

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences biologiques

Spécialité : Biologie des populations et des organismes

Thème

**Extraction des huiles essentielles de menthe poivrée
(*Mentha piperita*) et *Eucalyptus globulus* : Etude des
structures secrétrices et effet sur les adultes de
Tribolium castaneum (Coleoptera ; tenebrinoïdae)**

Présenté par :

Melle CHEBINI Fatma

et

Melle AMICHI Karima

Devant le jury composé de :

Mme. BRAHMI K..

Professeur UMMTO Présidente.

Mme. TALEB TOUDERT K.

MCA UMMTO Promotrice.

Mme. LEKMACHE Y.

MAA UMMTO Examinatrice.

Promotion : 2020/2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord « **DIEU** » le tout puissant de nous avoir donné la santé et le courage d'effectuer ce travail de fin d'étude, dans les meilleures conditions.

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et nos chaleureux remerciements à Mme TALEB TOUDERT K. Maître de conférence A à l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, qui nous a guidé et orienté tout au long de la réalisation de notre travail.

Nous remercions aussi chaleureusement Mme BRAHMI K. Professeur à l'UMMTO pour avoir accepté de présider le jury, ainsi que Mme LEKMACHE Y. MAA à l'UMMTO qui a bien voulu juger ce travail.

Que tous les enseignants ayant contribué à notre formation trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.



Dédicaces

Avec toute fierté je dédie ce travail à deux personnes que j'aime le plus sur terre et auxquelles je ne cesserai de dédier tous mes succès.

A toi cher père MAHMOUD, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir. Je t'aime papa sache que quoi que je fasse je ne saurai point te remercier.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, chère maman que j'adore, GHALIA : à toi qui m'as tout donné, sans rien demander, à toi qui as tout laissé pour moi. Quoi que je fasse ou quoique je te dise je ne saurai point te remercier comme il se doit. Tu es une mère courageuse, exceptionnelle, tu es tout pour moi. Je t'aime ma belle.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour-là, mon grand frère qui est pour moi un deuxième père AKLI, qui a tout fait et tout sacrifier pour mon bien être, à mon frère et mon confident LOUNES et mon petit frère GAMAL le bonheur de la maison, à la meilleure sœur qu'on puissent avoir NAWEL, et toute ma famille pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral tout au long de mes études.

A mes amies AKILA, KARIMA, MASSIVA, SIHAM, KATIA, SABRINA, AMINA, DJIKO, FARIDA, SYNIA, FERROUDJA YASMINA, CYLIA, FATMA DJAMILA, LIZA et WARDIA et à tous mes amis de la promo. Merci pour tous ces petits moments qui sont devenus inoubliables grâce à vous.

FATMA





Dédicaces

Avec toute fierté je dédie ce travail à deux personnes que j'aime le plus sur terre et auxquelles je ne cesserai de dédier tous mes succès.

A toi cher père ARAB, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.

Je t'aime papa sache que quoique je fasse je ne saurai point te remercier.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, chère maman que j'adore, Ouardia : à toi qui m'as tout donné, sans rien demander, à toi qui as tout laissé pour moi. Quoique je fasse ou quoique je te dise je ne saurai point te remercier comme il se doit. Tu es une mère courageuse, exceptionnelle, tu es tout pour moi. Je t'aime ma belle.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour-là, tous frères et mes sœurs, pour leurs encouragements permanents et leur soutien moral tout au long de mes études et mon neveu.

A ma meilleure amie KATIA et mes autres amies. Merci pour tous ces petits moments qui sont devenus inoubliables grâce à vous.

KARIMA



Liste des figures

Figure 1 : <i>Tribolium Castaneum</i> (larve) G 40*2 (Originale 2022).....	5
Figure 2 : <i>Tribolium Castaneum</i> (adulte) G 40*2 (Originale, 2022)	5
Figure 3 : Semoule infectée par <i>Tribolium castaneum</i> (Originale, 2022)	7
Figure 4 : Cycle de développement de blé	12
Figure 5 : Feuille de <i>Mentha piperita</i> Genève OMS (2002).....	20
Figure 6 : Dispositif expérimental du test de fumigation.....	26
Figure 7 : Dispositif expérimental par repulsivité.....	28
Figure 8 : Coupe anatomique transversale d'une feuille de la menthe poivrée observée au microscope optique	29
Figure 9 : Coupe anatomique transversale de la feuille d' <i>E. globulus</i> observée au microscope optique.....	29
Figure 10 : Taux moyens de mortalité corrigés chez les adultes <i>T. castaneum</i> exposés à l'HE de <i>M. piperita</i>	32
Figure 11 : Mortalités corrigées chez les adultes de <i>T. castaneum</i> traités avec l'HE d' <i>E. globulus</i>	34

Liste des tableaux

Tableau I : Composition chimique de l'HE de la menthe poivrée (Patrick, 1992).	21
Tableau II : Le pourcentage de repulsivon moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes de Dolan et al (1970)	28
Tableau III : Nombre d'adultes de <i>T castaneum</i> dénombrés dans les deux parties du papier Wattman traitées à différentes doses pour les HE d' <i>E. globulus</i> et <i>M.piperita</i> et leur position dans la classification de MC Donald (1970).	30
Tableau IV: Mortalités moyennes des adultes de <i>T castaneum</i> (\pm écart type) observe après traitement à l'huile de Menthe poivrée.....	31
Tableau V : Taux moyens des mortalités observées (%) chez les adultes de <i>T castaneum</i> traités avec les HE de menthe poivrée et d' <i>M.poivrée</i>	31
Tableau VI: Taux moyens de mortalité corrigés chez les adultes <i>T castaneum</i> exposés à l'HE de <i>M. piperita</i>	32
Tableau VII : Mortalités moyennes des adultes de <i>T castaneum</i> (\pm écart type) observées après traitement à l'huile d' <i>E.globulus</i>	33
Tableau VIII : Taux moyens de mortalités observées chez les adultes de <i>T castaneum</i> avec <i>E. globulus</i>	33
Tableau VIII : Mortalités corrigées chez les adultes de <i>T castaneum</i> traités avec l'HE d' <i>E. globulus</i>	34

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : *Tribolium castaneum*

I.1. Présentation de <i>Tribolium Castaneum</i>	3
I.1.1. Classification taxonomique.....	3
I.1.2. Cycle de vie et biologie de <i>Tribolium Castaneum</i>	4
I.1.3 Cycle de développement	6
I.1.4 Importance économique.....	6
I.1.5 Facteurs de développement.....	7
I.1.6 Dégâts causés par <i>Tribolium Castaneum</i>	7
I.1.7 Moyens de lutte	8
I.2. Présentation de la plante hôte : le blé.....	9
I.2.1 Taxonomie de blé dur	9
I.2.2. Les caractères morphologiques de blé	10
I.2.2.1. L'appareil végétatif.....	10
I.2.2.2 L'appareil reproducteur	10
I.4. Composition biochimique de grain de blé	10
I.4.1 Les éléments principaux	10
I.4.2 Les éléments secondaires	11
I.5 Cycle de développement de blé	13
I.6 Production et consommation de blé en Algérie	13
I.6.1 Consommation céréales	13
I.7 La flore et la faune nuisible au blé	13
I.7.1 les plantes adventices	13

I.7.2 Les maladies fongiques	14
I.7.3 Les nématodes	14
I.7.4 Les oiseaux	14
I.7.5 Les insectes	14

Chapitre II : Les huiles essentielles

II.1. Définition	16
II.2. Répartition et localisation des huiles essentielles dans la plante	16
II.3. Propriétés physico –chimiques des huiles essentielles	16
II.4. Composition chimique des huiles essentielles	17
II.5. Techniques d'extraction des huiles essentielles	17
II.6. Activités biologiques des huiles essentielles	18
II.6.1. Activité antibactérienne	18
II.6.2. Activité antioxydante.....	19
II.6.3. Activité antiviral	19
II.6.4. Activité neurale.....	19
II.6.5. Activité insecticide	19
II.7. Présentation botanique de la menthe poivrée et <i>Eucalyptus globulus</i>	20
II.7.1 La Menthe poivrée	20
II.7.1.1 Description botanique.....	20
II.7.1.2 Classification botanique	20
II.7.1.3 Composition chimique.....	21
II.7.1.4 Propriétés de la menthe poivrée	22
II.7.2 L'espèce <i>Eucalyptus globulus</i>	22
II.7.2.1 Description botanique d' <i>Eucalyptus globulus</i>	22
II.7.2.2 Classification botanique	22
II.7.2.3 Huile d'eucalyptus.....	23

II.7.2.4 Principaux composants chimiques du genre <i>Eucalyptus</i>	23
II.7.2.5 Propriété médicale de <i>l'eucalyptus globulus</i>	23
II.7.2.6 Usage industriel	23

Chapitre III : Matériel et Méthodes

III.1. Activité biologique des huiles essentielles vis à vis des insectes des denrées stockées	26
III.1.1 Elevage de <i>Tribolium Castaneum</i> : élevage de masse	26
III.1.1.2 Bio tests	26
III.1.1.2.1 tests de repulsivité	27
III.1.1.2.2 test de fumigations.....	26

Chapitre IV : Résultat et discussion

IV.1. Structure sécrétrices des huiles essentielles d' <i>E. globulus</i> et <i>M. piperita</i>	29
IV.1.1. Etude des structure sécrétrice d'HE de <i>Mentha piperita</i>	29
IV.1.2. Etude des structure sécrétrice d'HE d' <i>E globulus</i>	29
IV.2. Test de repulsivité	30
IV.3. Traitement par fumigation	31
IV.3.1. L'huile essentielle de <i>M. piperita</i>	31
IV.4. Traitement à l'huile d' <i>E. globulus</i>	33

Conclusion	36
-------------------------	-----------

Bibliographie.

Annexes.

Introduction

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (**Djermoun, 2009 ; Ranum et al., 2014**). Le blé constitue la principale culture céréalière dans le monde. Sa consommation évolue progressivement d'une année à une autre pour atteindre en 2006 près de 690 millions de tonnes dans le monde et 30 millions de tonnes en Afrique du Nord (**Kellou, 2008**). En Algérie, la consommation a atteint 201 Kg/tête d'habitant durant l'année 2003 (**Djaouti, 2010**).

Pour assurer un approvisionnement régulier en blé aux consommateurs, le stockage est devenu une nécessité et le seul moyen de régulation du marché durant toutes les saisons. Mais, malheureusement au cours du stockage, ce produit céréalier est le plus souvent soumis à des attaques par des rongeurs, des champignons, des acariens et des insectes. Chez les insectes, les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de Coléoptères et de Lépidoptères (**Delobel, 1993 ; Fleurat-Lessard, 1994**).

La présence de ces ravageurs au niveau des unités de stockage peut causer une détérioration de grain et par conséquent des pertes sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif (**Gwinner et al., 1996**).

En effet, les pertes causées par les ravageurs des céréales stockées à l'échelle mondiale sont estimées à plus de 100 millions de tonnes dont 13 millions sont dus aux insectes. En Afrique, ces pertes se chiffrent à 30% par contre, elles restent très faibles dans les pays développés, dont elles avoisinent les 3 % (**Bulot, 1990**). En Algérie, les pertes du blé en post-récolte dues aux insectes sont estimées entre 10 à 12% dans les unités de stockage (**Nacef et Sadok, 2004**).

