

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de population supérieur et de la recherche scientifique



Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Biologiques

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Sciences biologiques

Spécialité : biodiversité et physiologie végétale

Thème

**Effets des huiles essentielles du pistachier lentisque
(*Pistacia lentiscus*) et de la clématite (*Clematis
flammula*) à l'égard des adultes de *Tribolium
confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae)**

Réalisé par :

AGOUNINESSOUK Hanane

KOUDIL Kamelia

Devant le jury :

Mme HEDJAL CHEBHEB M	Professeure	UMMTO	Présidente
Mme TALEB-TOUDERT K	MCA	UMMTO	Promotrice
M ^r NAIT MOULOUD M	MCB	UMMTO	Examineur

Promotion : 2022/2023

Remerciements

Avant tout nous remercions ALLAH, tout puissant de nous avoir donné la volonté, le courage et la patience pour terminer ce modeste travail.

Notre plus grande gratitude va à notre promotrice Mme TALEB TOUDERT K, pour sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée, pour ses précieux conseils et son orientation tout au long de notre travail.

Nous remercions Mme HEDJAL CHEBHEB M de nous avoir fait l'honneur et accepter de présider le jury.

Nous adressons aussi nos remerciements les plus vifs à Mr NAIT MOULOUD M qui a accepté d'examiner notre travail.

On tient également à remercier Mr RAMDINI R de nous avoir aidé dans l'analyse statistique et M^{elle} TINKICHET L'ingénieure de laboratoire, pour avoir été exemplaire lors de la réalisation de nos expériences.

Pour finir, nous tenons à remercier tous ce qu'ont contribués de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes parents, quoi que je fasse ou que je dise je ne saurai point de vos remercier comme il se doit. Votre amour immense et incontestable, vos sacrifices, encouragements et votre confiance dans mes choix. Que Dieu le tout puissant vous garde pour moi.

A mon très cher frère **Amayas**

Et mes sœurs adorées **Lydia, Naima** et **Ikram**

Merci pour votre amour et votre soutien.

A ma grand-mère, mes oncles, mes tantes, cousins, cousines et tous ce qui m'ont encouragé.

A mes chères amies : Ouerdia, Fatia et Katia...

A mon binôme kamelia avec qui j'ai partagé des merveilleux moments, merci pour ton soutien, ta patience et d'avoir fait notre collaboration dans la réalisation de ce travail. Je te souhaite la réussite dans tout ce que tu entreprennes.

A tous mes amis de la promotion master BPV.

HANANE

Dédicaces

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant qui
m'a donné la santé, la volonté la patience et m'a guidé
à réaliser ce modeste travail

A mes parents que j'aime beaucoup qui m'ont soutenue et encouragé durant
mes études par leur dévouement et les énormes sacrifices qu'ils ont faits leur
témoignent mon grand respect, toute mon affection et ma profonde gratitude.

À la mémoire de ma très chère grand- mère(Azouzou), et mes chères sœurs
(Adoucha et Fariza), que dieu le tout puissant les accueillent en son vaste
paradis et l'es accordent sa sainte miséricorde.

A mes très chères sœurs :Atika ,Naima Saida , Yasmine , Jijig et sonia .

A mes frères :Hachimi ,Nounou, Sedik et Riadh

Merci de me faire confiance et de continuer à traverser mon chemin.

A mon binôme Hanane, avec qui j'ai partagé les joies et les difficultés au suivi
de notre travail je te souhaite de la réussite et du bonheur dans ta vie, et que
notre amitié dure.

A toutes mes amies et surtout Sisi, Afaf,Maria,Zahra ,Lamia et Katia

A mes meilleurs amis : karim,Ahmed et Amar

A mes ami(e)s de la promotion de master BPV.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

A toute personne qui me connaît

KAMELIA

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les huiles essentielles	3
1. Définition.....	3
2. Localisation des HE.....	3
3. Les procédés d'extraction des HE	3
4. Activité biologique	4
4.1. Activité antibactérienne.....	4
4.2. Activité antioxydante	4
4.3. Activité antivirale.....	4
4.4. Activité antiseptique.....	4
5. Composition chimique.....	5
6. Chémotype	6
7. Rôle des huiles essentielles.....	6
8. Propriétés physiques des huiles essentielles	7
Présentation de <i>Tribolium confusum</i>	8
1. Définition.....	8
2. Position systématique	8
3. Biologie du <i>T. confusum</i>	9
4. Les différents stades de développement de <i>Tribolium confusum</i>	9
4.1. L'œuf	9
4.2. Larve.....	9
4.3. Nymphe	10
4.4. L'imago (Adulte)	10
5. Les moyens de lutte contre le <i>tribolium confusum</i>	11

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Matériel végétal utilisé	14
1.1. Localisation de la zone d'étude	14
1.2. Pistachier lentisque	14
1.3. La clématite.....	16

1.4. Extraction des huiles essentielles	18
1.5. Détermination du taux d'humidité	19
2. Matériel biologique	22
Méthodes.....	23
1. Etude anatomique de <i>P.lentiscus</i>	21
2. Elevages de masse	21
3. Teste de toxicité.....	22
3.1. Test de fumigation.....	22
3.2. Test de répulsivité	23
4. Analyses statistiques.....	25

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Mise en évidence des structures sécrétrices d'huiles essentielles des plantes étudiées....	27
2. Résultat de test de fumigation	30
3. Résultat de test de répulsivité	32
Discussion	34
Conclusion	37
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure 1: la larve de <i>T. confusum</i> (G 40X2) (Originelle .2022)	10
Figure 2: adulte de <i>Tribolium confusum</i> vue face ventrale et la face dorsale (G40X2) (Originelle.2023).....	10
Figure 3: cycle de développement de <i>T confusum</i>	11
Figure 4: Localisation du site de prélèvement de plantes étudiées (Originelle 2023)	14
Figure 5: Pistacia lentiscus (Originelle. 2023).....	15
Figure 6: Clematis flammula (Originelle.2023).....	17
Figure 7: montage d'extraction par entrainement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).....	18
Figure 8: Les huiles essentielles de <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Clematis flammula</i> (originelle, 2023)	18
Figure 9: Les adultes de <i>T.confusum</i> (Originelle.2023).....	20
Figure 10: Elevage de masse de <i>T.confusum</i> (Originelle, 2023)	21
Figure 11:Dispositif exprimental des test de fumigation à l'égard des adultes de <i>T confusum</i> traité avec L'huile de <i>P. lentiscus</i> et de <i>C. flammula</i> aux différentes volumes(Originelle,2023)	23
Figure 12: Dispositif expérimental de test de répulsion à l'égard des adultes de <i>T. confusum</i> (Originelle, 2023).....	24
Figure 13: Coupe transversale de la feuille de <i>P.lentiscus</i> observée au microscope optique G 10X10.....	28
Figure 14: Coupe transversale observée au microscope optique G40X10 montrant le détail d une glande de sécrétrice d huile essentielle <i>P.lentiscus</i> de la feuille	28
Figure 15: Coupe transversale de la tige de <i>P.lentiscus</i> observée en microscope optique G 40X10.....	29
Figure 17: Taux de répulsion des adultes de <i>T.confusum</i> testé par les huiles essentielles de <i>P lentiscus</i> et <i>C.flammula</i>	33

Liste des tableaux

Tableau 1: Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et al (1970).....	25
Tableau 2: Taux d'humidité et les rendements en huiles essentielles	29
Tableau 3: Test de Newman et keuls pour le facteur dose d'huiles essentielle de <i>C flammula</i>	30
Tableau 4: Test Newman keuls pour le facteur de temps de l'huile essentiel <i>C flammula</i>	31
Tableau 5: Test Newman et keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle <i>P. lentiscus</i>	31
Tableau 6: Test Newman et keuls pour le facteur temps de l'huile essentielle <i>P.lentiscus</i>	31
Tableau 7: Taux moyenne de répulsion de deux huiles essentielles <i>C flammula</i> et <i>P lentiscus</i> à l'égard des adultes de <i>T confusum</i> et leur classe selon la méthode de Mc Donald et al (1970)	33

Les abréviations :

HE : Huile essentielle

G⁺ : Gram positif

G⁻ : Gram négatif

Fe III : ion ferrique

mm : millimètre

cm : centimètre

C°: degré Celsius

µl: microlitre

h: heure

ml: millilitre

kg: kilogramme

min: minute

s: seconde

ECBU: Examen cyto bactériologique des urines

ANOVA: Analyse de la variance

OAIC : Office Algérien interprofessionnel de céréale

MADR : Ministère de l'agriculture et développement rural (Algérie)

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

Introduction

Les produits céréaliers stockés sont considérés comme des aliments de base les plus importants dans le monde entier. En Algérie ces derniers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La production moyenne de céréale ces dernières années est évaluée aux environs de 15,4 quintaux /ha, et selon (MADRP) la consommation annuelle moyenne par habitant/an est estimée à 241,2 kg de céréales entre 2004 -2013 et d'après (OAIC) presque 230 kg/hab/an (Bessaoud, 2018).

Les denrées stockées sont exposées à divers problèmes dont les plus importants est la présence d'insectes ravageurs. Ces derniers sont la cause de nombreux dégâts comme l'augmentation de freintes ou l'échauffement de grain et leur présence est source de refus des lots par les contrats commerciaux (Aubry, 2012).

A l'échelle mondiale, les pertes de produits agricoles occasionnées par les ravageurs des denrées stockées sont estimées à 10% en moyenne et représentent une valeur monétaire annuelle de près de 58 milliards US\$ selon les récentes statistiques de la FAO (2016).

Parmi ces insectes ravageurs nous pouvons citer le *Tribolium confus* de la farine qui est un insecte cosmopolite dont les dégâts sont signalés dans le monde entier. Il se nourrit généralement de farines et de céréales transformées, et préfèrent les graines précédemment infestés ou endommagés mécaniquement (Boyer et al, 2012) .

Ces dernières années l'effort mondial de recherche s'est concentré sur de nouveaux moyens pour limiter l'activité de ces ravageurs. Parmi les méthodes utilisées la lutte chimique qui consiste l'usage des insecticides. Dans des conditions optimales, leur efficacité à contrôler les nuisibles des stocks est certaine. Toutefois, beaucoup de griefs leur sont portés, parmi lesquels l'accoutumance des insectes et la sélection de souches résistantes (Benhalima et al. 2004), Plusieurs auteurs ont associé les pesticides à des problèmes de santé et d'environnement. D'après eux, les pesticides chimiques sont, de par leur nature, des produits dangereux et toxiques même à très faibles doses (Aissata, 2009).

