

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة محمد بوضياف - المسيلة

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES

N° : 06/DSA/VCDPGR/2025



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE
LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

SPECIALITE : PROTECTION DES VEGETAUX

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par : SAADAOUI Mabrouk

Intitulé

Évaluation de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de
Thymus vulgaris sur *Tribolium confusum* (Coleoptera :
Tenebrionidae) insecte ravageur des denrées stockées.

Soutenus devant le jury composé de:

Président	MIMECHE Fateh	Prof.	Université de Msila
Encadreur	HAMDANI Mourad	MCA	Université de Msila
Examineur	BOUTERA Nacera	MCB	Université de Msila

Année universitaire : 2024 /2025



Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH, le Tout-Puissant, de nous avoir accordé la santé, la patience, la force et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à mon encadreur M. HAMDANI Mourad, maitre de conférences au département des sciences agronomiques de l'université de Msila, ainsi que, mon Co-encadreur Mme HOCEINI F., maitre de conférences au département des sciences agronomiques de l'université de Msila, pour leur aide précieuse, leur encouragement et conseils avisés.

J'adresse également mes remerciements à M. MIMECHE F., professeur au département des sciences agronomiques de l'université de Msila, qui nous fait l'honneur de présider le jury, ainsi qu'à Mme BOUTERA N., maitre de conférences au département des sciences de la nature et de la vie de l'université de Msila pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à toutes les personnes qui ont contribués, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Enfin, j'exprime toute ma gratitude à l'ensemble des enseignants, responsables et agents de la Faculté des Sciences, Département des sciences Agronomiques, de l'Université Mohamed Boudiaf de Msila, sans exception.

MABROUK



Dédicaces

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le très Miséricordieux.

Louange à Allah qui m'a accordé la réussite et l'aide jusqu'à ce stade de mon parcours. C'est en Lui que je cherche assistance et en Lui que je place toute ma confiance.

À mon cher père, qui a toujours été mon appui et mon soutien à chaque étape. Merci pour tes efforts, tes conseils et ton dévouement. Je prie Allah de te récompenser pour tout le bien que tu m'as apporté.

À ma chère mère, dont les prières ne m'ont jamais quitté. Merci pour ton amour inconditionnel et ta tendresse, qui ont allégé mes peines. Je prie Dieu de te protéger et de prolonger ta vie dans le bonheur et la santé.

À toute ma famille, qui m'a constamment entouré de son affection, de son soutien et de son encouragement. Merci pour votre présence et votre amour sincère.

À mes chers amis, compagnons fidèles de cette aventure académique, et plus particulièrement à Anis Boukhrouba et Hafidi Dhai Elddine. Merci pour votre amitié sincère, votre soutien constant et votre présence précieuse tout au long de ce parcours.

Mabrouk

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur <i>Tribolium confusum</i>	03
1.1. Classification.....	03
1.2. Répartition géographique.....	03
1.3. Description des différents stades de développement de <i>T. confusum</i>	03
1.4 Biologie.....	06
1.5 Dégâts causés par <i>Tribolium confusum</i>	06
2. Généralités sur les huiles essentielles.....	07
2.1. Composition chimique.....	07
2.2. Généralités sur le <i>Thymus vulgaris</i> L.....	07
2.2.1. Origine et répartition géographique du <i>T. vulgaris</i>	07
2.2.2. Position taxonomique.....	08
2.2.3. Description botanique du thym.....	08
2.2.4. Composition chimique et propriétés thérapeutiques du thym.....	09
2.2.5. Domaine d'usage du <i>Thym</i>	09
2.2.5.1. Usage traditionnel	09
2.2.5.2. Usage médicinal et pharmaceutique	10
2.2.5.3. Usage cosmétique.....	10

2.2.6. Composition chimique	11
-----------------------------------	----

Chapitre II : Méthodologie

1. Matériel de laboratoire	13
2. Matériel biologique.....	14
2.1. <i>Tribolium confusum</i> de la farine.....	14
2.2. Les huiles essentielles.....	14
2.3. Composition chimique	14
3. Méthodes	15
3.1. Élevage de masse.....	15
3.2. Test par répulsion.....	15
3.3. Test par inhalation.....	17
4. Analyse statistique.....	18

