



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Cheikh Larbi Tébessi -Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Département : Biologie des Êtres Vivants



MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Spécialité : ECOPHYSIOLOGIE ANIMALE

Thème

Effet insecticide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur un insecte d'intérêt économique

Présenté par :

- ❖ Mlle ZIANE Aicha
- ❖ Mlle BOUREDJI Maroua

Membres de Jury :

Pr. TINE-DJEBBAR Fouzia	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Encadrante
Dr. HELAIMIA Samira	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Présidente
Dr. BOUZIDI Oulfa	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Examinatrice
Mlle. ABES Ibtissem Fatma Z	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Co-encadrante

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

Nous voulons exprimer par ces quelques lignes nos sincères remerciements et notre gratitude envers tous ceux qui nous ont soutenues par leur présence, leur disponibilité et leurs conseils.

Nous commençons par remercier notre encadrante Pr. TINE DJEBBAR Fouzia pour avoir accepté de nous encadrer, pour tous ses efforts, conseils avisés, ouverture d'esprit, soutien rédactionnel et moral et avec une grande rigueur scientifique malgré ses multiples occupations. Ce fut un plaisir d'apprendre et de travailler à ses côtés.

Nous adressons également nos très sincères remerciements à l'ensemble des membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait d'avoir acceptés d'examiner et d'évaluer ce mémoire. Au Dr. Samira HELAIMIA (présidente du jury), au Dr. Oulfa BOUZIDI examinatrice de ce travail et à Mlle. Ibtissem Fatma Zahra ABES (Co-encadrante).

A nos parents qui sont une source de tendresse, de patience et de générosité et à tous nos frères, sœurs et amies.

Par crainte d'oublier de nommer certaines personnes, nous adressons nos remerciements à celles et à ceux qui nous ont accompagnées de près ou de loin jusqu'à aujourd'hui. J'ai une pensée pour celles et ceux qui nous ont donné le goût d'étudier la Biologie et surtout pour nos collègues du Laboratoire ensemble.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
II. MATERIEL ET METHODES	3
2.1. Présentation de <i>Tribolium confusum</i> (Jaquelin Du Val, 1868)	3
2.2. Collecte et élevage	4
2.3. Présentation de la plante, <i>Eucalyptus globulus</i> (Labill, 1800)	4
2.4. Collecte de la plante et extraction de l'huile essentielle	5
2.5. Toxicité par fumigation	6
2.6. Test de répulsion	6
2.7. Analyses statistiques	7
III. RESULTATS	8
3.1. Rendement de l'huile essentielle	8
3.2. Essais toxicologiques	8
3.3. Effet répulsif de l'HE d'E. globulus	10
IV. DISCUSSION	11
4.1. Rendement en huile essentielle	11
4.2. Toxicité de l'HE d'E. globulus à l'égard de <i>T. confusum</i>	11
4.3. Effet répulsif de l'HE d'E. globulus à l'égard de <i>T. confusum</i>	13
V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	14
VI. RESUME	15
VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	page
1	Rendement et caractéristique organoleptique d l'HE extraite d'Eucalyptus globulus.	8
2	Efficacité de l'HE d'E. globulus appliquée sur les adultes de T. confusum : Détermination des concentrations létales.	10
3	Pourcentages (PR) et classes (CR) de répulsion de l'huile d'E. globulus testée sur les adultes de T. confusum.	10

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Présentation de <i>Tribolium confusum</i> .	3
2	Présentation d' <i>Eucalyptus globulus</i> .	5
3	Extraction de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> .	6
4	Toxicité de l'HE d' <i>Eucalyptus globulus</i> appliquée par fumigation ($\mu\text{l/l}$ d'air) sur les adultes de <i>Tribolium confusum</i> à différentes périodes : Mortalité corrigée (%) ($m \pm \text{SEM}$, $n=5$ répétitions de 10 individus chacune) : test HSD de Tukey.	9
5	Effets de l'HE d'E. <i>globulus</i> appliquée par fumigation sur les adultes de T. <i>confusum</i> à différentes périodes : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.	9

Introduction

I. INTRODUCTION

De nos jours, les céréales en général, et particulièrement le blé (dur et tendre), sont la base essentielle de l'alimentation des consommateurs algériens. Elles jouent un rôle social, économique et politique important dans la plupart des pays à travers le monde (Ammar, 2015). Pour cette raison, le stockage est une technique essentielle pour maintenir un équilibre entre la récolte annuelle et la consommation continue (Waongo et al, 2013). Malheureusement, pendant cette période, les céréales sont exposées à des agressions abiotiques (température, humidité) et biotiques (insectes, micro-organismes), ce qui entraîne une détérioration de leurs qualités agronomiques et organoleptiques (Ndiaye, 1999).

Les insectes ravageurs sont responsables de la majorité des dommages aux denrées stockées, entraînant d'importantes pertes économiques (Karahacane, 2015). *Tribolium confusum* est parmi ces insectes, qui altère la valeur de la récolte en termes de qualité et de quantité (Mossa, 2016). En fait, les dommages causés incluent une perte de poids, une diminution de la quantité et de la qualité des grains, ainsi qu'une réduction du pouvoir germinatif (Mossa, 2016).

Pour prévenir ces pertes durant le stockage et sur les champs, les producteurs ont généralement recours aux insecticides chimiques. L'utilisation fréquente et abusive de ces produits entraîne une atteinte de ces denrées, une intoxication des consommateurs, leur persistance dans l'environnement et la contamination de la chaîne trophique (Derach, 1986).

Face à cette situation, il est nécessaire de rechercher des méthodes alternatives de protection des denrées stockées non polluantes, moins nocives et plus raisonnées (Camara, 2009). Les huiles essentielles et leurs composés ont fait l'objet de nombreuses études dans notre laboratoire (Tine-Djebbar et al, 2023 ; Tine et al, 2023). Leur toxicité se manifeste de diverses manières : activité ovicide, larvicide (Regnault-Roger, 2002), perturbation de la croissance (Pavela, 2004) et réduction de la fécondité et de la fertilité (Pavela, 2005).

Les propriétés insecticides de ces huiles se traduisent par une toxicité par inhalation due à leur richesse en composés volatils, une toxicité par contact résultant de la formation d'un film imperméable isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie, ainsi qu'une pénétration en profondeur (Regnault-Roger et al., 2004).

Dans ce contexte, notre étude a été consacrée dans **une première partie** à l'extraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* avec la détermination de son rendement.