Actuellement, la protection des cultures et des denrées stockées est difficile car les moyens fournis pour ce but sont moins fiables et plus coûteux. Pour cela, les chercheurs s'orientent vers l'utilisation des bioinsecticides d'origine végétale en particulier les plantes aromatiques des familles des *Rutacées*, *Méliacées*, *Lamiacées*, *Astéracées*, *Labiées*, *Pipéracées*, *Myrtacées*, *Verbénacées* et *Annonacées* qui par leurs extraits végétaux, agissent comme des biopesticides (**Tapondjou et al., 2005 ; Kellouche, 2005 ; Isman, 1995**).

Au cours de ces dernières années, les huiles essentielles extraites de plantes représentent les voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leurs applications dans la protection

des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et fumigante (**Kéïta *et al.*, 2000 ; Regnault, 2002**).

En Algérie, le recours aux plantes comme source de pesticides est nécessaire d'autant plus qu'elle dispose d'un patrimoine végétal très riche mais malheureusement peu exploité. C'est ce manque de données sur les plantes algériennes qui nous a incité à choisir une grande liste d'espèces végétales composée de plantes spontanées et de plantes cultivées pour notre expérimentation.

Dans ce contexte, nous avons divisé le travail effectué en deux parties, une partie bibliographique consacré à l'étude de l'insecte *Tribolium castaneum* ainsi qu'à l'extraction des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Mentha piperita*, et la détermination de leur effet et rendement.

La deuxième partie consiste à évaluer le potentiel insecticide de ces plantes, en premier lieu et la seconde partie l'expérimentation concerne l'évaluation de la mortalité sous l'effet de ces deux huiles, la troisième partie concerne les résultats et la discussion qui se termine par une conclusion.

Chapitre I

Tribolium castaneum

I.1 Présentation de *Tribolium Castaneum*

Tribolium Castaneum originaire d'Asie du sud a été trouvée dans la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J-C) : elle est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants (Delobel et Trane, 1993).

Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments (Dave, et al, 2001). *Tribolium castaneum* se rencontre dans toutes les parties du monde. Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine. Il est très abondant dans les régions tropicales. Sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (Christine, 2001). Hors des greniers : On rencontre cette espèce ce rencontre en Asie du Sud sous l'écorce des arbres : signalé à Hawaii dans des nids de Megachil. Egalement en Afrique du Sud dans des glands (fruits, de *Quercus* sp) (Delobel et trans , 1993).

I.1.1 Classification taxonomique

Selon (Haines, 1991). La classification de *Tribolium castaneumt* est la suivante :

Règne:	Animalia
Embranchement :	Arthropodes
Classe:	Insecta
Sous-classe:	Ptérygotes
Ordre:	Coleoptera
Sous –ordre:	Polyphaga
Famille:	Tenebrionidae
Sous-famille:	Tenebrioninae
Genre:	<i>Tribolium</i>
Espèce:	<i>Tribolium Castaneum</i>

I.1.2 Cycle de vie et biologie de *Tribolium Castaneum*

Les adultes de *Tribolium Castaneum* sont pourvus d'ailes mais ils sont incapables de voler. Ils sont lucifuges, se cachant dans les coins les plus obscurs, de préférence, dans les fissures des murs.

Selon **Jerraya (2003)**, les températures limites de leur survie sont de -6 à +50°C. Ils sont très résistants à la sécheresse et capable de survivre à un jeune de 25 à 45 jours

Selon **Winner et al. (1996)**, *T. Castaneum* peut vivre à des températures variant de 22 à 40°C et une humidité relative comprise entre 1 et 90%. Les conditions optimales de développement sont une température de 35°C et 75% d'humidité relative pour accomplir un cycle au bout de 20 jours

✓ Œuf

L'œuf mesure en moyenne 0,6 X 0,3 mm Il est oblong, blanchâtre, presque transparent, à surface lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer au substratum et l'enrobe d'une couche de farine. (**Lepesme, 1944**).

✓ Larve

Le *Tribolium* passe par 4 à 12 stades larvaires. La larve est blanchâtre à jaune brun et atteint 5 à 6 mm de longueur. La tête et l'extrémité inférieure du corps sont plus foncés tirant sur le rougeâtre. L'extrémité postérieure de l'abdomen se termine par deux petits cerques foncés. La larve de *Tribolium* est très active et se déplace librement en creusant des galeries sinueuses dans la masse de farine (**Jerra, 2003**).



Figure 1 : *Tribolium Castaneum* (larve) G 40*2 (Originale , 2022)

✓ **Nymphe**

La nymphe à une forme cylindrique Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (**Christine, 2001**).

✓ **Adulte**

L'adulte est un petit coléoptère qui mesure 3 à 4 mm, de couleur brun roux, de forme allongée et étroite aux antennes courtes et moniliformes avec élargissement des trois derniers articles formant une massue terminale. Il a une tête large et plate, dépourvue de rostre, le thorax est sans dents latérales le pronotum est rectangulaire plus large que long finement ponctué. Les élytres sont allongés et parallèles avec des stries bien nettes. Les pattes sont courtes, à tibias aplatis (**Balachowsky et pierre 1962 ; Gwinne et al.,1996 ; Jerra, 2003 ; Janovy et al., 2007**).



Figure 2 : *Tribolium Castaneum* (adulte) G 40*2 (Originale, 2022)

I.1.3 Cycle de développement

Selon GUEYE *et al.* (1997) *T. castaneum* est considéré parmi les insectes des stocks plus ubiquiste. Polyphage et le plus redoutable. La température optimale du développement de *Tribolium castaneum* est comprise entre 25 à 38 °C. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond entre 500 à 800 œufs. Les larves sont mobiles, d'une teinte blanche avec du jaune et passe par 5 à 11 mues avant d'atteindre 5 mm à la fin de leur croissance. A la fin du dernier stade larvaire. Les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes même aliments que les larves. Elles sont blanches au départ mais leur couleur s'assombrit graduellement avant de devenir adultes. 9 à 17 jours plus tard, les adultes se nourrissent mêmes aliments que les larves et vivent entre 15 et 20 mois. On peut rencontrer générations par an (GUEYE *et al.*, 1997).

I.1.4 Importance économique

Cette espèce a eu une longue association avec l'alimentation humaine stockées et a été trouvé en association avec un large éventail de produits de base dont les céréales, farine, pois, haricots, cacao, fruits secs et épices, mais les produits de céréales moulues, comme la farine semble comme leur aliment préféré (Campbell, 2003). La larve et l'adulte de *Tribolium castaneum* attaquent les grains de préférence déjà endommagés par d'autres insectes. Ils escortent souvent les charançons dont ils parachèvent les dégâts. D'autres auteurs rapportent que les larves et les adultes peuvent s'attaquer aux grains de céréales sains (c'est ce que nous avons constaté). Desmarchelier (1988) et Sinha *et al.* (1988) ont observé et récolté des larves et des adultes sur les grains de céréales et la farine stockés. Cette dernière devient alors brune et à une odeur désagréable, qui peut persister dans le produit transformé (Christine, 2001). Ils souillent les grains et la farine par les dépouilles des mues larvaires.

I.1.5 Facteurs de développement

D'après Robinson (2005), les phénomènes biologiques chez *T. Castaneum* gouvernés surtout par la température et l'humidité, mais il y a d'autres facteurs comme champignons et la prédation qui sont inclus. Les limites de croissance en fonction température sont : minimum (22-22,5) °C et maximum (37,5 -40) °C.

I.1.6 Dégâts causés par *Tribolium Castaneum*

Tribolium Castaneum est caractérisé par une très grande polyphagie. Il attaque les céréales et les produits céréaliers, arachides, noix, cacao, fruits secs et parfois les légumineuses (**Gwinner et al., 1996**) aussi bien le mil et le maïs. En cas de forte infestation, l'adulte libère des substances quinoléiques qui confèrent à la d'entrée une odeur répulsive caractéristique. Il ne peut pas déprécier les grains sains qu'à partir des entrées ou trous faits par les ravageurs primaires (**Bekon et fleurat –Lessard, 1989**). Il accompagne souvent les charançons du genre *Sitophilus* pour utiliser leurs dégâts sur les farines et graines endommagés (**Cruz et al., 1988**). Les exuvies larvaires et les déjections s'accumulent dans les farines contribuant encore à les déprécier (**Balachowsky et Pierre, 1962**). L'infestation cause des odeurs persistantes et désagréables au niveau des produits (**Gwinner et al., 1996**). Les adultes, qui peuvent vivre très longtemps (2ans) , possèdent des glandes qui produisent une sécrétion nauséabonde dépréciant fortement les d'entrées et donnant une odeur âcre à la farine fortement infestée (**Cruz et al.,1988**) .

En plus, l'activité des insectes peut entrainer un dégagement de chaleur dans les céréales ainsi que l'humidification du grain , favorisant le développement des microorganismes qui contribuent à leur tour à la détérioration de la denrée avec production de mycotoxine (**Nesci,et al .,2011**).Elle constitue aussi un support nutritif pour un grand nombre d'acariens saprophytes , y compris le Triglyphe de la farine *Acarus siro* L ., lequel se développe aux dépens du germe des grains humides détruisant ainsi leur faculté germinative (**Jerraya , 2003**).



Figure 3 : Semoule infectée par *Tribolium castaneum* (**Originale, 2022**)

I.1.7 Moyens de lutte

Il existe de nombreux moyens de lutte pour éradiquer *T. Castaneum* nuisible des denrées stockées :

✓ La lutte physique

La lutte physique consiste en l'utilisation de la température basse (froid) ou haute (chaleur). Les basses températures réduisent le développement, la prise de nourriture, la reproduction et la survie des insectes (**Fleurat-Leussard, 1978**). La température optimale pour la reproduction et le développement de la plupart de ces insectes se situe entre 25 et 33°C (**Herman, 1998**). En dessous de 10°C le développement des insectes est bloqué. En pays tempéré la ventilation par journée froide permet d'abaisser la température au niveau du stock. En région chaude, cette technique étant coûteuse n'est utilisée que pour le stockage de sécurité des semences. (**Cruz, 1988**).

✓ La lutte biologique

La lutte biologique est une méthode classique, qui permet d'utiliser des micro-organismes naturels qui sont soit des prédateurs (Acarien : Cheyletidae) soit des parasites (Lariophagus distinguendus) ou des agents pathogènes (bactéries, champignons.. etc.). Ainsi que les produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales, des huiles végétales, huiles essentielles ...(Seck ,1991).

✓ La Lutte génétique

Comme *Tribolium* est capable de résister à toutes les classes d'insecticides, le contrôle de ce ravageur nécessite de nouvelles stratégies de lutte. (**Richards,2008**) a justement permis d'identifier des protéines susceptibles d'être ciblées par de nouveaux insecticides, comme des canaux ioniques, des récepteurs nucléaires (**Bonneton ,2010**).

I.2 Présentation de la plante hôte : le blé

Le blé est une céréale de la famille des Graminées, cultivé pour l'alimentation depuis les temps préhistoriques par les peuples des régions tempérées. La culture du blé remonte au néolithique, elle est largement répartie sur tous les continents, mais reste présente principalement en Europe et en Asie (**Simon ,1989**). Il existe deux variétés de blé : le blé dur et le blé tendre.

Le blé dur est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum*.

C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence. Constitué d'une graine et d'un tégument. Leur famille comprend 600 genres et plus de 5000 espèces (**Feuillet.2000**).

I.2.1 Taxonomie de blé dur

Le blé dur est classé selon la classification APG (III) comme suit :

Règne	Plantea
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cryperales
Famille	Poaceae

I.2.2 Les caractères morphologique de blé

I.2.2.1 l'appareil végétatif

✓ Les racines

On deux sortes de racines : Les racines primaires ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination, un système racinaire fasciculé assez développé. (racines adventifs ou coronaires) : qui sont produites par le développement de nouvelles talles, Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50 (**Soltner, 1990**).

