chaouche, 2015; Ramdane, 2018**).

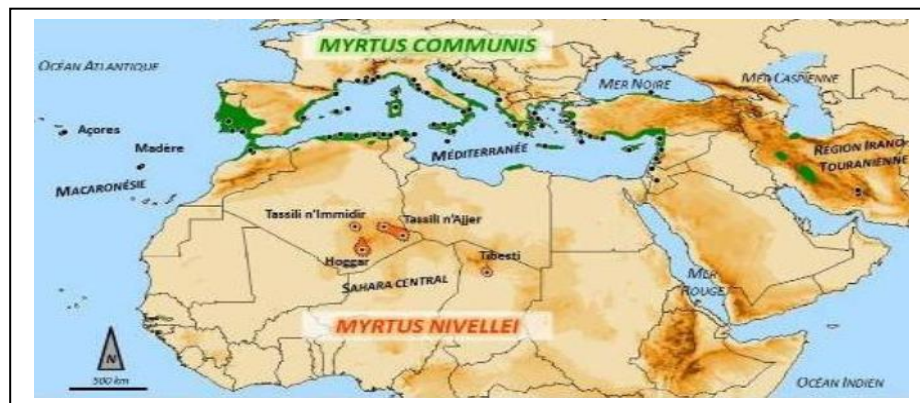


**Figure 01:**Répartition de la famille Myrtaceae dans le monde(**Géraldine, 2013**)

### **I.2.1. Genre *Myrtus***

Le genre *Myrtus* faisant partie de la grande famille des Myrtaceae est unique en son genre car il est présent à la fois en Méditerranée et au Sahara avec deux taxons distincts :

- Le myrte commun *Myrtus communis* L qui a une distribution méditerranéenne (Figure 02). Il est présent dans la Macaronésie, en zone irano-touaranienne, et même en Asie (en Afghanistan et peut-être au Pakistan)(**Bouzabata, 2015**).
- *Myrtus nivellei* qui est situé à 1000 km de la Méditerranée. Il est présent uniquement dans le Sahara, en Algérie méridionale et au Tchad(**Bouzabata,2015**)Cependant, très peu d'études récentes ont été menées sur cette Genre(**Demmak, 2020**).



**Figure02:**Aire de distribution du genre *Myrtus*(Bouzabata, 2015)

### I.2.2. *Myrtus nivellei* (Batt&Trab)

#### A.Description botanique

*Myrtus nivellei* est un arbuste persistant avec des feuilles larges et une écorce rougeâtre, atteignant souvent une hauteur de 150 cm. Les feuilles sont vert foncé, opposées et lancéolées, produisant une huile essentielle agréablement parfumée (Figure 03 ). Les pièces florales sont multiples de cinq, avec un grand nombre d'étamines, et les pétales sont généralement blancs. Les fleurs sont pollinisées par des insectes et il n'y a pas de période de floraison spécifique, car cette espèce a été observée en fleurs à différentes périodes de l'année. Les fruits sont de petites baies globuleuses bleu-noir d'environ 1 cm(Maire, 1940 ; Quézel et Santa, 1963 ;Ozenda, 2004)



**Figure03 :**Rameau feuillé et fructifère de *Myrtus nivellei*(Maiza,2008)

**B. Systématique et Nomenclature**

- **Systématique**

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Eucaryotae*

Embranchement : *Spermaphytæ*

Sous-embranchement : *Angiospermae*

Classe: *Dicotylédonae*

Ordre : *Myrtales*

Famille: *Myrtaceae*

**Genre : *Myrtus***

**Espèce : *Myrtus nivellei* Batt & Trab(Ramdane, 2018; Demmak, 2020)**

- **Nomenclature**

Le nom du genre *Myrtus* a pour origine le mot grec "Myrtos" signifiant parfum, tandis que le nom de l'espèce découle du nom d'un lieutenant français nommé Nivelles. Cette espèce a été décrite en 1911 par Battandier et Trabut(**Touaibia, 2017**). Elle est connue sous plusieurs noms vernaculaires tels que:

Nom tamahaq : *Tafaltast ou Tefaltast*(**Ramdane, 2018**)

Nom français : *Myrte de nivelles, Myrte du sahara*(**Ramdane, 2018**)

Nom anglais: *Sahara myrtle*(**Touaibia, 2017**)

Nom arabe : *ريحان الصحراء الوسطى* (**Touaibia, 2017**)

### C. Répartition géographique

*Myrtus nivellei* est une espèce largement présente dans le milieu du Sahara algérien (Ramdane, 2018; Demmak, 2020) qui pousse à proximité de vallées sableuses ou rocheuses. Elle peut également être trouvée dans des bassins d'eau stagnante, situés entre 1400 et 2500 mètres d'altitude. Ces zones sont souvent des cours d'eau asséchés, mais qui peuvent être temporairement alimentés par des précipitations occasionnelles (Touaibia, 2017)

### D. Utilisation traditionnelle

L'utilisation de *Myrtus nivellei* dans le Sahara central pour le traitement de différents troubles représentés dans le tableau suivant:

**Tableau 01:** Utilisation de *Myrtus nivellei* (Hammiche V., Maiza K., 2006)

| Troubles                               | Mode d'utilisation de <i>Myrtus nivellei</i>                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Affections de l'appareil digestif      | Il est possible d'utiliser la poudre de feuilles en la prenant par voie orale, ou bien en réalisant une décoction de feuilles pour en extraire les principes actifs.                               |
| Fièvre                                 | Une alternative consiste à macérer la poudre de feuilles dans de l'eau froide, puis à prendre le filtrat plusieurs fois par jour.                                                                  |
| Diabète                                | Il est recommandé de prendre l'infusion de feuilles trois fois par jour.                                                                                                                           |
| Affection cutanées et soins capillaire | Une méthode d'application consiste à utiliser un linge imprégné de la décoction.                                                                                                                   |
| Affection gynécologiques               | La décoction des feuilles de <i>Myrtus nivellei</i> est souvent utilisée pour traiter la dysménorrhée et la leucorrhée, et est souvent associée à des bains de siège pour compléter le traitement. |

---

## E. Composition chimique

La famille des Myrtaceae est caractérisée par sa richesse en composés phénoliques et en tannins, ainsi que par sa capacité à produire des flavonoïdes C-méthylés. Les études phytochimiques menées sur de nombreuses espèces de cette famille ont confirmé la présence abondante de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les huiles essentielles et les terpénoïdes. Cette recherche bibliographique met en évidence la diversité et l'importance de ces composés dans les Myrtaceae **(Ramdane, 2018)**.

### I.3.Famille des Poaceae

La famille des Poaceae comprend des plantes herbacées de petite taille avec de nombreuses racines en forme de faisceaux qui se développent à la base de la tige. Elles sont largement répandues dans le règne végétal, avec environ 9 000 espèces regroupées en 635 genres, et sont particulièrement importantes pour l'homme, notamment avec des cultures telles que le blé, l'avoine, le riz et le maïs. Les Poaceae ont également une grande résistance à la sécheresse, ce qui leur permet de s'adapter à une large gamme d'environnements, en particulier dans les régions arides et semi-arides. La tige de la plante est appelée chaume et est creuse et cylindrique, tandis que les feuilles sont distiques, avec des paires de feuilles opposées insérées suivant deux génératrices. Les inflorescences de base des Poaceae sont appelées épillets, et les fruits sont des caryopses, qui sont des akènes dont l'enveloppe est intimement liée au tégument de la graine **(Ramdane, 2018)**.

#### I.3.1.Genre *Cymbopogon*

Le genre *Cymbopogon* plante vivace et rarement annuelle **(Omar et al, 2016)**, appartenant au phylum des Andropogoneae de la famille des Poaceae, est représenté par 56 espèces largement répandues dans les régions tropicales et subtropicales d'Asie et d'Afrique du Nord **(Malti,2019)**.

### I.3.2. *Cymbopogon Schoenanthus*

#### A. Description botanique

Les plantes du genre *Cymbopogon* se présentent sous forme de touffes denses et sont vivaces. Les épillets n'ont pas de nervures interne ou en ont deux, mais sans fossette. L'inflorescence est une panicule entourée d'une spathe et comprend des paires de grappes munies d'une spathéole à leur base. Les épillets sont jumeaux et différents : l'un est sessile et aristé avec une fleur fertile (qui peut être remplacée par une fleur neutre ou mâle dans les épillets inférieurs de la grappe), et l'autre est pédonculé et sans arête, portant deux fleurs neutres ou une fleur neutre et une (supérieure) mâle. En Algérie, ce genre est représenté par une seule espèce (Malti,2019).

*Cymbopogon schoenanthus* est une plante aromatique et vivace qui pousse en touffes denses avec de nombreux rejets à partir de sa famille. Ses tiges, appelées chaumes, sont nombreuses et courtes, mesurant de 20 à 50 cm, et possèdent 2 à 4 noeuds. Les feuilles sont étroites, coriaces, arquées et ont des gaines dilatées (Figure 04 ). L'inflorescence est d'abord très contractée avant de s'étaler en une panicule mêlée de spathes. Chaque rameau est terminé par une spathe à partir de laquelle sortent deux épis velus-laineux, qui sont eux-mêmes composés d'épillets groupés par paires. Les grappes sont à rachis et à pédoncules villeux sur un seul côté. Le lemme de la fleur fertile est nettement marqué, bifide et porte une arête grenouillée et glabre qui atteint 10 mm de long. La plante fleurit au printemps, généralement en mars et avril (Malti,2019).



**Figure 04:** *Cymbopogon Schoenanthus*L. Spreng. Tassili Hoggar-Algérie(Aous, 2015)

---

**B. Systématique et nomenclature**

L'espèce *Cymbopogon Schoenanthus* occupe la position systématique suivante

**Règne :** plantes

**Embrenchement:** spermaphytes

**Sous embrenchement:** Angiospermes

**Classe :** Monocotylédones

**Ordre :** poales

**Famille:** poaceae

**Genre :** *Cymbopogon*

**Espèces:** *Cymbopogon Schoenanthus*(Spreng) L(**Aous, 2015**)

Le nom *Cymbopogon* dérivé du grec kymbe (bateau) et pogon (barbe), il existe plusieurs noms pour cette espèce dans différentes régions du monde (**Bellik,2021**)

- Arabe : Al Ethkher
- Algérien : El lemmad.
- Berbère : Tiberimt
- Français : schoenanthé officinale, herbe à chameau, paille mecquoise.
- En anglais : camelgrass, camelhay ou encore lemongrass.



**Figure 05:** *Cymbopogon schoenanthus* aspect general (**Boukhalfa, 2017**)

### C. Répartition géographique

La plante *Cymbopogon schoenanthus* est originaire d'Asie tropicale, plus précisément d'Inde. Toutefois, elle est présente en Asie (Irak, Oman, Arabie Saoudite, Yémen) et en Afrique (Algérie, Egypte, Libye, Maroc, Djibouti, Ethiopie, Somalie, Soudan, Kenya, Bénin, Burkina Faso, Ghana, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Nigéria, Sénégal, Togo) (**Djemam et Benayache, 2020**) (Figure 06 ).



**Figure 06:** Répartition géographique de *Cymbopogon schoenanthus* (**Kadri, 2020**)

### D. Utilisation

Le *Cymbopogon* est connu pour ses propriétés toniques et antipaludéennes. Il agit également pour soulager les douleurs nerveuses, la fièvre et la toux chez les nourrissons et les enfants, ainsi que les douleurs osseuses et articulaires (**Marwatet al., 2009**). De plus, il est considéré comme utile pour lutter contre la fièvre, la gastrite, les flatulences et la mauvaise haleine (**Hammiche et Maiza, 2006**).

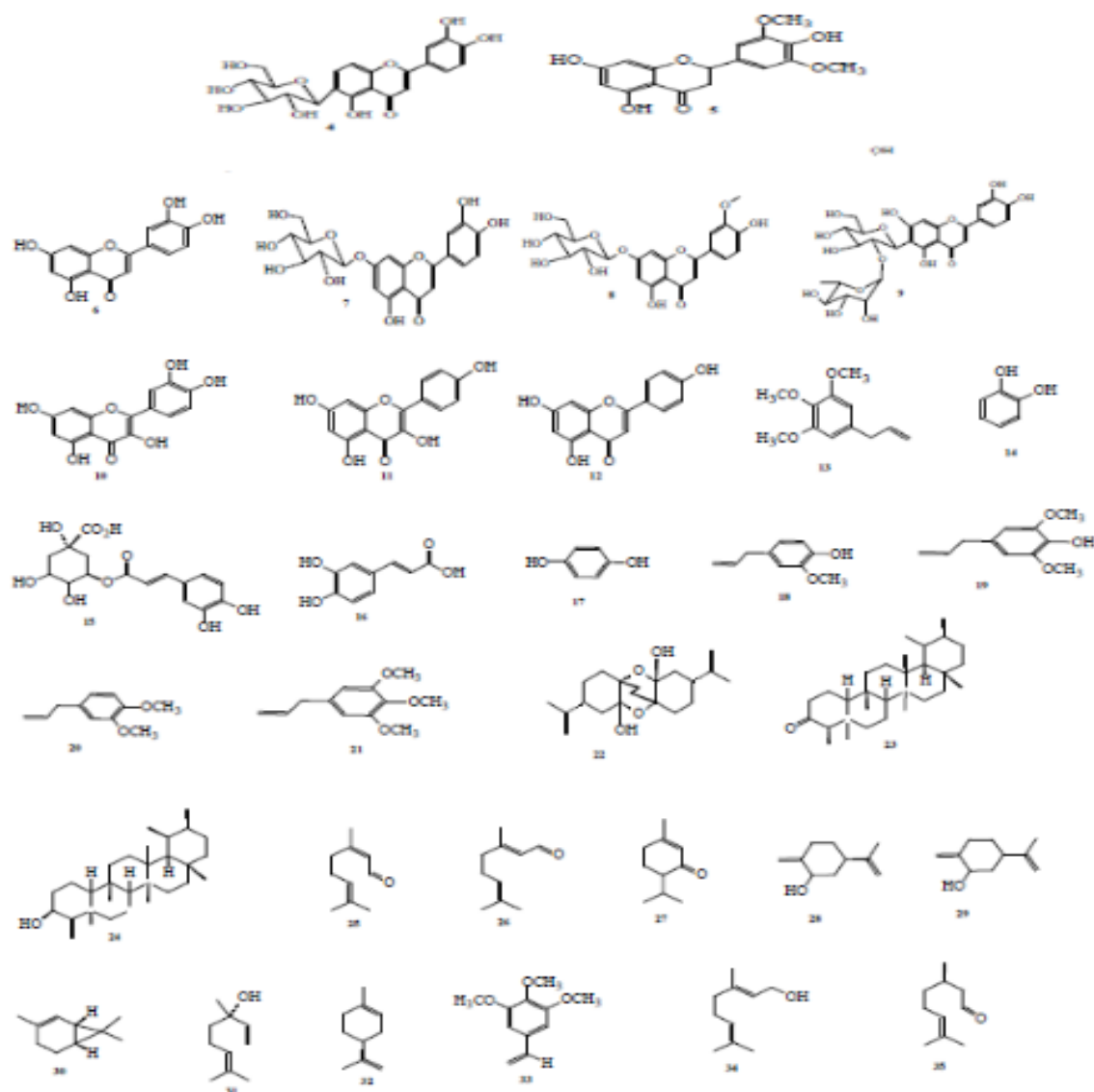
Cette plante dégage une odeur très agréable, ce qui la rend parfois utilisée pour remplir les coussins. Les jeunes bourgeons et les épis tendres sont consommés avant leur maturité, tandis

que les dromadaires la broutent. En médecine traditionnelle, une décoction de la plante est utilisée pour soulager les douleurs rénales (Ketohet al, 2006).

*Cymbopogon schoenanthus* est couramment utilisée dans la préparation de viandes et de salades ou servie avec du thé en raison de son arôme agréable. Outre son utilisation culinaire, elle est également utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés diurétiques, anti-spasmodiques et digestives. Les décoctions et infusions de *Cymbopogon schoenanthus* sont consommées pour traiter les intoxications alimentaires, les rhumatismes, l'anorexie et les troubles digestifs (Ben Othman, 2013).

### E.Composition chimique

Des études menées sur ce type de plante ont confirmé que *Cymbopogon schoenanthus* contient un groupe de composés chimiques, à savoir : des alcaloïdes, des flavonoïdes (Isoorientine(4), tricine(5), luteoline(6), luteoline 7-O-glucoside (cynaroside)(7), isoscoparine(8) 2"-O-rhamnosyl isoorientine(9)quercetine(10), kaempferol(11)apigenine (12)elimicine(13), catechol(14), acide chlorogénique(15) acide caféique (16) hydroquinone (17)eugenol(4-allyl-2-methoxyphenol) (18)elemicine (5-allyl-1,2,3-trimethoxybenzene) (19) eugenolmethylether (4-allyl-1,2-dimethoxybenzene) (20) , trans-iso-elemicine (1,2,3-trimethoxy-5-(1-propenyl) benzene) (21) ), des terpénoïdes non volatils (cymbodiacetal (22) cymbopogone (23) cymbopogonol (24)) et volatils (neral(25)geranial(26)piperitone(27) cis-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol (28) trans-p-mentha-1(7),8-dien-2-ol (29)δ-2-carene (30)linalool(31)limonene(32)elemicin(33)geraniol(34) and citronellal (35)), des tanins(Avosehet al., 2015), des saponines, des phénols, des anthraquinones, des sucres désoxygénés dans complément aux huiles essentielles(Ekpenyong, 2014) (Figure 07).