La deuxième partie est consacrée à l'évaluation de la toxicité de cette huile par fumigation à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* et une **Troisième partie** qui est consacrée à l'évaluation du potentiel répulsif de cette huile à l'égard des adultes de *Tribolium confusum*.

Matériel et Méthodes

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de *Tribolium confusum* (Jaquelin Du Val, 1868)

Tribolium confusum est l'un des ravageurs les plus répandus et les plus destructeurs des céréales stockées dans le monde (Thomas, 1934). L'adulte de cet insecte est un coléoptère allongé de couleur brun rougeâtre, mesurant entre 4,0 et 4,5 mm de long et entre 1,0 et 1,2 mm de large (Mohamed, 2013). Les mâles et les femelles sont morphologiquement indiscernables en microscopie optique (Zohry et al., 2017). Cet insecte se trouve dans presque tous les types de farine et de céréales concassées (Fig. 1).

La durée de vie moyenne de l'insecte est d'un an au maximum, ses femelles produisent une énorme quantité d'œufs, jusqu'à 700 œufs en 12 jours (Hmidouche, 2021). Sa croissance se termine au bout de quatre mois environ. Le nombre de stades larvaires varie en fonction de la température et de l'humidité (de 5 à 12 stades) (Hmidouche, 2021). L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose (Scotti, 1978), à une température de 32,5 °C et une humidité élevée de 70%.

La position systématique de *Tribolium confusum* est la suivante :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous-embranchement** : Hexapoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Coleoptera
- **Famille** : Tenebrionidae
- **Genre** : Tribolium
- **Espèce** : *Tribolium confusum* (Jaquelin Du Val, 1868).



Figure 1. Présentation de *Tribolium confusum*.

<https://grainscanada.gc.ca/fr/qualite-grains/gestion/identification-insectes/insectes-ravageurs-primaires/tribolium-brun-farine.html>

2.2. Collecte et élevage

Les individus de *Tribolium confusum* collectés de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC) d'El aouinet (Tébessa), sont ramenés au Laboratoire Eau et Environnement à l'Université de Tébessa. L'élevage est maintenu dans des conditions de laboratoire (Température : 27 ± 1 °C et une Humidité relative : 65 à 70 %), dans des bocaux en plastique contenant les grains de blé.

2.3. Présentation de la plante, *Eucalyptus globulus* (Labill, 1800)

Eucalyptus est un arbre mesurant de 30 à 35 mètres de hauteur, avec un tronc droit, lisse et grisâtre, portant également des rameaux dressés. Les jeunes feuilles sont bleuâtres, opposées et étroitement attachées à la tige, tandis que les feuilles adultes sont d'un vert sombre, alternées et pendantes (Metro, 1970).

Les feuilles et les fleurs d'*Eucalyptus* sont riches en glandes sébacées, constituant une excellente source d'huile d'*Eucalyptus*, largement utilisée dans les industries pharmaceutiques et la parfumerie (Brooker & Kleinig, 2006). Leur huile essentielle est également employée comme répulsif et agent pesticide (Daizy et al., 2008). En effet, l'huile d'*Eucalyptus* est reconnue depuis des centaines d'années pour ses propriétés antibactériennes, antifongiques et antiseptiques (Brooker & Kleinig, 2006).

Odeur : forte, fraîche, balsamique « odeur d'une baume », camphrée.

Saveur : chaude aromatique, un peu amère, suivie d'une sensation de fraîcheur prononcée et agréable.

La classification systématique d'*Eucalyptus globulus* est la suivante :

- **Règne :** Plantae
- **Sous règne :** Tracheobionta
- **Super division :** Spermatophyta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Dicotylédones
- **Sous-classe :** Rosidae
- **Ordre :** Myrtales
- **Famille :** Myrtaceae
- **Genre :** *Eucalyptus*
- **Espèce :** *Eucalyptus globulus* (Labill, 1800)



Figure 2. Présentation d'*Eucalyptus globulus*.

<https://www.rustica.fr/plantes-a-z/eucalyptus-ou-gommier-l-arbre-aromatique-d-australie,18677.html>

2.4. Collecte de la plante et extraction de l'huile essentielle

La collecte des feuilles d'*Eucalyptus globulus* a été réalisée en septembre 2023 dans la région de Tébessa. Les feuilles ont été lavées à l'eau du robinet pour éliminer le sol et les autres contaminants de surface. Après séchage à l'air libre et à l'obscurité, 50 g de matière sèche ont été mélangés avec 500 ml d'eau distillée. Ce mélange a été placé dans un ballon à fond rond de capacité d'un litre à trois cols, surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur. L'ensemble a été chauffé à une température proche de 100°C et raccordé à l'appareil d'extraction. Le mélange a été porté à ébullition pendant 2 heures, permettant à la vapeur de se diriger vers le col du cygne puis dans le réfrigérant, où elle se condense rapidement avant de tomber dans l'ampoule de décantation.

L'huile essentielle recueillie a été filtrée en présence de sulfate de sodium (Na₂SO₄) pour éliminer les traces d'eau résiduelles. Elle a ensuite été récupérée et stockée à 4°C, à l'obscurité, dans un flacon en verre hermétiquement fermé et recouvert de papier aluminium pour la protéger de la lumière. La quantité d'huile obtenue a été pesée pour calculer le rendement (Tchoumboungang et al., 2009). Le rendement en HE est le rapport entre de poids de l'HE extraite et le poids de la biomasse végétale utilisée. Il est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R = [\Sigma P B / \Sigma P A] \times 100$$

R : Rendement en huile (%).

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

PB : Poids de l'huile en g.

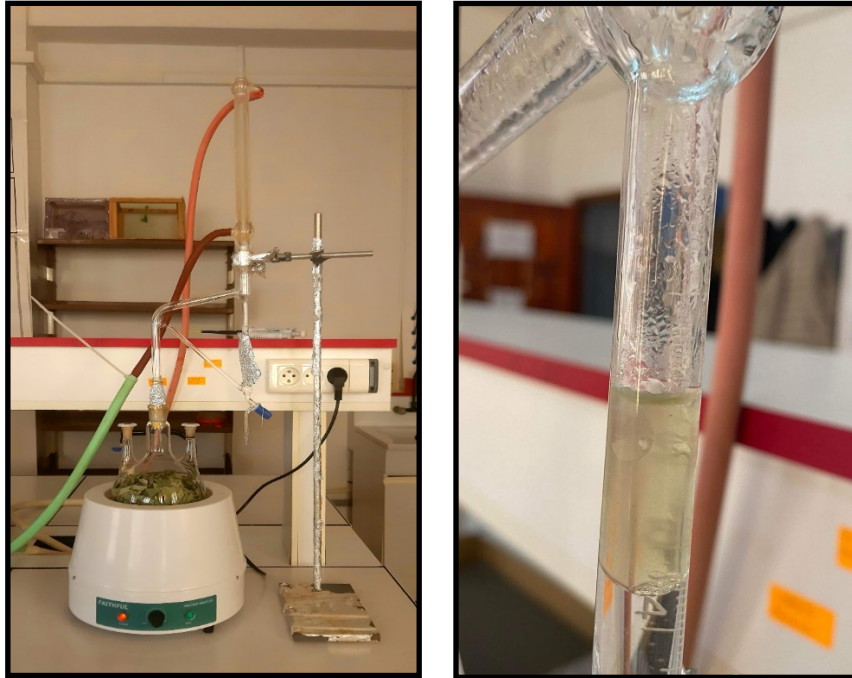


Figure 3. Extraction de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus*.