✓ La tige

Sont des chaumes, cylindriques souvent creux par résorption de la moelle centrale mais chez le blé dur est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille (**Soltner, 1990**).

I.3 L'appareil reproducteur

Les fleurs sont regroupées en inflorescence correspondant à l'épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet constitué de grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes (inférieure et supérieure). (**Gate, 1995**)

I.4 Composition biochimique de grain de blé

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydraté, leur teneur en eau est aux environs de 14%. Les constituants des grains sont :

I.4.1 Les éléments principaux**✓ Les glucides**

Les glucides sont présents sous la forme de sucre simple, mais surtout compose de l'amidon et substance énergétique par excellence facilement digestible, c'est le constituant majeur des céréales 60 à 65% du poids du blé et 70 à 73 % pour le maïs. La cellulose qui entre dans la composition du péricarpe est un glucide complexe, difficilement digestible par les monogastriques. (**Feillet, 2000**)

✓ Les protéines

Ce sont des composés d'azote que l'on rencontre sous forme simple (acide amine) et sous forme plus complexe (protéine), en peut les classes d'après leur propriété de solubilité en :

1. Albumen soluble dans l'eau.
2. Globuline soluble dans les solutions saline diluée.
3. Prolamine soluble dans les solutions alcooliques.
4. Glutamine soluble dans les solutions dilue d'acides ou d alcalis.

Ainsi, La teneur en protéine des céréales varie suivant les espèces, elle est en moyenne de

12% pour le blé (**Niquet et Classeran, 1989**). Par ailleurs, le blé contient un ensemble particulier de Composés solubles dans l'alcool (gliadine) et soluble dans l'eau (glutamine) appelé gluten dont les Propriétés est de lever par fermentation (**Cruz et al, 1988**).

✓ Les lipides

Les lipides sont des biomolécules pratiquement insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants apolaires tels que chloroforme, le benzène ou l'éther (**Kessous,1993**), Ils sont localisés surtout

dans le Germe et les enveloppes, la matière grasse qu'ils renferment est de 12,5% dans le germe, 5,6% dans les Enveloppes, et 0.8 à 1% dans 1 albumen. Les lipides sont des constituants mineurs du blé, ils Représentent de 2 à 3% du grain sec (**Adrian, 1987**). C'est pour cela que le germe est éliminé de la Farine pour éviter le vieillissement qui sera accéléré à cause de l'évolution des lipides (**Grandvoinet et Prati, 1994**).

I.4.2 Les éléments secondaires

✓ **Les pigments et les vitamines**

Ce sont des composés chimiques très complexes, concentrés surtout dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Ils sont parfois associés à des vitamines (pigment caroténoïde) (**Niquet et Lasseran, 1989**). Ainsi, les grains de blé contiennent principalement trois vitamines, la vitamine B1, B2 et PP, les autres vitamines sont aussi présentes mais avec une faible teneur (**Godon et Lasseran, 1989**).

✓ **Les enzymes**

Ils sont présents en faible quantité dans le grain, les plus importants sont :

1. Les protéases trouvées en quantité relativement faible, dont l'une d'elles coupe les chaînes Polypeptidiques en leur milieu avec une production de molécules de masses encore élevée. L'autre agit Pré de l'extrémité de chaînes et libère les acides aminés libres et les peptides.
2. Les amylases sont des hydrolases capables de dégrader spécifiquement les liaisons Glucosidiques de l'amidon (amylase et amylopectine) et de ses produits de dégradation (malt, dextrine) Jusqu'au stade oligosaccharide qui vont être utilisées par les levures durant le processus de la Fermentation panair (**Adrian et Pouffait, 1996**).
3. La lipase qui est une enzyme lipolytique trouve son activité concentrée dans la couche à aleurone et Augmente au cours de la germination. Dans la farine elle croît avec le taux d'extraction puisqu'elle augmente la production d'acides gras insaturés lors de la mouture et la conservation (**Potus et al, 1994**).

✓ **Les minéraux**

Ils sont présents dans le grain en faible quantité à raison de 2 à 3% de la matière fraîche du grain. Les Principaux minéraux sont le potassium, le magnésium, le cuivre souvent associé à des sels (phosphate, Chlorure ou sulfate).

✓ **L'eau**

L'eau dans le blé représente 8 à 9 % avec une valeur moyenne de 14% (Godon, 1991).

Cette caractéristique de siccité des blés permet de faciliter les opérations de transport, de conservation et la possibilité de traitement par voie sèche. Du point de vue physique et chimique son action de Solvant favorise les réactions enzymatiques et les attaques microbiennes lorsque sa teneur dans le grain dépasse un certain seuil (Niquet et Lasseran, 1989).

L'eau est présente dans le grain sous des formes différentes (Cruz *et al.*, 1989) :

1. L'eau de dissolution dans les vacuoles des cellules ; c'est une eau que l'on qualifie « libre »
2. L'eau d'inhibition associée aux colloïdes.
3. L'eau de constitution très fortement fixée à la molécule.

I.5 Cycle de développement de blé

En général, toutes les céréales ont le même cycle de développement, qui représente l'ensemble des modifications phénologiques qui apparaissent au cours du cycle de la culture (Bouffenaar *et al.*, 2006).

Trois périodes repères caractérisent le développement du blé à savoir : La période végétative, reproductrice et période du grain et maturation.

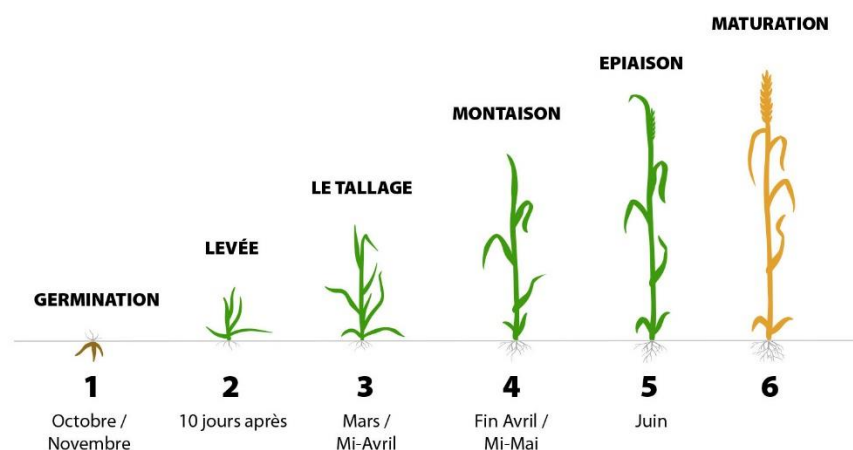


Figure 4 : Cycle de développement de blé (Site : Espace-pain.info)

I.6 Production et consommation de blé en Algérie**I.6.1 Consommation des céréales**

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /habitant/ans.

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Répartis sur une large échelle de revenus, les consommateurs algériens sont soumis à des influences culturelles contradictoires, ils peuvent être attachés aux traditions (consommations préparées d'une manière artisanale) ou tentés par les signes de modernité (restauration de masse et consommation de produits issus de l'industrie alimentaire). La résultante des comportements de ces consommateurs change donc en fonction de l'évolution démographique, le tassement des revenus et la libéralisation des prix des produits de première nécessité). (**Anonyme, 2009**).

I.7 La flore et la faune nuisibles au blé**I.7.1 les plantes adventices**

Les plantes adventices provoquant des pertes atteignent de 20% de rendement des céréales (**Fritas,2012**). Parmi les mauvaises herbes les plus fréquentes en Algérie (**Belaid,1990**) on cite les :

La folle avoine : provoque une concurrence à tous les stades de développement avec la culture la moutarde des champs.

I.7.2 Les maladies fongiques

De nombreuses maladies fongiques tel que l'oidium, le charbon, les rouilles, la fusariose, peuvent attaquer des différents organes du blé, à différents stades de son développement. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et que les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies (**Boufenar-Zaghouane et Zaghouane , 2006**)

I.7.3 Les nématodes

D'après **Haddadi (2015)**, les nématodes parasites des plantes sont d'une importance économique mondiale. Ces ravageurs représentent l'un des problèmes phytosanitaires les plus difficiles à lutter. 10 % de la production agricole mondiale est perdue à cause de ces dégâts

(Whitehead, 1998). Les principaux nématodes parasites sont les nématodes à kyste, à galles et les nématodes des inflorescences.

I.7.4 Les oiseaux

Les oiseaux sont attirés par les céréales depuis le stade laiteux jusqu'à la maturité. Ils détachent le grain de l'épillet, laissant l'épi endommagé et les glumes et glumelles éparpillées sur le sol. L'oiseau le plus fréquemment nuisible aux semis des céréales c'est le corbeau freux. Il arrache la jeune plantule et consomme ce qui reste de la semence (Azoui, 2015).

I.7.5 Les insectes

D'après Bouallegue (2017), de nombreuses espèces d'insectes sont des déprédateurs des céréales et s'attaquent aux divers stades de croissance de la plante. Ils représentent une contrainte majeure suite aux dégâts qu'ils occasionnent. Les principales espèces d'insectes ravageurs sont d'ordre des :

- Diptères tel que les mineuses
- Coléoptères tel que le charançon et le *Tribolium*.
- Lépidoptères tel que la pyrale de la farine
- Orthoptères tel que le criquet pèlerin
- Hémiptères tel que les pucerons et la punaise des verte des céréales.

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à un insecte coléoptère qui causent

Actuellement des dégâts considérables au niveau des sillons de stockage des céréales, il s'agit de l'espèce *Tribolium Castaneum*.

Chapitre II

Les huiles essentielles

II.1 Huile essentielle

II.1.1 Définition

Une huile essentielle est une substance liquide, odorante volatile, de consistance huileuse, offrant une forte concentration en principes actifs. (**Bruneton, 1999**).

II.1.2 Répartition et localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Les genres capables d'élaborer les constituants qui les composent sont répartis dans une cinquantaine de familles botaniques parmi lesquelles les Lamiacées, les Astéracées, les Rutacées, les Cannelacées, Les Lauracées, les Myrtacées et les Zingibéracées. Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes : fleurs (rose) , feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier), écorces (cannelier) , bois (bois de rose, santal), racines (vétiver), rhizomes (curcuma, gingembre), fruits (anis, badiane) et graines (muscade) . La synthèse et l'accumulation de huiles essentielles sont généralement associés à la présence de structures histologiques spécialisées , souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : celles à huiles essentielles des Lauracées ou des Zingibéracées poils sécréteurs des Lamiacées , poches sécrétrices des Myrtacées ou des Rutacées, canaux, sécréteurs des Apiacées ou des Astéracées (**Mezerket, 2010**)

II.1.3 Propriétés physico –chimiques des huiles essentielles

Toutes les huiles essentielles sont volatiles, odorantes et inflammables. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1. Seules trois HE officinales ont une densité supérieure à celle de l'eau, ce sont les HE de cannelle, de girofle et de saffras. On trouve généralement les HE incolores ou jaune pâle à l'état liquide à température ordinaire. Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvant organiques (**Bruneton, 1999**) Leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100°C et dépend de leurs poids moléculaires par exemple les points d'ébullition du caryophyllène , du géraniol , du citral et du α -pinène sont 260° , 230° , 228° et 156°C respectivement, mais d'après **Valnet (1984)**, ce point varie de 160°C à 240°C. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (optiquement active) (**Bruneton, 1999**).