Selon Hance et Ngamo (2007) pour réussir une protection efficace des denrées au cours du stockage, il faut faire face à cette problématique et trouver une alternative qui n'engendre pas des problèmes de santé ou toute nuisance aux consommateurs et à l'environnement.

Ceci nous a incité à entreprendre une recherche qui consiste à tester l'effet bioinsecticide par fumigation et par répulsion des huiles essentielles de deux plantes, la clématite (*Clematis flammula*) et du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*) sur le *tribolium confusum*.

Notre travail est composé de trois chapitres le premier aborde une synthèse bibliographique relative aux huiles essentielles, et la présentation de l'insecte ravageur à savoir *Tribolium confusum*, le deuxième chapitre est consacré à l'expérimentation et aux méthodes utilisées, et dans le troisième chapitre nous avons présenté les résultats et discussion.

Enfin, notre travail est clôturé par une conclusion ainsi que les perspectives d'étude.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Les huiles essentielles**1. Définition**

Les huiles essentielles sont des composés complexes, volatiles, naturelles et odorants (Fernandez et *al.*,2012) Elle sont des substances plus ou moins fluides, de consistance huileuse mais sans corps gras (Jouaults., 2012 in Taleb,2015) .

2. Localisation des HE

Les huiles essentielles sont sécrétées par des cellules spécialisées et stockées dans tous les organes végétaux tels que :

Fleur (Romarin)

Feuille (Poivré)

Bois (Atlas)

Racine (Gingembre)

Les graines (carotte)

Rhizomes (curcuma)

Ecorce (cannelle)

Fruit (orange)

La synthèse des huiles essentielles est souvent associées à la présence de structures histologiques spécialisées, généralement localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : cellules à huiles essentielles des Lauraceae ou des Zingiberaceae, poils sécréteurs des Lamiaceae (origan vulgaire), poches sécrétrices des Myrtaceae ou des Rutaceae, canaux sécréteurs des Apiaceae ou des Asteraceae. (Figueredo., 2007).

3. Les procédés d'extraction

De nombreuses techniques sont utilisées pour l'extraction des substances aromatiques (HE).la distillation est la méthode la plus utilisée pour l'obtention des huiles essentielles (Baser et Buchauer .2010). Elle est basée sur l'existence d'un azéotrope de température

d'ébullition inférieure aux points d'ébullition des deux substances l'huile et l'eau (Franchomme et *al.*,1990) .

4. Activité biologique

L'activité biologique d'une huile essentielle est mise en rapport avec sa composition chimique et la possible conséquence synergique entre ses caractéristiques. Sa valeur tient à son « totum » : c'est-à-dire l'intégralité de ses composants et non uniquement à ses substances marginales (Lahlou., 2004).

4.1.Activité antibactérienne

Les huiles essentielles sont très efficaces pour contrôler la diffusion des agents bactériens, en empêchant leur croissance et leur reproduction. Elles agissent plus rentablement sur les bactéries gram(+) que sur les bactéries gram(-) et cela en relation avec la composition de leur paroi cellulaire « peptidoglycane »(Guinoiseau., 2010).

4.2.Activité antioxydante

Certains composants des huiles essentielles montrent un pouvoir antioxydant actuellement c'est le cas de l'eugénol, duthymol, ducarvacrol...etc

Les résultats déjà publiés attestent que les huiles essentielles constituent une bonne source d'antioxydants naturels recherchés pour leur innocuité relative (Burit et Bucar.,2000).

4.3.Activité antivirale

La majorité des virus sont accessibles aux huiles essentielles à phénol. Étant lipophiles ces derniers peuvent approfondir dans l'enveloppe des virus et sont donc plus actifs sur les virus comme les HS1 et 2 (Herpès)(Velé., 2015). Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales par exemples : l'huile essentielle de Ravintsara, ou l'huile essentielles de cannelle de Ceylan (Mayer., 2012)

4.4.Activité antiseptique

Les molécules odorantes sont capables de détruire les germes infectieux, et de s'opposer à leur prolifération tant dans les organismes vivants que dans l'environnement. Les

alcools alliés au cinéole par exemple, dans le cas l'huiles essentielle d'Eucalyptus radiata, sont utilisées en période hivernale pour l'assainissement de l'air des habitations (Franchrome., 2001).

5. Composition chimique

La composition chimique d'une HE est complexe, on y retrouve généralement plus d'une centaine de composés, dans lesquels nombre de familles chimiques sont représentées. Elle dépend d'un nombre élevé de facteurs, certains sont associés aux opérations de traitement exigé pour l'extraction mais la composition chimique dépend particulièrement de la composition de l'essence produite par la plante, celle-ci étant fonction de facteurs environnementaux mais avant tout le patrimoine génétique de la plante (Deschepper., 2017). Les constituants des HE appartiennent, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (Bruneton.,1999)

Terpènes

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des molécules composées d'un nombre variable d'unités d'isoprène, comptant les mono terpènes C₁₀ (Ils peuvent être irritants pour la peau et les muqueuses), les sesquiterpènes C₁₅ (sont hypotenseurs, calmants, ou anti-inflammatoires) et les diterpènes C₂₀ qui peuvent être obtenue par la vapeur d'eau. (Couic-Marinier.,2013)

Les composés aromatiques

Une autre catégorie de composés volatils généralement rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Ils sont plus fréquents dans les huiles essentielles d'Apiacées et sont souvent trouvés dans les clous de girofle, de la vanille, de la cannelle...

Composés d'origines diverses

Un certain nombre de composés de nature différente se trouvent dans les huiles essentielles. Parmi ces produits issus de la transformation de molécules non volatiles

entraînés par la vapeur d'eau. Certains sont obtenus après la dégradation des acides gras, de terpènes. D'autres composés azotés ou soufrés peuvent résister mais sont rares (Guerfa et Merah., 2018).

6. Chémotype

Le chémotype est utilisé pour désigner la race chimique. Par là où les composés chimiques majoritaires ou distinctifs, présents dans l'huile essentielle. C'est l'élément qui permet de distinguer des huiles essentielles extraites de deux plantes identiques morphologiquement (d'une même variété botanique) peuvent produire des essences différentes. Cette classification permet de choisir les huiles pour une utilisation plus spécifique, plus sûre et plus efficace (Pibiri., 2005).

7. Rôle des huiles essentielles

Les plantes doivent faire face à de nombreux prédateurs, nombre d'entre eux étant des insectes, mais leur immobilité les empêche de choisir la fuite comme technique de défense donc elles produisent les huiles essentielles qui sont un moyen de protection contre ces prédateurs (microorganismes, champignons, insectes, herbivores). Ces essences participent dans les interactions entre la plante et son environnement, et dans le domaine des interactions végétales (inhibiteurs de la germination) (Pichersky et Gershenzon., 2002).

Cette propriété pourrait être mise à profit : naturellement en produisant des pesticides provenant directement de l'environnement, tel que les Lamiacées qui ont bénéficié d'une grande attention dans la recherche de produits naturels actifs contre les ravageurs de cultures et des denrées stockées. Aussi les huiles essentielles à monoterpénols et à phénols sont particulièrement actives comme insecticides par fumigation. De même, certains alcaloïdes et composés soufrés se sont montrés de puissants insecticides. (Regnault-Roger , 2008).

Selon Bakkali environ de 3000 huiles essentielles sont décrites, parmi lesquelles près de 300 présentent une importance commerciale dans le cadre d'applications pharmaceutiques (antispasmodique, antidiabétique), alimentaires, dans le domaine de la parfumerie et en cosmétiques (par leur propriété odoriférante).

8. **Propriétés physiques des huiles essentielles** Guerfa et Merah(2018) ont résumé les propriétés des huiles essentielles ainsi :

- A température ambiante, les huiles essentielles sont généralement liquides.
- A basse température, certaines huiles essentielles cristallisent : comme celles de menthe et de thym
- Elles sont volatiles, ce qui explique leur caractère odorant et permet leur entraînement à la vapeur d'eau.
- Les huiles essentielles sont très solubles dans les huiles grasses, les lipides, l'éther, dans solvants organiques ainsi que dans l'alcool.
- Entraînables par la vapeur d'eau.
- De qualité liposoluble, les huiles essentielles ne se dissolvent pas dans l'eau.
- Elles possèdent un indice de réfraction élevé et ont souvent un pouvoir rotatoire.
- Les huiles essentielles sont altérables, sensibles à l'oxydation, mais ne rancissent pas.

Présentation de *Tribolium confusum*

1. Définition

Le tribolium est l'un des ravageurs secondaires qui migre rapidement et qui préfère se cacher dans les coins sombres (Derbazi,2020). Généralement, on le trouve entre les silos, les casseroles, les boulangeries et les usines, où sont stockés les aliments, en particulier la farine (Benlameur,2016). Les adultes ont une longue durée de vie et produisent des œufs en continue sur une longue période (Salime et al.2019). Ils sont de couleur brun rougeâtre foncé mesure environ un sixième de pouce, ont une forme aplatie avec un contour légèrement ovale (Shepard.1940).

D'après Lespesme (1944), cette espèce existe dans les régions chaudes et tempérées du globe. Il parait être d'origine d'Ethiopie (Africain). Il est souvent distribué dans le monde entier surtout commun en Europe en Amérique du nord également. Mais il est également observé en Arabie saoudite, Inde, et en chine (Delobel et tran ,1993). Ce ravageur commun est connu pour attaquer et infester les denrées alimentaires stockées (Benlameur, 2016). En cas d'infestation sévère, les adultes libèrent des substances les quinoléines, qui confèrent aux aliments leur odeur répulsive caractéristique (seck,2009).

2. Position systématique

Le *T.confusum* est classé comme suit :(Jacquelin DuVal.1863)

Règne : Animalia

Embranchement :Arthropoda

Classe :Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille :Tenebrionidae

Genre :Tribolium

Espèce : *Tribolium confusum*

Nom Français : Tribolium brun de la farine

3. Biologie du *T. confusum*

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des adultes et dure de 3 à 15 minutes. Les œufs sont pondus en grand nombre sur la cargaison, une femelle pond de 500 à 1 000 œufs à la fois, et les larves passent par 5 à 12 stades, selon les conditions de température et d'humidité. Les larves circulent librement dans les aliments infestés pour se purifier et les adultes émergents après 6 jours de la pupaison à 32,5°C et 70% d'humidité relative, avec un temps de cycle de 24 à 26 jours. C'est une espèce dont la température optimale se situe entre 32°C et 35°C. Son développement s'arrête en 22°C et résiste à une faible humidité. En absence de nourriture, *T. confusum* dévore les œufs et les larves de son espèce (Steffanin Scotti, 1978).