2.5. Toxicité par fumigation

Après un screening préalable, différentes concentrations de l'huile essentielle extraite des feuilles d'*Eucalyptus globulus* ont été appliquées : 5, 10, 15, 20 et 25 $\mu\text{l/l}$ d'air avec. Ces concentrations ont été déposées sur un disque de papier filtre de 2 cm de diamètre, suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle. Le traitement a été réalisé dans des boîtes en plastique de 60 ml contenant 10 g de blé sain. Six répétitions de 10 individus ont été effectuées pour chaque concentration. Une série témoin a été menée en parallèle avec des disques non traités.

Les mortalités enregistrées à 24, 48 et 72 h après traitement ont été corrigées selon la formule d'Abbott (1925), et les concentrations létales ainsi que leurs intervalles de confiance (95% IC) ont été calculées grâce à un Logiciel GRAPHPAD PRISM 8.

2.6. Test de répulsion

Ce test est utilisé pour mesurer le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* contre les adultes de *Tribolium confusum*, en suivant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par McDonald et al. (1970). Des disques de papier filtre de 9 cm de diamètre sont coupés en deux moitiés égales ; l'une est traitée avec l'huile essentielle mélangée à l'acétone, et l'autre uniquement avec de l'acétone. Des doses de 6 μl , 12 μl et 24 μl d'huile sont diluées dans 1 ml d'acétone pour assurer une répartition homogène sur le papier filtre. Les deux moitiés de papier filtre sont séchées à l'air libre, puis le disque est reconstitué et placé dans une boîte de Pétri (Fig. 7). Dix

individus sont déposés au centre du disque dans la boîte de Pétri, et dix répétitions sont effectuées pour chaque dose. Le nombre d'insectes sur chaque moitié du disque est compté après 30 minutes, 1 heure, 3 heures et 6 heures de traitement.

Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisée par Nerio et al. (2009) comme suit :

$$\text{(PR) \%} = \frac{[\text{NC}-\text{NT}]}{\text{NC}+\text{NT}} \times 100$$

- **NC** : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité uniquement avec l'acétone.
- **NT** : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec l'huile

Les valeurs moyennes ont été calculées et classées selon Mc Donald et al. (1970). Les classes de répulsion varient de 0 à V :

Classe 0 : PR < 0,1%

Classe I : RP = 0,1% à 20,0%

Classe II : RP = 20,1% à 40,0%

Classe III : RP = 40,1% à 60,0%

Classe IV : RP = 60,1% à 80,0%

Classe V : RP = 80,1% à 100,0%.

2.7. Analyses statistiques

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel GRAPH PAD PRISM 7. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne \pm l'écart-moyen (SEM). L'analyse de la variance à un critère de classification suivie du test HSD de Tukey ont été appliqués.

RESULTATS

3.1. Rendement de l'huile essentielle

L'huile essentielle extraite par hydrodistillation des feuilles d'*Eucalyptus globulus* se présente comme un liquide clair, de couleur jaune pâle, avec une forte odeur. Le rendement de cette extraction est de $1,08 \pm 0,2 \%$.

Tableau 1. Rendement et caractéristiques organoleptiques de l'HE extraite d'*Eucalyptus globulus*.

Rendement	Aspect	Couleur	Odeur	Solubilité
$1,08 \pm 0,2 \%$	Liquide	Jaune pâle	Camphrée, fraîche et forte	Liposoluble

3.2. Essais toxicologiques

Après un test de screening, différentes concentrations de l'HE d'*E. globulus* ont été appliquées par fumigation sur les adultes de *T. confusum* (5, 10, 15, 20 et 25 $\mu\text{l/l}$ d'air). Aucune mortalité n'a été observée dans les séries témoins.

Les mortalités corrigées varient de 14% à 24h jusqu'à 32% à 72h pour la dose la plus faible (5 $\mu\text{l/ml}$) et de 96 % à 24h jusqu'à 100% à 72h pour la plus forte dose (25 $\mu\text{l/ml}$). Ces mortalités augmentent de façon significative en fonction des doses appliquées et du temps après traitement chez les adultes de *T. confusum* à 24h ($F_{4, 20}=200,8$; $p<0,0001$), à 48h ($F_{4, 20}=207,5$; $p<0,0001$) et à 72h ($F_{4, 20}= 103,8$; $p<0,0001$). Les résultats montrent que le *E. globulus* appliqué par fumigation exerce une activité insecticide avec une relation dose-réponse à l'égard des adultes de *T. confusum*. Le classement des doses par le test HSD de Tukey révèle l'existence de 4 groupes de moyennes à tous les temps testés.

La courbe dose-réponse exprimant les pourcentages de mortalité en fonction du logarithme des doses appliquées (Fig.5) a permis l'estimation des concentrations létales (CL) ainsi que leurs intervalles de confiance et le HillSlope (Tableau 2).