Elles ont parfois un toucher gras ou huileux mais ce ne sont pas des corps gras. Par évaporation elles peuvent retourner à l'état de vapeur sans laisser de traces, ce qui n'est pas le cas des huiles

fixes (olive, tournesol...) qui ne sont pas volatiles et laissent sur le papier une trace grasse persistante (**Bernad, 2000**).

II.1.4 Composition chimique des huiles essentielles

Ceux sont des mélanges complexes de composants appartenant principalement à deux groupes :

✓ Composés terpéniques

(**Georgetti et al., 2003**) affirment que Les composés de type terpénique sont largement rencontrés dans les huiles essentielles. Ils sont formes d'un multiple pair ou impair d'unités de 2-méthylbuta-1,3-diène ou appelé encore Isoprène Les terpènes sont constitués exclusivement de carbone et d'hydrogène. Ce sont les principaux Constituants des huiles essentielles. On distingue :

- Les monoterpènes à dix carbones ;
- Les sesquiterpènes à quinze carbones ;
- Les diterpènes à vingt carbones

✓ Composés phénoliques

Les composés phénoliques dérivés du phénylpropane (C6 - C3) sont beaucoup moins fréquents que les terpènes. Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, L'eugénol, l'anéthol, l'estragole et bien d'autres (**Eugenia et al., 2009**).

II.1.5 Techniques d'extraction des huiles essentielles

✓ Hydrodistillation simple

La méthode par hydrodistillation est traditionnellement la plus couramment utilisée (environ 80% des cas) car elle est la plus économique (**Kaloustian et Hadji-Minaglo**). Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (**Fekih, 2005**).

✓ Entraînement à la vapeur d'eau

Il existe trois méthodes de distillation qui repose sur le principe d'entraînement des constituants volatils du matériel végétal par la vapeur d'eau : L'hydrodistillation , la distillation à la vapeur saturée et l'hydro-diffusion .La différence entre ces trois modes réside dans le degré de contact entre l'eau liquide et le matériel végétal (**Hessas et Simoud , 2018**).

✓ Expression à froid

L'extraction par expression à froid est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences puis récupérer l'huile essentielle. Cette dernière est séparée par décantation ou centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau (Chaintreau *et al.*, 2003).

✓ Extraction par CO₂ supercritique

Le CO₂ de par ses propriétés physico-chimiques (incolore, inodore, non toxique, non inflammable) est le fluide supercritique le plus utilisé. De plus, du fait de ses conditions critiques modérées ($T_c = 31\text{ °C}$, $P_c = 73,8\text{ bars}$).

Les étapes d'extraction par ce procédé sont les suivantes : la matière à traiter est chargée dans un extracteur dans lequel on fait circuler du gaz carbonique à l'état supercritique (mis sous pression et chauffé). Le gaz absorbe alors les substances odorantes. Ensuite, il est détendu, c'est-à-dire que l'on abaisse sa pression, et il revient ainsi à l'état gazeux. Cette opération réalisée dans un séparateur, permet de récupérer l'extrait parfumé par décantation, l'absolue. Le gaz est récupéré et recyclé pour de nouvelles opérations.

Cette méthode d'extraction est particulièrement douce, car la matière à traiter (fleurs, feuilles) n'est pas soumise à de hautes températures et ne subit par conséquent aucune dégradation. Autre avantage majeur de ce mode d'extraction réside dans l'absence de trace indésirable inhérente à l'extraction par solvant volatil, si bien que l'extrait obtenu est particulièrement pur et de très grande qualité

✓ Extraction par micro-ondes

Le procédé consiste à irradier par micro-ondes de la matière végétale broyée en présence d'un solvant absorbant fortement les micro-ondes (le méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les microondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires.

L'ensemble est chauffé sans jamais atteindre l'ébullition durant de courtes périodes entrecoupées par des étapes de refroidissement.

II.1.6 Activités biologiques des huiles essentielles

II.1.6.1 Activité antibactérienne

Les huiles essentielles exercent une activité antibactérienne à l'encontre des bactéries pathogènes variées, y compris des souches habituellement antibiorésistantes tel que : Le

stapylocoque, le bacille de koch ou le bacille typhique. Les HE ont une double action contre des microbes : effet bactéricide et effet bactériostatique (**Bruneton ; 2009**).

Les molécules possédant le coefficient antibactérien le plus élevé sont (par ordre décroissant) : Le carvacrol, le thymol, et l'eugénol ; elles appartiennent toutes les trois au groupe des phénols ; l'australol, et le gaiacol font également partie de ce groupe mais les huiles essentielles les recelant sont ici moins actives (**Franchomme et al ., 2001**)

II.1.6.2 Activité antioxydante

L'activité antioxydante des huiles essentielles est attribuée à certains alcools, éthers, cétones et aldéhydes monoterpéniques tels que le linalool, le 1,8 -cinéole, le géraniol, le néral, le citronellal, l'isomenthone, la menthone et quelques monoterpènes comme l' α -terpinène (**Edris, 2003**).

II.1.6.3 Activité antiviral

Les huiles essentielles riches en phénols ont montré une activité antivirale contre certains virus notamment l'*Herpès simplex* (**Girard, 2010**).

II.1.6.4 Activité neurale

Les huiles essentielles possèdent une action sédatrice et agissent sur le système nerveux central en stimulant ou en inhibant le système sympathique ou parasympathique. Elles permettent ainsi la régulation du système nerveux périphérique (**Girard, 2010**).

Les huiles essentielles possèdent également d'autres activités telles que l'activité désodorisante, dans la mesure où certaines huiles essentielles peuvent être utilisées pour lutter contre les mauvaises odeurs.

De très nombreuses drogues à huile essentielle à savoir *Mentha Xcitrata*, *Lippiacitriodora*, sont réputées et efficaces pour diminuer ou supprimer les spasmes gastro-intestinaux.

II.1.6.5 Activité insecticide

Les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des insectes et acariens à corps mou. Selon **Isman (1999)** plusieurs huiles essentielles semblent plus efficaces sur les arthropodes à corps mou. La nature lipophile de l'huile essentielle peut dégrader la couche cireuse de la cuticule et causer des pertes en eau (**Cseke et Kaufman, 1999**). Les tranchées et les sacs d'air des insectes sont enduits de cette couche cireuse et sont affectés par l'huile essentielle ce qui peut entraîner l'asphyxie (**Wigglesworth, 1972**).

II.2 Présentation botanique de la menthe poivrée et *Eucalyptus globulus*

II.2.1 La Menthe poivrée (*Mentha piperita*)

II.2.1.1 Description botanique

Il s'agit d'une plante vivace à rhizome long, rampant, traçant, chevelu. La tige de 50 à 80 centimètres, dressée ou ascendante, se divise en rameaux opposés ses feuilles mesurent de 4 à 10cm de long, elles sont ovales, opposées, courtement pétiolées, lancéolées, aiguës, dentées, sont d'un très beau vert et se teignent de nuances rougeâtres au soleil de rouge cuivré à l'ombre, elles sont recouvertes de gros poils sécréteurs arrondis dans lesquels s'accumulent les substances volatiles odorante (**Idrissi ,1982 ; Benayad, 2008**). Les fleurs, violancées, forment des épis très courts, ovoïdes, à l'extrémité des rameaux, le fruit, divisé en quatre parties, est entouré d'un calice persistant. Son odeur est puissante, sa saveur piquante et rafraichissante (**Benayad, 2008**).



Figure 5 : Feuille de *Mentha piperita* genève (OMS , 2002)

II.2.1.2 Classification botanique

Cronquist (1981) a classé la Menthe poivrée comme indiqué ci –dessous :

- ✓ Règne : Plantae
- ✓ Division : Magnoliophyta
- ✓ Classe : Magnoliopsida
- ✓ Ordre : Lamiales
- ✓ Famille : Lamiaceae
- ✓ Genre : Mentha
- ✓ Espèce : Mentha piperita L, 1753

II.2.1.3 Composition chimique

Le constituant principal est rapporté d'huile volatile dont le composant principal est habituellement (-) menthol, ainsi que les stéréoisomères du menthol, tels que (+) néomenthol et (+) isomenthol. D'autres monoterpènes sont menthone (10-40%), l'acétate de menthyle (1-10%), de menthofurane (1-10%), cinéol (eucalyptol, 2-13%) et le limonène (0,2-6%). Monoterpenes comme pinène, le terpinène, le myrcène, le β -caryophyllène, piperitone, piperitenone, oxyde de piperitone, pulegone, eugénol, menthone, isomenthone, carvone, cadinene, dipentène, linalool, α -felandreno, ocimene, sabinene, terpinolène, γ -terpinène, fenchrome, p-menthane et le β -thujon sont également présents en petites quantités

Le classement par groupes chimiques fait apparaître une prédominance : Monoterpènes, cétones, Oxydes monoterpéniques.

Tableau I : Composition chimique de l'HE de la menthe poivrée (Patrick, 1992).

PIPIC N°	Composé	Teneur %HE de Menthe poivrée
1	α pinène	0,41
2	β pinène	0,47
3	Sabinéne	0,17
4	Limonéne	0,95
5	Cinéol 1,8	0,82
6	Paracyméne	0,41
7	Octanol 3	0,23
8	Octén-1-ol-3	0,14
9	Menthone	20,24
10	Monthofurane	0,13
11	Isomenthone	5
12	Menthofurane	0,25
13	Isomenthone	0,11
14	Menthyl acétate	5,12
15	Néomenthol	5,17
16	β -Caryophylléne	0,70
17	Menthol	49,03
18	Isomenthol	1,11
19	α terpinéol	0,37
20	Pipéritone	0,49
21	Caryophylléne	0,39
22	Viridiflorol	0,14

II.2.1.4 Propriétés de la menthe poivrée

La menthe poivrée répandue dans le monde pour la production de l'essence qui contient le menthone et du menthol qui sont des aromatiques rafraichissantes.

La menthe est stimulant général, elle est aussi antispasmodique, antiseptique et légèrement aphrodisiaque, digestif, bactéricide puissant, parasiticide cholagogue (facilite l'évacuation de bile vers l'intestin) (**Hammami et Abdeselem , 2004**).

II.2.1.4.1 L'espèce *Eucalyptus globulus* L

II.2.1.4.1.1 Description botanique d'*Eucalyptus globulus*

L'Eucalyptus globulus, la billard est un grand arbre des forêts de l'Australie, remarquable par la rapidité de sa croissance, l'aspect tout particulier de son feuillage et la beauté de son bois, qui est incorruptible. Il fut découvert par la billardièrre au cap **Van-Diemen (1792)**. Il appartient à l'icosandrie monogynie du système artificiel de Linné au genre *Eucalyptus* de (L'héritier) à la famille des Myrtacées, et à la tribu des Leptospermées (de Candolle), tribu de la même famille. Le nom spécifique (*globulus*) lui a été donné par Labillardièrre, à cause de l'analogie qu'il y aurait entre la forme de son fruit et celle de certains boutons de chemise. C'est un arbre qui atteint communément à l'âge adulte 30à35mètre de hauteur, dans la région méditerranéenne il peut atteindre 100m dans les climats qui lui sont plus favorable (**Taillotte, 1872**).

II.2.1.5 Classification botanique

Cronquist (1981) a classé la Menthe poivrée comme indiqué ci –dessous :

- ✓ Règne : Planteae
- ✓ Division : Magnoliophyta
- ✓ Classe : Magnoliopsida
- ✓ Ordre : Lamiales
- ✓ Famille : Lamiaceae
- ✓ Genre : *Mentha*
- ✓ Espèce : *Mentha piperita* L, 1753

II.2.2 Huile d'eucalyptus

Dans les principaux pays planteurs d'Eucalyptus, *Eucalyptus globulus* a été la principale source commerciale d'huiles essentielles, ses feuilles renfermeraient environ (60-75 %) de cinéol- 1,8 (eucalyptol).