4. Les différents stades de développement de *Tribolium confusum*

4.1. L'œuf

Ils sont si petits qu'ils sont à peine visibles à l'œil nu dans les meilleures farines. Ils ne mesurent qu'un environ de 0.36 cm de long et sont de forme ovale. Lors de la ponte, ils sont recouverts de liquide, faisant coller les particules de farine. Les femelles peuvent vivre près d'un an, pondent un ou deux œufs par jour pendant cette période (Shepard, 1994).

4.2. Larve

Son corps est recouvert d'une peau extérieure plutôt douce avec des tâches jaunes il est couvert de nombreuses soies se terminant par une paire d'urogomphes colorées roux. Les larves ne dépassant pas 1,4 mm à l'éclosion. Le nombre de mues varie d'un minimum de 4 à un maximum de 11. Il dépend de nombreux facteurs : température, humidité, qualité des aliments, etc. (Steffan, 1978). Il existe 7 ou 8 stades larvaires (Delobelet Trans, 1993)

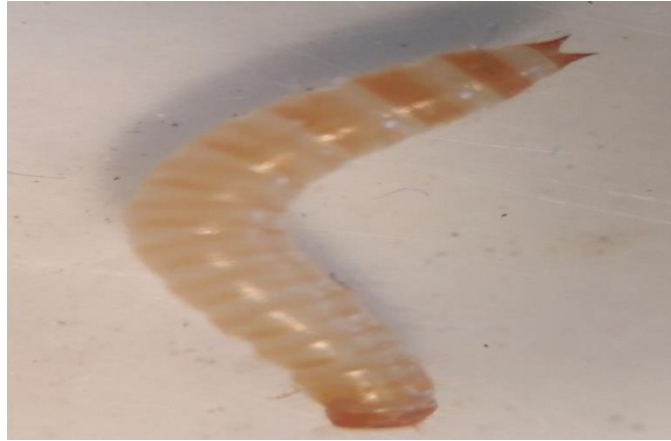


Figure 1: La larve de *T. confusum* (G 40X2) (Originelle .2022)

4.3.Nymphe

La nymphe femelle est ventrale, Au-dessus d'une paire d'urogomphes brun foncé à bout pointu, il y a deux petites cornes réduites à une saillie légèrement enfoncée chez les mâles (Lepesme.1944).

La nymphe reste sans protection et incapable de se déplacer (Balachowsky et Mensil., 1936). Elle mesure d'environ 3.6 à 4.6 mm de long, lorsque la nymphe est presque mature les pattes, les extrémités des mandibules et les urogomphes sont brun foncé (Ho, 1969).

4.4.L'imago (Adulte)

Les nymphes subissent une mue imaginale et donnent naissance aux adultes. À son émergence, les adultes sont de couleur brun clair, la pigmentation du corps augmente rapidement pendant les premières 24 heures (Soliman., 1987)



Figure 2:Adulte de *Tribolium confusum* vue face ventrale et la face dorsale (G40X2) (Originelle.2023)

Les principaux stades de développement de *T confusum* sont schématisés par la figure 3.

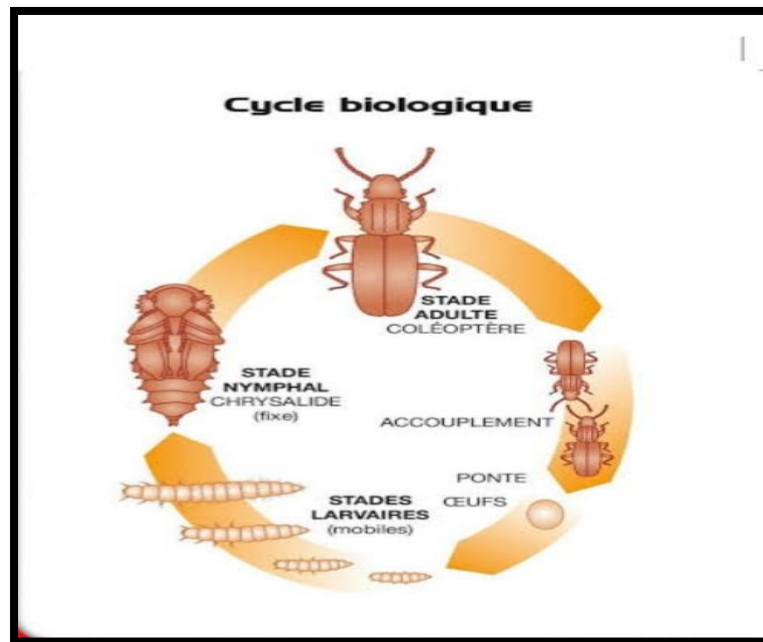


Figure 3: cycle de développement de *T confusum*

5. Les moyens de lutte contre *Tribolium confusum*

Divers techniques peuvent être utilisées avant et après le stockage. Avant il faut faire un nettoyage convenable des locaux de préservation et les grains doivent être bien séchés. Ces mesures sont nécessaires pour réduire ou arrêter toute infestation (Ducom, 1982, Semsar, 2013). Parmi les techniques de lutte physique contre les ravageurs on peut utiliser le froid. En effet, les basses températures inférieures à 10 °C ralentissent la croissance de ces insectes en réduisant leur impact au point où ils ne peuvent pas vraiment nuire à l'environnement (Abdelaziz, 2011). On peut utiliser également la chaleur dont le processus consiste à traiter les produits dans des lits fluidisés à des températures élevées (60 à 180 °C), suivi d'un refroidissement rapide (Evans, 1987). Il existe d'autres méthodes telle que la lutte chimique qui est la technique la plus utilisée actuellement pour prévenir les dégâts causés par les ravageurs et ce avec des insecticides, le plus souvent organophosphorés et pyréthrinoides. Les avantages de cette pratique sont liés à son coût qui peut être faible et la durée de protection qui peut rester plusieurs mois. Malheureusement, cette technique cause des nuisances aussi bien sur la santé humaine, animale et sur l'environnement.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire d'entomologie appliquée de département de la biologie de la Faculté des Sciences biologiques et Science agronomique de l'université de Mouloud Mammeri Tizi-ouzou.

1. Matériel végétal utilisé

1.1. Localisation de la zone d'étude : les plantes utilisées ont été prélevées en mai 2023 :

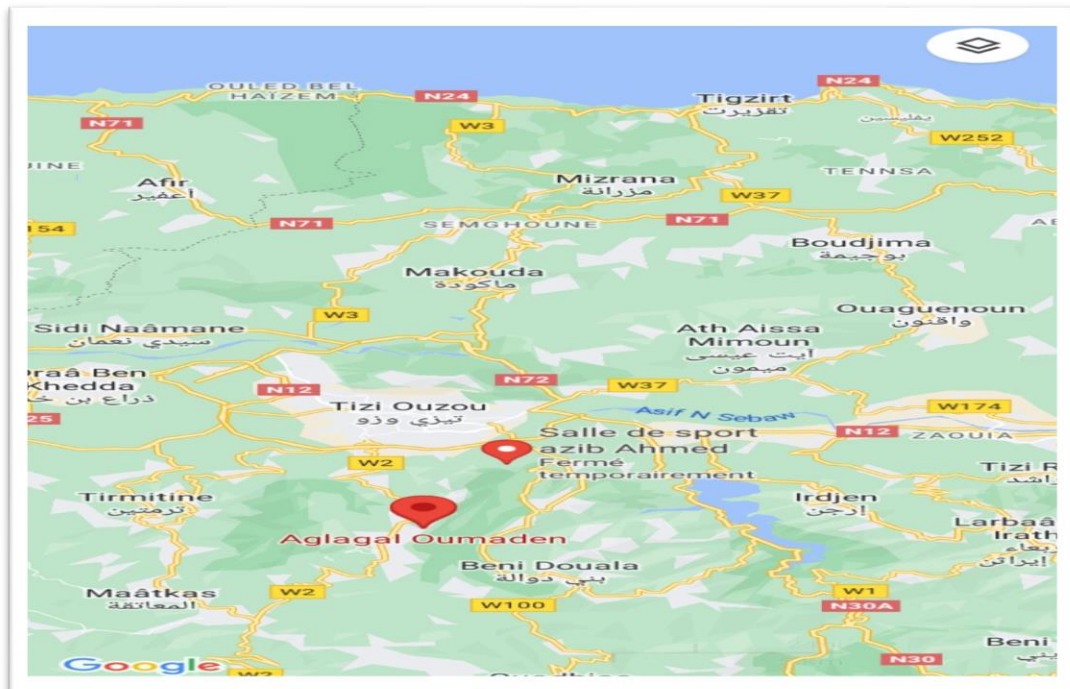


Figure 4 : Localisation du site de prélèvement de plantes étudiées (Originelle 2023)

1.2. Pistachier lentisque :

Les feuilles et les tiges de *P.lentiscus* ont été prélevées dans village Oumaden qui se trouve dans la commune d'Ath Zmenzer situé à 11 km de Tizi-ouzou et aune altitude de 510 m dans la Wilaya de Tizi-Ouzou.

Pistacia lentiscus est un arbrisseau de 3m de haut peut atteindre parfois 5 à 6 m à odeur résineuse forte ; ses feuille persistantes, composées nombre pair de folioles, coriaces, étroites et pointues pourvues d'un pétiole ailé entre les folioles. Ses fleurs sont apétales. Sa floraison en mars-mai. Le fruit atteint sa maturité d'octobre à novembre, il s'agit une drupe sobylobuleuse de petit taille d'abord rouge et deviennent noir à maturité (Michel., 2015).



Figure 5: *Pistacia lentiscus* (Originelle. 2023)

Répartitions géographiques

Pistacia lentiscus est un arbuste qui caractérise la région méditerranéenne, qui contribue à la formation de forêts et maquis. On le trouve généralement en Algérie dans le sol semi-aride et subhumide (Saadoun., 2005).

Ce genre est apparu au centre de l'Asie il y'a plus de 80 million d'années, l'un des genres les plus important dans le règne végétal que ce soit du point de vue horticole, économique ou commercial. (Alsaghir., 2009).

Classification systématique : (Quezel et Santa 1963).

Règne :Plantea

Sous règne : Trachéobionta

Embranchement : Magnoliophyta

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliosida

Sous classe : Rosidea

Ordre : Sapindales

Famille : Anacardiaceae

Genre : *Pistacia* L

Espèce : *Pistacia lentiscus* L

Nom vernaculaire de *Pistacia lentiscus* (Cheraft., 2011).

Berbère :Thidekth, Amadagh

Arabe :Derou, Sareys.