**Figure 07:** Flavonoids et triterpenoids a partir des espèces *Cymbopogon* (Avosehet *al.*, 2015; Ramdane, 2018)

## Chapitre II

# ***Tribolium confusum***

## II.1.Famille Tenebrionidae

La famille des Tenebrionidae, ou coléoptères sombres est l'une des plus grandes familles de l'ordre des Coleoptera, comprenant environ 20 000 espèces connues réparties dans près de 1700 genres à distribution mondiale. Actuellement, dix sous-familles sont reconnues pour cette famille. La majorité de ces coléoptères sont terrestres et très courants dans les zones désertiques et semi-désertiques. On les trouve dans le bois pourri, sous les bûches et les pierres, dans les nids de termites et de fourmis, sur les débris végétaux, ainsi que dans la bouse sèche des animaux, les maisons et les greniers. Beaucoup d'entre eux sont des mangeurs généralistes de détritus, qu'il s'agisse de matières animales ou végétales, et peu sont des prédateurs. Seules quelques espèces sont connues pour être des ravageurs de produits agricoles ou de stocks (Elshewyetal, 2016).

### II.1.1.Tribolium confusum

#### A. Généralités

Le *Tribolium* de la semoule *Tribolium confusum* appartient à la famille des Ténébrionocées. C'est un coléoptère d'une longueur de corps allant de 2 à 80 mm, de forme très variable, avec des couches de peau principalement dures, épaisses, ternes ou noir brillant, de couleur foncée, avec des interférences colorées ou "métalliques" par et ont généralement de grandes yeux. , un ovale ou autour de lui. Il a des antennes à 11 chaînons avec des nervures alaires primitives. *Tribolium confusum* est d'origine indo-australienne et/ou se rencontre dans les climats tempérés, mais survit l'hiver dans les zones abritées, surtout par temps chaud. En Afrique(Ben Nasr, 2021).

#### B.Systématique et Nomenclature

- **Systématique**

**Régne :** Animal

**Embranchement:** Arthropode

**Classe:** Insecte

**Ordre :**Coleoptera

**Sous Ordre :**Polyphaga

**Superfamille :**Tenebrionoidea

**Famille :**Tenebrionidae

**Tribu :**Triboliini

**Genre :***Tribolium*

**Espèce :***Tribolium confusum*(Gretia ,2009)

- **Nomenclature**

**Nom anglais :** confused Flour Beetle

**Nom arabe :** خنفساء الطحين المتشابهة

**Nom français :** Tribolium Brun de la farine (Gretia, 2009)

### C. Répartition géographique

La famille des Ténébrionidés comprend le *Tribolium* originaire d'Indo-Australie et se trouvant dans des zones tempérées. Il peut survivre l'hiver dans des endroits protégés, surtout là où il y a une source de chaleur. En Afrique, le *Tribolium* a une distribution différente, se produisant dans des climats plus frais à travers le monde (Benazzeddine, 2010).

### D. Morphologie

- ✚ **Description des différents états de *Tribolium confusum* (Duv)**

- ✓ **Œuf**

La forme de l'œuf est oblongue et sa couleur est blanchâtre, avec une surface lisse presque transparente (Figure 08). Il est enrobé d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée. En moyenne, sa taille est de 0,6 x 0,3 mm (Benazzeddine, 2010).



**Figure 08:** Œuf de *Tribolium confusum* (original)

- ✓ **Larves**

Larve de petit taille, blanchâtre et avec une épine incurvée à l'extrémité segment abdominal terminal (Ajaykumara et al, 2018) (Figure 09), les premiers stades de la larve de *Tribolium confusum* ont une longueur de 5,0 à 5,1 mm et une largeur de 0,5 à 0,6 mm, tandis que les derniers stades de la larve mesurent de 5,75 à 6,9 mm de longueur et de 0,75 à 0,95 mm de largeur (Zohry, 2017).



**Figure 09:**Larve de *Tribolium confusum*(original)

✓ **Nymphe**

Elle est blanche et nue, les segments de son abdomen sont explantés latéralement en lames rectangulaires à bords crénelés (Figure 10) la nymphe reste sans protection, elle ne s'alimente pas et reste incapable de se déplacer(Christine, 2001).



**Figure 10:**Nymphe de *Tribolium confusum*(original)

✓ **Adulte**

L'adulte de *Tribolium confusum* caractérisé par une couleur foncée (Delobel et Tran, 1993), La taille moyenne des spécimens est de 3,4 mm avec une largeur thoracique de 1,02 mm (Figure 11). Le poids varie en fonction du sexe ; les mâles pèsent en moyenne 1,48 mg tandis que les femelles peuvent atteindre 1,78 mg (Rekia, 2020), Les articles les plus récents des antennes s'élargissent progressivement. L'œil est surmonté d'une crête et est globulaire, sa partie la plus étroite ne mesurant pas plus de deux facettes de largeur (Delobel et Tran, 1993) et ces coléoptères ont une durée de vie relativement longue, pouvant survivre pendant plus de trois ans (Baldwin et al, 2003).



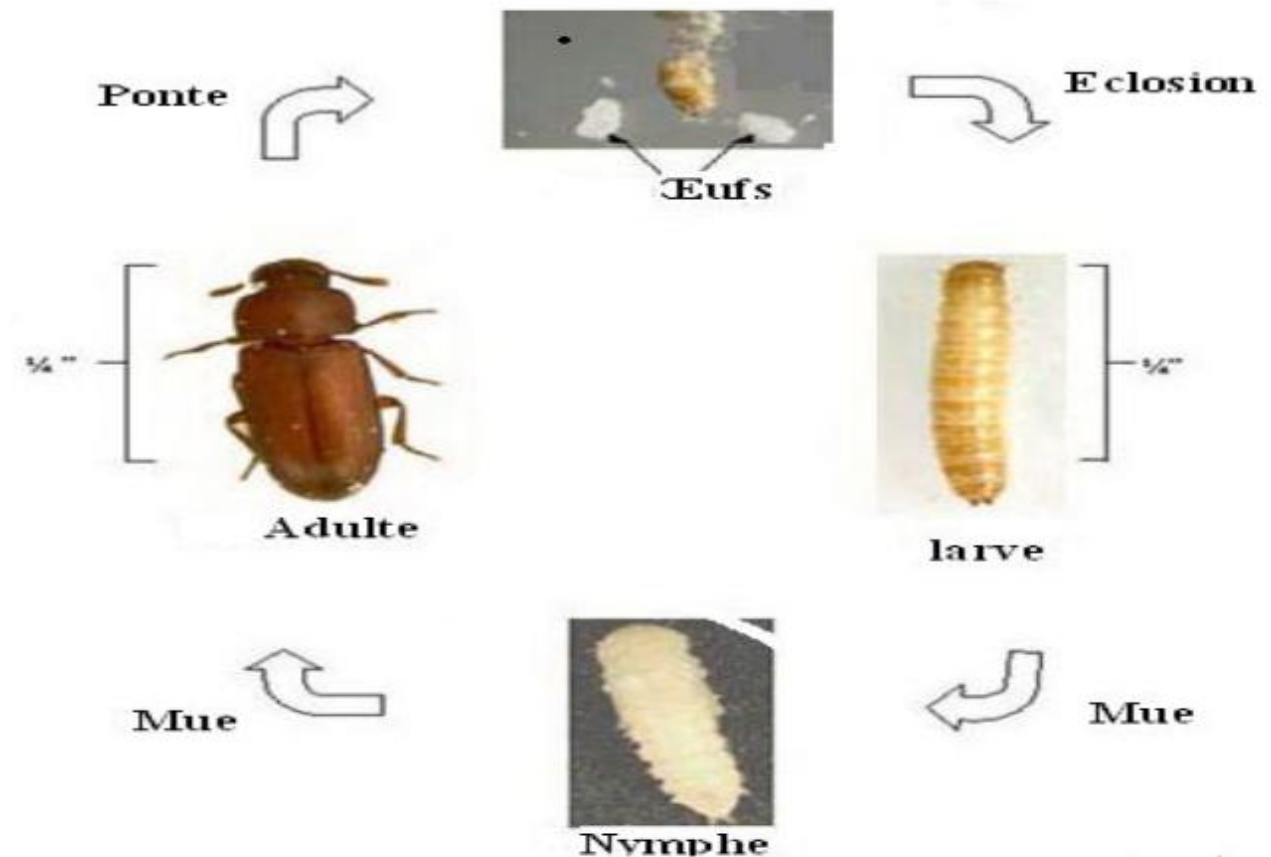
**Figure 11:** Imago ou l'adulte de *Tribolium confusum*(original)

### **E.Biologie**

Les femelles adultes de *Tribolium confusum* peuvent pondre de 300 à 500 œufs au cours de leur vie, soit généralement 2 à 3 œufs par jour. Les œufs éclosent après 5 à 7 jours à une température de 30°C. Les larves passent par 6 à 11 stades de croissance avant d'atteindre leur taille maximale pour la nymphose. Chaque stade de croissance avec mue de l'exosquelette est appelé un instar. Les coléoptères restent généralement au stade larvaire pendant environ deux à trois semaines. Les pupes (ou nymphes) sont immobiles et ne mangent pas à moins d'être dérangées. Le stade nymphal dure environ 8 jours après l'éclosion. Une fois que les pupes atteignent l'âge adulte, elles passent par une période immature et non fertile appelée l'âge adulte ténébreux pendant 3 à 4 jours. Après maturation, les coléoptères adultes peuvent vivre de 1 à 2 ans (Rekia, 2020).

## F.Cycle de développement

Le cycle de vie de *Tribolium confusum* se compose de quatre étapes : L'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (Figure 12 ).



**Figure 12:** Cycle de développement de *Tribolium confusum* (Arab, 2018).

## G. Régime et dégat de *Tribolium confusum*

*Tribolium confusum* est un insecte polyphage dont le régime alimentaire ne permet pas sa croissance sur des grains entiers et est très lent sur les grains fendus simples. Les conditions optimales pour leur croissance se situent entre 24 et 28°C avec une humidité relative de 70-75%. Leur cycle de vie de l'œuf à l'adulte sur la farine de blé ou de seigle est de 39 jours à une température comprise entre 30,5 et 31,5 °C, et de 99 jours à une température de 19 à 20 °C. La période de pré-accouplement dure 1 à 2 semaines à une température de 25 à 30 °C. Les taux de fécondation varient entre 239 et 400 œufs à une température de 25-26 °C, et de 236 à 526 œufs à une température de 28°C. La saison de reproduction peut durer plusieurs années. En outre, ces insectes ont une durée de vie très longue, pouvant atteindre jusqu'à 4 ans (Rekia, 2020).

Les coléoptères bruns ont tendance à se développer sur des grains endommagés ou cassés et peuvent être présents principalement dans la farine, la poussière et le sol. Ils peuvent causer des dommages en se nourrissant des grains, mais plus probablement en contaminant les céréales avec des insectes morts, des excréments, des granulés, des liquides (quinones) et des aliments nauséabonds. Cette contamination peut entraîner une mauvaise acceptation des aliments par le bétail et un rejet des céréales par les acheteurs. Les infestations de coléoptères peuvent également favoriser le développement de moisissures, ce qui peut considérablement réduire la qualité et la valeur des grains (**Benlameur, 2016**).

#### **H. Lutte contre *Tribolium confusum***

##### **❖ Lutte préventive**

La prévention est le moyen le plus sûr et efficace pour éviter que les denrées alimentaires ne soient infestées par des ravageurs. Pour ce faire, une lutte préventive nécessite une hygiène rigoureuse des locaux de stockage, ce qui nécessite de respecter les consignes suivantes (**Doumandji, 1983**):

- Examiner tous les aliments rapportés à la maison pour détecter les signes d'infestation.
- Assurer la fraîcheur des aliments achetés.
- Acheter de petites quantités de produits céréaliers périssables, surtout pendant l'été.
- Conserver les excédents alimentaires dans des contenants hermétiquement fermés pour éviter la propagation des insectes aux autres aliments.
- Ne pas entreposer les aliments pendant une trop longue période.
- En présence d'insectes, il est important de déterminer la source d'infestation et d'éliminer tous les aliments contaminés en premier lieu.
- Examiner l'ensemble des produits stockés, même s'ils n'ont pas été ouverts.
- Nettoyer ensuite la zone infestée.

##### **❖ Lutte curative**

###### **○ Lutte biologique**

La lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants pour réduire la population d'agents pathogènes et minimiser les dégâts causés aux cultures par les champignons, les nématodes, les bactéries et les insectes, qui sont tous des ennemis potentiels des parasites et des ravageurs(**Ben Nasr, 2021**).

- **Lutte physique**

La lutte physique regroupe l'ensemble des techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait pas intervenir de processus biologiques, biochimiques ou toxicologiques(Panneton *et al.*,2000). La lutte mécanique consiste à éliminer les ravageurs ou à altérer physiquement leur environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour eux(Kumar, 1991). La méthode de modification de l'atmosphère consiste à réduire le taux d'oxygène dans l'environnement jusqu'à un niveau léthal pour les insectes (<1% d'O<sub>2</sub>). Des essais ont été effectués en Australie et en France pour la désinsectisation des céréales et des produits dérivés tels que la farine et la semoule, en utilisant la technique de traitement en lit fluidisé à haute température (60°C à 180°C). Cette méthode provoque un choc thermique de quelques minutes, suivi d'un refroidissement rapide, entraînant une mortalité importante des insectes sans affecter les propriétés technologiques du produit(Fleura-Lessard, 1993).

- **Lutte chimique**

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimiques appelés pesticides comme les insecticides. Selon la nature des ravageurs nuisibles on emploie deux types de produits pour désinfecter les stocks des céréales : l'insecticide de contact et les fumigants(Ferrer, 2003).

- **Lutte naturelle**

Cette lutte se fait par des produits naturels d'origine végétale tels que les poudres minérales, les huiles végétales et les huiles essentielles issues du phénomène de la phytothérapie.

- **Par les huiles essentielles**

Les huiles essentielles obtenues à partir des feuilles des plantes possèdent des propriétés insecticides très efficaces pour combattre les insectes nuisibles aux stocks alimentaires. Plusieurs extraits de plantes, huiles essentielles et poudres ont été testés pour leur activité insecticide contre divers ravageurs des cultures de céréales et de légumes. En Boukhalfa et Rouabah 2020 ont évalué les effets de différents extraits et huiles essentielles de la famille de Lamiaceae, Myrtaceae, Poaceae et Astéraceae sur plusieurs coléoptères (*Sitophilus granarius*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium Confusum* et *Tribolium castaneum*) et lépidoptères (*Ephestia cautella*, *Plodia interpunctella* et *Sitotroga cerealella*). Les huiles essentielles présentent une activité biologique sur les insectes phytophages qui agit à plusieurs niveaux,réduisant ainsi le renouvellement des générations (Ben Nasr, 2021).

Les plantes aromatiques présentent des propriétés insecticides qui se manifestent par leur

capacité à repousser les insectes. Leurs huiles essentielles sont également dotées d'une activité larvicide(**Regnault-Roger et Hamraoui 1997**).

Plusieurs études distinctes ont mis en évidence l'utilisation d'huiles essentielles pour protéger les produits alimentaires stockés contre les insectes et les ravageurs (**Ibrahim et al., 2001**).

Au fil des années, les huiles essentielles extraites des plantes ont été largement étudiées pour leur capacité à réguler les ravageurs, et sont devenues l'une des voies les plus importantes dans ce domaine. Leur toxicité peut se manifester de différentes façons, notamment par des activités ovicides, larvicides, anti-nutritionnelles et inhalatrice(**Kéita et al., 2001**)

# ***Partie II :Partie Pratique***

# CHAPITRE I:

## *Matériel et Méthode*

## I.1.Matériel

### I.1.1.Matériel végétal

*Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* ont été récoltées au Sahara algérien dans la région de Tamanrasset. Ces plantes sont ensuite séchées à l'air libre à l'obscurité puis stockées jusqu'à leur utilisation.



**Figure 13:***Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus*(Original )

### I.1.2.Matériel animal

*Tribolium confusum* est un insecte coléoptère de la famille des Ténébrionidés, Il est élevé dans divers laboratoires comme organisme modèle (Didier,2004).L'élevage de masse de *Tribolium confusum* a été effectué dans un bocal en verre contient semoule de blé dur.



**Figure 14:**Elevage de masse de *Tribolium confusum*(Original )

## I.2.Méthode

### I.2.1.Extraction des huiles essentielles

Pour extraire les huiles essentielles, une méthode couramment utilisée est l'hydrodistillation. Cette technique implique de faire bouillir de l'eau et des plantes dans un ballon afin de libérer les molécules odorantes qui sont ensuite emportées par la vapeur d'eau créée. Les vapeurs passent à travers un condensateur où elles sont refroidies et condensées, puis collectées dans un récipient. Afin d'assurer la pureté de l'extrait obtenu, il est important de nettoyer soigneusement l'appareil de distillation avant son utilisation, en éliminant toute trace de poussière ou de graisse susceptibles de contaminer l'huile(Toure, 2015). L'extraction est généralement effectuée à pression atmosphérique(Boukhatemet *al*, 2019).

Dans notre cas, l'hydrodistillation est effectuée par l'utilisation de 50g de matière végétale avec 600 ml d'eau distillée.