Ces huiles essentielles peuvent constituer un revenu intérieur intéressant étant donné qu'on peut même obtenir des quantités massives de feuilles par les rejets repoussant après l'exploitation du peuplement. Cette espèce appartient à la famille des myrtacées.

II.2.2.1 Principaux composants chimiques du genre *Eucalyptus*

- Huile essentielle (Oxydes terpéniques : 1,8-cinéole; monoterpènes : alpha-pinène, limonène, gamma-terpinène, paracymène ; Sesquiterpènes : aromadendrone ;Sesquiterpénols : globulol, lédol)
- Flavonoïdes (des hétérosides de flavones avec les aglycones suivants : quercétine, myricétine, kaempférol et rutine).
- Tanins (**Daroui-Mokaddem, 2012**)

II.2.2.1.1 Propriété médicale de *l'eucalyptus globulus*

Les propriétés médicinales de l'Eucalyptus sont surtout attribuables à l'eucalyptol (aussi appelé 1,8-cinéole) que renferment ses feuilles. Le 1,8-cinéole que contient l'*Eucalyptus* s'est révélé être efficace pour réduire la dose de corticostéroïdes utilisée par des sujets souffrant d'asthme (Juergens et al. ,2003) et pour combattre le rhume **Tesche (2008)**.

II.2.2.2 Usage industriel

Actuellement, *Eucalyptus globulus* entre dans la fabrication de rince-bouche (Listerine, par exemple) et de dentifrices , les produits et les solvants endodontiques utilisés en dentisterie comprenant de l'huile de plusieurs plantes entre autre l'huile de *clou de girofle* et d'*Eucalyptus* (**Goldstein et Epstein, 2000**).

On s'en sert également comme dégraissant industriel .Atta et **Alkofahi, (1998)**. L'huile essentielle d'*Eucalyptus citronné* (*E. citriodora*) est un remède traditionnel pour éloigner les insectes piqueurs (**Baudoux, 2001**).

En outre, la fumée d'*Eucalyptus* est également employée comme un agent conservateur contre les insectes et les champignons dans les lieux de stockage des denrées alimentaires. L'efficacité de cette pratique serait due à la richesse de la fumée en thymol et en cinéole (**Kamal et al., 1996**).

Chapitre III

Matériel et Méthodes

III.1. Localisation des structures sécrétrices des huiles essentielles d'*E. globulus* et *M. piperita*

Des coupes anatomiques ont été réalisées à main levée au niveau des feuilles d'*E. globulus* et *M. piperita*, échantillonnées dans le village Oumaden dans la région de Tizi-Ouzou.

Les coupes ont été soumises à la double coloration préconisée par **Deyson (1954)**.

III.2 Activité biologique des huiles essentielles vis à vis des insectes des denrées stockées

III.2.1 Elevage de *Tribolium Castaneum* : élevage de masse

Des adultes mâles et femelles d'âge indéterminé sont introduits dans des bocaux contenant de la semoule saine. Ces derniers sont incubés dans l'étuve pendant 35 jours à 25°C et 70% d'humidité relative, au laboratoire d'entomologie appliquée de l'UMMTO.

III.2.1.1 Bio tests

III.2.1.1.1 Tests de repulsivité

Préparer des disques de papier filtre de 11cm de diamètre coupées en 2 parties égales

Préparer des dilutions 2 ;4 ;6 et8 µl dans 0,5ml d'acétone

Répondre sur la moitié d'un disque à volume de 0.5 ml d'une des doses d'huile essentielle et sur l'autre partie un volume de 0.5 d'acétone

Unir les 2 parties du disque avec une bande adhésive, qu'on place dans une boîte de pétrie

Placer au centre de ces boîtes 10 individus de (*Tribolium Castaneum*) âgé de 0 à 24heures

Incuber les boîtes de pétrie

Après 24heures, dénombrer les insectes présents sur chacune des parties du disque (partie traitée et non traitée du témoin)



Figure 6 : Dispositif expérimental par repulsivité (Original, 2022)

Calculer le pourcentage de repulsivon selon la formule

$$PR (\%) = (N - Nt / N + Nt) * 100$$

N : nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec l'acétone

Nt : nombre d'insectes présents sur la partie non traitée avec l'acétone

Tableau II : Le pourcentage de repulsivon moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes de **Dolan et al. (1970)**

Classe	Intervalle De Répulsion	Propriété
0	$PR \leq 0,1 \%$	Très faiblement répulsive
1	$0,1 \% < PR \leq 20 \%$	faiblement répulsive
2	$20 \% < PR \leq 40 \%$	faiblement répulsive
3	$40 \% < PR \leq 60 \%$	Moyennement répulsive
4	$60 \% < PR \leq 80 \%$	Répulsive
5	$80 \% < PR \leq 100 \%$	Très Répulsive

III.2.1.1.2 Test de fumigations

Le test de fumigation a été réalisé en utilisant des boîtes en plexiglass de 50 ml de volume.

Sur la face interne du couvercle de chaque boîte, un morceau de papier filtre est fixé à l'aide d'un fil.

Injecter chacune des doses d'huile essentielles (2 ;4 ;6 ;8ul) et introduite rapidement dans les boîtes avec 10 individus adultes de 0 à 24heurs

Fermer les boîtes hermétiquement à l'aide d'un ruban adhésif incuber à l'étuve. Pour chaque dose d'huiles réaliser 3 répétitions et 1 témoin.

Dénombrer après 24h,48,72et 96heurs, les individus morts dans chacune des boîtes.



Figure 7 : Dispositif expérimental du test de fumigation (Original, 2022)

La formule de shneider-orllé permet de corriger les mortalités observées

$$MC (\%) = (M - Mt / 100 - Mt) * 100$$

Mc : Mortalité corrigée

Mc : Mortalité dans la population témoin

Mt : Mortalité dans la population témoin

M : Le pourcentage de mortalité dans les populations traitées

Calculer la DL 50 pour chaque huile.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1. Structure sécrétrices des huiles essentielles d'*E. globulus* et *M. piperita*

IV.1.1. Etude des structure sécrétrice d'HE de *Mentha piperita*

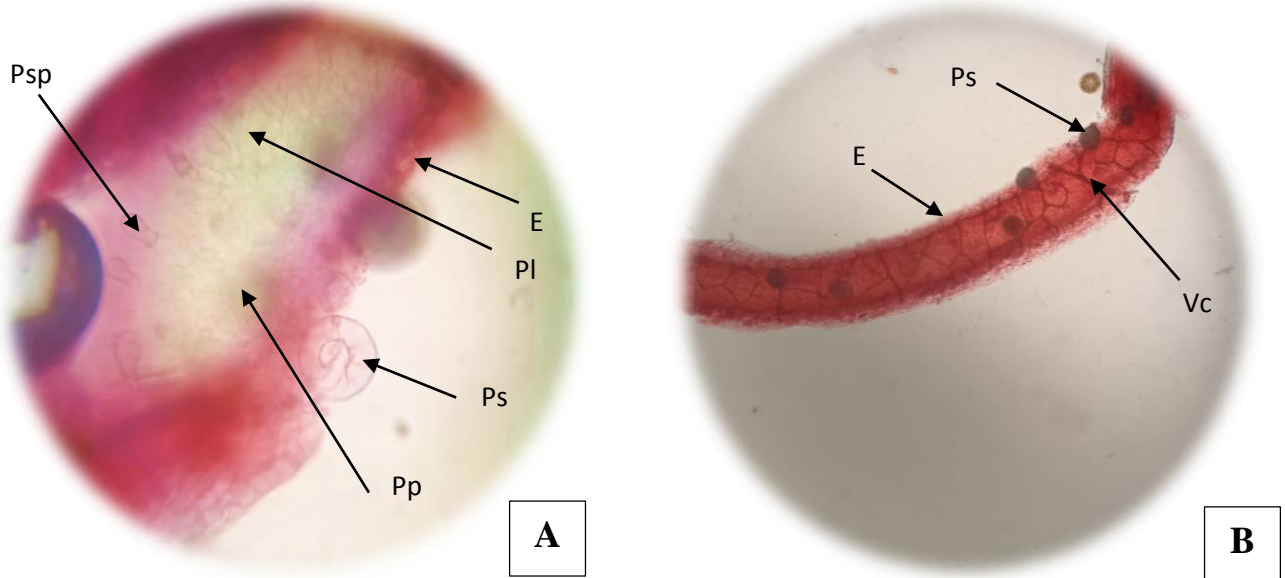


Figure 8 : Coupe anatomique transversale de la feuille de *Mentha piperita* observé au microscope optique (Original, 2022)

(A) (G : 40x10), (B) (G : 10x10)

Psp : poils sécréteurs peltés

E : épiderme

PI : parenchyme lacuneux

Ps : poils sécréteur pluricellulaire non pelté

Pp : parenchyme palissadique

Ps : poils sécréteurs

E : épiderme

Vc : vaisseaux conducteurs

IV.1.2. Etude des structure sécrétrice d'HE d'*E globulus*

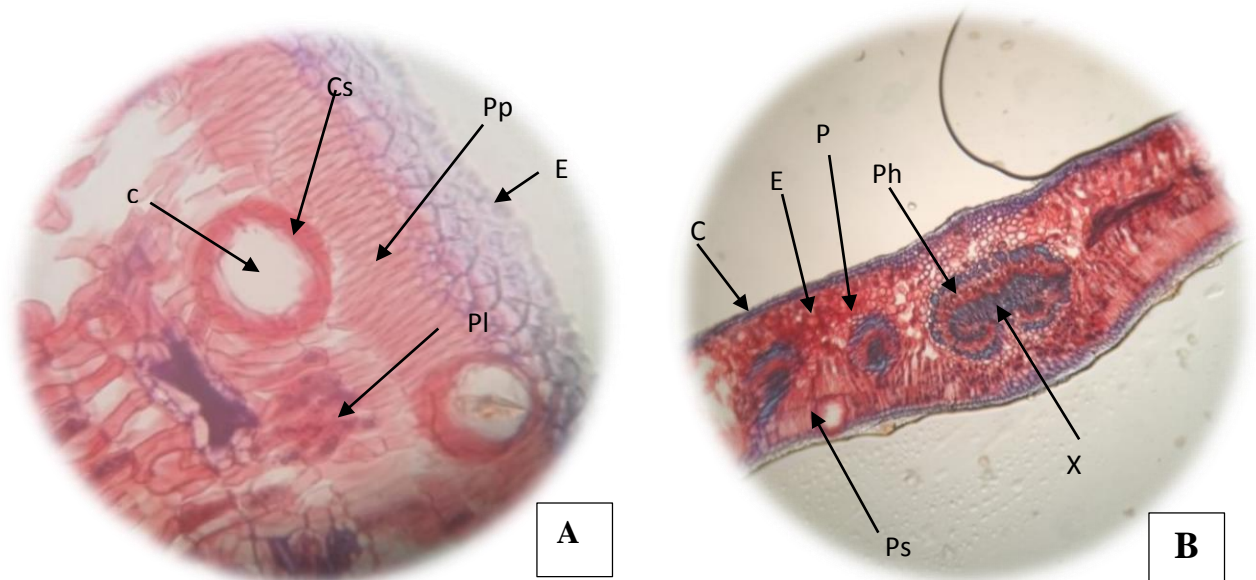


Figure 9 : Coupe anatomique transversale d'une feuille d'*Eucalyptus globulus* observé au microscope optique (Original, 2022)

(A) (G : 40x10), (B) (G : 10x10)

Pp : parenchyme palissadique

PI : parenchyme lacuneux

E : épiderme

C : canal

Cs : cellules sécrétrices

C : cuticule

E : épiderme

P : parenchyme

Ph : phloème

Ps : poche sécrétrice

X : xylème

IV.2 Test de repulsivité

Les résultats des tests de repulsivité révèlent que le nombre d'adulte de *T. castaneum* augmente dans les parties non traitées avec l'augmentation de la dose et ce pour l'HE de menthe poivrée et d'*E. globulus*. L'effet le plus marqué a été observé avec l'HE de Menthe poivrée avec un taux de repulsivité de 100% à la dose de 4 μ L/mL d'air. Tableau III

Tableau III : Nombre d'adultes de *T. castaneum* dénombrés dans les deux parties du papier Wattman traitées à différentes doses pour les HE d'*E. globulus* et *M.piperita* et leur position dans la classification de MC Donald (1970).