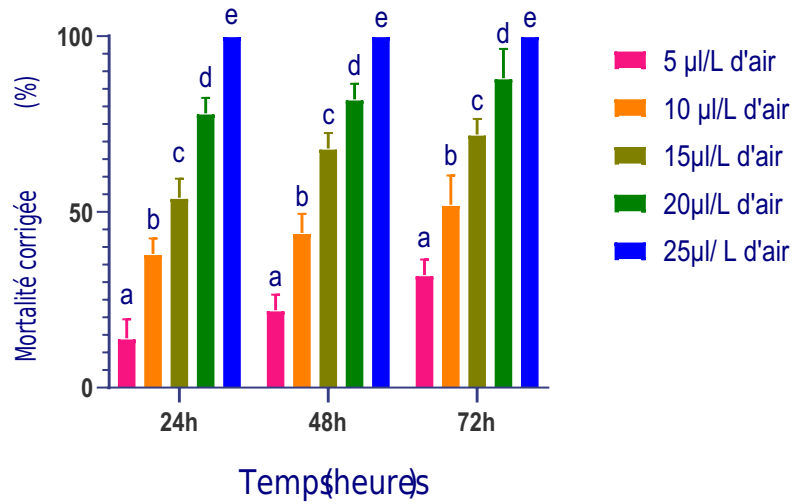


Figure 4. Toxicité de l'HE d'*Eucalyptus globulus* appliquée par fumigation ($\mu\text{l/l}$ d'air) sur les adultes de *Tribolium confusum* à différentes périodes : Mortalité corrigée (%) ($m \pm \text{SEM}$, $n=5$ répétitions de 10 individus chacune) : test HSD de Tukey.

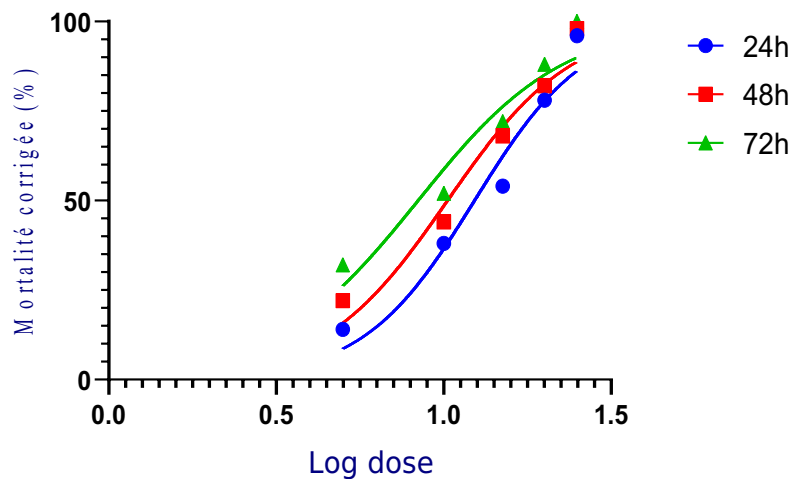


Figure 5. Effets de l'HE d'*E. globulus* appliquée par fumigation sur les adultes de *T. confusum* à différentes périodes : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.

Tableau 2. Efficacité de l'HE d'*E. globulus* appliquée sur les adultes de *T. confusum* : Détermination des concentrations létales.

Temps (heures)	R ²	Hill Slope	CL ₂₅ (µl/ml) IC (95%)	CL ₅₀ (µl/ml) IC (95%)	CL ₉₀ (µl/ml) IC (95%)
24 h	0,95	2,60	8,10 4,26 - 11,92	12,36 8,91 - 15,74	28,73 18,82 - 64,75
48 h	0,95	2,32	6,39 3,39 - 9,56	10,27 7,37 - 13,16	26,44 17,46 - 53,07
72 h	0,93	2,00	4,84 1,61 - 8,28	8,38 4,83 - 11,75	25,09 14,78 - 69,80

3.3. Effet répulsif de l'HE d'*E. globulus*

Les résultats du pouvoir répulsif à l'égard des adultes de *T. confusum* sont présentés dans le tableau 3. Le pourcentage de répulsion marque une augmentation en fonction des concentrations appliquées. Les forts taux de répulsion (85 % et 95%) sont observés à 3 h et 6h avec la plus forte concentration (24 µl/ml). Ces pourcentages augmentent avec le temps d'exposition et avec les concentrations appliquées. De plus, on note que l'HE d'*E. globulus* est classée en catégorie V de répulsion.

Tableau 3. Pourcentages (PR) et classes (CR) de répulsion de l'huile d'*E. globulus* testée sur les adultes de *T. confusum*.

Concentrations	Temps	PR	CR
6 µl/ml	30 min	10	I
	1 h	20	I
	3 h	30	II
	6 h	45	III
12 µl/ml	30 min	45	III
	1 h	70	IV
	3 h	75	IV
	6 h	80	IV
24 µl/ml	30 min	50	III
	1 h	70	IV
	3 h	85	V
	6 h	95	V

DISCUSSION

IV. DISCUSSION

4.1. Rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle obtenu par hydrodistillation des feuilles de *Eucalyptus globulus* a enregistré une valeur de $1,08 \pm 0,2$ % au cours de notre étude. Plusieurs études réalisées sur cette plante, montrent que le rendement en huile essentielle varie d'une espèce à une autre.

En faite, la méthode d'obtention des huiles essentielles reste une étape très importante qui peut agir directement sur la qualité et la quantité des huiles essentielles. Le succès de cette étape est interprété par le calcul du rendement (Bruneton, 1993). En outre, ce rendement est également influencé par les conditions environnementales, le génotype et le stade de développement (Aprotosoai et al, 2010) ainsi que par l'origine géographique de la plante (Mohammedi, 2011).

Le rendement obtenu au cours de notre étude est comparable à celui signalé par Debab & Masloub (2022) qui ont enregistré une valeur de $1,565 \pm 0,2$ %. Cette valeur est également similaire à celle trouvée par Pereira et al. (2005), qui ont rapporté un taux de 1,57%. Ce rendement varie d'un site à un autre dans la même région, il est de 3,40% dans le site de Tébessa ville (Brahmi & Yousfi, 2021).

Ces résultats dépassent ceux rapportés dans certaines régions de l'Algérie, avec un rendement de 0,50% dans la région d'Enaama (Abdellah 2018), 0,48 % et 1,19 % dans la région de la Kabylie (Taleb-Toudert, 2015). Selon Ouibrahim (2014), les régions à climat sec obtiennent les rendements les plus élevés. De plus, les performances de cette plante varient également d'un pays à l'autre. En Tunisie, le rendement est de 0,74% (Jerbi et al, 2017), au Maroc, il est de 1,90-2,7% (Farah et al, 2002), et en Australie, il est de 0,82% (Raymond & Schimleck, 2002).

Plusieurs facteurs, tels que le climat, la nature du sol, le moment de la récolte, la méthode d'extraction, le cycle végétatif et le chémotype, peuvent également expliquer ces variations (Besombes, 2008). Ce rendement peut également être influencé par l'âge des arbres et la maturité des feuilles, car les jeunes feuilles ont tendance à générer des rendements en huile supérieurs à ceux des feuilles adultes (Shiferaw et al, 2019). En outre, de nombreuses recherches ont démontré que les fractions de plantes fraîches présentent des rendements en HEs plus faibles (Silva et al, 2011), cela peut être dû à la présence de quantités importantes d'eau.