**Figure15:**Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger ( original )

### I.2.2.Calcul du Rendement d'huile

Le rendement en huile est calculé en divisant le poids de l'huile obtenue par le poids sec de la matière végétale(Kadri, 2020).

$$\text{RHE (\%)} = \frac{M'}{M} \times 100$$

**RHE** : rendement en huile (%)    **M'** : poids de l'huile obtenue(mg)

**M** : poids du matériel végétal utilisé (mg)

### I.2.3. Tests d'activité insecticide

#### **Test de l'effet répulsif par contact sur papier filtre**

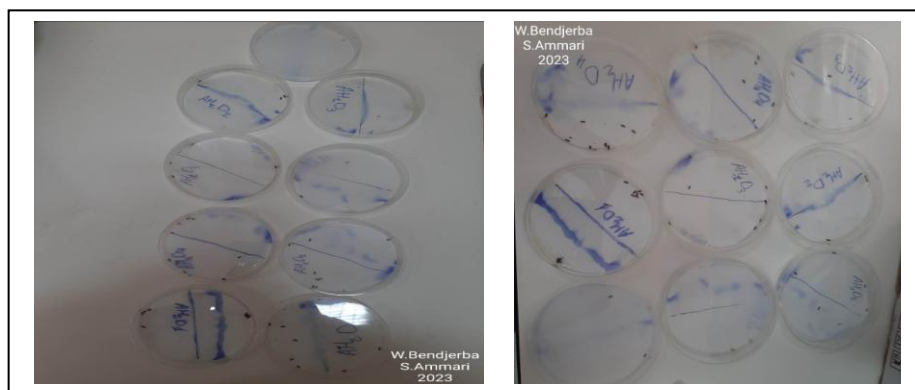
On a évalué l'effet répulsif des huiles essentielles de différentes plantes sur les adultes de *Tribolium confusium* en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par **(Mc Donald et al 1970)**. Cette méthode permet de quantifier l'effet de l'huile essentielle sur les insectes adultes et d'établir une relation dose-réponse.

#### ✓ **Test de l'effet répulsif de l'huile essentielle par contact sur papier filtre**

Dans cette étude, des disques de papier filtre ont été utilisés pour évaluer l'effet de différentes doses d'huile essentielle sur des insectes adultes. Les disques ont été divisés en deux parties égales, l'une étant traitée avec une solution d'huile diluée dans l'acétone et l'autre avec de l'acétone seul. Les disques ont ensuite été placés dans des boîtes de pétri et des insectes adultes ont été ajoutés au centre de chaque disque. Les résultats ont été obtenus en comptant le nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec l'huile essentielle (Nt) et sur la partie traitée uniquement à l'acétone (Nc). Quatre doses d'huile différentes ont été testées (5, 10, 15 et 20  $\mu$ l), avec trois répétitions pour chaque dose, et suivi pendant 3 jours.

#### ✓ **Test de l'effet répulsif de mélange de deux huiles essentielles par contact sur papier filtre**

Pour réaliser l'expérience, des disques de papier filtre ont été utilisés pour évaluer l'effet de différentes doses de mélange des deux huiles essentielles sur des insectes adultes selon la méthode précédente. Les disques ont été divisés en deux parties égales, l'une étant traitée avec une solution de mélange des deux huiles diluées dans l'acétone et l'autre avec de l'acétone seul. Les disques ont ensuite été placés dans des boîtes de pétri et des insectes adultes ont été ajoutés au centre de chaque disque. Les résultats ont été obtenus en comptant le nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec mélange des deux huiles (Nt) et sur la partie traitée uniquement à l'acétone (Nc). Quatre doses d'huile différentes ont été testées (10, 20, 30 et 40  $\mu$ l), avec trois répétitions pour chaque dose, et suivi pendant 3 jours.



**Figure 16 : Test de l'effet répulsif sur papier filtre(original)**

#### I.2.4.Calcul du pourcentage de répulsion (PR) %

Le pourcentage de répulsion (PR) a été calculé en utilisant la formule suivante

$$\text{Pourcentage de répulsion (PR) \%} = [(NC-NT)/(NC+NT)] \times 100$$

**NC** : nombre d'individus présents sur la partie du disque traitée uniquement avec d'acétone

**NT** : nombre d'individus présents sur la partie du disque traitée avec la solution huile-acétone

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque l'huile est calculé (PR) et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (MC Donald *et al.*, 1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 2:** Pourcentage de répulsion selon le classement de McDonald *et al.*, (1970).

| Classes           | Intervalle de répulsion | Propriétés                |
|-------------------|-------------------------|---------------------------|
| <b>Classe 0</b>   | $PR \leq 0,1 \%$        | N'est pas répulsant       |
| <b>Classe I</b>   | $0,1\% < PR \leq 20\%$  | Très faiblement repulsant |
| <b>Classe II</b>  | $20 \% < PR \leq 40\%$  | Faiblement repulsant      |
| <b>Classe III</b> | $40\% < PR \leq 60\%$   | Modérément répulsant      |
| <b>Classe IV</b>  | $60\% < PR \leq 80\%$   | Répulsant                 |
| <b>Classe V</b>   | $80\% < PR \leq 100\%$  | Très répulsant            |

### Test d'inhalation

La méthode d'inhalation a été utilisée pour évaluer la mortalité des adultes de *Tribolium* en utilisant un mélange de différentes huiles essentielles extraites de plantes décrite par **(Derradji,2013)**. Le but de ce test était d'évaluer l'effet de l'huile essentielle sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* par fumigation.

#### ✓ Test de toxicité de l'huile essentielle par inhalation

nous avons sélectionné différentes doses (10  $\mu$ l, 20  $\mu$ l, 30  $\mu$ l, 40  $\mu$ l) d'huile essentielle. Des papiers filtres de 2 cm de diamètre ont été imbibés de solution d'huile essentielle, puis déposés sur la face interne des couvercles des boîtes en plastique. Ensuite, nous avons placé 10 individus à l'intérieur de chaque boîte. Pour le témoin, nous avons introduit également 10 individus de *Tribolium confusum* dans des boîtes non traitées à l'huile essentielle (traité par l'acétone) (Figure 17),trois répétitions pour chaque dose, et suivi pendant 3 jours.

#### ✓ Test de toxicité de mélange de deux huiles essentielles par inhalation

Ce test consiste à évaluer l'effet de mélange de deux huiles essentielles sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* par fumigation par la même méthode à différentes doses (10  $\mu$ l, 20  $\mu$ l, 30  $\mu$ l, 40  $\mu$ l) d'huile essentielle. Des papiers filtres de 2 cm de diamètre ont été imbibés de solution d'huile essentielle, puis déposées sur la face interne des couvercles des boîtes en plastique. Ensuite, nous avons placé 10 individus à l'intérieur de chaque boîte. Pour le témoin, nous avons introduit également 10 individus de *Tribolium confusum* dans des boîtes non traitées à l'huile essentielle (traité par l'acétone) (Figure 17),trois répétitions pour chaque dose, et suivi pendant 3 jours.



**Figure 17:**Test d'inhalation (original )

### **Test les aliments**

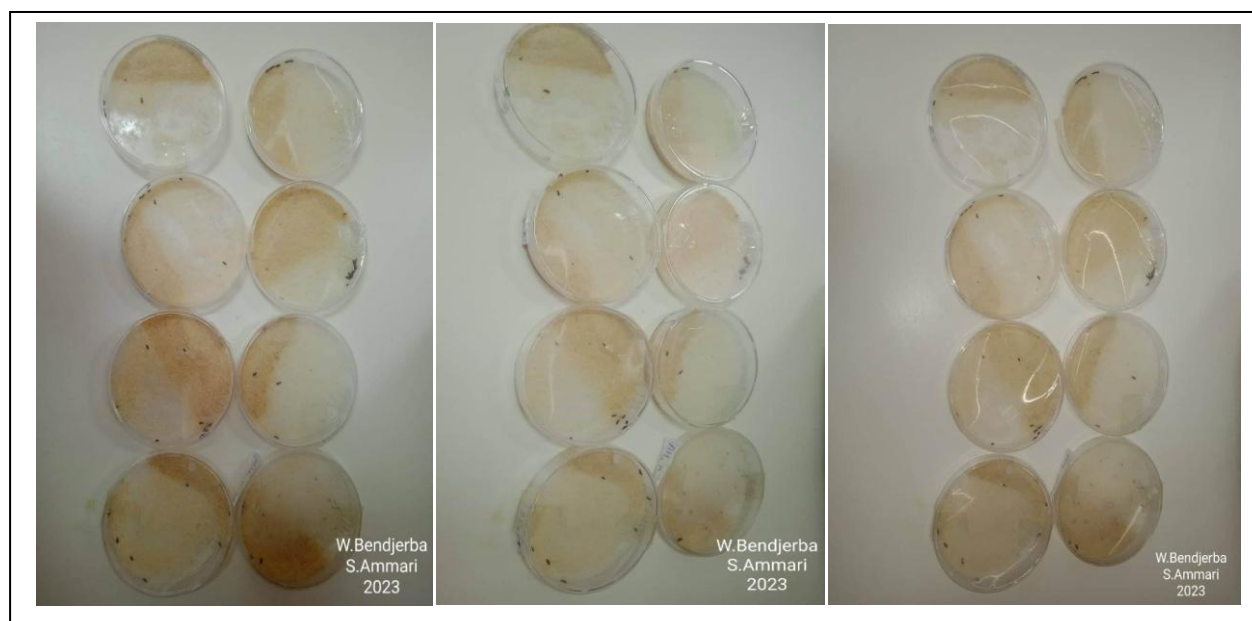
La mortalité a été évaluée pour les huiles essentielles de différentes plantes sur les adultes du mélange *Tribolium* en utilisant la méthode alimentaire décrite par (Tcharek *et al*, 2020)

#### ✓ **Test de toxicité de l'huile essentielle sur les aliments**

Dans le cadre de notre étude, nous avons évalué l'impact de l'huile essentielle de chaque plante sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* à travers leur alimentation. Pour ce faire, nous avons préparé différentes doses (5 µl, 10 µl, 15 µl et 20 µl) d'huile essentielle diluées dans de l'acétone. Nous avons ensuite uniformément réparti 0,5 ml de chaque solution sur 5 g de semoule placée à l'intérieur de boîtes hermétiquement fermées. Nous avons ensuite introduit 10 individus de *Tribolium confusum* dans chaque boîte. Pour notre groupe témoin, nous avons placé 10 individus de *Tribolium confusum* et 5g de semoule dans des boîtes contenant uniquement de l'acétone non traité à l'huile essentielle, avec trois répétitions pour chaque dose, et suivi pendant 3 jours.

#### ✓ **Test de toxicité de mélange de deux huiles essentielles sur les aliments**

Pour cette étude, nous avons évalué l'impact de mélange de deux huiles essentielles sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum* à travers leur alimentation selon la méthode précédente. Nous avons préparé différentes doses (10 µl, 20 µl, 30 µl et 40 µl) de mélange des deux huiles essentielles diluées dans de l'acétone. Nous avons ensuite uniformément réparti 0,5 ml de chaque solution sur 5 g de semoule placée à l'intérieur de boîtes hermétiquement fermées. Nous avons ensuite introduit 10 individus de *Tribolium confusum* dans chaque boîte. Pour notre groupe témoin, nous avons placé 10 individus de *Tribolium confusum* et 5g de semoule dans des boîtes contenant uniquement de l'acétone non traité à l'huile essentielle, avec trois répétitions pour chaque dose, et suivi pendant 3 jours.



**Figure 18 :Test de l'effet répulsif sur les aliments(original )**

### I.2.5.Exploitation des résultats

#### A.Taux de mortalité

Le pourcentage de mortalité chez les trois stades traités aux différents est calculé à l'aide de la formule suivante (**Korichi, 2016**):

$$\text{Taux de mortalité} = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total d'individu}} \times 100$$

#### B.Calcul des doses létales

Pour évaluer la toxicité d'un produit, les doses létales sont des paramètres importants. Ils peuvent être déterminés en traçant des courbes de probit qui permettent d'établir une relation entre les doses et l'effet observé. En traçant les droites de régression dans ces courbes, on peut obtenir les valeurs des doses létales. Ces valeurs sont nécessaires pour évaluer la toxicité d'un produit et pour établir des normes de sécurité appropriées (**Finney, 1971**).

#### ❖ Détermination des doses létales DL50 et DL90

Nous avons évalué l'efficacité de l'huile essentielle en utilisant les concentrations DL50 et DL90, qui représentent la dose nécessaire pour tuer 50% et 90% des individus de la même espèce, respectivement. Ces concentrations sont couramment utilisées pour évaluer la toxicité d'un produit et déterminer son efficacité.

**Tableau03:** Transformation des pourcentages de mortalité en probit(Finney,1952)

| %  | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0  | -    | 2.67 | 2.95 | 3.12 | 3.25 | 3.36 | 3.45 | 3.52 | 3.59 | 3.66 |
| 10 | 3.72 | 3.77 | 3.82 | 3.87 | 3.92 | 3.96 | 4.01 | 4.05 | 4.08 | 4.12 |
| 20 | 4.16 | 4.19 | 4.23 | 4.26 | 4.29 | 4.33 | 4.36 | 4.39 | 4.42 | 4.45 |
| 30 | 4.48 | 4.50 | 4.53 | 4.56 | 4.59 | 4.61 | 4.64 | 4.67 | 4.69 | 4.72 |
| 40 | 4.75 | 4.77 | 4.80 | 4.82 | 4.85 | 4.87 | 4.90 | 4.92 | 4.95 | 4.97 |
| 50 | 5.00 | 5.03 | 5.05 | 5.08 | 5.10 | 5.13 | 5.15 | 5.18 | 5.20 | 5.23 |
| 60 | 5.25 | 5.28 | 5.31 | 5.33 | 5.36 | 5.39 | 5.41 | 5.44 | 5.47 | 5.50 |
| 70 | 5.52 | 5.55 | 5.58 | 5.61 | 5.64 | 5.67 | 5.71 | 5.74 | 5.77 | 5.81 |
| 80 | 5.84 | 5.88 | 5.92 | 5.95 | 5.99 | 6.04 | 6.08 | 6.13 | 6.18 | 6.23 |
| 90 | 6.28 | 6.34 | 6.41 | 6.48 | 6.55 | 6.64 | 6.75 | 6.88 | 7.05 | 7.33 |
| %  | 0.0  | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7  | 0.8  | 0.9  |
| 99 | 7.33 | 7.37 | 7.41 | 7.46 | 7.51 | 7.58 | 7.65 | 7.75 | 7.88 | 8.09 |

### I.2.6.Analyses statistiques

Nous avons utilisé le programme EXCEL pour effectuer une analyse de variance sur le nombre d'insectes morts afin d'estimer l'effet des huiles essentielles insecticides (**Gokturk, 2020**), à travers un graphique montrant les résultats (doses et pourcentages) et une comparaison entre eux.

# Chapitre II :

## **Résultats et**

## ***Discussion***

## II.1. Résultats

### II.1.1. Rendement de l'huile essentielle

L'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* et de *Myrtus nivellei* a été obtenue par hydrodistillation, puis recueillie dans des flacons spéciaux et conservée à une température de 4 C°. Le tableau suivant montre le rendement en huile des deux plantes (Tableau 04).

**Tableau 04:** Rendement et couleur de l'huile végétale de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus*

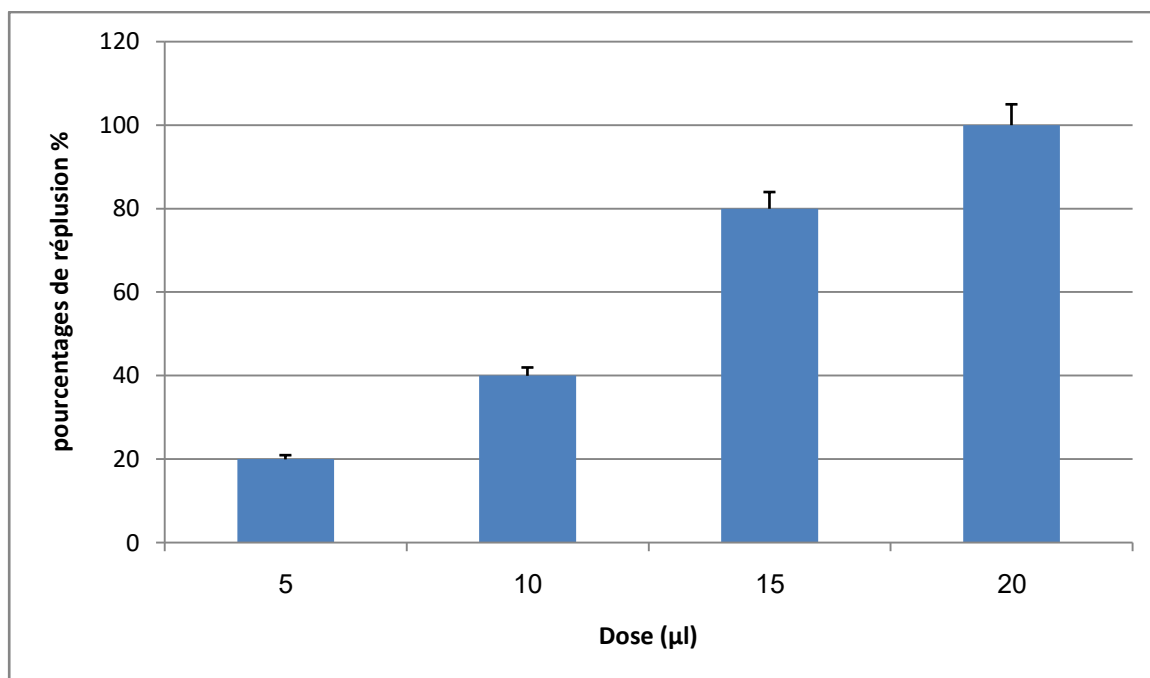
| Nom de plante                  | Rendement | Couleur |
|--------------------------------|-----------|---------|
| <i>Myrtus nivellei</i>         | 0,72%     | Jaune   |
| <i>Cymbopogon schoenanthus</i> | 1,43%     | Jaune   |

Il a été constaté grâce à cela que le rendement en huile de la plante *Cymbopogon schoenanthus* est supérieur au rendement en huile de la plante de myrte du désert.