Français : Arbre mastic, pistachier lentisque, lentisque d'Espagne

Anglais : Mastic, Masticktree.

1.3. La clématite :

Les fleurs de *Clematis flammula* ont été prélevées dans le village Azib Ahmed à une altitude de 200 m, ce dernier situé à 3 km de Tizi-Ouzou, à mi-chemin entre le chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et le grand village d'Ihesnawen.

Description:

Avec environ 350 espèces, la clématite est l'un des plus grands genres de la famille des Ranunculaceae, d'où certaines espèces se trouvent dans les régions tropicales (Tamura, 1995 ; Wang et Li, 2005). Elle est également connue sous le nom de pivoine clématite. Cette

plante joue un rôle important dans les jardins botaniques en raison de leurs fleurs distinctives, et tiges élancées (Beutler.2014)

De plus, la clématite est une source végétale de nombreux ingrédients actifs médicinaux et ses métabolites spéciaux peuvent être utilisés comme médicament pour dissiper les rhumatismes, et soulager les douleurs menstruelles (Chohra et al. 2020).



Figure 6: *Clematis flammula* (Originelle.2023)

Distribution et habitat

Clematis flammula est largement distribué dans toute la région méditerranéenne. Elle occupe de vastes superficies d'Europe centrale et d'Algérie (Atmani et al .,2011).

Classification botanique de *clematis flammula* (Bernard ,1997)

Règne :Plantae

Division:Magnoliophyta

Classe :Magnoliopsida

Ordre :Ranunculales

Famille :Ranunculaceae

Sous-famille :Clematideae

Genre :*Clematis*

Espèce :*Clematis flammula*.

Le nom vernaculaire

En arabe : Nard barda, Yasmine bari, Senbenq.

Berbère : Azanzu

1.4. Extraction des huiles essentielles

20 kg de matière végétale (pistachier lentisque et la clématite) ont été introduits dans un extracteur pilote (alambic) cet appareil est formé :

- D'une chaudière
- D'une corbeille
- D'un réfrigérant
- Un essencier (platine)

La chaudière est conçue pour recevoir la corbeille dans lesquelles est mise la matière végétale à distiller ; après avoir ajouté l'eau de la chaudière, la matière végétale est introduite, dans la corbeille. La température de l'extracteur est réglée à 100°C pour favoriser l'évaporation d'eau et l'entraînement des molécules d'HE sous forme gazeuse (vapeur).

La vapeur ainsi formée quitte la chaudière vers le réfrigérant dans un tube en métal inoxydable qui se raccorde au serpenter de réfrigérant rempli d'eau dont la température avoisine les 12-13°C, qui entraîne la condensation de la vapeur en gouttelettes récupérées, dans l'essencier.

L'huile essentielle étant souvent moins dense que l'eau. L'eau est ensuite évacuée en ouvrant le robinet de l'essencier. L'HE et un peu d'eau restant sont récupérés dans une ampoule à décanter. Cette opération nécessite environ de 2 heures. L'huile est ensuite récupérée dans un flacon en verre fumé et rangée au réfrigérateur 4°C.

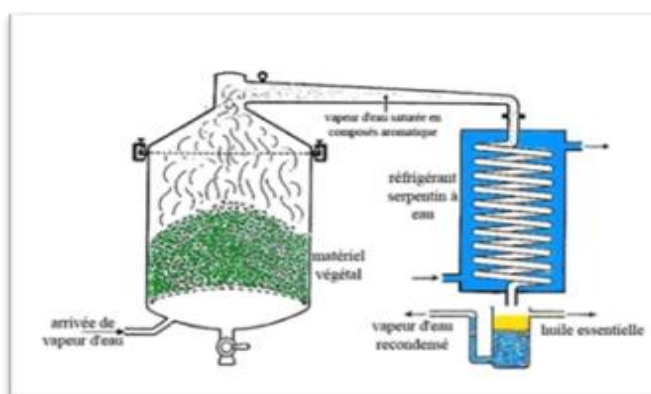


Figure 7: Montage d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005)



Figure 8: Les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* et *Clematis flammula* (originelle, 2023)

1.5. Détermination du taux d'humidité

Le taux d'humidité définit le pourcentage d'eau contenue dans un végétal. Cette opération a été effectuée en utilisant l'appareil de Dean et Starck constitué d'un ballon en verre d'une capacité de 500 ml. Ce ballon est relié par un tube de raccordement à un tube cylindrique de condensation surmonté d'un réfrigérateur à un tube collecteur gradué.

Le ballon est placé dans un chauffe ballon. Le principe de cette technique est de quantifier l'eau contenue dans le végétal en présence d'un solvant, le toluène en refilée. Le tout est porté à ébullition dans le ballon sont introduits n gde matière végétale fraîche et volume v de toluène. L'ensemble est porté en ébullition sous l'effet de la chaleur. Le toluène et l'eau contenue dans le végétal s'évaporent à travers le tube raccordement vers le réfrigérant où les vapeurs se condense en gouttelettes dans le tube collecté gradué (eau en bas le solvant en haut). L'opération dure 24 h.

Après refroidissement, le volume d'eau est lu et le taux d'humidité est calculé selon la formule suivante :

$$H=V\times 100/M$$

H : le taux d'humidité

V : volume d'eau lu dans le tube

M : masse de végétal utilisée

Calcul du rendement en huile essentielle

Le rendement est le maximum d'HE fourni par une masse végétale pendant un temps donné. 10 kg de fleurs fraîches séchées sous le ventilateur pendant 10 jours à une température ambiante, à l'abri de la lumière.

2. Matériel biologique

✓ Les insectes

Les individus de *Tribolium confusum* utilisés sont obtenus d'un élevage de masse réalisé sur la semoule, à partir d'une souche provenant du laboratoire d'Entomologie appliquée au niveau de notre faculté.



Figure 9: Les adultes de *T.confusum* (Originelle.2023)

✓ Le substrat utilisé

La semoule moyenne de blé dur est le substrat utilisé dans nos différents tests. Cette dernière est issue de la production locale et conditionnée dans des sacs en papier. Elle est conservée et indemne de toute contamination pendant toute la période expérimentale.

Méthodes

1. Etude anatomique de *P.lentiscus* :

Toutes les parties d'une plante aromatique (feuilles, tiges, fleurs, racines...) contiennent de l'huile essentielle mais elle est généralement présente une grande quantité dans l'une d'elles. Ainsi cette dernière est accumulée dans les fleurs de *C.flammula* et les feuilles et tige des *P.lentiscus*.

Pour l'observation des structures sécrétrices des huiles essentielles, des coupes transversales très fines de feuille et tige de *P.lentiscus* ont été réalisées à l'aide d'une lame de rasoir. La technique de double coloration présentée dans l'annexe 1 a été utilisée pour la coloration de ces coupes.

2. Elevages de masse

L'élevage de masse consiste à mettre les adultes de *T.confusum* dans des bocaux en verre de 250 ml de semoule. Chaque bocal est rempli de semoule dans laquelle sont induits des individus mâles et femelles. Ces derniers ont été conservés dans une étuve réglée à une température $29,8 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 4\%$. Cet élevage peut fournir un nombre suffisant d'adulte (0-7 jours) qui sont utilisées dans les différents tests biologique.



Figure 10: Elevage de masse de *T.confusum* (Originelle, 2023)

3. Tests de toxicités

3.1. Test fumigation

Ce test consiste à étudier l'effet insecticide par fumigation des deux huiles essentielles sur la mortalité de *T. confusum* et pour cela nous avons suivi le protocole expérimental suivant :

Dans des pots d'ECBU de 50ml de volume, des bouts de papiers Whatman n°2 de 2 cm de diamètre pliés sont attachés à l'aide d'un fil fin fixé sur la face interne du couvercle. Ensuite des doses 50,75 et 100 µl par 50 ml d'air d'huile essentielle *clematis flammula* ou de *pistacia lentiscus* sont injectées dans les bouts de papiers Whatman n°2 de 2.5 de diamètre à l'aide d'une micropipette.

Dix individus adultes de *T.confusum* sont introduits dans chaque boîte contenant 2g de semoule dont la fermeture est parfaitement étanche.

Pour chaque dose trois répétitions sont réalisées avec des durées d'exposition différentes : 24h, 48h, 72h. Parallèlement un témoin est réalisé (Papier Whatman sans traitement par l'huile essentielle).



Figure 11 : Dispositif expérimental des tests de fumigation à l'égard des adultes de *T. confusum* traités avec l'huile de *P. lentiscus* et de *C. flammula* aux différents volumes (Original,2023)

Le dénombrement des individus morts, dans les boîtes de pétri de 5.2 cm de diamètre est effectué pour chaque dose et pour chaque huile essentielle.

3.2. Test de répulsivité

Ce test consiste à évaluer l'effet répulsif de deux huiles essentielles sur les adultes de *T. confusum* en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur le papier filtre :

Pour ce faire des disques en papier filtre de 11 cm de diamètre sont coupés en deux demi-disques d'égale diamètre, dont une partie traitée est imprégnée du répulsif à tester qui est l'huile essentielle de *clemtis flammula* ou *pistacia lentiscus* à différentes doses 50, 70 et 100 μ l diluées dans 500 μ l d'acétone. L'autre moitié du disque est traitée seulement avec la même quantité d'acétone.

Ensuite les deux parties traitées et non traitées sont laissées à l'air libre pendant 5 min pour évaporation totale du solvant et collées par une bande adhésive puis placées dans une boîte de Pétri. Dix individus de *T. confusum* adultes sont relâchés au centre de la boîte pétri que nous refermons aussitôt. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dose d'huile.

Après 30 min, un dénombrement des ravageurs présents sur chacune des deux parties est effectué.