4.2. Toxicité de l'HE d'*E. globulus* à l'égard de *T. confusum*

Les tests toxicologiques ont pour objectif de déterminer le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, ils sont nécessaires pour évaluer les concentrations létales.

Selon Cseke et al. (1999), les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes afin de se défendre contre les ravageurs phytophages. La croissance, le développement et le comportement des insectes peuvent être influencés par les HEs, qui peuvent agir comme des anti-appétants (Hummelbrunner & Isman, 2001), des fumigants, des répulsifs (Mason, 1990; Watanabe et al, 1993), ou des régulateurs de croissance (Abedi et al, 2014; Ahmad et al, 2015; Bezzar et al, 2016; Lai et al., 2014). Elles ont la capacité de remplacer les insecticides classiques et semblent être en mesure de résoudre les problèmes environnementaux engendrés par ces derniers (Kim et al, 2003), en raison de leur faible toxicité pour les mammifères, de leur disponibilité et de leur capacité à se dégrader biologiquement (Rajendran & Sriranjini, 2008).

Notre étude a pour but de tester la toxicité de l'huile essentielle extraite d'*E. globulus* par fumigation à l'égard des adultes de *T. confusum*. Les résultats ont montré une activité insecticide de ces traitements avec une relation dose-réponse.

Tapondjou et al. (2005), ont montré l'activité insecticide des HEs du Cyprès et de l'Eucalyptus vis-à-vis de *Sitophilus zeamais* et de *Tribolium confusum*. Ces auteurs ont trouvé des CL₅₀ différentes pour les deux insectes, 0,36 µl /cm² pour *Sitophilus zeamais* et 0,48 µl /cm² pour *Tribolium confusum*, démontrant ainsi l'efficacité de ces huiles essentielles. De plus, les travaux de Sayada et al. (2021) réalisés sur *Rhyzopertha dominica* ont révélé l'activité insecticide de l'huile de *Lavandula angustifolia*, avec une relation dose-réponse. Tine et all (2017), ont testé une formulation commerciale d'azadirachtine, le Neem Azal par ingestion et par fumigation sur les adultes de *R. dominica* et les résultats ont montré une augmentation du taux de mortalité en fonction des concentrations appliquées.

La majorité des huiles essentielles altèrent la structure de la membrane cellulaire, mais certaines ont des effets neurotoxiques, en interaction avec des neurotransmetteurs tels que le GABA (acide gamma aminobutyrique) et l'octopamine, ou en inhibant l'acétylcholinestérase (Huignard, 2013 ; Tirakm et al., 2015).

De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'évaluation des effets insecticides de certaines plantes aromatique du genre Eucalyptus pour la protection des stocks de grains (Abou-Taleb et al., 2016). L'huile essentielle extraite à partir des espèces d'*Eucalyptus* contient des métabolites secondaires tels que les terpénoïdes et les composés phénoliques et ces composés ont été trouvés toxiques contre les ravageurs coléoptères des stocks (Koul et al., 2008 ; Bett et al., 2016). La bioefficacité de l'HE d'*Eucalyptus* a été démontrée dans divers tests tels que la toxicité par fumigation (Papachristos & Stamopoulos, 2004) et la toxicité par contact ou par ingestion (Mnayer, 2014). Les résultats de Aiboud (2012) ont montré que l'application des HEs de Myrte, d'Eucalyptus, d'Origan et de clous de girofle par inhalation induit une toxicité importante vis-à-vis des larves de *C. maculatus*.

Selon Taleb-Toudert (2015), l'HE d'*E. globulus* a induit une forte mortalité (100%) chez les adultes de *C. maculatus*, après 96 heures d'exposition à la dose 4µl/l d'air. Plusieurs études ont montré également la toxicité de l'huile d'*Eucalyptus globulus* contre plusieurs espèces d'insectes des denrées stockées tels que *Tribolium castaneum* (Reguibi, 2021), *Tribolium confusum* (Debab & Mesloub, 2022), *Rhyzopertha dominica* (Belhocine & Hammana, 2017), *Trogoderma granarium* (Brahmi & Yousfi, 2021) et *Acanthoscelides obtectus* (Regnault-Roger & Hamraoui, 1993 ; Taib, 2015). Ses propriétés insecticides sont dues à la présence de composés monoterpéniques tels que l'Eucalyptol, ou 1,8-Cinéole (Lee *et al.*, 2004), le Citronellal, le p-Cymène, l'Eucamalol, le Limonène, le Linalool, le α-Pinène, le α-Terpinéol et l'Allocimène (Choi *et al.*, 2002).

4.3. Effet répulsif de l'HE d'*E. globulus* à l'égard de *T. confusum*

Une propriété répulsive d'un pesticide botanique est d'éloigner les insectes nuisibles et de préserver les cultures (Isman, 2006). Les produits répulsifs éloignent les insectes nuisibles des matériaux traités en stimulant les récepteurs olfactifs ou autres (Talukder, 2006).

Nos résultats ont révélé le pouvoir répulsif de l'HE d'*E. globulus* à l'égard des adultes de *T. confusum* avec une augmentation des pourcentages de répulsion en fonction du temps d'exposition et des concentrations appliquées. De plus, on a noté que cette huile est classée en catégorie V de répulsion.

Plusieurs recherches ont mentionné le pouvoir répulsif de cette huile contre les adultes d'*A. obtectus* avec un taux de répulsion de 90% (Taib, 2015) et contre *T. confusum* (Debab & Mesloub, 2022). En outre, Tomizawa & Casida (1999) ont rapporté que cette activité dépend de la composition chimique de l'huile essentielle et du niveau de sensibilité des insectes. Les résultats de Hanif *et al.* (2016) ont également montré une activité répulsive de l'azadirachtine vis-à-vis de *Tribolium castaneum* et de *R. dominica* avec des taux de 77,66% et 81,48% respectivement.

Selon les études menées par Brahmi & Yousfi (2021), on note que l'HE d'*E. globulus* a une activité répulsive de 85% contre *Trogoderma granarium*. Plusieurs auteurs ont testé la répulsion de certaines huiles essentielles extraites de plantes aromatiques à l'égard de *Tribolium confusum*, telles que l'*Eucalyptus saligna* avec un taux de 98 % (Tapondjou *et al.*, 2005), *Teucrium polium* et *Artemisia herba alba* avec des taux de 76,68% et 68,33% respectivement (Lememailbi, 2019).