### II.1.2. Evaluation de test de l'effet répulsif sur papier filtre

#### ❖ *Myrtus nivellei*

Les résultats présentés dans la figure (19) illustrent les pourcentages d'expulsion des adultes de *Tribolium confusum* suite à l'exposition à différentes doses (5, 10, 15 et 20 µl) d'huile essentielle de *Myrtus nivellei*. Les taux d'expulsion ont été évalués à 20 %, 40 %, 80 % et 100 % pour chacune des doses respectives. Les résultats obtenus indiquent clairement que le pourcentage d'expulsion des adultes augmente de manière significative avec l'augmentation de la dose d'huile essentielle, et que l'effet le plus important a été observé avec la dose de 20 µL.



**Figure 19:** Pourcentages (%) de répulsion sur papier filtre de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* possède une action insecticide sur les adultes de *Tribolium confusum* et qu'elle appartient, selon la classification de McDonald et al., 1970, à la classe III (insectifuge), avec un taux de répulsion moyen de 60%. (Tableau05).

**Tableau05:** Classement de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et leur propriété de répulsion.

| Huile                 | <i>Myrtus nivellei</i> |
|-----------------------|------------------------|
| Taux de répulsion (%) | 60                     |
| Classe de répulsion   | III                    |
| Effet                 | Modérément répulsant   |

Dans le cadre de notre étude, nous avons mis en évidence une analyse de régression pour déterminer la dose létale 50 (DL50) et la dose létale 90 (DL90) des huiles essentielles testées. Cette méthode nous a permis de tracer une courbe représentant le logarithme des doses utilisées par rapport aux pourcentages de mortalité corrigée en probit. Les résultats obtenus sont présentés dans un tableau (06)

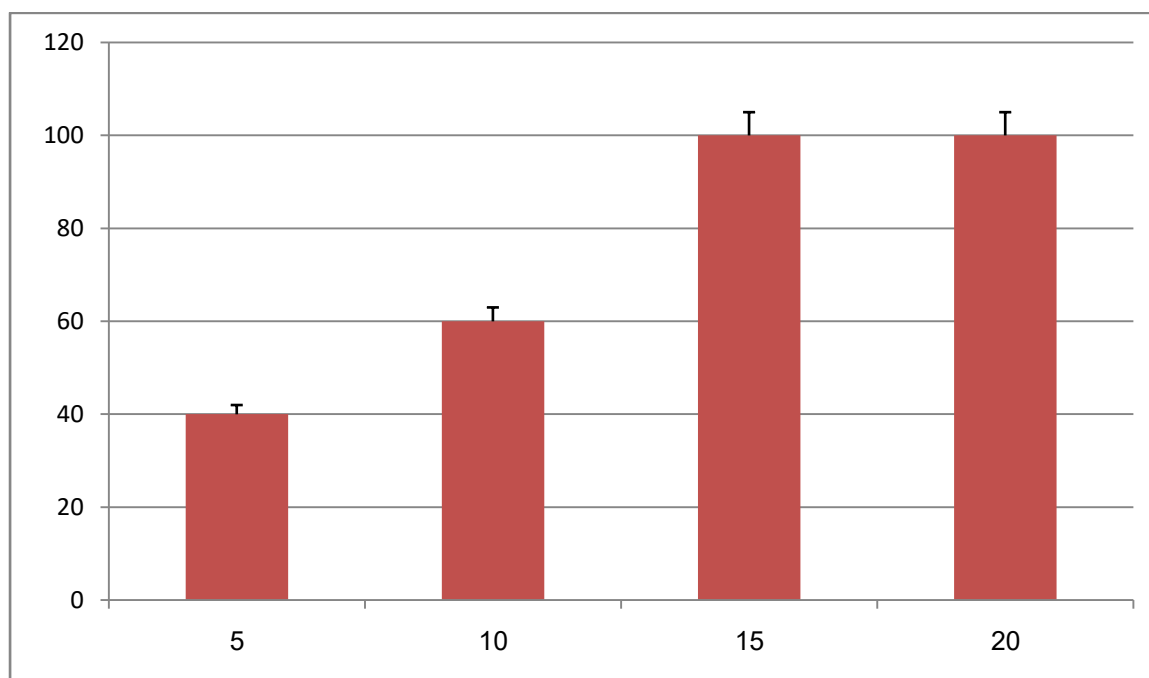
**Tableau 06 :** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* vis-à-vis de *Tribolium confusum* .

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Taux<br>d'expulsion<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|--------|
| 5           | 0.698970004 | 10                    | 6                              | 20 ± 10                  | 4.16   |
| 10          | 1           | 10                    | 7                              | 40 ± 17.32               | 4.75   |
| 15          | 1.176091259 | 10                    | 9                              | 80 ± 10                  | 5.84   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 10                             | 100 ± 0                  | 6.96   |

Pour l'huile essentielle de *Myrtus nivellei*, la DL50 et la DL90 sont calculées à partir de la fonction du tracée de régression et elles sont égales respectivement à 8,88µl/ml et 17,16 µl/ml.

#### ❖ *Cymbopogon schoenanthus*

Les résultats présentés dans la figure (20) illustrent les pourcentages d'expulsion des adultes de *Tribolium confusum* suite à l'exposition à différentes doses (5, 10, 15 et 20 µl) d'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus*. Les taux d'expulsion ont été évalués à 40%, 60%, 100% et 100% pour chacune des doses respectives. Les résultats obtenus indiquent clairement que le pourcentage d'expulsion des adultes augmente de manière significative avec l'augmentation de la dose d'huile essentielle, et que l'effet le plus important a été observé avec la dose de 20 µL.



**Figure 20:** Pourcentages (%) de répulsion sur papier filtre de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* possède une action insecticide sur les adultes de *Tribolium confusum* et qu'elle appartient, selon la classification de McDonald *et al.* (1970) à la classe IV (insectifuges), avec un taux de répulsion moyen de 75%(Tableau07).

**Tableau07:** Classement de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* et leur propriété de répulsion.

| Huile                 | <i>Cymbopogon schoenanthus</i> |
|-----------------------|--------------------------------|
| Taux de répulsion (%) | 75                             |
| Classe de répulsion   | IV                             |
| Effet                 | Répulsant                      |

Nous avons effectué une analyse de régression pour déterminer les valeurs de DL50 et DL90. La courbe de régression représente les logarithmes des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigés en probit (mettez un Tableau 8).

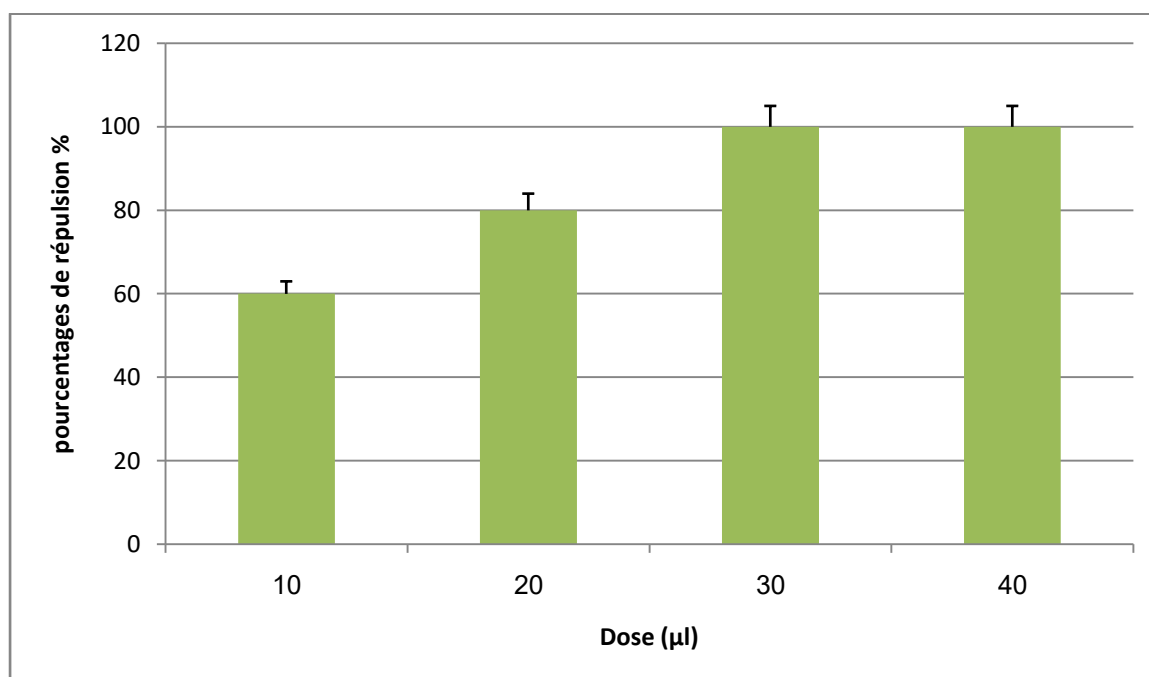
**Tableau 08:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis de *Tribolium confusum* .

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Taux<br>d'expulsion<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|--------|
| 5           | 0.698970004 | 10                    | 7                              | 40 ± 10                  | 4.75   |
| 10          | 1           | 10                    | 8                              | 60 ± 17.32               | 5.25   |
| 15          | 1.176091259 | 10                    | 10                             | 100 ± 0                  | 6.96   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 10                             | 100 ± 0                  | 6.96   |

En utilisant l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* , la DL50 et la DL90 ont été calculées à partir de la fonction de régression tracée et sont respectivement de 6,38µl/ml et 13,10 µl/ml.

#### ❖ Deux huiles essentielles

Les résultats la figure 21représentent les pourcentages d'éjection des adultes de *Tribolium confusum* en réponse à différentes doses (10, 20, 30 et 40 microlitres) d'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* , qui ont été mesurées à 60%, 80%, 100% et 100%, respectivement. Les résultats indiquent clairement que le pourcentage de répulsion augmente avec la dose d'huile essentielle et que l'effet le plus marquant est observé à la dose de 30 et 40 µL.



**Figure 21:** Pourcentages de répulsion sur papier filtre des l'huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* et *Myrtus nivellei* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* en association avec l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* possèdent une action insecticide sur les adultes de *Tribolium confusum* et qu'elles appartiennent selon la classification de McDonald et al.(1970) à la classe Classe V (insectifuge), avec un taux de répulsion moyen de 85% (Tableau 09).

**Tableau 09:** Classement de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* , *Myrtus nivellei* et leur propriété de répulsion.

|                              |                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Huile</b>                 | <i>Cymbopogon schoenanthus</i> et <i>Myrtus nivellei</i> |
| <b>Taux de répulsion (%)</b> | 85                                                       |
| <b>Classe de répulsion</b>   | V                                                        |
| <b>Effet</b>                 | Très répulsant                                           |

Pour la détermination de la DL50 et la DL90, nous avons réalisé une droite de régression. Cette dernière représente le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probit ( Tableau10) .

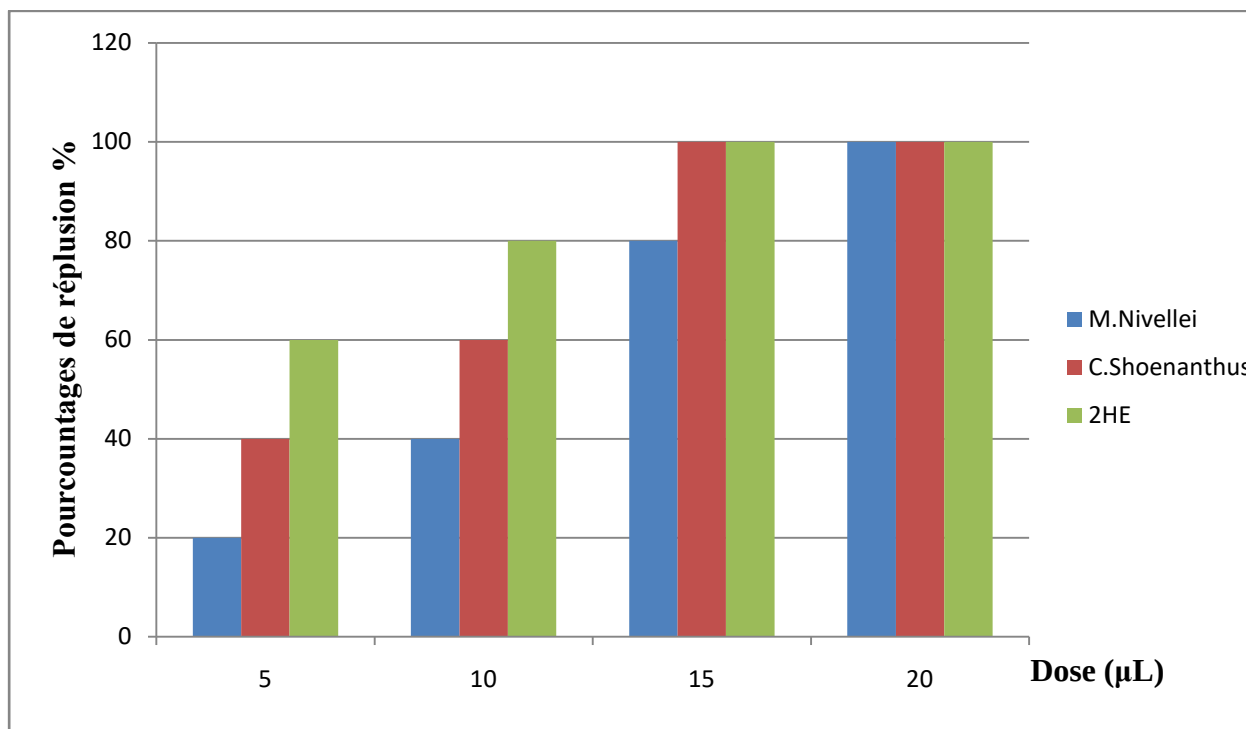
**Tableau10 :**Activité insecticide de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* vis-à-vis de *Tribolium confusum* .

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Taux<br>d'expulsion<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|--------|
| 10          | 1           | 10                    | 6                              | 60 ± 10                  | 5.25   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 8                              | 80 ± 10                  | 5.84   |
| 30          | 1.477121255 | 10                    | 10                             | 100 ± 0                  | 6.96   |
| 40          | 1.602059991 | 10                    | 10                             | 100 ± 0                  | 6.96   |

En utilisant l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* , nous avons pu calculer la DL50 et la DL90 en utilisant la fonction de régression tracée, qui se sont avérées être respectivement de 8,80 µl/ml et 22,60 µl/ml. Ces résultats sont particulièrement intéressants car ils permettent de déterminer la quantité minimale d'huile essentielle nécessaire pour obtenir l'effet insecticide souhaité.

### ❖ Comparaison du taux de répulsion d'H.E des deux plantes

Le mélange des deux huiles essentielles était plus efficace que chacune des deux (Figure 22)

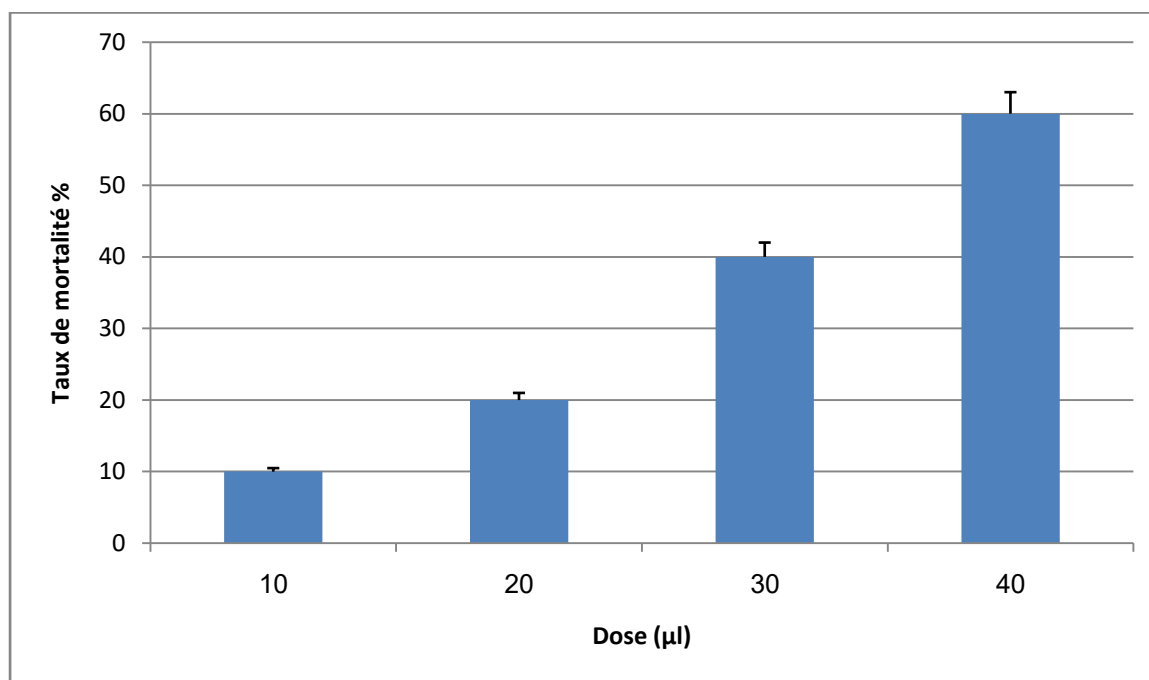


**Figure 22:** Comparaison Pourcentages (%) de répulsion sur papier filtre de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* et 2huiles essentielles vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

### II.1.3. Evaluation de la mortalité par effet d'inhalation

#### ▪ *Myrtus nivellei*

L'étude a montré que l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* avait un effet significatif sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*, avec une augmentation du taux de mortalité observée à mesure que la dose augmentait. Les résultats ont révélé que les doses de 30 et 40 microlitres avaient les taux de mortalité les plus élevés, soit respectivement de 40% et 60% (figure 23).