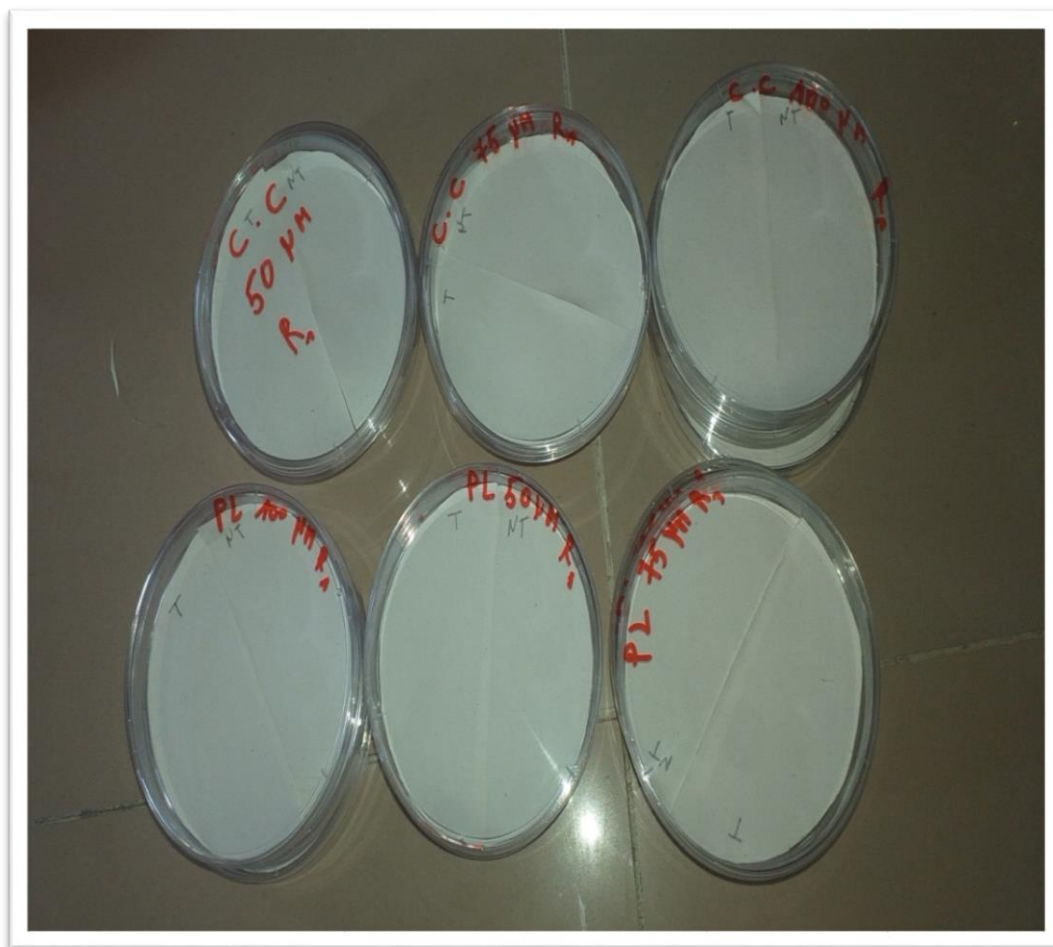


Figure 7: Dispositif expérimental de test du répulsion à l'égard des adultes de *T. confusum* (Originelle, 2023)

Le calcul du pourcentage de répulsion (PR) se fait selon la formule ci-dessous :

$$\text{PR}(\%) = (\text{Nac} - \text{Nhe}) / (\text{Nac} + \text{Nhe}) \times 100$$

Nac : le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traité uniquement avec l'acétone

Nhe: le nombre d'insecte présents sur la partie de disque traité avec l'huile essentielle diluée dans l'acétone.

Tableau 1: Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et al (1970)

Classe	Intervalle de répulsion	propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1\%$	Très faiblement répulsif
Classe 1	$0,1\% < PR \leq 20\%$	Faiblement répulsif
Classe 2	$20\% < PR \leq 40\%$	Modérément répulsif
Classe 3	$40\% < PR \leq 60\%$	Moyenne répulsif
Classe 4	$60\% < PR \leq 80\%$	Répulsif
Classe 5	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsif

4. Analyse statistique

Test ANOVA : Les résultats des essais ainsi effectués ont été soumis au test ANOVA selon un ou deux critères de classification pour l'action de deux huiles essentielles ce dernier est suivi par le test de Newmen et Keuls à 5% lorsqu'il existe une différence significative entre les traitements.

Si la probabilité :

$P > 0.05$: Les variables montrent une différence non significative

$P \leq 0.05$: Les variables montrent une différence significative

$P \leq 0.01$: Les variables montrent une différence hautement significative

$P \leq 0.001$: Les variables montrent une différence très hautement significative.

(Dagnelie, 1975)

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Mise en évidence des structures sécrétrices d'huiles essentielles des plantes étudiées

Structure de la feuille de *Pistacia lentiscus*

L'observation microscopique des coupes transversales de la feuille a révélé que le limbe :

Est délimitée par un épiderme qui est un tissu primaire constitué d'une assise de cellules vivantes jointives c'est le tissu superficiel de protection pourvu de nombreux stomates à la face inférieure.

Est constituée à la face supérieure d'un parenchyme palissadique formé de cellules chlorophylliennes.

Le parenchyme lacuneux juxtapose le parenchyme palissadique formé de cellules plus ou moins arrondies.

Au centre de la feuille la nervure principale est essentiellement formée de xylème qui est un complexe tissulaire formé des cellules parenchymateuses assurant la conduction de la sève brute.

Un hypoderme situé sous l'épiderme, qui est une couche de cellules possédant peu ou pas de chloroplastes.

Les glandes sécrétrices ont été observées chez le *P lentiscus* (figure 13 et 14)



Figure 8: Coupe transversal observée au microscope optique G40X10 montrant le détail d'une glande de sécrétrice d'huile essentielle *P.lentiscus* de la feuille

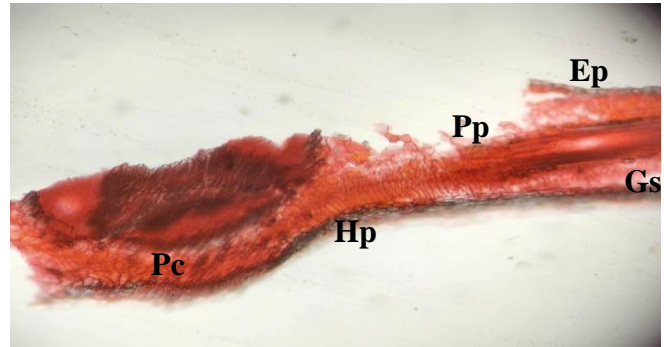


Figure 9: Coupe transversal de la feuille de *P.lentiscus* observée au microscope optique G 10X10

He : Huile essentielle ;**Ep :**Epiderme ;**Xy :**Xylème ;**Pp :**Parenchyme palissadique

;**Gs :**Glande sécrétrice ;**Pc :**Parenchyme lacuneux ;**Hp :**Hypoderme.

Structure de la tige

L'épiderme protecteur est une assise de cellules pecto-cellulosique sur les faces latérales et internes et sur la face externe apparait un dépôt de la cutine.

Le parenchyme médullaire est constitué de très grandes cellules à fines parois pecto-cellulosique. Ce parenchyme est également impliqué dans le transport des nutriments et de l'eau.

Les tissus conducteurs tels que le xylème et le phloème ainsi que la présence de glandes sécrétrices d'huile essentielle qui sont des tissus spécialisés.

Le parenchyme cortical constitué de cellules à paroi pecto-cellulosique située juste sous l'écorce de la tige (figure 15).

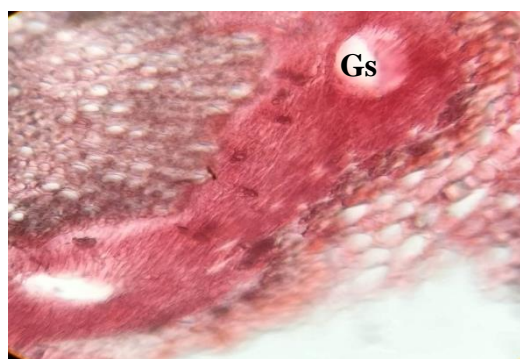


Figure 15: coupe transversale de tige *P.lentiscus* observée en microscope optique G 10X10 montrant détail d'une glande de sécrétrice d'huile essentielle de *P.lentiscus*

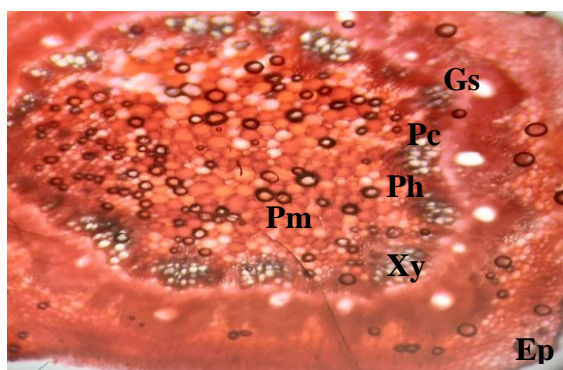


Figure 10: Coupe transversale de la tige de *P.lentiscus* observée en microscope optique G 40X10

Ep : Epiderme, **Pc :** Parenchyme corticale, **Pp :** Parenchyme palissadique, **Gs :** Glande sécrétrice, **Xy :** Xylème, **Ph :** Phloème, **Pm :** Parenchyme médullaire

Calcul du taux d'humidité des plantes étudiées

Les taux de rendement et d'humidité sont rassemblés dans le tableau 2.

Tableau 2: Taux d'humidité et les rendements en huiles essentielles

Espèce	rendement	taux de l'humidité
<i>Clematis flammula</i>	0,40%	75%
<i>Pistacia lentiscus</i>	0,04%	0,97%

Le rendement moyen des fleurs de *C flammula* en huile essentielle dix fois plus élevé 0.4% par rapport à celui obtenue pour les feuilles de *P lentiscus*.

2. Test de fumigation

Cas de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* à l'égard de *T. confusum*

Les résultats obtenus dans le test de fumigation sont soumis à une analyse de la variance (Anova) pour l'huile de *Pistacia lentiscus* à deux critères de classifications (dose et temps d'exposition).

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P=0.0000$) et une différence significative pour le facteur temps (0.014154) et pour l'interaction (dose \times temps) il y'a une différence hautement significative (0.002743) ce qui démontre que les deux facteurs (dose et temps) aussi que leur interaction affecte le taux de mortalité significative. (Annexe 3 tableau 8)

Cas de l'huile essentielle de *Clematis flammula* à l'égard de *T. confusum*

Les résultats obtenus dans le test de fumigation sont soumis en ANOVA pour l'huile de *pistacia lentiscus* à deux critères de classifications (dose et temps d'exposition).

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative pour le facteur temps ($P=0.0000$) ainsi pour le facteur dose y'a une différence significative (0.002098) mais pour l'interaction (dose \times temps) y'a aucune différence significative (Annexe 3 tableau 9).

Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet des huiles essentielles (clématite et pistachier lentisque) sur les adultes *Tribolium*

Le test de comparaison des moyennes pour *Clematis flammula* a révélé que la dose qui provoque le plus de mortalité est la dose 100 μ l appartenant au groupe homogène A. Alors que les taux de mortalité des deux autres doses sont identiques et sont classés dans le même groupe B (tableau 3).