Huile	Dose (μ L)	Nombre des adultes		%repulsion	Classe
		Partie non traitée	Partie traitée		
<i>E. globulus</i>	2	5.5	4.5	10	III 50% Modérément répulsive
	4	7	3	40	
	6	8	2	60	
	8	9.5	0.5	90	
<i>M. piperita</i>	2	7	3	40	V 85% Très répulsive
	4	10	0	100	
	6	10	0	100	
	8	10	0	100	

Les deux H.E testées ont eu respectivement des taux de repulsivité de 50% pour *E. globulus* (considérée comme modérément répulsive) et 85% pour Menthe poivrée (très répulsive). Le classement établi par **Donal (1970)** a permis de classer ces deux huiles *E. globulus* dans la classe III et Menthe poivrée classe V.

L'effet répulsif a été rapporté par de nombreux auteurs à l'exemple d'**Aggarwal et al., (2001)** ; qui considèrent que le 1,8 cinéol est modérément répulsif sur trois coléoptères ravageurs des denrées stockées (*C. maculatus*, *T. castaneum* et *Sitophilus oryzae*) avec une moyenne de 64 à 74% à la plus forte dose testée de 4 μ L/mL pendant une heure. Le menthol constituant majoritaire de l'HE de Menthe poivrée est fortement répulsif avec des taux moyens de répulsion compris entre 82 et 100% à la dose 0,353 mg/cm² vis-à-vis de *C. maculatus*, *R. dominica*, *Sitophilus oryzae* et *T. castaneum* .

IV.3 Traitement par fumigation

IV.3.1 L'huile essentielle de *M. piperita*

L'analyse de la variance au seuil 5% montre une différence très hautement significative pour les deux facteurs dose et temps : $P = 0.000$; $F = 53.75$; $DDL = 4$. (**Tableau 01 annexe 1**).

Les résultats montrent que l'HE de *M. piperita* réduit la durée de vie des adultes de *T. castaneum* à mesure que la dose et la durée du traitement augmentent (**Tableaux IV et III**).

Tableau IV : Mortalités moyennes des adultes de *T. castaneum* (\pm écart type) observe après traitement à l'huile de Menthe poivrée.

Temps (h) \ Dose (μ L)	24	48	72
0.00	0.00 \pm 0.00 (d)	0.00 \pm 0.00 (d)	0.00 \pm 0.00 (d)
2	5 \pm 0.94 (c)	7.5 \pm 2.38 (c)	8.5 \pm 1.41 (b)
4	6 \pm 0.40 (b)	8 \pm 1.83 (b)	9.75 \pm 0.96 (a)
6	8 \pm 1.41 (a)	10 \pm 0.00 (a)	10 \pm 0.00 (a)
8	10 \pm 0.00 (a)	10 \pm 0.00 (a)	10 \pm 0.00 (a)

Le test de Newman et Keuls classe les doses en 4 groupes homogènes **a, b, c et d**.

Tableau V : Taux moyens des mortalités observées (%) chez les adultes de *T. castaneum* traités avec les HE de menthe poivrée et d'*M. poivrée*

Temps (h) \ Dose (μ L)	24	48	72
0.00	0.00	0.00	0.00
2	50	75	85
4	60	80	97.5
6	80	100	100
8	100	100	100

L'effet des vapeurs de l'HE de menthe poivrée est induit dès la plus faible dose de 2µL/mL après 24 heures de traitement avec un taux de mortalité de 50%. Ce dernier atteint les 100% à la dose 6µL après 48 heures d'exposition.

Pour déterminer l'efficacité de cette huile, il est nécessaire de déterminer la dose létale engendrant 50% de mortalité chez les adultes de *T. castaneum*. Cette dose est obtenue à partir du tracé d'une droite d'ajustement des probits en fonction des logarithmes des doses.

Tableau VI : Taux moyens de mortalité corrigés chez les adultes *T. castaneum* exposés à l'HE de *M. piperita*.

Temps (h)		24		48		72	
Dose	Ln dose	Mc %	Probits	Mc %	Probits	Mc %	Probits
2	0.3	50	5	75	5.67	85	6.04
4	0.6	60	5.25	80	5.84	97.5	6.88
6	0.77	80	5.84	100	8.09	100	8.09
8	0.9	100	8.09	100	8.09	100	8.09

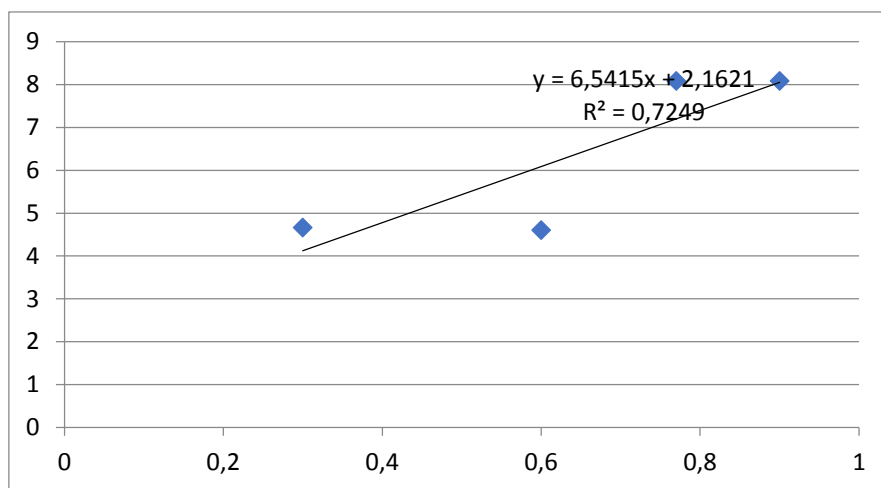


Figure 10 : Taux moyens de mortalité corrigés chez les adultes *T. castaneum* exposés à l'HE de *M. piperita*.

$DL_{50} = 2.69\mu\text{L/mL}$ d'air.

IV.3.2 Traitement à l'huile d'*E. globulus*

L'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil 5% fait apparaître une différence très hautement significative pour les deux facteurs dose et temps : $P = 0.0000$; $F = 274.50$; $DLL = 4$ (Tableau 02 Annexe)

La mortalité augmente en fonction des deux facteurs, dose et temps. Tableau 05 et 06. Après 48 heures d'exposition à la dose $2\mu\text{L}/\text{mL}$ d'air, la mortalité atteint les 45%

Tableau VII : Mortalités moyennes des adultes de *T. castaneum* (\pm écart type) observées après traitement à l'huile d'*E. globulus*

Temps (h) \ Dose (μL)	24	48	72
0.00	0.00 ± 0.00 (c)	0.00 ± 0.00 (c)	0.00 ± 0.00 (c)
2	0.37 ± 0.25 (c)	4.5 ± 2.12 (b)	1.25 ± 0.64 (c)
4	3.5 ± 1.29 (b)	4.5 ± 0.00 (a)	6.5 ± 2.56 (b)
6	10 ± 0.00 (a)	10 ± 0.00 (a)	10 ± 0.00 (a)
8	10 ± 0.00 (a)	10 ± 0.00 (a)	10 ± 0.00 (a)

Selon le test de Newman et Keuls, les doses d'huile d'*E. globulus* est classée en trois groupes homogènes a, b et c.

Tableau VIII : Taux moyens de mortalités observées chez les adultes de *T. castaneum* avec *E. globulus*.

Temps (h) \ Dose (μL)	24	48	72
0.00	0.00	0.00	0.00
2	37	45	12.5
4	35	45	65
6	100	100	100
8	100	100	100

La mortalité totale des adultes de *T. castaneum* est obtenue à des doses supérieures ou égales à 6µL/mL d'air, quelle que soit la durée du traitement. Les taux de mortalité observés sont corrigés et mentionnés dans le tableau.

Tableau VIII : Mortalités corrigées chez les adultes de *T. castaneum* traités avec l'HE d'*E. globulus*.

Temps (h)		24		48		72	
Dose (µL)		Mc %	Probits	Mc %	Probits	Mc %	Probits
Dose	Ln dose	Mc %	Probits	Mc %	Probits	Mc %	Probits
2	0.3	37	4.67	45	4.87	12.5	3.82
4	0.6	35	4.61	45	4.84	65	5.39
6	0.77	100	8.09	100	8.09	100	8.09
8	0.9	100	8.09	100	8.09	100	8.09

DL₅₀ = 2.54µL/mL d'air.

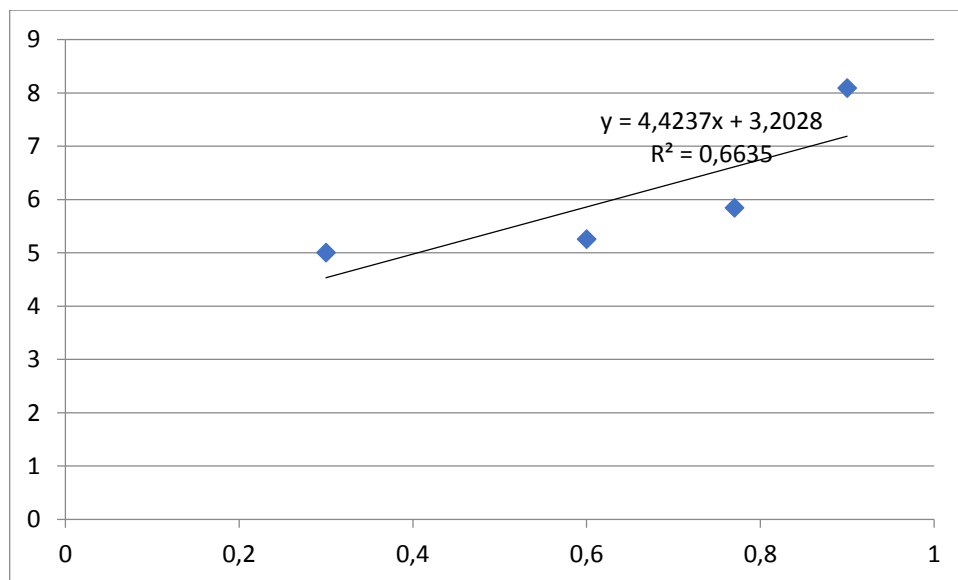


Figure 11 : Mortalités corrigées chez les adultes de *T. castaneum* traités avec l'HE d'*E. globulus*.

Les résultats obtenus avec les huiles essentielles testées montrent une efficacité par fumigation avec des DL_{50} respectives de 2.69 μ L/mL d'air et 2.54 μ L/mL d'air.

Les travaux de **Keita (2000)** viennent étayer nos résultats. En effet, en testant l'HE d'*O. basilicum* sur *C. maculatus*, il a obtenu 99% de mortalité chez les adultes. **Shaaya et al., (1991)** ont obtenus 100% de mortalité chez les adultes de *T. castaneum* en les exposant à 5 μ L/1L d'air pendant 24 heures.