**Figure 23:** Taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

L'huile essentielle de *Myrtus nivellei* a montré une efficacité contre les adultes de *Tribolium confusum*, avec un taux moyen de décès de 37,5%. Ces résultats indiquent que cette huile essentielle peut être considérée comme un agent potentiel dans la lutte contre les insectes nuisibles.

Dans le cadre de notre étude, nous avons mis en place une analyse de régression pour déterminer la dose létale 50 (DL50) et la dose létale 90 (DL90) des huiles essentielles testées. Cette méthode nous a permis de tracer une courbe représentant le logarithme des doses utilisées par rapport aux pourcentages de mortalité corrigée en probit. Les résultats obtenus sont présentés dans (Tableau 11).

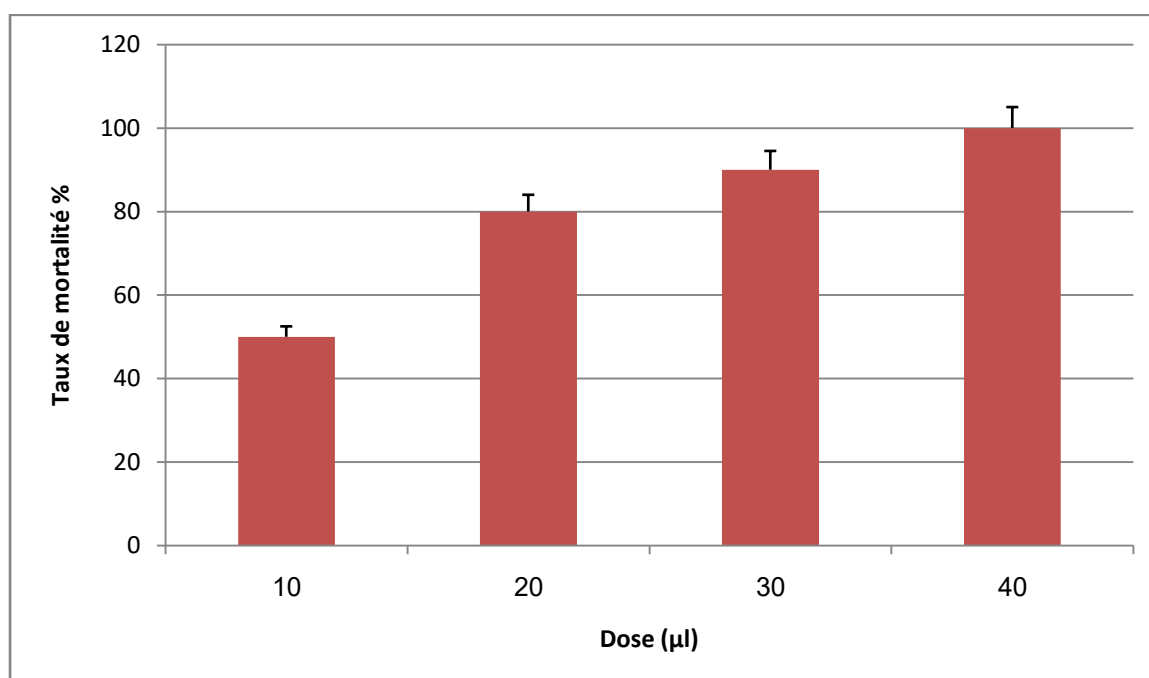
**Tableau 11:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* vis-à-vis de *Tribolium confusum*.

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Mortalité<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|--------|
| 10          | 1           | 10                    | 1                              | 10 ± 10        | 3.72   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 2                              | 20 ± 17.32     | 4.16   |
| 30          | 1.477121255 | 10                    | 4                              | 40 ± 30        | 4.75   |
| 40          | 1.602059991 | 10                    | 6                              | 60 ± 17.32     | 5.25   |

Pour l'huile essentielle du *L'Myrtus nivellei*, la DL50 et la DL90 sont calculées à partir de la fonction du tracée de régression et elles sont égales respectivement à 36,13 µl/ml et 117,86 µl/ml.

▪ ***Cymbopogon schoenanthus***

L'étude a montré que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avait un effet significatif sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*, avec une augmentation du taux de mortalité observée à mesure que la dose augmentait. Les résultats ont révélé que le dose 40 microlitres avaient le taux de mortalité les plus élevés soit de 100% (figure 24).



**Figure 24:** Taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

L'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* a montré une efficacité contre les adultes de *Tribolium confusum*, avec un taux moyen de décès de 80%. Ces résultats indiquent que cette huile essentielle peut être considérée comme un agent potentiel dans la lutte contre les insectes nuisibles.

Nous avons effectué une analyse de régression pour déterminer les valeurs de DL50 et DL90. La courbe de régression représente les logarithmes des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigés en probit (Tableau12).

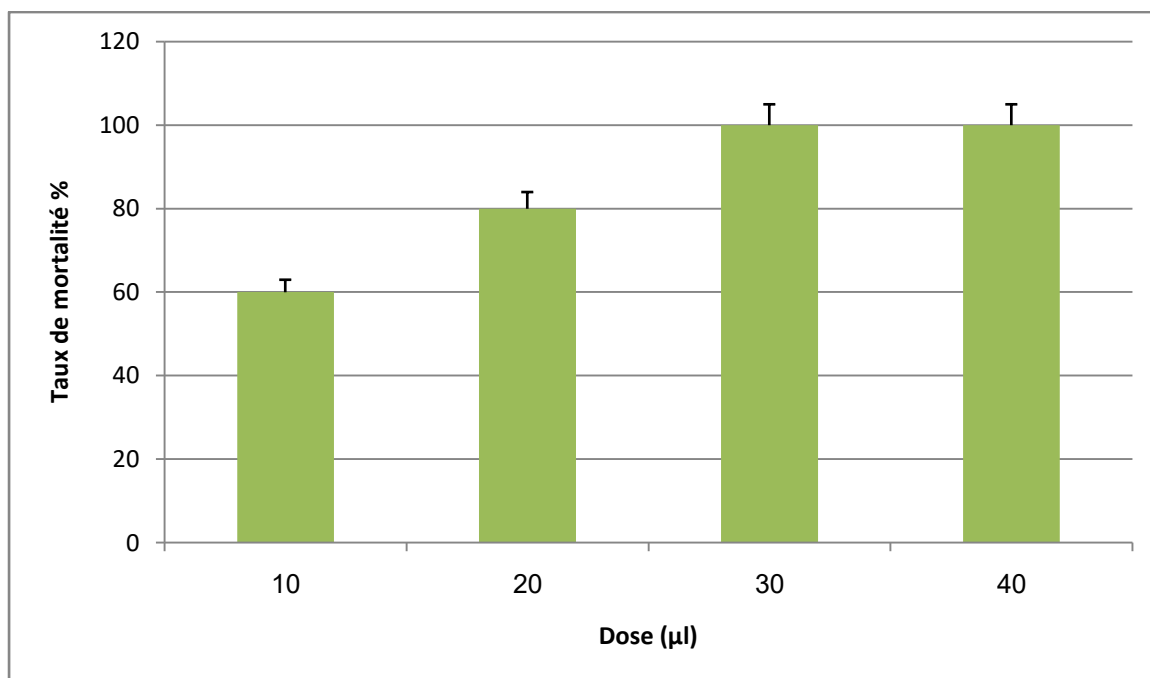
**Tableau12:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis de *Tribolium confusum* .

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Mortalité<br>% | Correction<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|--------|
| 10          | 1           | 10                    | 5                              | 50 ± 10        | 50              | 5      |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 8                              | 80 ± 10        | 80              | 5.84   |
| 30          | 1.477121255 | 10                    | 9                              | 90 ± 17.32     | 90              | 6.28   |
| 40          | 1.602059991 | 10                    | 10                             | 100 ± 0        | 97.5            | 6.96   |

En utilisant l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus*, la DL50 et la DL90 ont été calculées à partir de la fonction de régression tracée et sont respectivement de 10,40 µl/ml et 26,83 µl/ml.

▪ **Mélange de deux huiles essentielles**

Les résultats la figure 25représentent les pourcentages décès des adultes de *Tribolium confusum* en réponse à différentes doses (10, 20, 30 et 40 microlitres) d'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* , qui ont été mesurées à 60%,80%, 100% et 100%, respectivement. Les résultats indiquent clairement que le pourcentage de décès augmente avec la dose d'huile essentielle, et que l'effet le plus marquant est observé à la dose de 40 µL.



**Figure 25 :** Taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huiles essentielles de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* possède une action insecticide sur les adultes de *Tribolium confusum*, avec un taux de décès moyen de 85%.

Pour la détermination de la DL50 et la DL90, nous avons réalisé une droite de régression. Cette dernière représente le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probit (Tableau13).

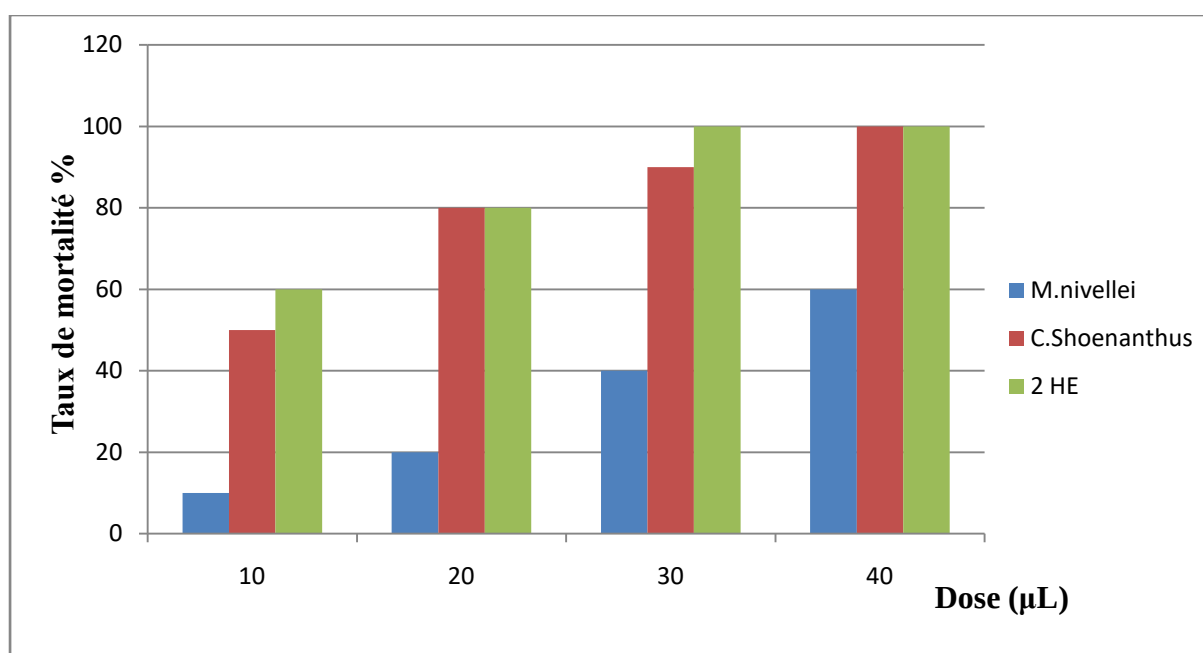
**Tableau13:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* vis-à-vis de *Tribolium confusum*.

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Mortalité<br>% | Correction<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|--------|
| 10          | 1           | 10                    | 6                              | 60 ± 10        | 60              | 5.25   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 8                              | 80 ± 17.32     | 80              | 5.84   |
| 30          | 1.477121255 | 10                    | 10                             | 100 ± 0        | 97.5            | 6.96   |
| 40          | 1.602059991 | 10                    | 10                             | 100 ± 0        | 97.5            | 6.96   |

En utilisant l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus*, nous avons pu calculer la DL50 et la DL90 en utilisant la fonction de régression tracée, qui se sont avérées être respectivement de 8,80  $\mu\text{l/ml}$  et 22,60  $\mu\text{l/ml}$ . Ces résultats sont particulièrement intéressants car ils permettent de déterminer la quantité minimale d'huile essentielle nécessaire pour obtenir l'effet insecticide souhaité.

#### ▪ Comparaison de la mortalité par effet d'inhalation

Il a été observé que la combinaison des deux huiles essentielles était plus performante que l'application de chaque huile essentielle séparément ( figure 26).

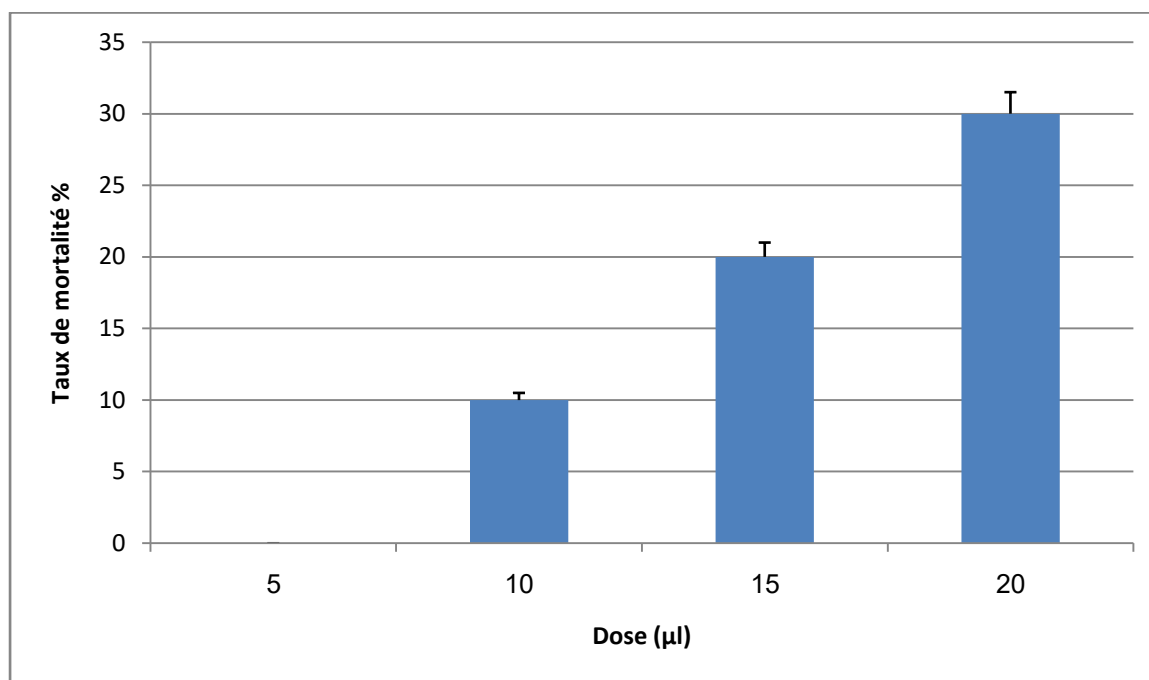


**Figure 26 :** Comparaison de taux de mortalité par l'effet d'inhalation de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* et les 2 huiles essentielles vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*

#### II.1.4. Evaluation de la mortalité par effet sur les aliments

##### • *Myrtus nivellei*

Les données obtenues suggèrent que l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* a un effet dose-dépendant sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*. Les résultats ont montré que les doses plus élevées ont conduit à une augmentation significative de la mortalité, avec un taux de décès de 30% pour la dose de 20  $\mu\text{L}$  ( figure 27).



**Figure 27 :** Taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats de cette étude ont mis en évidence l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* sur les adultes de *Tribolium confusum*, avec un taux de mortalité moyen de 15%.

Dans le cadre de notre étude, nous avons mis en place une analyse de régression pour déterminer la dose létale 50 (DL50) et la dose létale 90 (DL90) des huiles essentielles testées. Cette méthode nous a permis de tracer une courbe représentant le logarithme des doses utilisées par rapport aux pourcentages de mortalité corrigée en probit. Les résultats obtenus sont présentés dans Tableau (14).