Tableau 3: Test de Newman et Keuls pour le facteur dose d'huiles essentielles de *C flammula*

F	Libelles	Mortalité	Groupe
3.0	100 μ l	5,555556	A
2.0	75 μ l	4.000000	B
1.0	50 μ l	3.111111	B

Pour le facteur temps le test de comparaison des moyennes a révélé que plus le temps d'exposition des insectes *T confusum* à l'HE de *C flammula* est élevé plus le taux de mortalité augmente. (Tableau 4).

Tableau 4: Test Newman Keuls pour le facteur de temps de l'huile essentiel *C flammula*

F	libelles	Mortalité	Groupe
3.0	72h	8.7777778	A
2.0	48h	3.000000	B
1.0	24h	0.8888889	C

Pour l'huile de *P lentiscus*, le test de comparaison des moyennes a indiqué que les dose 75 µl et 100 µl provoquent le même taux de mortalité alors que la dose 50 µl a un effet plus faible (Tableau 5).

Tableau 5: Test Newman et Keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle *P. lentiscus*

F	Libelles	Mortalité	Groupe
3.0	100 µl	10.000000	A
2.0	75 µl	9.777778	A
1.0	50 µl	8.444444	B

Pour le facteur temps, l'exposition prolongée (72 h) est légèrement plus efficace aux temps plus courts (48h) et (24h) (tableau 6).

Tableau 6: Test Newman et Keuls pour le facteur temps de l'huile essentielle *P.lentiscus*

F	Libelles	Mortalité	Groupe
3.0	72h	9.888889	A
2.0	48h	9.333333	AB
1.0	24h	9.000000	B

3. Test de répulsivité

Résultat de test de répulsivité des huiles essentielles de sur les adultes de *T confusum*

Les résultats obtenus dans le test de répulsivité sont soumis à une ANOVA pour l'huile de *Pistacia lentiscus* et *Clematis flammula* à un seul critère de classifications la dose.

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative pour ce facteur ($P=0.00463$) pour le pistachier. Par contre pour le Clematis il n'y a pas une différence significative ($P=0.076$).

Les taux de répulsion des huiles essentielles de *Clematis flammula* et *Pistacia lentiscus* à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* après 30 min d'exposition aux différentes doses des HE testées dans ce présent travail sont présentées dans la figure 16.

Les résultats montrent que la répulsivité a varié selon les huiles et les doses. L'effet répulsif observé chez l'huile de *P lentiscus* à faible dose 50 μ l est d'environ 26% et pour la clématite c'est 13%. Ce taux dépasse les 93% à la dose 100 μ l alors que le *C flammula* n'est que de 66% à même dose.

Le traitement avec l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* est plus efficace que celle de *Clematis flammula*.

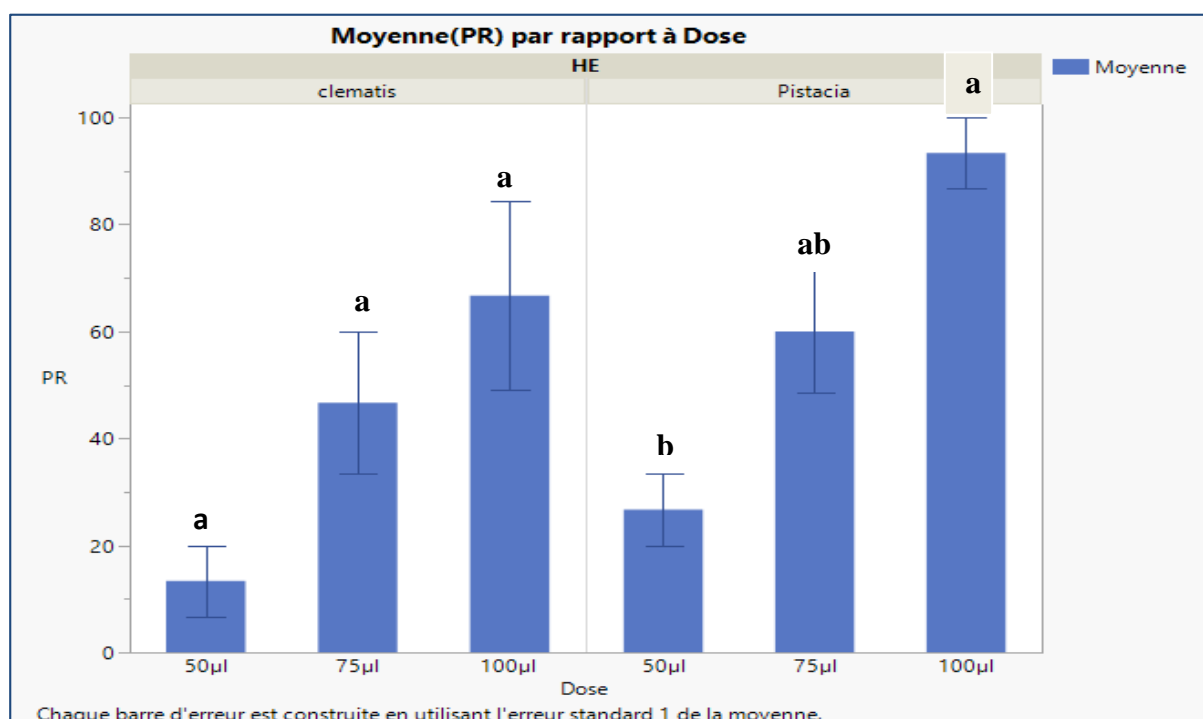


Figure 11: Taux de répulsion des adultes de *T.confusum* testé par les huiles essentielles de *P lentiscus* et *C.flammula*

La méthode de Mc Donald et al (1970) montrée que l'huile de *Pistacia* est répulsive avec un taux de (60%) et il appartient à la classe IV, pour *C.flammula* la répulsivité est moyenne avec un taux de 42% il appartient à la classe III donc cette dernière est moins répulsive que celle de *P. lentiscus*.

Tableau 7: Taux moyennes de répulsion des deux huiles essentielles *C flammula* et *P lentiscus* à l'égard des adultes de *T confusum* et leur classe selon la méthode de Mc Donald et al (1970)

Espèce	Pourcentage de répulsivité	Classe	Effet
<i>Clematis flammula</i>	42%	III	moyenne répulsif
<i>Pistacia lentiscus</i>	60%	IV	Répulsif

Discussion

Le rendement en huile essentielle de *Pistacia lentiscus* obtenu à travers notre étude 0.04% est relativement inférieure compris celui obtenu par (Benyoucef et al (2005) in Taleb-Touderth (2015)) avec les feuilles de pistachier lentisque provenant de la forêt de Bainem (Alger) égal à 0.11%, et pareille pour celle obtenue par Dris (2020) dans le parc national de Theniet El Had entre 0.38% et 0.42%.

Le rendement en HE des fleurs de *Clematis flammula* est de 0.4% est bien inférieur à celui trouvé par Saidi et ses collaborateur (2018) dans la province de Kasserine (Tunisie) avec un taux de 1.41%.

De plus, Bougherra et al (2015) ont affirmé que les huiles des plantes aromatiques présentent une très faible toxicité pour l'homme et ne causent aucun risque sur l'environnement et que l'huile de *pistacia lentiscus* est très efficace comme répulsif contre les insectes ravageurs des pâtes et utilement utilisé comme insectifuge chimique dans la réduction des pertes causées par des insectes nuisibles.

Par ailleurs, les huiles essentielles extraites à partir de *Clematis flammula* et *Pistacia lentiscus* sont actives vis-à-vis de *Tribolium confusum*. Notre étude a montré que les huiles essentielles de pistachier lentisque et de la clématite ont un effet toxique et leur efficacité change selon les doses et le temps d'exposition. D'après Kim et al. (2003), l'effet toxique des huiles essentielles dépend de l'espèce d'insecte, de la plante et du temps d'exposition.

L'effet toxique par fumigation de l'huile essentielle de *P lentiscus* sur les adultes de *T confusum* a été démontré par Tabti et ses collaborateurs (2020) qui a provoqué un taux de mortalité de 100% à la dose 20 μ l et de 40% à la dose 5 μ l.

C'est ainsi que Yildirim et al (2005) ont testé sur les adultes de *T confusum* et *S granarius* trois huiles essentielles *H. hyssopifolium*, *P. lentiscus* et *P. terebinthus*. Les résultats ont permis de comparer l'effet insecticide des huiles essentielles à différentes doses et différentes espèces. Ils ont observés que les adultes de *T confusum* n'étaient affectés que par les huiles essentielles de *H. hyssopifolium* et *P. lentiscus*. De même, ils ont prouvé que l'huile essentielle de *P lentiscus* est caractérisée par la présence de (E) – β -caryophyllène, γ -cardinère et α -terpinéol comme composé majeur qui attribue l'action des huiles car β -

caryophyllène est une molécule active et volatile qui agirait par contact sur LE tégument des insectes.

Le *P. lentiscus* présente un effet insecticide sur les insectes ravageurs d'autres espèces comme le *T. castanum* en fonction du stade de développement où le taux de mortalité qui est d'ordre de 51% pour les larves et de 100% pour les adultes à la concentration de 1023 µl/l d'air après 24h d'exposition (Bachrouch et al 2010).

Mahmoudi et Dahmane (2017) ayant testé l'huile essentielle de *P. lentiscus* sur les adultes de *A. obtectus*, ont prouvé un effet toxique à l'égard de ce ravageur. A la plus forte dose 0.5µl par test de contact et un taux de mortalité totale au bout de 4jours est observé.

De plus, Bougherra et al (2014) signalent que l'huile essentielle de *P. lentiscus* est modérément répulsive environ de 35% à la dose 5 µl alors dans notre cas aux doses 50µl, 75µl et 100 µl l'huile est répulsif 60%.

Une étude a été réalisée par Rashad et ses collaborateurs (2021) sur *T. confusum* et *S. granarius* où des graines de blé ont été mélangés avec trois poudres botaniques séparément à différente concentration 3, 5,7 et 10% p/p), l'activité répulsive a atteint un pourcentage maximale qui est 80% après 12 et 24 h pour *P. lentiscus* et aucune descendance n'a été produite, dans les grains à la concentration de 3%.

De même, Taleb Toudert(2015) affirme que les huiles essentielles testées sur une autre bruche des denrées stockées à la dose 16µl les huiles essentielles d'*E.globulus*, *E. radiata*, *L.nobilis*, *S. officinale* ont un effet toxique au bout d'une heure d'exposition, par contre les huiles essentielles de *M communis* et *Plentiscus* ont un effet après 15h d'exposition.