En effet, les travaux d'Aïboud (2011) ont montré l'effet répulsif des huiles essentielles extraites de *Syzygium aromaticum*, *Eucalyptus smithii* et *Pimenta racemosa* sur *Callosobruchus maculatus* avec des taux de répulsion de 86% - 87% après une demi-heure d'exposition.

***CONCLUSION ET
PERSPECTIVE***

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les pesticides synthétiques sont devenus un danger majeur pour la santé humaine et l'environnement, ce qui entraîne la nécessité d'utiliser d'autres alternatives naturelles. Les huiles essentielles des plantes aromatiques ont été utilisées. Elles sont considérées comme une source essentielle d'insecticides naturels et comme une alternative aux insecticides synthétiques.

Donc ce contexte, notre étude vise à évaluer l'activité insecticide et répulsive de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* à l'égard des adultes de *Tribolium confusum*.

Les essais toxicologiques d'*Eucalyptus globulus* à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* réalisés par fumigation ont permis de déterminer un effet insecticide avec une relation dose-réponse. Le test de répulsion réalisé par la méthode de la zone préférentielle a permis de mettre en évidence son pouvoir répulsif.

Cette étude basée sur l'utilisation des plantes aromatiques comme insecticide, ouvre de larges perspectives dans le domaine des connaissances fondamentales, d'une part et dans le domaine appliqué d'autre part. A l'avenir, il serait intéressant de compléter le présent travail par :

- Evaluation de l'effet des principes actifs (composants majoritaires) de cette huile essentielle.
- Evaluation de l'effet neurotoxique de cette huile chez les ravageurs des denrées stockées.
- Evaluation de l'effet de cette molécule bioactive sur la reproduction des adultes de *Tribolium confusum*.
- En dernier lieu, nous suggérons des essais pilotes dans les entrepôts de stockage afin de mieux évaluer l'efficacité de ce traitement *in situ*.

RESUME

VI. RESUME :

Notre étude a été menée dans le but de déterminer l'effet insecticide de l'huile essentielle extraite de la plante *Eucalyptus globulus* sur le taux de mortalité de l'insecte *Tribellium confusum*. En plus du pouvoir répulsif de ce bio-insecticide.

En effet, nous avons obtenu un rendement de 1,8% de la plante *d'Eucalyptus globulus* par l'hydrodistillation et Les essais toxicologiques réalisés par fumigation ont révélé l'activité insecticide de ces traitements avec une relation dose-réponse.

Par ailleurs, Le test de répulsion a montré qu'il existe un pouvoir répulsif important de l'huile *d'Eucalyptus globulus* contre les adultes de l'insecte *Tribellium confucum*, et on a noté que cet huile appartient à la cinquième catégorie.

Mots clés : *Eucalyptus globulus*, Huile essentielle, *T. confusum*, Toxicité, Répulsion.

ABSTRACT:

Our study was conducted to determine the insecticidal effect of essential oil extracted from the plant *Eucalyptus globulus* on the mortality rate of the insect *Tribellium confusum*. In addition to the repellent power of this bio-insecticide.

In fact, we obtained a yield of 1.8% from the *Eucalyptus globulus* plant by hydrodistillation and the toxicological tests carried out by fumigation revealed the insecticidal activity of these treatments with a dose-response relationship.

In addition, the repellency test showed that *Eucalyptus globulus* oil is highly repellent to adults of the insect *Tribellium confusum*, and it was noted that this oil belongs to the fifth category.

Key words: *Eucalyptus globulus*, Essential oil, *T. confusum*, Toxicity, Repellency.

ملخص:

أجريت دراستنا بهدف تحديد تأثير الزيت العطري المستخرج من *Eucalyptus globulus* على معدل هلاك حشرة *Tribellium confucum*. بالإضافة إلى القوة الطاردة لهذا المبيد الحشري الطبيعي.

في الحقيقة، حصلنا على محصول 1.8% من نبات *Eucalyptus globulus* عن طريق التقطير المائي بالإضافة إلى كشف اختبار السمية الذي أجراه التبخير عن نشاط المبيدات الحشرية لهذه الجزيئات النشطة بيولوجيا مع علاقة الجرعة والاستجابة.

كما جعل اختبار التنافر امكانية تسليط الضوء على القوة الطاردة لهذه العالجات ضد *Tribellium confucum*.

الكلمات المفتاحية: *Eucalyptus globulus* ، الزيت العطري، *T. confucum*، السمية، التنافر.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

Abdalla, W. (2018). Antibacterial and antifungal effect of cinnamon. *Microbiology Research Journal International*, 23(6), 1-8.

Abedi, Z., Saber, M., Gharekhani, G., Mehrvar, A. & Kamita, S. G. (2014). Lethal and sublethal effects of azadirachtin and cypermethrin on *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*. 107(2): 638-645.

Abou-Taleb, H. K., Mohamed, M. I., Shawir, M. S., & Abdelgaleil, S. A. (2016). Insecticidal properties of essential oils against *Tribolium castaneum* (Herbst) and their inhibitory effects on acetylcholinesterase and adenosine triphosphatases. *Natural Product Research*. 30(6) : 710-714.

Ahmad, A., Viljoen, A.M. & Chenia, H.Y. (2015). The impact of plant volatiles on bacterial quorum sensing. *Letters in Applied Microbiology*. 60(1): 8-19.

Aiboud, K. (2012). Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Magister. Biologie et écologie des populations et des communautés. Interaction « plantes-environnement ». Université Mouloud Mammeri. 83p.

Ammar MA, Bauer SR, Bass SN, Sasidhar M, Mullin R, Lam SW. Noninferiority of Inhaled Epoprostenol to Inhaled Nitric Oxide for the Treatment of ARDS. *Ann Pharmacother*. 2015 Oct;49(10):1105-12. doi: 10.1177/1060028015595642. Epub 2015 Jul 17. PMID: 26187741.

Aprotosoiaie, A.C., Spac, A.D., Hancianu, M., Miron, A., Tanasescu, V.F., Dorneanu, V. & Stanescu, U. (2010). The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *FARMACIA*, Vol. 58 (1); pp. 46-54.

B

Belhocine, A., & Hammana, F. (2017). Evaluation de l'effet des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* sur les paramètres biochimiques de *Rhizopertha dominica*, Master. Toxicologie. Analyses toxicologiques et biochimiques. Université Larbi Tébessi, Tébessa. 60-75P.

Besombes, C. (2008) Thèse de Doctorat : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques, Applications généralisées. Université de La Rochelle. France.