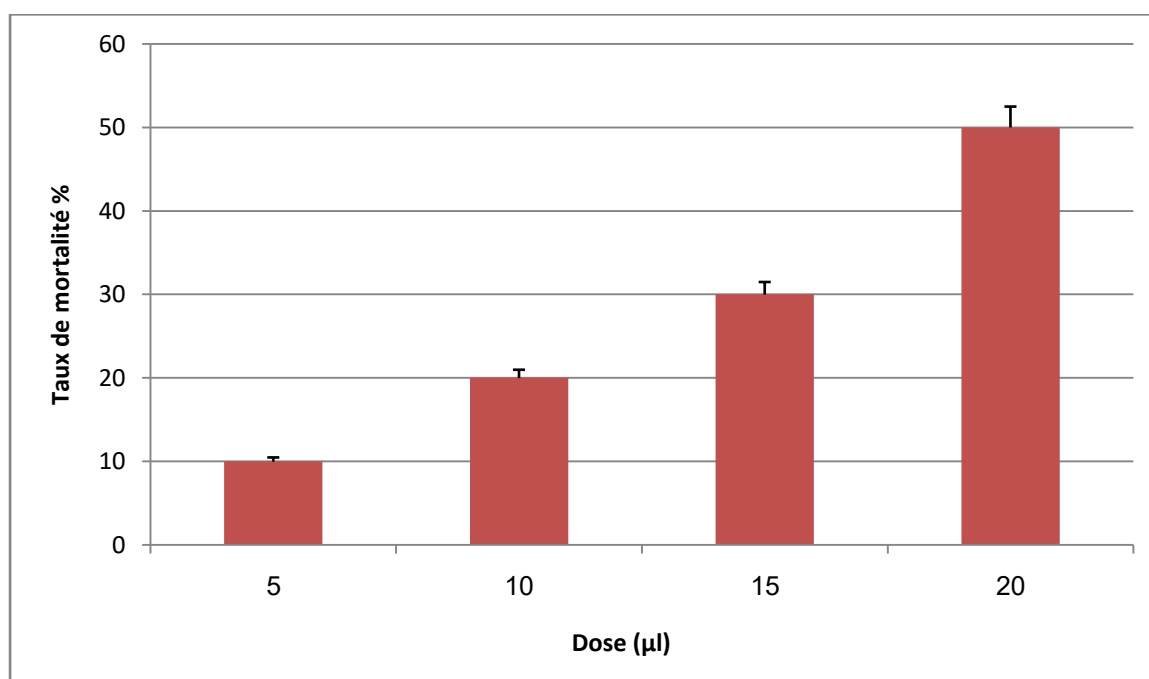
**Tableau 14:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* vis-à-vis de *Tribolium confusum*.

| Doses<br>μl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Mortalité<br>% | Correction<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|--------|
| 5           | 0.698970004 | 10                    | 0                              | 0 ± 0          | 2.5             | 3.04   |
| 10          | 1           | 10                    | 1                              | 10 ± 10        | 10              | 3.72   |
| 15          | 1.176091259 | 10                    | 2                              | 20 ± 17.32     | 20              | 4.16   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 3                              | 30 ± 10        | 30              | 4.48   |

Concernant l'huile essentielle de *Myrtus nivellei*, la DL50 et la DL90 sont calculées à partir de la fonction du tracée de régression et elles sont égales respectivement à 33,60  $\mu\text{L}/\text{ml}$  et 115,57  $\mu\text{L}/\text{ml}$ .

- *Cymbopogon schoenanthus*

Les données obtenues suggèrent que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* a un effet dose-dépendant sur la mortalité des adultes de *Tribolium confusum*. Les résultats ont montré que les doses plus élevées ont conduit à une augmentation significative de la mortalité, avec un taux de décès de 50% pour la dose de 20  $\mu\text{L}$  (figure 28).



**Figure 28 :** Taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats de cette étude ont mis en évidence l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* sur les adultes de *Tribolium confusum*, avec un taux de mortalité moyen de 27,5%.

Nous avons effectué une analyse de régression pour déterminer les valeurs de DL50 et DL90. La courbe de régression représente les logarithmes des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigés en probit (Mettez un Tableau15).

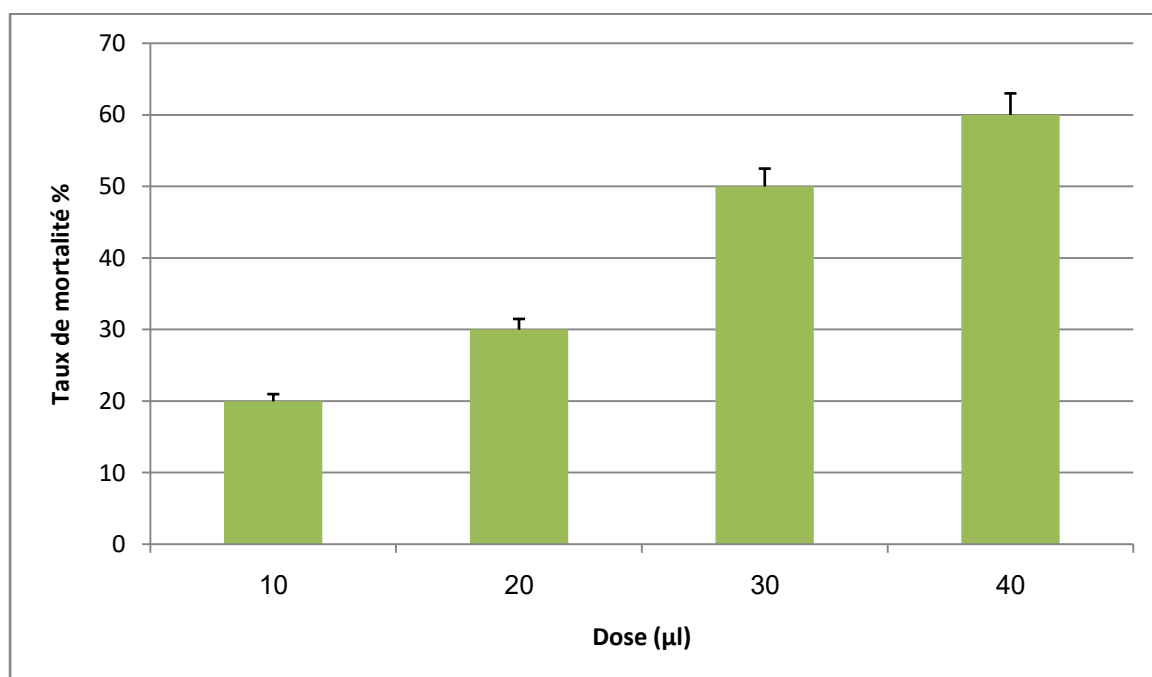
**Tableau15:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis de *Tribolium confusum* .

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Mortalité<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|--------|
| 5           | 0.698970004 | 10                    | 1                              | 10 ± 0         | 3.72   |
| 10          | 1           | 10                    | 2                              | 20 ± 10        | 4.16   |
| 15          | 1.176091259 | 10                    | 3                              | 30 ± 17.32     | 4.48   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 5                              | 50 ± 10        | 5      |

En utilisant l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus*, la DL50 et la DL90 ont été calculées à partir de la fonction de régression tracée et sont respectivement de 23,67 µl/ml et 103 µl/ml.

- **Mélange de deux huiles essentielles**

Les résultats de la figure représentent les pourcentages décès des adultes de *Tribolium confusum* en réponse à différentes doses (10, 20, 30 et 40 microlitres) d'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei*, qui ont été mesurées à 20%, 30%, 50% et 60%, respectivement. Les résultats indiquent clairement que le pourcentage de décès augmente avec la dose de mélange des huiles essentielles, et que l'effet le plus marquant est observé à la dose de 40 µL (figure 29).



**Figure 29 :** Taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huiles essentielles de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

Les résultats obtenus ont montré que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* possède une action insecticide sur les adultes de *Tribolium confusum*. Le taux de mortalité est de 40%.

Pour la détermination de la DL50 et la DL90, nous avons réalisé une droite de régression. Cette dernière représente le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probit (Tableau16).

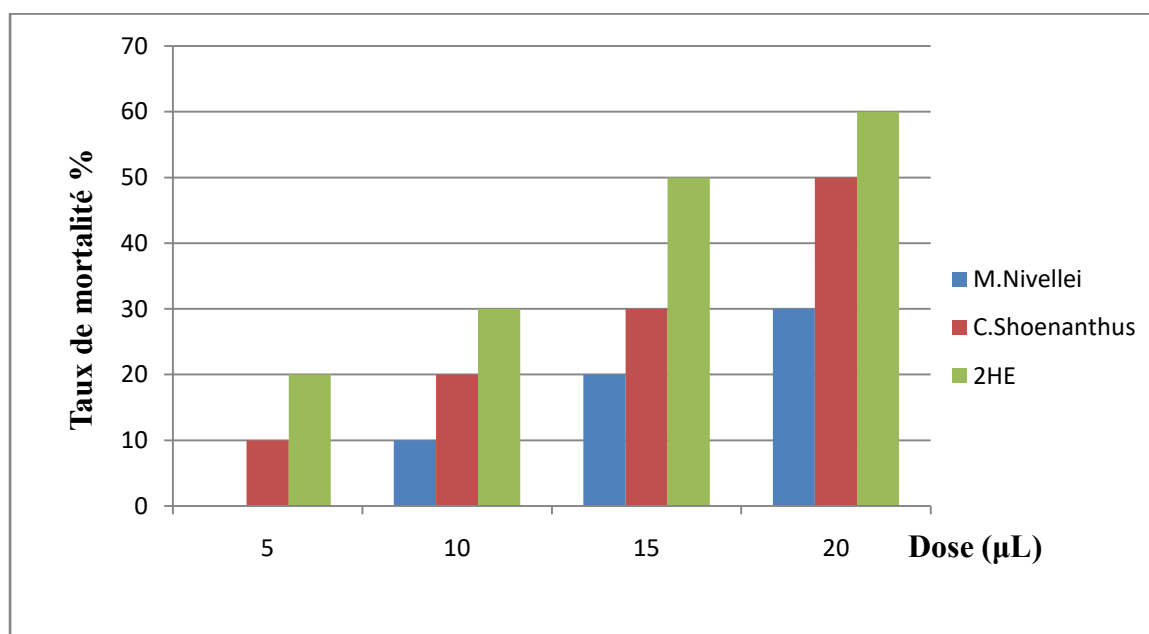
**Tableau16:** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* avec *Myrtus nivellei* vis-à-vis de *Tribolium confusum* .

| Doses<br>µl | Log doses   | Nombre<br>d'individus | Nombre<br>d'individus<br>morts | Mortalité<br>% | Probit |
|-------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|--------|
| 10          | 1           | 10                    | 2                              | 20 ± 17.32     | 4.16   |
| 20          | 1.301029996 | 10                    | 3                              | 30 ± 0         | 4.48   |
| 30          | 1.477121255 | 10                    | 5                              | 50 ± 10        | 5      |
| 40          | 1.602059991 | 10                    | 6                              | 60 ± 17.32     | 5.25   |

En utilisant l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus*, nous avons pu calculer la DL50 et la DL90 en utilisant la fonction de régression tracée, qui se sont avérées être respectivement de 15,67 $\mu$ l/ml et 77,59  $\mu$ l/ml. Ces résultats sont particulièrement intéressants car ils permettent de déterminer la quantité minimale d'huile essentielle nécessaire pour obtenir l'effet insecticide souhaité.

- **Comparaison de la mortalité sur aliment**

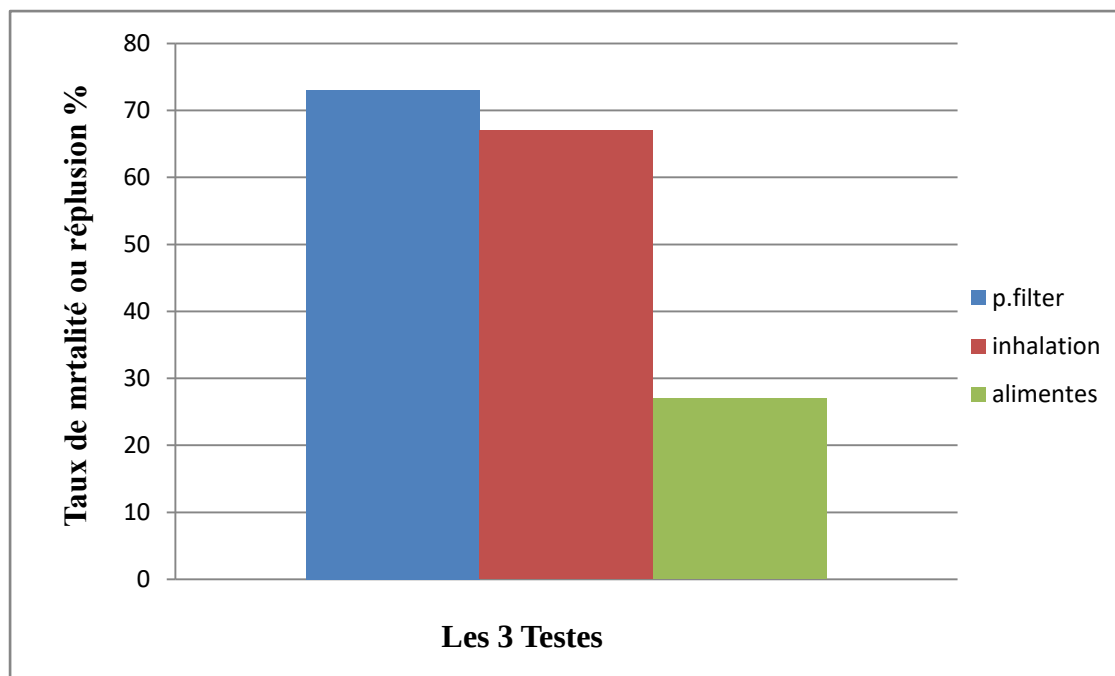
Le taux de mortalité des adultes de *Tribolium confusum* a été significativement plus élevé lorsque les deux huiles essentielles ont été combinées (figure 30)



**Figure 31 :** Comparaison de taux de mortalité par l'effet sur les aliments de l'huile essentielle de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* et 2huiles essentielles vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

### II.1.5.Comparaison des différents tests

Nous avons calculé les différents pourcentages dans tous les tests pour évaluer le test le plus efficace. Les résultats sont les suivants (figure 31)



**Figure 31:** Comparaison des trois testes vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*.

D'après les résultats obtenus, il a été démontré que le test de contact avec les huiles essentielles était le plus efficace(73,33%) ,suivi par le test d'inhalation(67,5%) ,tandis que le test sur aliment était le moins efficace(27,5%). Cette conclusion met en évidence l'importance de la méthode d'application dans l'efficacité des huiles essentielles en tant qu'insecticides.

## II.2.Discussion

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de plusieurs dizaines voire plusieurs centaines de composés, principalement des terpènes. Les molécules terpéniques sont construites à partir d'entités isoprènes et forment une famille très diversifiée, tant sur le plan structurel que fonctionnel (Paolini, 2005). Ces huiles composées de molécules volatiles peuvent généralement être extraites par hydrodistillation.

Basé sur ce dernier, nous avons constaté que le processus d'extraction des huiles que nous avons mis en place a permis d'obtenir un rendement supérieur en huile végétale de la plante de *Cymbopogon schoenanthus* par rapport à celui de la plante de myrte du désert *Myrtus nivellei*. En effet, le rendement de l'huile végétale de la plante de *Cymbopogon schoenanthus* était estimé à 1,43 %, Comme étudié auparavant Shahi et Tava en 1993, ainsi que par Hadeef et al. en 2015, qui ont rapporté des rendements en huile de *Cymbopogon schoenanthus* bien inférieurs à nos résultats de 0,8 et 0,4 %, respectivement. Toutefois, d'autres études antérieures ont observé des rendements en huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* nettement supérieurs à nos résultats, allant de 1,9 à 4,6 % (Ketoh et al., 2005 ; Yentema et al., 2007 ; Khadri et al., 2008 ; Alitono et al., 2012 ; Bossouet al., 2013 ; Kpoviessi et al., 2014 ; Pavlovic et al. 2017 ; Yaghi et al., 2016 ; Hellali et al., 2016 ; Qadri et al., 2017). , tandis que celui de la plante de *Myrtus nivellei* était estimé à 0,72 %. La distillation des feuilles de myrte marocain a donné un rendement moyen en huile de 0,3% à 0,4% calculé sur matière végétale sèche (Satrani et Talbi, 2006), ce qui est un rendement faible par rapport au rendement obtenu dans notre travail. La distillation des feuilles de *Myrtus* du sud et du sud-ouest de l'Iran a donné des rendements moyens en huile allant de 0,7 à 1,5% (Pirbalouti et Craker, 2015), des résultats similaires à nos travaux. les différences peuvent être dues à des différences dans les zones géographiques ,et cela confirme que la plante de *Cymbopogon schoenanthus* est riche en huiles essentielles, tandis que la plante *Myrtus nivellei* manque d'huiles essentielles, et cela est dû aux composés présents dans les deux huiles.

Les plantes aromatiques médicinales contenant des huiles essentielles sont largement utilisées comme bio insecticides pour lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks alimentaires, selon **Ketho (2004)**. Ces plantes et leurs molécules allélochimiques, en particulier les huiles essentielles, ont une double activité insecticide sur les adultes et les différentes phases du cycle reproductif, comme l'a noté **Tirakmet (2015)**. De plus, les activités insecticides des huiles essentielles peuvent limiter la renaissance des nouvelles générations d'insectes des denrées stockées, comme indiqué dans l'étude de **Regnault-Roger et al. (2008)**.

Les pesticides botaniques, tels que les huiles essentielles, sont particulièrement adaptés pour une utilisation dans les pays industrialisés et peuvent jouer un rôle important dans la protection des post-récoltes et des produits alimentaires, selon **Isman (2006)**. Ces résultats soulignent l'importance des huiles essentielles dans la lutte contre les ravageurs agricoles et mettent en évidence leur potentiel pour être utilisées comme alternative aux pesticides synthétiques, tout en réduisant l'impact environnemental et la toxicité pour les humains.

Les résultats de notre étude ont montré que *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* avaient un effet insecticide sur *Tribolium confusum*.