Au cours de ces dernières années les herbes traditionnelles connaissent un succès accru et sont beaucoup plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, la *C flammula* est largement étudiés mais aucune étude n'a été rapportée sur son utilisation comme un insecticide.

Saidi et al (2017) ont indiqué que le potentiel molluscicide de *C.flammula* a été prouvé dans les recherches actuelles il peut être choisi pour contrôler des escargots *G .trucatula* en Tunisie.

Meragiaw et Asfaw (2014) ont utilisés les feuilles de *clematis simensis* mélangées avec l'eau. Après 21 jours de fermentation, le mélange est pulvérisé sur les céréales qui s'est avéré répulsif des insectes.

Conclusion

Au terme de notre étude, il est apparu les fleurs de *Clematis flammula* sont riches en huiles essentielles avec un rendement de 0.4% par rapport aux feuilles de *Pistacia lentiscus* 0.04%. Le taux d'humidité de *P. lentiscus* est de 0.79% alors que celui de *C flammula* est d'environ 75%.

Les résultats des expérimentations menées sur les huiles essentielles de la clématite et du pistachier testées par fumigation et répulsivité semblent avoir toutes une forte activité insecticide sur les adultes de *Tribolium confisum* avec un pourcentage de répulsivité de 60% pour *P lentiscus* qui appartient à la classe III et de 42% pour *C flammula* de classe IV.

Cependant l'huile de *P lentiscus* appliquée présente un effet plus toxique par fumigation et par répulsivité que *C flammula*.

Cette étude pourrait contribuer à la compréhension de l'utilisation potentielle des huiles essentielles comme alternative aux pesticides traditionnels, Afin de limiter les dégâts qu'occasionnent les insectes ravageurs.

Il serait donc intéressant de poursuivre ces études dans le but d'utiliser ces huiles comme insecticide sur *T confusum* et d'autres insectes ravageurs des denrées stockées.

A

- Aubry, E. (2012). Mise au point d'un dispositif expérimental de lutte contre les insectes ravageurs des denrées stockées par la chaleur et application à *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae).p60.
- Al-Saghir. M.G., (2009).Evolutionary History of the *Genus Pistacia*(Anacardiaceae). International Journal of Botany , 5(3), 255-257.
- Aissara,C.,(2009).Lutte contre *Sjtophjlus oryzae* L(coleoptera : curculiondae) et *tribolium castaneum* 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 doctorat. Université Québec Montréal.p4.
- Abd El-Aziz S. (2011). Control Strategies of Stored Product Pests. Egypt : Journal of Entomology, 8 (2), 101-122p.
- Amari N. (2014). Etude du choix de ponte du bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles : (Cédre, Ciste et Eucalyptus) sur l'activité biologique de l'insecte. Thèse de Magister: commerce et d'industrie. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 23-25p.

B

- Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M., 2008. Biological effects of essential oils -A review.Food and Chemical Toxicology 46, 446–475.
- Balachwsky A. ,1962-Entomologie appliquée à l'agriculture.Ed Masson et Cie , Paris ,TI ,Vol.1,564p.
- Baser,K.H.C.,Buchbauer,G.(2010).Essential oils science,technology, and application Florida Estados Unido :CRC Press.30p.
- Bassereau M.,GC-MS quantification of suspected volatile allergens in gragrances.Data treatment strategies and method performances .J Agric Food chen;5:25_31.P.2007

- Benyoucef E.H., Charchari, S., Nacer-Bey N., Yahiaoui N.& Chakou S., 2005. The essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Algeria. *Journal of Essential Oil Research* Vol. 17: 642-644.
- Bessaoud, O. (2018). L'Algérie et le marché des céréales [ou] La question céréalière en Algérie et les marchés mondiaux. In *HAL* (Le Centre pour la Communication Scientifique Directe).
- Beutler, L. La collection Rogerson Clematis : où chaque jardin raconte une histoire ; Pacific Horticulture Society : Berkeley, Californie, États-Unis, 2014.
- Boullard, B. (2001). Plantes médicinales du monde: réalités & croyances. Paris : Ed. ESTEM. 141-430.
- Boyer, S.; Zhang, HL empérière, G.A. .; (2012) review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bull. Entomol.* 102, 213–229
- Bruneton J. (1999) Huiles essentielles pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Edition Tec & Doc, 3^{ème} édition Lavoisier, paris, France.
- Bruneton J. (1999). Pahrmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Deuxième édition, Lavoisier, Paris. 915p.
- Burit,M.,Bucar,F.(2003).antioxidant activity of nigella sativa Essential oil.phytotherapy Research,14,323-328
- Benlameur, Z. (2016). Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine, Thèse de doctorat, Sciences Agronomiques, Ecole National Supérieur Agronomique El- Harrache Alger. 185p.
- Balachowsky A. S, et Mensil L., (1936). Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, et leur destruction. Ed. Etablissement. Busson, Paris, Tome II, Pp : 1722-1724.

C

- Cheraft. N.(2011).Activité biologique in vitro des extraits de *Pistacia lentiscus* contre les radicaux ABTS•+,O2•⁻ et •NO et caractérisation des fractions actives. Mémoire de fin d'étude diplôme Magister. Université de Bejaia.9P.
- Chouiteh O.(2012). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielle des feuilles de *Glycyrrhiza glabra* (thèse).Oran université.

- Couic-Marinier F. (2013).composition chimique des huiles essentielles.Actualités pharmaceutiques. n° 525. p22.
- Chohra, D. ; Ferchichi, L.; Selim, Y.; Gokhan, C.; Sarah, Z.; Alsheikh, M. Profils phénoliques, activités antioxydantes et effets inhibiteurs enzymatiques d'une plante médicinale algérienne (*Clematis cirrhosa* L.). S. Afr. J.Bot. 2020, 132, 164–170
- Calmont B., Soldati F., 2008. Découverte de *Tribolium madens* (Charpentier ,1825) dans le département du Puy-de-Dôme[France] ;clé de détermination et distribution des espèces du genre *Tribolium* en France (Coleoptera :Tenebrionidae).R.A.R.E.

D

- *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to three essential oils. J. Econ. Entomol., 95(1), 174-182
- Dechepper .,R.,(2017).,variabilité de la composition des huiles essentielles et interet de la notion de chémotype en aromathérapie .,thèse ,université de Marseille, p52.
- Delimi, A., Taibi, F., Fissah,A., Gherib, S .,Bouhkari ,M., Cheffrou, A., (2013).Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemessia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera).Afrique science 09(3).82-90
- Delobel A et Tran M. (1993) .Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 275, 424p.et 281..
- Dris I., (2020).Caractérisation chimique des huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. Evaluation du pouvoir antimicrobien et antioxydant. Thèse de doctorat. Université Ahmed Ben Yahia El wancharissi-Tissemsilt. 137p.
- Derbazi, K. (2020). Lutte contre les ravageurs des stocks, Master Ecophysiologie Animale. Université Larbi- Tébessa. 50p.

E

- ElhaibL.A.(2011). valorisation de terpènes naturel issus de plantes marocaines par transformation catalytique (thèse) Toulouse: université de Toulouse . E-ntreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris.335p.

- Evans D., Thorpe G., Dermott T. (1983). The disinfestation of wheat in a continuous-flow fluidized bed. Australia : Elsevier Ltd, 19 (3), 125-137p.
- Evans D. (1987). The survival of immature grain beetles at low temperatures. Australia : Elsevier Ltd, 23 (2), 79-83p.

F

- FAO 2016: Situation alimentaire mondiale. Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales.
- Fekih.(2015).propriétés chimiques et biologique de HES de trois espèces du genre pinus poussant en Algérie(thèse).Tlemcen :université Abou berk Belkaid.
- Franchomme.P,Jollois.R,Pénoel.(2011).L'aromathérapie exactement :Encyclopédie de l'utilisation des extraits aromatique. Paris :Edition Roger Jollois.
- Figueredo G. Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse, Université Blaise Pascal, 02/2007, 17p.

G

- Guerfa.T.,Merah.M.H.,(2018)., Extraction de l'huile essentielle de l'espèce végétale *Hertia Cheirifolia L.* par hydrolisation : caractérisation physicochimique et de modélisation paramétrique. Mémoire fin d'étude. Université Larbi Ben M'hidi Oum el Bouaghi.p 16.et 18.
- Guinoiseau,E.(2010).Molécules antibactérienne issues d'huiles essentielles séparation ,identification et mode d'action. Thèse de doctorat, université.
- Gwinner J., Harnisach R., Mück O. (1996). Manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte. Eschborn, 368p.

H

- Hance, T., & Ngamo, L. (2007). Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicultura*, 25(4), 215–220.
- Ho F.K., 1969. Identification of pupae of six species of *Tribolium* (Coleoptera; Tenebrionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 62,1223-1237.
- Haubruge E., Schiffers B., Gabriel E., et al. (1988). Etude de la relation Dose-Efficacité de six insecticides à l'égard de *Sitophilus granarius* L., *S. oryzae* L. et *S. zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae). *Med. Fac. Landbouw Rijksuniv. Gent*, 53, 719-726p.
- Hall D. (1970). Handling and storage of food grains in tropical and subtropical areas. 1ère édition. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 350p.

J

- Jarraya, R. M. (2018). Tunisian *Clematis flammula* Essential Oil Enhances Wound Healing: GC-MS Analysis, Biochemical and Histological Assessment. *Journal of Oleo Science*, 67(11), 1483–1499.

K

- Kalembe. D. kunicka A(2003) Antibacterial and antifungal properties of essential oils *curr.Med.chem.*10:813-829
- Kellouche A. (2005). Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus*. F (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat : Entomologie. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 154p.
- Ketoh G.K., Glitho I.A. & Huignard J., (2002). Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid.

L

- Lahlou M.,2004.Methode to study photochemistry and bioactivity of essential oils phytotherapy *Research* 18-(435-448)

- Luccheisi, M. (2005) extraction sans solvant assistée par micro_ond conception et application à l'extraction des huiles essentielles .thèse de doctorat, 16p.
- Longstaff B., Evans D. (2009). The demography of the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera :Curculionidae), submodels of age-specific survivorship and fecundity. RoyaumeUni: Cambridge University, 73 (2), 333-334p.
- Lepiger, A.L. (1966). La Désinsectisation des stocks de céréales Ed. Offinter prof des céréales paris. 406 p.
- Lepesme P., (1944). Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris.335p.

M

- Mayer F. (2012). Utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Etude de cas en maison de retraite(thèse) université de Lorraine .
- Michel.B. (2015).Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques.Lavoisier.174P.
- Meragiaw M, Asfaw Z.(2014). Review of antimalarial, pesticidal and repellent plants in the Ethiopian traditional herbal medicine. Res Rev J Herbal Sci.;3(3):21–45.