Bett, P. K., Deng, A. L., Ogendero, J. O., Kariuki, S. T., Kamatenesi-Mugisha, M., Mihale, J. M., & Torto, B. (2016). Chemical composition of *Cupressus lusitanica* and *Eucalyptus salignaleaf* essential oils and bioactivity against major insectpests of stored food grains. *Industrial Crops and Products*. 82: 51-62.

Bezzar-Bendjazia, R., Kilani-Morakchi, S. & Aribi, N. (2016). Growth and molting disruption effects of azadirachtin against *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 4(1): 363-368.

Brahmi, A. & Yousfi, R. (2021). Impact d'une huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les larves de *Trogoderma granarium* : Toxicité, Répulsion, Biochimie et Indices nutritionnels. Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa. 83p.

Brakni, A., & Guefaifia, Y. (2018). Evaluation de l'activité des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culiseta longiareolata*: morphométrie. Master. Science biologique. Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi Tébessa. 58p.

Brooker, M.I.H., Kleinig, D.A., 2006. Field Guide to Eucalyptus. Vol.1. South-easternAustralia, Third edition. Bloomings, Melbourne.

Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 2ème édition, Tec & Doc. Lavoisier, Paris.

C

Camara, A. (2009). Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera :Curculionidae) 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.

Choi, W. S., Park, B. S., Ku, S. K., & Lee, S. E. (2002). Repellent activities of essential oils and monoterpenes against *Culex pipiens pallens*. Journal of the American Mosquito Control Association. 18(4) : 348-351.

Cseke, L.J., Kirakosyan, A., Kaufman, P.B., Warber, S., Duke, J.A. & Brielmann, H.L. (1999). Natural products from plants. Second Edition. CRC, London, Newyork. 551p

D

Daizy R. Batish, Harminder Pal Singh, Ravinder Kumar Kohli, Shalinder Kaur, Eucalyptus essential oil as a natural pesticide, Forest Ecology and Management, Volume 256, Issue 12, 2008, Pages 2166-2174.

Debab, A. & Mesloub, A. (2022). Efficacité comparée d'une molécule bioactive et d'une huile essentielle vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées. Mémoire de Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa. 93p.

F

Farah, Abdellah & Fechtal, M. & Chaouch, A.. (2002). Effet de l'hybridation interspécifique sur la teneur et la composition chimique des huiles essentielles d'Eucalyptus cultivés au Maroc. Biotechnologie, Agronomie, Société ET Environnement. 6.

G

Guettal, S. (2021). Effets de deux biopesticides d'origine végétale sur un ravageur des denrées stockées. Thèse de Doctorat en Biologie et Physiologie Animale. Université Larbi Tébessi, Tébessa. 141p.

H

Hamidouche, S. (2021). Activité de deux huiles essentielles sur un insecte ravageur des denrées stockées: *Tribolium confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Hanif, C. M. S., Ul-Hasan, M., Sagheer, M., Saleem, S., Akhtar, S. & Ijaz, M. (2016). Insecticidal and repellent activities of essential oils of three medicinal plants towards Insect pests of stored wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 22(3): 470-476.

Huignard, J. (2013). Les plantes et les insectes : une lutte permanente. *Bulletin Trimestriel de la Société des Amis du Muséum National d'histoire Naturelle*. 251: 1-8.

Hummelbrunner, L. A. & Isman, M. B. (2001). Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpene essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(2): 715-720.

I

Isman, M.B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*. 51: 45-66.

J

Jerbi Amel, Amal Derbali, Abdelfatteh Elfeki & Majed Kammoun,(2017). Essential Oil Composition and Biological Activities of Eucalyptus globulus Leaves Extracts from Tunisia, *J.Essent.Oil-Bear. Plants*, 20:2, 438-448, DOI:10.1080/0972060X.2017.1304832.

K

Karahacane, T. (2015). Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse de doctorat en Sciences agronomiques. Protection des

Végétaux. Entomologie Appliquée. Ecole Nationale Supérieures Agronomique. 166p.

Kim K.S., Lee S., Lee Y.S., Jung S.H., Park Y., Shin K.H. & Kim B.K. 2003. Anti-oxidant activities of the extracts from the herbs of *Artemisia apiacea*. *J. Ethnopharmacol*, 85, 69-72.

Koul, O., Walia, S., & Dhaliwal, G. S. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopesticides international*. 4(1): 63-84.

L

Lai, D., Jin, X., Wang, H., Yuan, M. & Xu, H. (2014). Gene expression profile change and growth inhibition in *Drosophila larvae* treated with azadirachtin. *Journal of Biotechnology*. 185: 51-56.

Lee, B. H., Annis, P. C., & Choi, W. S. (2004). Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1, 8-cineole against 3 major stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*. 40(5) : 553-564.

Lemeailbi, N. (2019). Evaluation de l'effet répulsif d'*Artemisia herba alba* et *Teucrium polium L.* vis-à-vis des insectes des denrées stockées (*Tribolium confusum* et *Rhyzopertha dominica*). Master Biodiversité et physiologie végétale. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila. 74p.

M

Mason, J. R. (1990). Evaluation of d-pulegone as an avian repellent. *The Journal of Wild life Management*. 54(1): 130-135.

Metro A. 1970. Les Eucalyptus Dans Le Monde Méditerranéen. Ed. Masson Et Cie. Paris. P : 513.

Mc Donald, L. L., Guy, R. H., & Speirs, R. D. (1970). Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored-product insects. *USDA Marketing Research Report*. 882.

Mnayer, D. (2014). Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. Thèse de doctorat en Science. Chimie. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. France. 157p.

Mohammed, H. H. (2013). Repellency of Ethanolic extract of some indigenous plants against *Tribolium confusum* (du Val) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2(6): 27-31.

Mohammed Z. (2011), 3RXYRLU DQWLIRQJLTXH HW DQWLR [GDQW GH KXLOH HVVHQWLHOOH GH *Lavandula stoechad L.* *Nature & Technologie*. N06, 34-39.

Mossa, A. T. H. (2016). Green pesticides: Essential oils as biopesticides in insect-pest management. *Journal of environmental science and technology*, 9(5): 354.

N

Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. E. (2009). Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*. 45(3) : 212-214.

Ndiaye, Decole Sidy Baba., 1999 : Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Fonds Belge de Survie.

O

Ouibrahim, Amira & Tlili-Ait, Yasmina & Kaki, & Bennadja, Salima & Mansouri, Roukaya & Ait Slimane- Ait Kaki, Sabrina & Khbizi, Samiha & Djebbar, Mohammed-Réda. (2015). Activité antioxydante et anti-candidosique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* L. provenant de la région d'El Kala (Nord-Est Algérien). *Algerian Journal of Natural Products*. 3. 3:3-2015.