Les résultats de notre étude ont révélé que *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* présentent un effet insecticide significatif sur *Tribolium confusum*. Nous avons mené différentes expérimentations pour évaluer l'efficacité de *Myrtus nivellei*, notamment en appliquant en l'utilisant comme répulsif, inhalant son huile essentielle ou l'utilisant comme aliment. Les résultats ont été concluants : à une dose de 20µl, le test répulsif a montré une aversion à 100% après 72 h, tandis que 60% des insectes ont été éliminés à une dose de 40 µl dans le test d'inhalation après 72h . Dans le test alimentaire, environ 30% des insectes sont morts après 72 h. De même, nos expériences sur *Cymbopogon schoenanthus* ont démontré son efficacité en tant qu'insecticide. Les tests ont inclus l'utilisation de la plante comme répulsif, inhalant son huile essentielle ou l'utilisant comme aliment. Les résultats ont été concluants : une dose de 15 après 72h et 20 µl après 48h a montré une répulsion de 100% dans le test de répulsion, tandis que dans le test d'inhalation, une dose de 40 µl a entraîné la mort de tous les insectes après 48h. Dans le test alimentaire, environ 50% des insectes sont morts après 72h.et cela a été prouvé par **Camara (2009)**, pour l'huile de *Cymbopogon schoenanthus*, des volumes de 1,2 et 3 µl ont montré moins d'effets insecticides, ce qui sont des observations identiques à nos observations, comme dans le bas doses, l'effet de l'huile de *Cymbopogon schoenanthus* était faible pour tuer ou repousser les insectes. Réversible à fortes doses.

Nous avons décidé de combiner les huiles essentielles de ces deux plantes pour renforcer leur effet insecticide. Les résultats ont été impressionnants : une dose de 30 et 40  $\mu$ l a entraîné une éjection de 100% après 48h et 24h respectivement, dans le test de répulsion et une mortalité de 100% dans le test d'inhalation pendant 24h . Dans le test alimentaire, environ 60% des insectes sont morts après 72h.

Aucun décès n'a été enregistré pour les témoins dans les 3 tests.

Le temps et la dose sont un facteur influençant les taux de mortalité ou d'expulsion, de sorte que plus le temps et la dose sont longs, plus le nombre de décès ou d'expulsion est élevé.

En effet, L'efficacité varie selon les huiles essentielles par contact. Elle va de 5,50 à 100 % pour l'huile de *Cymbopogon schoenanthus* Tamanrasset , Contrairement au test inhalation, nous constatons que l'huile *cymbopogon schoenanthus* provoquent une mortalité 100 % à la plus forte dose (Aous, 2015), Ces résultats sont identiques aux nôtres.

Ces résultats suggèrent que l'utilisation de ces deux plantes en combinaison pourrait être une méthode efficace pour lutter contre les infestations d'insectes nuisibles. Ces découvertes ont des implications importantes pour l'agriculture et la lutte contre les ravageurs, ainsi que pour l'industrie pharmaceutique et cosmétique.

En comparant l'efficacité des huiles essentielles de *Myrtus nivellei* et de *Cymbopogon schoenanthus* sur différents tests, nous avons constaté que la plante *Cymbopogon schoenanthus* a montré une plus grande répulsion, mortalité et toxicité que la plante *Myrtus nivellei*. En effet, le taux de répulsion chez *Cymbopogon schoenanthus* était de 75%, contre 60% chez *Myrtus nivellei*, tandis que le taux de mortalité de *Cymbopogon schoenanthus* était de 80%, contre 37,5% chez *Myrtus nivellei* dans le test d'inhalation. De même, le taux de mortalité chez *Cymbopogon schoenanthus* était de 27,5%, contre 15% chez *Myrtus nivellei* dans le test alimentaire. Cependant, le mélange des deux huiles essentielles a montré une efficacité et une toxicité plus élevées, avec un taux de répulsion de 85%, un taux de mortalité de 85% dans le test d'inhalation, et un taux de mortalité de 40% dans le test alimentaire.

Pour Aiboud (2012), les huiles essentielles du Myrte, d'eucalyptus, d'origan, de clou de girofle sont les plus toxiques par le mode inhalation.

Ewete et al (1996) ont déclaré qu'une mortalité élevée dans les populations de ravageurs traités est un indicateur de la toxicité du produit utilisé.

Nous avons déterminé la dose létale (DL) de chaque essai à 50% et 90% en examinant les courbes graphiques. Les résultats ont montré que pour les insectes soumis à une application par contact sur du papier filtre dans *Myrtus nivellei* a atteint 8,88 et 17,16 µl/ml , 36.13 et 117,86 µl/ml pour l'inhalation, 33,60 et 115,57 µl/ml pour l'alimentation pour les doses létales de 50% et 90% respectivement. *Cymbopogon schoenanthus* a atteint 6,38 et 13,10 µl/ml pour l'application par contact sur du papier filtre, 10,40 et 26,83 µL/ml pour l'inhalation, et 23,67 et 103,03 µL/ml pour l'alimentation à des doses létales de 50% et 90% respectivement ,L'Huile Essentielle de *cymbopogon Schoenanthus* (L.) Spreng A Montréune Activité Insecticide significative à 6,7 µl/L (DL50 = 2,3 µL/L) contre *Callosobouchus maculatus* (Coleoptera)(Aiboud, 2012). Ces résultats sont presque cohérents avec nos résultats.

En outre, la combinaison de ces deux huiles a produit des résultats de 8,80 et 22,60 µL/ml pour l'application sur papier filtre, 8,80 et 22,60µL /ml en inhalation et 15,67 et 77,59µL /ml dans les aliments. Ces résultats ont montré que la dose létale de 50% et 90% avait un effet plus important sur *Cymbopogon schoenanthus* que sur *Myrtus nivellei*, et à des doses plus faibles, l'effet était plus important lorsque les deux huiles étaient combinées. Cette observation a été clairement démontrée dans les tests d'application directe sur papier filtre et par inhalation, tandis que pour les aliments, l'effet était plus faible et n'était observé qu'à des doses élevées. Ces résultats indiquent l'efficacité létale de ces deux huiles essentielles à des doses de 50% et 90% sur cet insecte.**Tapondjou et al. (2005)**démontrent clairement l'activité insecticide des huiles essentielles végétales contre *Tribolium confusum*, mais ces auteurs ont obtenu des doses létales (DL 50).Ont bien mis en exergue l'activité insecticide des huiles essentielles du cyprès et de l'eucalyptus vis-à-vis de de *Tribolium confusum*, mais ces auteurs ont obtenus des Doses Létales (DL 50) différentes pour les deux insectes appliquées par contact; ils ont obtenu 0,48µl/cm<sup>2</sup> pour *Tribolium confusum*, démontrant ainsi l'efficacité de ces deux huiles essentielles sur ces deux insectes.

En somme, il ressort de cette étude que l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* est plus efficace comme insecticide que celle de *Myrtus nivellei* ; l'huile de *Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng (Poaceae) a été identifiée comme étant la plus toxique pour les adultes de *Tribolium confusum*, parmi les deux huiles essentielles différentes qui ont été testées et inhibe l'éclosion des œufs(**Ketoh et al, 2005**).

---

D'après **Casida (1990)**, l'efficacité des huiles essentielles contre le *Tribolium confusum* est influencée à la fois par la composition de l'huile et la sensibilité de l'insecte à celle-ci., et que l'utilisation des deux huiles essentielles ensemble est la méthode la plus efficace pour lutter contre les insectes.

# ***Conclusion Générale***

La lutte contre les ravageurs dans les cultures est un enjeu majeur pour les agriculteurs et la sécurité alimentaire. Cependant, l'utilisation de pesticides chimiques pose de nombreux risques pour la santé humaine et l'environnement. C'est pourquoi les bio-insecticides à base d'huiles essentielles végétales naturelles sont une alternative prometteuse pour remplacer les pesticides dangereux.

Dans le cadre de ce travail de recherche, nous avons étudié les huiles essentielles de deux plantes aromatiques, *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* pour évaluer leur potentiel insecticide contre les adultes de *Tribolium confusum* un ravageur potentiel des graines de céréales dans les stocks.

Les résultats de nos expérimentations montrent que les huiles essentielles de ces deux plantes ont un effet insecticide sur les adultes de *Tribolium confusum*, que ce soit par contact, inhalation ou alimentation. Les pourcentages de mortalité enregistrés sont très encourageants .

Les résultats de l'étude ont révélé que les huiles essentielles de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* ont une activité insecticide significative contre les adultes de *Tribolium confusum*. En effet, les tests par effet contact ont montré des pourcentages de mortalité de 100% pour les deux huiles essentielles. De même, les tests par inhalation ont confirmé l'activité insecticide des huiles essentielles, avec un taux de mortalité de 60% pour *Myrtus nivellei* et de 100% pour *Cymbopogon schoenanthus*. Les tests alimentaires ont également entraîné une mortalité de 30% pour *Myrtus nivellei* et de 50% pour *Cymbopogon schoenanthus*.

Cette étude contribue donc à identifier des alternatives à l'utilisation de pesticides chimiques dans la lutte contre les ravageurs des cultures, en particulier dans le cas du *Tribolium confusum*. Les huiles essentielles extraites de plantes aromatiques locales peuvent ainsi être considérées comme des bio-insecticides efficaces et respectueuses de l'environnement.

Les résultats prometteurs obtenus dans cette étude ouvrent des perspectives de recherche intéressantes pour la protection des graines de céréales stockées de manière plus durable et respectueuse de l'environnement. Le développement de bio insecticides extraits de plantes, comme les huiles essentielles de *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus* offre une alternative intéressante aux pesticides organiques de synthèse. De plus, la sélection de cultivars résistants à ce ravageur constitue également une piste à explorer pour une agriculture plus durable.

L'Algérie dispose d'une riche biodiversité et d'une flore diversifiée qui pourrait fournir de nouvelles sources de composés d'origine végétale à propriétés phytopharmaceutiques. Ainsi, l'extraction des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques locales et l'identification de leurs principes actifs pourraient constituer une piste de recherche intéressante. De même, il serait pertinent d'évaluer l'activité insecticide des composés majeurs des huiles essentielles sur le *Tribolium confusum* et leurs effets synergiques ou antagonistes, pour mieux comprendre les mécanismes d'action des bio-insecticides et améliorer leur efficacité. En somme, ces perspectives de recherche offrent des possibilités pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement et de la santé humaine.

***Références  
bibliographiques***

- \*Aiboud, K.** (2012). Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la buche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *vigna unguiculata* (L.) Walp. Thèse de Magister .Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques.
- \*Ajaykumara, K. M., Thirumalaraju, G. T., Anjali, A. S.** (2018). Seasonal variations in the biology of Lesser Grain Borer *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) on stored maize under laboratory conditions. Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(1), 516-522.
- \*Alitonou, G. A., Avlessi, F., Tchobo, F., Noudogbessi, J. P., Tonouhewa, A., Yehouenou, B., Sohounhloue, D. K.** (2012). Chemical composition and biological activities of essential oils from the leaves of *Cymbopogon giganteus* Chiov. and *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng (Poaceae) from Benin. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6(4), 1819-1827.
- \*Alzouma, I., Huignard, J., Lenga, A.** (1994). Les coléoptères *Bruchidae* et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. Post-récolte, principes et application en zone tropicale. ESTEM/AUPELF Verstraeten et al. Eds, 79-103.
- \*Aous, W.** (2015). Variabilité chimique et activités biologiques d'extraits de citronnelle (*Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng) du Sahara Algérien .Thèse de doctorat, ENSA.
- \*Arab, R.** (2018). Effet insecticide des plantes *melia azedarach* L. et *peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *tribolium castaneum* herbst: Coleoptera, tenebrionidae. Thèse de Doctorat.
- \*Avoseh, O., Oyedeji, O., Rungqu, P., Nkeh-Chungag, B., Oyedeji, A.** (2015). *Cymbopogon* species; ethnopharmacology, phytochemistry and the pharmacological importance. Molecules, 20(5), 7438-7453.
- \*Baldwin, R., Fasulo, T. R.** (2003). Confused Flour Beetle, *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) and Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). UF/IFAS Extension: Gainesville.
- \*Bellik, F. Z.** (2021). Analyse des substances chimiques isolées par différentes techniques à partir de matrices naturelles. Thèse de Doctorat.
- \*Benazzeddine, S.** (2010). Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach d'Alger-Ingénieur d'état en

science agronomique P, 2.

**\*Ben Nasr ,R.**(2021). Investigation phytochimique, évaluation des activités larvicide et anti-acétylcholinestérase de différents extraits de *Mercurialis annua L.* Thèse de doctorat. Université de Lorraine; Université de Carthage (Tunisie)

**\*Ben Othman, M., Han, J., El Omri, A., Ksouri, R., Neffati, M.,Isoda, H.** (2013). Antistress effects of the ethanolic extract from *Cymbopogon schoenanthus* growing wild in Tunisia. Evidence-basedcomplementary and alternative medicine, 2013.

**\*Benlameur, Z.** (2016). Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine. Thèse de Doctorat. ENSA.

**\*Bossou, A. D., Mangelinckx, S., Yedomonhan, H., Boko, P. M., Akogbeto, M. C., De Kimpe, N.,Sohounhloue, D. C.** (2013). Chemical composition and insecticidal activity of plant essential oils from Benin against *Anopheles gambiae* (Giles). Parasites &vectors, 6(1), 1-17.

**\*Boukhalfa, D.** (2017). Contribution à l'étude des plantes aromatiques et médicinales de la région de l'Ahaggar. Thèse de Doctorat. Université D'Alger 1.

**\*Boukhatem Mohamed Nadjib, Ferhat Amine et Kameli Abdelkrim.** (2019).Méthodes D'extraction et de Distillation des huiles essentielles : Revue de Littérature

**\*Bouzabata, A.** (2015). Contribution A L'étude D'une Plante Medicinale et Aromatique *Myrtus Communis* L.d. Thèse de Doctorat.Université Badji Mokhtar. Annaba.

**\*Camara, A.** (2009). Lutte contre *Sitophilus oryzae L.*(Coleoptera: Curculionidae) et *Triboliumcastaneum Herbst* (Coleoptera: Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse de Doctorat. Université du Québec à Montréal.

**\*Casida, J. E.** (1990). Pesticides and alternatives. Elsevier Science Publishers.

**\*Chaouche, M.** (2015). Recherche et Détermination Structurale des Composés Flavoniques de L'espèce : *Myrtus communis L.* (Myrtaceae). Thèse de Magister. Université Mentouri. Constantine. 25(126), 68–81.

**\*Christine, B.** (2001). Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. France: Edition Arvalis, 124-154.

**\*De Groot I., 2004-** Protection des céréales et des légumineuses stockées. Ed. Fonda. Agromisa., Pays bas., 74p.

**\*Delobel A., Tran M.,** (1993) .*Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes.* Ed. Orstom. Paris. 280, p.

- \*Demmak, R. G.** (2020). Evaluation phytochimique et biologique des substances naturelles de deux plantes du Sahara Algérien : *Solenostemma argel Hayne* et *Myrtus nivellei* Batt et Trab. Thèse de Doctorat. Université Mentouri. Constantine. 2019–2020.
- \*Derradji-Heffaf, F.** (2013). Composition chimique et activité insecticide de trois extraits végétaux à l'égard de *Sitophilus oryzae* (L.)(Coleoptera: Curculionidae). Thèse de Doctorat.
- \*Didier Pol.,** 2004. Le petit ver de farine *Tribolium castaneum* : élevage et utilisations, Planet Vie, consulte sur : <https://planet-vie.ens.fr/article/1528/petit-ver-farinetribolium-castaneum-elevage-utilisations>.
- \*Djemam, N., Benayache, S.** (2020). Etude phytochimique et pharmacologique de deux plantes sahariennes. Thèse de Doctorat. Université Frères Mentouri-Constantine 1.
- \*Doumandji Mitiche, B.** (1983). Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et des prédateurs de la Pyrale des caroubes, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, (Lepidoptera, Pyralidae), en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse de Doctorat.
- \*Dutertre J .** 2011. Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p
- \*Ekpenyong, C. E., Akpan, E. E., Daniel, N. E.** (2014). Phytochemical constituents, therapeutic applications and toxicological profile of *Cymbopogon citrates* Stapf (DC) leaf extract. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 3(1), 133-141.
- \*Elschewy, D. A., Smela, M. M., Eyllawetemi, N. E.** (2016). Checklist of the family Tenebrionidae (Coleoptera) in Egypt. Egyptian Journal of Agricultural Research, 94(1), 39-57.
- \*Ewete, F., Nicol, R. W., Hengsawad, V., Sukumalanand, P., Satasook, C., Wiriyachitra, P., Arnason, J. T.** (1996). Insecticidal activity of *Aglaia odorata* extract and the active principle, rocaglamide, to the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hübn. (Lep., Pyralidae). Journal of Applied Entomology, 120(1-5), 483-488.
- \*Ferrer, A.** (2003). Intoxicación por plaguicidas. In Anales del sistema sanitario de Navarra (Vol. 26, pp. 155-171). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- \*Finney, D.J.,** 1971. Probit analysis. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 333 pp.
- \*Finney, D. J., Ed.** (1952). Probit Analysis. Cambridge, England, Cambridge University Press.
- \*Fleurat-Lessard, F.** (1993). Tendances actuelles des recherches sur la protection des denrées stockées sur le plan mondial. Cahiers Agricultures, 2(2), 103-110.