Conclusion

Ce travail de recherche nous a permis d'apporter une contribution à l'étude de la biologie de *Tribolium castaneum* et fournit un ensemble d'éléments qui pourraient servir d'appui pour trouver des alternatives à la lutte par les insecticides chimiques contre ce ravageur potentiel des grains de céréales dans les stocks.

Aujourd'hui, il existe un grand souci sur le danger présenté par les produits chimiques utilisés pour lutter contre les insectes ravageurs des denrées stockées le *Tribolium castaneum*. C'est pour cela que les chercheurs commencent à prendre conscience de l'importance du retour au naturel.

Cette recherche nous a permis de découvrir dans une grande partie l'univers des huiles essentielles et surtout celles de la menthe poivrée et de l'eucalyptus qui est une ressource naturelle très prometteuse que l'Algérie devrait valoriser pour l'utiliser dans différents domaines industriels (pharmaceutique, cosmétique, confiseries, ...)

Les résultats des expérimentations menées sur les huiles essentielles de deux plantes aromatiques l'*Eucalyptus globulus* et *Mentha piperita* que nous avons testées, nous a permis d'évaluer l'effet des deux huiles essentielles sur le taux de mortalité chez le ravageur. De plus, il possède une activité répulsive vis-à-vis de cette espèce avec des doses 2, 4, 6 et 8 μl , et des DL_{50} respectives de 2.69 $\mu\text{L}/\text{mL}$ d'air et 2.54 $\mu\text{L}/\text{mL}$ d'air témoignant de l'efficacité des huiles testées.

A l'avenir, il serait intéressant de compléter le présent travail en évaluant l'effet de ces huiles sur le potentiel reproducteur des adultes de *T. castaneum*.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégagées de ce travail notamment, l'extraction des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques locales et l'identification de leurs principes actifs. Il serait également intéressant d'évaluer l'activité insecticide des composés majeurs des huiles essentielles sur le *Tribolium* rouge de la farine.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- ✓ **Adrian R. (1987)** La composition du blé in les apports du blé et les aliments céréaliers dans l'équilibre alimentaire. Ed fondatio RONAC .Paris.
- ✓ **Adrian Rebache (1996)** Caractéristiques et inter des enzymes .Revue de l'apic, industries des céréales.
- ✓ **Aggarwal K.K., Tripathi A.K., Ahmad A., Prajapati V., Verma N., Kumar S.2001.** Toxicity of L-menthol and its derivate against four storage insects. Insect Sci.Appl.21 :229-235.
and contact insecticides for the control of stored product insects. Journal of Stored Products Research.33 (1), 7-17.
- ✓ **Anonyme (2009)** Ministère de l'agriculture , statiques du ministère de l'agriculture.
- ✓ **Atta A. H., Alkofahi A. (1998)** Anti- nociceptive and anti-inflammatory effects of some Jordanian medicinal plant extracts.J E thnopharmacol, Mar; 60(2): 117-24.
- ✓ **Azoui H (2015)** Etude du comportement d'une collection de blés cultivés en Algérie vis-vis de quelque stress biotiques. Thèse de magister en science agronomiques .Université el hadj Lakhdar –Batna. Algérie 10p.
- ✓ **Balachowsky A. S et pierre F. (1962)** Famille des Tenebrionidae. In Entomologie appliquée à l'Agriculture. Traité publié sous la direction de A.S Balachowsky Masson et Cie Editeurs. Tome I,Coléoptères, 1ér vol ., 374-392.
- ✓ **Bekon K et Fleurat-Lessard F. (1989)** Evolution des pertes en matière sèche des grains dus aux ravageur secondaires :*Tribolium castaneum* (Herbst), coléoptère ; Tenebrionidae , lors de la conservation des céréales . Céréales en région chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris, 97-104.
- ✓ **Belaid D. (1990)** Elément de phytotechnie générale Ed .O.P.U, Alger, pp154-157.
- ✓ **Benayad N. (2008)** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Research project.University of sciences, Rabat (Maroc).
- ✓ **Benayad N., (2008)** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte contre les ravageurs Des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal, Faculté des Sciences de Rabat.
- ✓ **Bernadet M. (2000)** Phyto-aromathérapie pratique , plantes médicinales et huiles essentielles .Ed .Dangles.In Benzeggouta N., 2005.Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments .Mémoire de magister , Université de Constantine, 110p.

- ✓ **Bonneton F. (2010)** Quand *Tribolium* complémente la génétique de la drosophile. Med sci (Paris) ;26 :297-304.
- ✓ **Bouallegue M. (2017)** Plasticité des génomes des pucerons des céréales et de leur plante hôte : recherche in Silico et in vitro des éléments transposables des superfamilles tcl – mariner –is 630 et piggybac. l’université de Tunis et Manar. Thèse de doctorat : Sciences biologiques. 06 -13p.
- ✓ **Bouamer A. Bellaghit M. et Mollay Amera (2004)** Etude comparative entre essentielle de la Menthe vert et la menthe poivrée de la région d’ouargla.Université de ouargla 2-5 ;10 ;19 ;21-22p.
- ✓ **Boudoux D. (2001)** L’aromathérapie –Sc soigner par les huiles essentielles, Atlantica, pp132-133.
- ✓ **Boufenar- Zaghouane F. et Zaghouane O., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC, ICARDA., Alger. 154 p.
- ✓ **Bruneton J. (1999)** Pharmacognosie, Phytochimie plantes médicinales 2ème édition Technique et documentation, Lavoisier, 385-623.
- ✓ **Bruneton J. (2009)** Pharmacognosie , photochimie ; plantes médicinales. 4ème édition. Paris : Tec et Doc.
- ✓ **Bulot S. (1990)** Traitement à la carte pour le grain stocké. Ed. Sémi .Univ. U.S.A, Vol. 63: 140-142.
- ✓ **Campbell J.F. (2003)** Patch exploitation by female red flour beetles, *Tribolium castaneum*. Journal of Insect Science, 3(20), 8p.
- ✓ **Chaintreau A., Joulain D., Marin C., Schmidt C.O. et VEY M. (2003)** Quantification of fragrance compound suspected to cause skin reactions. J Agric.Food. Chem. 51: 398-403.
- ✓ **Christine B. (2001)** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique 2ème Edition, 124-154.
- ✓ **Cronquist A. et Takhtadzhian A.L. (1981)** An integrated system of classification of flowering plants: Columbia University Press.
- ✓ **Cruz J. (1988)** Conservation des grains en régions chaudes. 2ème édition Ted et Doc APRIA, Paris. 41-54 PP.
- ✓ **Cruz J. F., Trouurde F., Griffon D. et Hébert J.P. (1988)** Conservation des grains en régions chaudes 2ème.Techniques rurales en Afrique.Paris, France, Ministère de la coopération et du développement.

- ✓ **Cseke I.J., et Kaufman P.B. 1999** How and why these compounds are synthesized by plants. 37 – 90p in P.B. Kaufman, I.J. Cseke, S. Duke et H.I. Brielmam (eds) Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
- ✓ **Daroui-Mokaddem H. (2012)** Etude phytochimique et biologique des espèces Eucalyptus globulus (Myrtaceae), Smyrniolus sativum (Apiaceae), Asteriscus maritimus et Chrysanthemum trifurcatum (Asteraceae). Thèse de doctorat Biochimie appliquée.
- ✓ **Dave A., Colin J., Demianyk P.G., Fields D.S Jayas J.T.M., William E .M ., Blaine T., Noel D.G.W . (2001)** Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. (éd. rev.) (Manitoba). Canada , 59p.
- ✓ **Delobel A. et Tran M. (1993)** Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chauds, Faune tropicale xxxII . Paris.page 103-106p.
- ✓ **Desmarchelier J.M. (1988)** The relationship between wet –bulb temperature and the intrinsic rate of increase of eight species of stored product coleopteran.J. Stored prod. Res, 24(2), 107-113.
- ✓ **Djaouti M., (2010)** *Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréale en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif.* Thèse. Mast of Sciences.CIHEAM- Montpellier, 120 P .
- ✓ **Djermoun A. (2009)** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue Nature et Technologie.1:45-53
- ✓ **Djermoun A. (2009)** La production céréalière en Algérie: Principales caractéristiques,Revue Nature et science.
- ✓ **Edris A.F., Shalaby A. et Fadel H. (2003)** Evaluation of a chemo type of spearmint (Menthaspical) growing in Siwa Oasis. Egypt. Eur.Food Technol. 218;74-78.
- ✓ **Edrissi A. (1982)** Etude des huiles essentielles de quelques espèces *Salvia* , *Lavan* du la Mentha du Maroc. Thèse de troisième cycle, Université Mohamed V, faculté des sciences Rabat.
- ✓ **Edwin L.S., David G.B. et Bruce M. (1992)** High temperature combined with carbon dioxide enriched or reduced oxygen atmospheres for control of *Tribolium castaneum* (Herbst) J. Stored prod Res, 28 (4), 235-238.
- ✓ **Eli Shaaya, Uzin Ravid, Nachman Paster, Benjamin Juven, Uzin Zisman , Vladimir Pissarev (1991)** Fumogant toxicity of essential oils against four major stored – product insects.Journal of chemical ecology 17(3),499-504.

Références bibliographiques

- ✓ **Eugénia P., Luis V.S. Carlos C., Ligia. (2009)** Antifungal activity of the clove essential oil from *Syzygium aromaticum* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophytes species.
- ✓ **Fekih N. (2015)** Propriétés chimique et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie (thèse) Tlemcen : Université Abou Beker Belkaid.
- ✓ **Feuillet P. (2000)** Le grain de blé composition et utilisation .Ed . INRA, Paris, 308p. *Fungi. Acta Horticulturae* vol, 344. Pp 131-137.
- ✓ **Fleurat – Lessa F. (1978)** Les insectes et les acariens des denrées stockées, Autres méthodes de lutte. Coed . Afnor-Iccf , Paris, 165-168.
- ✓ **Fleurat-Lessard F., (1994)** Écophysiologie des Arthropodes nuisibles aux stocks de céréales en Afrique tropicale. In Post-Récolte, principes et application en zone tropicale, *ESTEMIAUPELF Verstraeten*, 1-61.
- ✓ **Franchomme P., Jollosis R., Pénoiel D. (2001)** L'aromathérapie exactement. Edition : Roger Jolloir.
- ✓ **Fritas S. (2012)** Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de batna. Algérie. Thèse de magistère en écologie et biologie des populations.
- ✓ **Fritas S. (2012)** Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de Batna Algérie. Thèse de magistère en écologie et biologie des populations.
- ✓ **Gate P. (1995).** Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.
- ✓ **Georgetti S.R., Casagrande R., DI. Mambro V.M., Azzolini A., Fonseca J.V. (2003)** Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the chemiluminescence Methode. *AAPS Pharm Sci* , 5(2); 1-5p.
- ✓ **Girard G. (2010)** Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco- dentaires d'hier aujourd'hui, France : Université Henri Poincare Nancy 1.
- ✓ **Godom., Lasseran (1989)** Guide pratique dianalyses dans les industries des céréales , Ed Tec et doc-Lavoisier, paris.
- ✓ **Godon, B et J.C Lasseran, (1989)** : Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales, Ed, Tec et doc. Lavoisier, paris.
- ✓ **Goldstein. H.B, Epstein. B.J (2000):** La dentisterie non conventionnelle : Parais 4, les pratiques et les produits dentaires conventionnels. *J Can. Dent. Assoc.*; 66: 564.
- ✓ **Grandvoimnte P. (1994)** Les ingrédients des pates. In la panification française. Ed : Tec et doc Lavoisier, Paris.