N

- Nabavi. SM. .Ebrahimzadeh MA, Nabavi , SF,Bahramian Activité antioxydant in vitro des baies de phytolacca Americana.pharmacol en ligne 2009 ;4 :213-8
- Nazzaro,F.,Fratianni,F.,Martino,L.,coppola,R.,Feo,V.(2013).Effect of Essential oils on pathogenicBacteria pharmaceuticals,6.1451-1474

P

- Pibiri M.C. (2005). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle. Thèse de Doctorat. Polytechniques Fédérale de Lausanne.P33

- Pichersky E., Gershenzon J., (2002). The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology* 5, 237–243.

Q

- Quezel.P.,Santa.S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris C.N.R.S., 2 volumes,1170P.

R

- Rashad.O.M, Ai-Ahmed .Z.A.,Khalil.F.M.A.,Abbas F.M.,(2021).bioactivity of some botanical powder against wheat weevil, *Sitophilus granaries* (L) (Coleoptera: Curculionidae), and confused flour beetle,Tribolium confusum.(Coleopter: Tenebrionidae).African Entomology.Vol 29.issue1.
- Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C. Biopesticides d'origine végétale. Deuxième édition. Editions Tec & Doc, Paris, 2008, 546 p.µ
- Relinger L., Zettler J., Davis R., et al. (1988). Evaluation of pirimiphos methyl as a protectant for export grain.Eeon Ent, 81, 21-718p

S

- Saadoun.S., (2005). Stomata Types of Pistacia genus: *Pistacia atlantica* Desf .ssp.Atlantica and *Pistacia lentscus* L.séminaire méditerranéens n.63.369-371.
- Saidi ,A., khanoun,L.,Khadim Allah,S.,Hamdi, B.,Ayadi,A.,Damak,M., Hammami,H., Mezghani-Jarraya,R.,(2017). Asian Pacific Journal of Tropical Medicine.10(10).967-973.
- Saidi, R., Ghrab, F., Kallel, R., Feki, A. E., Boudawara, T., Chesne, C., Ammar, E., &
- Seck D. (2009). Stockage, conservation et transformation des récoltes en zones tropicales. Notes de cours. 31 P.

- Semsar (2013), Effet insecticide de l'huile végétale d'argan (*Arganiaspinosa*) à l'égard de deux insectes ravageurs du blé. Université Mouloud Mammeri.
- Seringe.N.(1852).flore du pharmacien du droguiste et de l'herboriste ou description des plantes médicinales spontanées ou cultivées en France disposées en familles.P73.
- Serpeille A., (1991). La bruche du haricot : un combat facile. Bulletin semences, n° 116, Ed. Fnams, Paris, pp : 32-34
- Shepard, HH (1940). Insectes infestant les aliments stockés.
- Soliman M.H., 1987. Ageing and parental age effects in *Tribolium* [Review]. Arch. Gerontol. Geriatr 6, 43-60.
- Steffan, J. (1978). Les insectes et les acariens des céréales stockées. 1ère édition. Paris : ITCF Afnor, 237p

T

- Tamura, M. (1995).Archiclematis and Clematis.In P. Hiepko (Ed.), Die Naturlichen Pflanzfamilien.Zwei.Aufl. 17a (4)(pp. 366–387). Berlin: Duncker and Humblot
- Tapondjou L., Adler C., Bouda H., et al. (2002). Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. Journal of StoredProductsResearch. 395-402p
- Taleb_toudert.K., (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae).thèse doctorat .université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.P8

V

- Velé H. (2015) Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phytomédicaments (thèse).université angers . 10p.

W

- Wang, W. T., & Bartholomew, B. (2001). Clematis. In Z. Y. Wu, & P. Raven (Eds.), Flora of China (Vol. 6) (pp. 97–165).

Y

- Yazdani, E., Sendi, J.J., & Hajizadeh, J. (2014). Effect of *Thymus vulgaris* L. and *Origanum vulgare* L. essential oils on toxicity, food consumption, and biochemical properties Référenc bibliographique of lesser mulberry pyralid *Glyphodespyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Plant Protection Research. 54(1): 53-61.
- Yldrimi, E., Kesdek, M., Kordali, S. (2005). Effect of essential oils of three plant species on *Tribolium confusum* du val and *Stophilus granarius* (L) (Coleoptera: Tenebrionidae and curculionidae). Volume 14-No.7.p574-578.

Z

- Zohry, N. M. H. (2007). Scanning Electron Morphological Studies of *Tribolium confusum* Jacquelin Du Val (Coleopteran: Tenebrionidae). The Journal of Basic and Applied Zoology. 78(6) : 13.
- Zerrougui, N., & Boukhatem, A. (2021). Activité adulticide et larvicide de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* sur un ravageur secondaire des denrées stockées, *Tribolium confusum*. Master en Ecophysiologie Animale. Université Larbi Tébessa-Tébessa. 55p.

Annexe 1

Technique de double coloration

La technique utilisé dans cet étude c'est celle de la double coloration qui consiste à placer les coupes transversales dans l'eau de javel pendant 20 minutes à fin de vider les cellules de leur contenu, puis les induire dans l'acide acétique glacial pour le neutraliser l'excès d'eau de javel pendant 30 s à 60 s min après cette étape, ces coupes seront mettre dans la solution de vert de méthyle pendant 10 à 15 min. et seront directement déposés dans la solution de rouge Congo pendant 15 à 20min. Sans oublier le rinçage avec l'eau distillé entre chaque étape.

L'échantillon préparé est ensuite placé entre lame et lamelle en ajoutent une goutte d'eau pour l'observation au microscope optique aux grossissements 100 et 400.

Annexe 2

Matériel de laboratoire

- Une étuve réfrigérée réglé à une température 29.9°C et une humidité 70±4% qui correspond aux conditions optimales de développement de *T. confusum*.
- Des bocaux en verre utilisée pour l'élevage en masse des adultes de *T.confusum*.
- Des boites de pétri en plastique de 8.5 cm de diamètre et 1.5cm de hauteur pour le test de répulsivité.
- Des boites de pétri en plastique de 5.2 cm de diamètre et 1.2 cm de hauteur.
- Des pots d'ECBU de 50 ml de volume pour les tests par inhalation des huiles essentielles.
- Une micropipette (5-100 ul) pour évaluer les différentes doses des huiles essentielles, et une autre (100-500 ul) pour pipeter l'acétone.
- Une balance électronique afin de peser le substrat.
- Une loupe binoculaire.
- Un microscope optique en vue de faire les observations des coupes (tige et feuille).
- Produits chimiques : l'acétone, acide acétique, vert de méthyle, rouge Congo, l'eau de javel.
- Papier de Whatman utilisé pour les tests par inhalation et de répulsivité.
- Lame et lamelle pour l'observation des coupes
- D'autres outils de manipulations (fil fin, tamis, scotch, pinceau, lame de rasoir, une pince fine, ciseaux...).



Figure 18 : le matériel (Originelle. 2023)

Annexe 3

Tableau d'analyse de la variance

Tableau 8 : Résultat de l'analyse de la variance de la toxicité d'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* testé par fumigation sur les adultes de *T confusum*

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VAR TOTALE	30,5184	26	1,17378		
VAR.FACTEUR 1 (dose)	12,7407	2	6,37035	19,1111	0,00000
VAR.FACTEUR 1 (temps)	3,6296	2	1,8148	5,4444	0,014154
VAR.INTER F1*2 (dose×temps)	8,1481	4	2,037025	6,1111	0,002743
VAR.RESIDUELLE 1	6,0000	18	0.333333		

Tableau 9 : Résultat de l'analyse de la variance de toxicité d'huile essentielle de *Clematis flammula* par fumigation sur les adultes de *Tconfusum*

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VAR TOTALE	368,6666	26	14,1794		
VAR.FACTEUR 1 (dose)	27 ,556	2	13,778	8,8571	0,002098
VAR.FACTEUR 2 (temps)	300,222	2	150,111	96,5000	0,00000
VAR.INTER F1*2 (dose×temps)	12,889	4	3,22225	2,0714	0,127046
VAR.RESIDUELLE 1	28,000	18	1,55556		

Tableau 10: Résultat de l'analyse de la variance pour le test de répulsion avec l'huile essentielle de *Clematis flammula*

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VAR TOTALE	18,89	8	2,36125		
VAR.FACTEUR 1 (dose)	10,89	2	5,444	4,083	0,076
VAR.RESIDUELLE 1	8,00	6	1,333		

Tableau 11: Résultat de l'analyse de la variance pour le test par répulsion avec l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus*

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA
VAR TOTALE	20	8	2,5		
VAR.FACTEUR 1 (dose)	16,6667	2	8,3333	15	0,00463
VAR.RESIDUELLE 1	3,3333	6	0,5556		

Résumé

La présente étude a pour l'objectif d'évaluer la toxicité par fumigation et par répulsion de deux huiles essentielles *Pistacia lentiscus* (Spinales, Anacardiaceae) qui provient de village Oumadene et de *Clematis flammula* (Ranunculaceae) de village Azib Ahmed sur les adultes de *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae) dans les conditions de laboratoire.

Le test par fumigation des huiles essentielles testées a révélé un effet insecticide significatif pour les deux huiles (*P. lentiscus* et le *C. flammula*). Le test de répulsivité a révélé que les deux huiles manifestent aussi une activité moyennement répulsive avoisinant les 42% pour le *C. flammula* et de 60% pour *P. lentiscus*.

L'effet insecticide est dépendant des doses d'huile essentielle et de temps d'exposition. Les doses plus élevées et une exposition plus longue ont entraîné une toxicité maximale sur ce ravageur.

Mots clé : Les huiles essentielles, *Tribolium confusum*, *Pistacia lentiscus*, *Clematis flammula*, insecticide.

Abstract

The present study aims to evaluate the toxicity by fumigation and repulsion of two essential oils *Pistacia lentiscus* (Spinales, Anacardiaceae) which comes from Oumadene village and of *Clematis flammula* (Ranunculaceae) from Azib Ahmed village, on adults *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae) under laboratory conditions.

The fumigation test, for the two essential oils tested revealed a significant insecticidal effect for *P. lentiscus* and for *C. flammula*. The repellent test, the two oils also show a moderately repellent activity of around 42% for *C. flammula* and 60% for *P. lentiscus*.

The insecticidal effect is dependent on the doses of essential oil. Higher doses and longer exposure resulted in maximum toxicity to this pest.

Keywords: Essential oils, *Tribolium confusum*, *Pistacia lentiscus*, *Clematis flammula*, insecticide.