- \*Fleurat-Lessard, F.** (1997). Ecophysiologie des arthropodes nuisibles aux stocks des céréales en Afrique tropicale.
- \*Géraldine C.**, 2013. Myrtacées et aromathérapie. Thèse de Doctorat en pharmacie. Université Joseph Fourier faculté de pharmacie. P : 42- 48.
- \*Gokturk, T., Kordali, S., Ak, K., Kesdek, M., Bozhuyuk, A. U.** (2020). Insecticidal effects of some essential oils against *Tribolium confusum* (du Val.) and *Acanthoscelides obtectus* (Say), (Coleoptera: Tenebrionidae and Bruchidae) adults. International Journal of Tropical insect science, 40, 637-643.
- \*Gretia.** (2009). Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire. 396 p.
- \*Gueye, MT, Goergen, G., Badiane, D., Hell, K., Lamboni, L.** (2008). Premier signalement de la présence du grand capucin des céréales *Prostephanus truncatus* (Corne) (Coleoptera Bostrichidae) au Sénégal. Entomologie africaine , 16 (2), 309-311..
- \*Hadeff, D., Saidi, M., Yousfi, M., amp; Moussaoui, Y.** (2015). GC/MS Analysis of essential oils of *Cymbopogon schoenanthus* and *Origanum majorana* L. grown in eastern Algeria. Asian J. Chem, 27(10), 3575-3578.
- \*Hammiche V., Maiza K.**, 2006. Traditional medicine in Central Sahara: Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer. Journal of Ethnopharmacology 105(3), 358–367.
- \* Hellali, N., Mahammed, M. H., Ramdane, F., Talli, A.** (2016). Antimicrobial and antioxidant activities of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) spreng. essential oil, growing in Illizi-Algeria. Journal of Medicinal Plants Research, 10(14), 188-194.
- \*Ibrahim, M. A., Kainulainen, P., Aflatuni, A., Tiilikkala, K., Holopainen, J. K.** (2001). Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests.
- \*Isman, M.B.** 2006. «Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world». Ann. Rev. Entomol, 51 :45-66.
- \*Jovanovic, Z., M. Kostic, and P. Zorica.** (2007). Grain-protective properties of herbal extracts against the bean weevil *Acanthoscelides obtectus* Say. Industrial Crops and Products 26:100-104
- \*Kadri M, Salhi N, Yahia A, Amiar K, Gnabzia H.** (2017) Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities from extracts of *Cymbopogon schoenanthus* L. (Spreng) of Algeria. International Journal of Biosciences, 10(1), 318-326.
- \* Khadri, A., Serralheiro, M. L. M., Nogueira, J. M. F., Neffati, M., Smiti, S., Araújo, M. E. M.** (2008). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of essential oils from

*Cymbopogon schoenanthus* L. Spreng. Determination of chemical composition by GC–mass spectrometry and <sup>13</sup>C NMR. Food chemistry, 109(3), 630-637.

**\*Kellouche A.**, 2005- Etude du bruché du pois chiche *Callosobruchus maculatus*. F(Coleoptera : Bruchidae) ; Biologie physiologie, reproduction en lutte. Thèse de doctorat d'état en science naturelles. Spécialité entomologie. , U.M.M.T.O., 154p.

**\*Kéita, S. M., Vincent, C., Schmit, J. P., Arnason, J. T., Bélanger, A.** (2001). Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum*L. and *O. gratissimum*L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.)(Coleoptera: Bruchidae]. Journal of Stored Products Research, 37(4), 339-349.

**\*Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K., Glitho, I. A.** (2005). Inhibition of *Callosobruchus maculatus* (F.)(Coleoptera: Bruchidae) development with essential oil extracted from *Cymbopogon schoenanthus*L. Spreng.(Poaceae), and the wasp *Dinarmus basalis* (Rondani)(Hymenoptera: Pteromalidae). Journal of Stored Products Research, 41(4), 363-371.

**\*Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K., Glitho, I.A., Huignard, J.** 2006. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. Fitoterapia 77: 506–510.

**\*Ketho, I. A. Glitho et Koumaglo.** Activité insecticide comparée des huiles essentielles de trois espèces de genre *Cymbopogon* genus (poaceae). J. Soc. Ouest. Afr. Chim, 18 (2004) 21-34.

**\*Ketoh G.K., Glitho AI, HuignardJ.** 2004. Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus*(Coleoptera: bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera:pteromalidae) to three essential oil; J. econo. Entomo. 95(1): 174-182.

**\*Korichi, A.** (2016). Effets des extraits de quelques plantes spontanées du Sahara septentrional, sur trois stades de développement (œuf, L1 et adulte)d'*Ectomyeloisceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) .Thèse de Doctorat. Université Kasdi Merbah-Ourgla.

**\*Kumar, R.** (1991). La lutte contre les insectes ravageurs: la situation de l'agriculture africaine. KARTHALA Editions.

**\*Kpoviessi S, Bero J, Agbani P, Gbaguidi F, Kpadonou-Kpoviessi B, Sinsin B, Accrombessi G, Frédéric M, Moudachirou M, Quetin-Leclercq J.** (2014) Chemical composition, cytotoxicity and in vitro antitrypanosomal and antiplasmodial activity of the essential oils of four *Cymbopogon* species from Benin. J Ethnopharmacol, 151(1), 652-659.

- \*Lawrence, J. C.,Larner, J. O. S. E. P. H.** (1978). Activation of glycogen synthase in rat adipocytes by insulin and glucose involves increased glucose transport and phosphorylation. *Journal of Biological Chemistry*, 253(7), 2104-2113.
- \*LEONARD, S. & NGAMO, T.** 2004. Conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'informations phytosanitaires. ed. F.A.O Rome N : 44-58 p.
- \*Maire R .,** 1933-1940 - Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, n° 3 : 1-433
- \*Maiza K.,** 2008. Pharmacopée traditionnelle saharienne: Sahara algérien. Thèse de Doctorat d'état. Université d'Alger. Algérie.
- \*Malti, C. E. W.** (2019). Etude des activités biologiques et de la composition chimique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques d'Algérie: *Pituranthos scoparius* (Guezzah), *Santolina africana* (EL Djouada) et *Cymbopogon schoenanthus* (El Lemad)». Thèse de Doctorat. Université Abou BekrBelkaid- Tlemcen.
- \*Marwat SK, Khan MA, Rehman FU, Bhatti IU.** (2009) Aromatic Plant Species Mentioned in the Holy Qura'n and Ahadith and Their Ethnomedicinal Importance. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9), 1472-1479.
- \*Mc Donald L.L., Guyr H., Speire R. D.** (1970). Preliminary evaluation of new candiolat materials astoxicants, sepellent and attracts against stored product insect marketing Res. p189.
- \*Mebarkia, A et Guechi, A.** 2006. Protection phytosanitaire contre les ravageurs des céréales stockées. Laboratoire de Microbiologie et de Phytopatologie. Faculté des sciences, UFA-Sétif. 89p.
- \*Mediouni Ben Jemâa, J., S. Haouel, and M.L. Khouja.** (2013). Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against Ectomyeloisceratoniae (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions. *Journal of Stored Products Research* 53:67-71.
- \*Mustafa, M. A.** (1999). Growth-regulating activity of Chinaberry tree, *Melia azedarach* L. on the khapra beetle *Trogodema granarium* Everts. *Raf. J. Sci*, 10(2), 15-26.
- \*Ndomo A. F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F., M.,** 2009 - .Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (coleoptera ; Bruchidae). *Tropicultura. J.*, 27(3) :137-143.
- \*Ngamo L.S.T., Hance Th.,** 2007 - Diversité des ravageurs des denrées et alternatives de lute en milieu tropical. *Tropicultura. Journal.*, 25(4):215-220.
- \*Omar, E., Pavlović, I., Drobac, M., Radenković, M., Branković, S., Kovačević, N.** (2016).

- Chemical composition and spasmolytic activity of *Cymbopogon nervatus* (Hochst.) Chiov.(Poaceae) essential oil. Industrial Crops and Products, 91, 249-254.
- \*Ozenda P.**, 2004. - Flore et végétation du Sahara. 3ème Ed. C.N.R.S., Paris, 662 p.
- \*Panneton, B.**, Vincent, C., & Fleurat-Lessard, F. (2000). Bilan et perspectives pour la lutte physique en phytoprotection.
- \* Pavlović, I., Omar, E., Drobac, M., Radenković, M., Branković, S.,Kovačević, N.** (2017). Chemical composition and spasmolytic activity of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng.(Poaceae) essential oil from Sudan. Archives of Biological Sciences, 69(3), 409-415.
- \*Paolini, J.** (2005). Caractérisation des huiles essentielles par CPG/Ir, CPG/SM (IE et IC) et RMN du carbone-13 de *Cistus albidus* et de deux Asteraceae endémiques de Corse: *Eupatorium cannabinum* subsp. *corsicum* et *Doronicum corsicum*.Thèse de Doctorat. Université de Corse.
- \*Peterson, C. J., Tsao, R., Eggler, A. L., Coats, J. R.** (2000). Insecticidal activity of cyanohydrin and monoterpenoid compounds. Molecules, 5(4), 648-654.
- \*Pirbalouti AG et Craker L.E.** Diversité dans les compositions chimiques de l'huile essentielle de myrte part de divers habitats naturels dans le sud et sud-ouest Iran,Journal de la recherche forestière, Décembre 2015 , Volume 26, Issue 4, pp 971-981.
- \*Quézel, P., Santa, S.**, 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. roducts of Woody Plants (pp. 988-1027). Springer, Berlin, Heidelberg.
- \*Ramdane, F.** (2018). Contribution à l'étude des activités biologiques de quelques plantes médicinales du Sahara algérien: *Nauplius graveolens*, *Ziziphus lotus* et *Capparis spinosa*. Thèse de Doctorat. Université Kasdi Merbah . Ouargla. 162.
- \*Regnault-Roger C., Philogene A. et Vincent H.**, 2008. Biopesticides d'origine végétale, 2ème édition, Lavoisier, 576 p.
- \*Regnault-Roger, C.,Hamraoui, A.** (1997). Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. Acta botanica gallica, 144(4), 401-412.
- \*Rekia, C. H. E. R. I. F.** (2020). Etude comparative des activités biologiques des extraits de deux plantes spontanées récoltées au Sahara Algérien. Thèse de Doctorat, Université de Ghardaia.
- \*Sanogo R.** (2006) Le Rôle des Plantes Médicinales en Médecine Traditionnelle. Développement, Environnement et Santé. 10ème école d'été de l'IEPF et SIFEE du 06 au 10 juin 2006, 53 p.
- \*Satrani B, Farah A &Talbi M.** Effet de la distillation fractionnée sur la composition chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles du Myrte: *Myrtus communis*

L. du Maroc, Acta Botanica Gallica, 2006; 153:2, 235-242, DOI: 10.1080/12538078.

\* **Shahi, A. K., Tava, A.** (1993). Essential oil composition of three *Cymbopogon* species of Indian Thar desert. Journal of Essential Oil Research, 5(6), 639-643.

\***Tapondjou L. A., Aler C., Bouda H, Fontem D. A.,** 2002 - Efficacy power and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. Journal of stored products research 38, pp 395-402.

\* **Tchaker Fatma zohra et Djazouli Zahr-Eddine.** Effet Biocide Des Extraits Méthanolique et Aqueux du Bigaradier *Citrus Aurantium* L. (1753) sur le Charançon du Blé *Sitophilus Granarius* (LINNAEUS, 1758).

\***Throne, J. E.** (1994). Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on corn stored at constant temperatures and relative humidities in the laboratory. Environmental Entomology, 23(6), 1459-1471.

\***Tirakmet S.,** 2015. Étude comparative entre l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de la famille des Astéracées récoltées dans la région de Makouda et l'activité insecticide d'un pesticide organique de synthèse sur le ravageur secondaire du blé tendre stocké *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidea), Univ: Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 76p.

\***Tapondjou L.A., Adler C., Fontem D.A., Bouda H And Reivhmuth EI C.,** 2005 – Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. Journal of Stored Products Research. Vol. 41 (N°1). pp91-102.

\***Touaibia, M., Chaouch, F. Z., Cherif, H., Chaouia, C.** (2014). Caractérisation phytochimique de l'espèce saharo-endémique *Myrtus nivellei* Batt & Trab (Myrtaceae). Algerian Journal of Natural Products, 2(1), 27-34.

\***Touaibia, M., Chaouch, F. Z.** (2014). Composition de L'huile essentielle et Des extraits Alcooliques de L'espèce Saharo-Endémique *Myrtus nivellei* Batt et Trab (Myrtaceae). Revue des Bioressources, 4(4).

\***Touaibia, M.** (2017). Investigation phytochimique, histo-anatomique et pharmacologique de deux plantes médicinales. Thèse de Doctorat. Université Blida-1. Blida.

\***Toure, D.** (2015). Etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat. Université Felix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire.

- \* **Yagi, S.,** Babiker, R., Tzanova, T., & Schohn, H. (2016). Chemical composition, antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities of essential oils from aromatic plants growing in Sudan. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 9(8), 763-770.
- \* **Yentema, O., Alioune, O., Abdoul Dorosso, S.** (2007). Chemical composition and physical characteristics of the essential oil of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng of Burkina Faso. *Journal of Applied Sciences*, 7(4), 503-506.
- \* **Zohry, N. M.** (2017). Scanning electron morphological studies of *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleopteran: Tenebrionidae). *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 78(1), 1-8.

\***قادري منيرة ( 2020 )** .دراسة بيئية، كيميائية وبيولوجية لنبتتين صحراويتين نبات السدر *Zizyphus lotus* نبات اللماذ، *Cymbopogon schoenanthus* L. اطروحة دكتوراه. جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

# ***Annexes***

**Annexe I :Préparation du matériel végétal en le mélangeant avec de l'eau distillée**

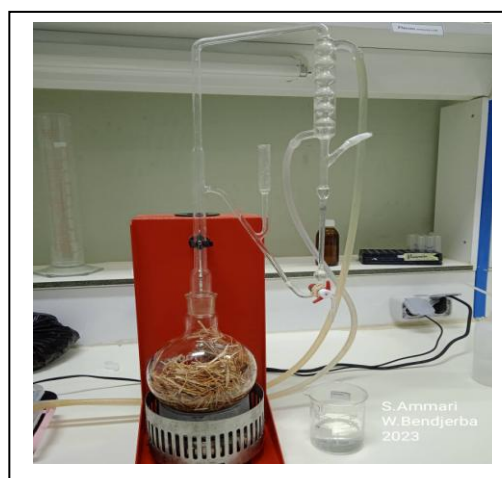


**Figure : Le poids de la matière végétale**

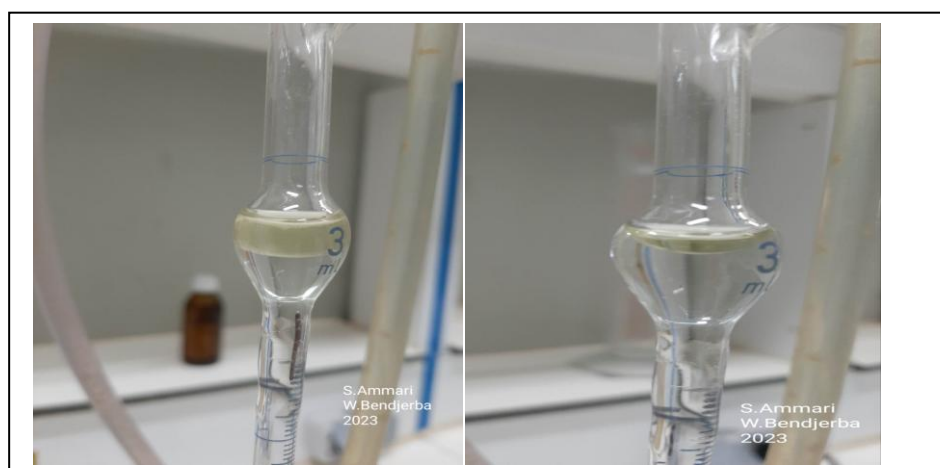


**Figure : Mélanger la plante avec de l'eau**

**Annexe II :**Extraction des deux huiles essentielles par l'appareil Clivenger

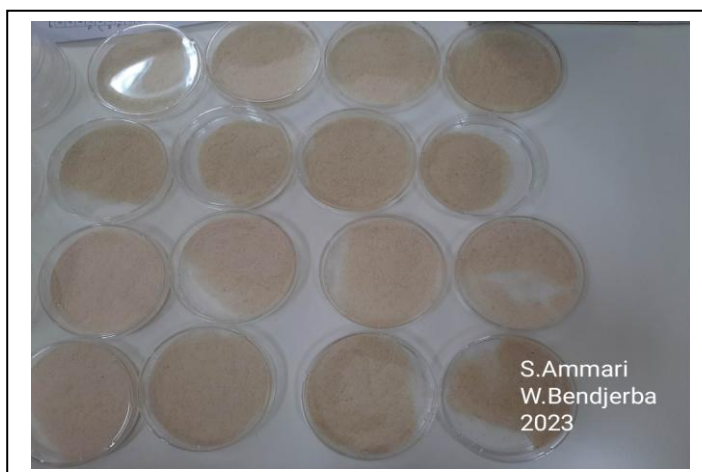


**Figure :** Extraction d'huile de *Cymbopogon schoenanthus* par l'appareil Clivenger



**Figure :** La couleur de l'huile d'une plante *Myrtus nivellei* et *Cymbopogon schoenanthus*

### Annexe III : Elevage des insectes



**Figure :** Boîtes de Pétri avec semoule blé dur



**Figure :** Insectes de la semoule de blé dur