- ✓ **Guenha R., Salvador B.D.V., Rickman J., Goulao L.F., Muocha I.M. et CarValho M.O. (2014)** Hermetic storage with plastic sealing to reduce insect infestation and secure paddy seed quality : A powerful strategy for rice farmers in Mozambique. *Journal of stored products Research*, 59, 275-281.
- ✓ **Gueye, A. Diome T., Thiaw CH., Sembene M. et APPL J. (1997)** Evolution des paramètres biodémographiques des populations de *Tribolium Castaneum* H. (Coleoptera, Tenebrionidae). Inféodé à l'mil (*pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zea mays* L.) *Journal of Applied Biosciences*.
- ✓ **Gummer W.D., Gregor D.J. (1989)** Evidence of atmospheric transport and deposition of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in Canadian arctic snow. *Environmental science and technology* 23, 561-565.
- ✓ **Gwinner J., Harnisch R. et Muck O. (1996)** Manuel sur la manutention et la consommation des graines après récolte. *Ed. GTZ. Eschborn. R.F.A*, pp : 159-183. **125**
- ✓ **Gwinner J., Harnisch R. et Muck O. (1996)** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte. *Projet de protection des stocks et des récoltes, D -65726 Eschborn, R.F.A.*, 388p.
- ✓ **Haddadi F. (2015)** Les nématodes à Kyste heterodera spp. Des céréales en Algérie : Etude sur la distribution, les espèces, les pathotypes et les antagonistes. *Ecole nationale supérieure agronomique El Harrach –alger, Thèse de doctorat en science agronomique*. 02-10p.
- ✓ **Haines C.P (1991)** Insects and arachnids of tropical stored products: Their biology and identification (a training manual).
- ✓ **Hammami S. et Abdesselem M. (2005)** Extraction et analyse des huiles essentielles de la menthe poivrée de la région de Ourgla. *Thèse IngUniv Blida* p69.
- ✓ **Herrman T.j. (1998)** Integrated pest management in grain storage and feed mills. *ASA Technical Bulletin*, 47, 1-9.
- ✓ **Hessas T.H. et Simoud S. (2018)** Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de thymus Sp. *mémoire de doctorat en pharmacie, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou*.
- ✓ **Idrissi A. (1982)** : Etude des huiles essentielles de quelques Espèces *Salvia*, *Lavandula* et *Mentha* du Maroc, *Thèse de troisième cycle, Université Mohammed V, Faculté des Science de Rabat*.
- ✓ **Isman M. (1999)** Pesticides based on plant essential oils. *Pesticide Outlook*. 68 – 72p.

Références bibliographiques

- ✓ **Isman M.B. (1995)** Leads and prospects for the development of new botanical insecticides. *Review of Pesticides and Toxicology*. 3: 1-20.
- ✓ **Janovy, J., Jr., Detwiler, J., Schwank, S., Bolek, M. G., Knipes, A. K. et Langford, G. J., 2007.** New and emended descriptions of gregarines from our beetles (*Tribolium* spp and *Palorus subdepressus*: Coleoptera, Tenebrionidae). *Journal of Parasitology*, 93 (5), 1155-1170.
- ✓ **Jerraya, A. (2003)** Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord : Leur biologie, leur ennemis naturels, leur dégâts et leur contrôle Ed climat pub, tunis, 415p
- ✓ **Kaloustian J., Hadji-Minaglo F., 2012.** La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie. Paris. Edition Springer.
- ✓ **Kamal-Eldin A., Appelqvist LA.,1996.** The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*.31(7),671-701.
- ✓ **Keita S.M., Vincent C., Schmit J.P., Arnason G.T. and Belanger A. (2001)** Efficacy of essential oil of *Ocimum bacilicum* L. And *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab) (Coleoptera: Bruchidae). *Jour. of stored products Research*, Vol.37 : 339-349.
- ✓ **Kellou R. (2008)** *Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali- Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales.* Groupe. Coopératif. Occitan et aude coop. Thèse. Mast. C.I.H.E.A.M. I.A.M. Montpellier. France, pp : 47-48.
- ✓ **KELLOUCHE, A. (2006)** Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* F.(Coleoptera Bruchidae), physiologie, reproduction et lutte. Thèse Doctorat d'état en Science Naturel. Univ. T.O.Z. Spécialité : Entomologie, 216p.
- ✓ **Kessous C. (1993)** Biochimie structural : Protéines, glucides, acides nucléique. Ed : Polycopie à l'usage des étudiants du TC, B, BM, et TCSNINA école vétérinaire.Alger.
- ✓ **Lepesme (1994)** Editeur : P. Lechevalier , Paris (vel),Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Page 174 à 177.
- ✓ **Lucida G.M. and Wallace J.M. (1998)** In: Herbal medicines, A Clinicians Guide, Pharmaceutical products Press, New York London, 85-86.
- ✓ **MEZERKET, Amina 2010.** Evaluation de l'efficacité des huiles essentielles de quelques plantes contre *Meloidogyne incognita*.

Références bibliographiques

- ✓ **Nexi A., Barra P. et Etcheverry M. (2011)** Integrated management of insect vectors of *Aspergillus flavus* in stored maize. Using synthetic antioxidants and natural phytochemicals. Journal of stored products Research.47.231-237.
- ✓ **Niquet G., Lasseran. (1989)** Guide pratique, stockage et conservation des grains à la ferme.
- ✓ **Organisation mondiale de la santé (2002)** Monographies sur les plantes médicinales sélectionnées. Volume2. Genève. pp188-199.
- ✓ **Paul S., Ferdinande P. (2006)** Guide des plantes médicinales (Analyse, description et utilisation de 400 plantes). DELACHAUX et NIESTLE.
- ✓ **Philogène B.J.R. Regnault Roger C. et Vincent C. (2002)** Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui in (Catherine Regnault-Roger Bernard JR Philogène. biopesticides d'origine végétale). Ed, TEC et DOC, Paris .337p.
- ✓ **Potus (1994)** Les enzymes in la panification françaises Ed : Tec et Doc. Lavoisier, Paris.
- ✓ **Ranum, P., Pena-Rosas., J.P. & Garcia-Casal M.N. (2014)** Global maize production, utilization, and consumption. Annals of the New York Academy of Sciences. 105-1126.
- ✓ **Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. et Vincent C. (2002)** Biopesticides d'origine végétale. Ed. Tec et Doc. Paris, France, 385 p. **126**
- ✓ **Regnault-Roger Catherine.(2002)** De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire. In Regnault-Roger C., Philogène B.J.R., Vincent C. Bio pesticides d'origine végétale. Lavoisier. Tec et Doc, Paris, pp .19-39.
- ✓ **Richard S. Gibbs R.A. Weinstock G.M. (2008)** The genome of the model beetle and pest *Tribolium castaneum*. nature. 452:949-55 (google scholar).
- ✓ **Robinson W.H. (2005)** Urban insects and Arachnids: A Handbook of Urban.
- ✓ **Seck D. (1991)** Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan. Sahel PV info –N°33, pp15-20.37:615-625.
- ✓ **Sexena B.P., Sharma P.R., Thappa R.K. et Tikku K. (1992)** Temperature induced induced sterilization for control of three stored grain beetles, J. stored prod. Res.,28(1),67-70.
- ✓ **Shaaya E., Kostjukovski M., Eilerg J., Sukprakarn C., (1997).** Plant oils as fumigants
- ✓ **Simon H. (1989)** Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui. Ed., Bailliére J.B., Paris, 333p.

- ✓ **Singh G., Kappor I.P.S. and Pandey S.K. (1998)** Studies on essential oils. Part 14 – Natural preservatives for butter , I Med Arom plant Sci, 20, 735-739.
- ✓ **Sinha R.N., Demianyk C.J. et MC Kenzie R.I.H. (1988)** Vulnerability of common wheat cultivars to major stored –Product-beetles. Canadian J. of plant Sci ., 68(2), 337-343.
- ✓ **Soltner D. (1990)** Les grandes production végétales : céréales, plantes sarclées.
- ✓ **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.
- ✓ **Tesche S., Metternich F. (2008)** The value of herbal medicines in the treatment of acute non –purulent rhinosinusitis. Results of a double-blind, randomised , controlled trial . Arch .Otorhinolaryngo. 1265(11): 1355-1359.
- ✓ **Valne T.J. (1984)** Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes .Maloirie S.A éditeur. Paris p44.shing, walling ford, p384.
- ✓ **Whitehead A.G. (1998)** Plant nematode control, new York ny USA : Cab international publishing,science et thérapeutiques, Ed,Tec et Doc.
- ✓ **Wigglesworth V.B. (1972)** The principles of insect physiology, 7e éd. Chapman and Hall.
- ✓ **WIGGLESWORTH, V.B., 1972.** The Principles of Insect Physiology, 7e Ed. Chapman and Hall, 325p.

Webographie

- ✓ <https://espace-pain.info/index.php/la-culture-du-ble/>

Annexes

Tableau I. Analyse de la variance au seuil 5% pour le taux de mortalité des adultes de *C. maculatus* traités avec l'huile d'*E. globulus* par inhalation aux doses différentes après 24h.

	SCE	DDL	CM	Test F	P	E.T	C.V
Var Facteur 1	1574.11	4	393.53	274.50	0.0000	-	-
Variation résiduelle 1	20.75	15	1.38	-	-	1.18	12.3 %
Var total	1594.85	19	83.94	-	-	-	-

Tableau II. Analyse de la variance au seuil 5% pour le taux de mortalité des adultes de *C. maculatus* traités avec l'huile de *M. piperita* par inhalation aux doses différentes après 24h.

	SCE	DDL	CM	Test F	P	E.T	C.V
Var Facteur 1	954.10	4	238.53	53.-65	0.0000	-	-
Variation résiduelle 1	66.75	15	4.45	-	-	2.11	17.5 %
Var total	1020.85	19	53.73	-	-	-	-

Résumé

Notre travail a été réalisé pour évaluer l'impact de deux huiles essentielles extraites d'*Eucalyptus globulus* et de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité et le potentiel répulsif d'un ravageur des stocks, *Tribolium castaneum*.

Le test nous a permis de déterminer le pouvoir insecticide de ces huiles essentielles par fumigation contre les insectes de l'espèce *Tribolium castaneum* à différentes périodes. L'*Eucalyptus* révèle une activité adulticide avec une relation dose-réponse. Il nous a aussi permis de mettre en évidence le pouvoir répulsif de ces huiles à l'égard des adultes de *T. castaneum*.

Les résultats montrent que l'huile d'*Eucalyptus globulus* est relativement plus toxique et plus mortelle que l'huile de *Mentha piperita*.

Mots clés : *Tribolium castaneum*, *Eucalyptus globulus*, toxicité, fumigation, répulsion ...

Abstract

Our work was carried out to evaluate the impact of two essential oils extracted from *Eucalyptus globulus* and *Mentha piperita* on the mortality rate and the repellent potential of a stock pest, *Tribolium castaneum*.

The test allowed us to determine the insecticidal power of these essential oils by fumigation against insects of the species *Tribolium castaneum* at different periods. The *Eucalyptus* reveals an adulticidal activity with a dose-response relationship. It also allowed us to highlight the repulsive power of these oils towards the adults of *T. castaneum*.

The results show that the oil of *Eucalyptus globulus* is relatively more toxic and more lethal than the oil of *Mentha piperita*.

Keywords: *Tribolium castaneum*, *Eucalyptus globulus*, toxicity, fumigation, repellency,...