P

Papachristos, D. P., & Stamopoulos, D. C. (2004). Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. 40(5): 517-525

Pavela, R. (2004). Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*, 75(78), 745- 749.

Pavela, R. (2005). Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. *Fitoterapia*, 76(7-8), 691-696.

R

Raymond, C. A., & Schimleck, L. R. (2002). Development of near infrared reflectance analysis calibrations for estimating genetic parameters for cellulose content in *Eucalyptus globulus*. *Canadian Journal of Forest Research*. 32(1) : 170-176.

Reguibi, Z., M. (2021). Effet insecticide des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus sur *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Bruchidae) ravageur des céréales. Master en Ecologie. Université Aboubekr Belkaid-TLEMEN. 59p.

Regnault-Roger, C., & Hamraoui, A. (1993). Influence d'huiles essentielles aromatiques sur *Acanthoscelides obtectus* Say, bruche du haricot (*Phasoelus vulgaris* L.). *Acta Botanica Gallica*. 140(2) : 217-222.

Regnault-Roger, C., Ribodeau, M., Hamraoui, A., Bateau, I., Blanchard, P., Gil-Munoz, M. I., & Barberan, F. T. (2004). Polyphenolic compounds of Mediterranean Lamiaceae and investigation of orientational effects on *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research*. 40(4) : 395-408

Regnault-Roger C. (2005). Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. (ed.), Fabres Gérard (collab.), Philogène B.J.R. (collab.). Paris: Lavoisier, 1013 p. ISBN 2-7430-0785-0.

S

Sayada, Nardjess & Samir, Tine & Soltani, Noureddine. (2022). EVALUATION OF A BOTANICAL INSECTICIDE, LAVENDER (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA* (M.)) ESSENTIAL OIL AS TOXICANT, REPELLENT AND ANTIFEEDANT AGAINST LESSER GRAIN BORER (*RHYZOPERTHA DOMINICA* (F.)). *Applied Ecology and Environmental Research*. 20. 1301-1324. 10.15666/aeer/2002_13011324.

Scotti, G. (1978). Les insectes et les acariens des céréales stockées. (ed.); Institut Technique des Cereales et des Fourrages, Paris (France); Association Française de Normalisation, Paris-la-Défense (France).

Shiferaw, Y., Kassahun, A., Tedla, A., Feleke, G. & Abebe, A. A. (2019). Investigation of essential oil composition variation with age of *Eucalyptus globulus* growing in Ethiopia. *National Products of Chemistry Research*. 7: 360.

Silva, G. L., Luft, C., Lunardelli, A., Amaral, R. H., Melo, D. A., Donadio, M. V., ... & Guecheva, T. N. (2015). Antioxidant, analgesic and anti-inflammatory effects of lavender essential oil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2 suppl), 1397- 1408

T

Taib, H. (2015). Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* L. et de *Rosmarinus officinalis* L. à l'égard de bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera, Bruchidae). Master en Protection des Plantes Cultivées. Université Mouloud Mammeri. Tizi- Ouzou. 63p.

Taleb-Toudert K, (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Évaluation de leurs effets sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Université MOULOU MAMMERI de Tizi-Ouzou, Kabylie, Algérie, 206 p.

Talukder, F.A. (2006). Plant products as potential stored product insect management agents. *Emirates Journal of Agricultural Science*.18: 17-32.

Tapondjou, A. L., Adler, C., Djoukeng, J. D., Bouda, H., & Reichmuth, C. (2004). Comparative potential of powders and essential oils from leaves of *Clausena anisata* and *Eucalyptus saligna* to protect stored grains from attack by *Callosobruchus maculatus* and *C. chinensis* (Coleoptera, Bruchidae). *Compte Rendu de la Réunion*. 27 : 117.

Tapondjou, A. L., Adler, C. F. D. A., Fontem, D. A., Bouda, H., & Reichmuth, C. H. (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*. 41(1) : 91-102.

Tchoumboungang F, Zollo APH, Boyom FF, Nyegue MA, Bessière JM, Menut C. (2005) Aromatic Plants of tropical Central Africa. XLVIII. Comparative study of the essential oils of four Hyptis species from Cameroon: *H. lanceolata* Poit., *H. pectinata* (L.) Poit., *H. spicigera* Lam. and *H. suaveolens* Poit. *Flavour and Fragrance Journal*, 20, 340-343.

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) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri). 76p.

Tine, S., Halaimia, A., Chechoui, J., & Tine-Djebbar, F. (2017). Fumigant toxicity and repellent effect of azadirachtin against the lesser grain beetle, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col.: Bostrichidae). In: Recent Advances in Environmental Science from the EuroMediterranean and Surrounding Regions, A Kallel, M Ksibi, H Ben Dhia and N. Khélifi (Eds), Springer, Cham, pp 399-401.

Tine-Djebbar F., Trad M., Tine A.O., Tine S., Soltani N. (2023). Effects of menthol on nutritional physiology and enzyme activities of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F. 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). Journal of Plant Diseases and Protection. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00727-7>

Tine S, Tine-Djebbar F, Debab A, Mesloub A & Soltani N. (2023). Insecticidal efficacy and physiological effects of *Eucalyptus globulus* essential oil and its constituent, 1,8-Cineole against *Tribolium confusum* (Jacquelin du Val, 1868) (Coleoptera, Tenebrionidae). Journal of Plant Diseases and Protection. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00766-0>

Thomas, P. (1934). Observations on the general biology of the Flour Beetle, *Tribolium Confusum*. The Quarterly Review of Biology. 9(1): 36-54.

Tomizawa, M., Latli, B., and Casida, J. E. (1999). Structure and function of insect nicotinic acetylcholine receptors studied with nicotinoid insecticide affinity probes, in *Nicotinoid Insecticides and the Nicotinic Acetylcholine Receptor* (Yamamoto, I. and Casida, J., eds.), Springer-Verlag, Tokyo, Japan, pp. 271–292.

W

Watanabe, K., Shono, Y., Kakimizu, A., Okada, A., Matsuo, N., Satoh, A. & Nishimura, H. (1993). New mosquito repellent from *Eucalyptus camaldulensis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 41(11): 2164-2166.

Waongo, A., Yamkoulga, M., Dabire-Binso, C. L., Ba.M. N. & Sanon, A. (2013). Conservation post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 7(3): 1157-1167.

Z

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.