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Évaluation de la toxicité par inhalation de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i>	19
1.1. Effet de l'huile essentielle du <i>Thymus vulgaris</i>	19
2. Évaluation de l'effet par répulsion de l'huile essentielle de thym.....	21

Conclusion	25
-------------------------	-----------

Références bibliographiques	27
-----------------------------------	----

Résumés

Liste des figures

Figure 1: Œufs de <i>T. confusum</i> enrobés de particules de farine.....	04
Figure 2: Larve de <i>T. confusum</i>	04
Figure 3: Nymphe de <i>T. confusum</i>	05
Figure 04 : Adulte de <i>T. confusum</i>	05
Figure 05 : Dégâts causés par <i>Tribolium confusum</i>	06
Figure 06 : Morphologie du Thym.....	08
Figure 07: Matériels de laboratoire.....	14
Figure 08: L'huile essentielle du Thym (<i>Thymus vulgaris</i>).....	15
Figure 09: Dispositif expérimental du test par répulsion des huiles essentielles de romarin et de menthe poivrée à l'égard des adultes de <i>T. confusum</i>	16
Figure 10 : Dispositif expérimental du test d'inhalation de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> à l'égard des adultes de <i>T. confusum</i>	18
Figure 11 : Taux moyen de mortalité en (%) des adultes de <i>T. confusum</i> traités par l'huile essentielle de thym en fonction des doses et de la durée d'exposition.....	19
Figure 12 : Effet du temps d'exposition et des doses du <i>Thymus vulgaris</i> sur la mortalité des adultes du <i>T. confusum</i> à travers l'analyse de la variance(GLM).....	20
Figure 13 : Taux de répulsion (%) des adultes de <i>T. confusum</i> après traitement à l'huile essentielle du thym En fonction des doses.....	22
Figure 14 : Effet des différentes doses du <i>Thymus vulgaris</i> sur la répulsion des adultes du <i>T. confusum</i> à travers l'analyse de la variance(GLM).....	23

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle de <i>T. vulgaris</i>	11
Tableau 02 : Pourcentage de répulsion selon le classement de MC DONALD et <i>al.</i> (1970).....	17
Tableau 03 : Nombre moyen de <i>T. confusum</i> recensé dans les parties traitées et non traitées et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i>	23

Introduction

Les denrées alimentaires stockées et leurs dérivés constituent des éléments fondamentaux de l'alimentation humaine quotidienne. Il s'agit notamment des céréales et de leurs sous-produits tels que la farine, les pâtes alimentaires, les légumineuses, ainsi que les produits sucrés et les fruits secs. En raison de leur importance nutritionnelle et économique, la conservation de ces produits exige des conditions spécifiques afin de préserver leur qualité et leur valeur nutritionnelle sur une longue période.

Toutefois, le stockage des céréales est exposé non seulement à des attaques d'ordre physicochimiques (température, humidité relative), mais également à des attaques biotiques (insectes nuisibles, rongeurs, microorganismes) qui rivalisent avec nos provisions alimentaires (Bhumi et *al.*, 2017).

Les dommages causés par les insectes nuisibles représentent 35% de la production agricole à l'échelle mondiale. Les grains et les graines entreposés sont exposés à diverses attaques d'insectes préjudiciables, issus des ordres des coléoptères et lépidoptères, durant leur stockage et leur conservation (FAO, 2016).

Afin de minimiser ces pertes d'inventaire, les agriculteurs se tournent fréquemment vers la lutte chimique, malgré que de nombreuses recherches aient démontré un rapport entre l'emploi des pesticides et des soucis de santé humaine et environnementale (Isman, 2005 et Carlos, 2006).

Par conséquent, beaucoup de chercheurs optent pour des solutions naturelles, comme l'emploi d'insecticides à base de plantes moins nocifs. Les approches de contrôle naturel constituent des solutions prometteuses pour les insecticides d'origine végétale (Camara, 2009).

En effet, les composés d'origine naturelle, y compris les huiles essentielles, constituent désormais une option de protection pour les produits entreposés. Les huiles essentielles provenant des plantes sont déjà couramment employées en aromathérapie, dans les domaines de la pharmacie, de la parfumerie, de la cosmétique et de la conservation des aliments. On les utilise soit en raison de leur large éventail d'activités biologiques, soit pour leur faculté à viser des problèmes précis (Cimanga et *al.*, 2002).

Au cours des dix dernières années, les huiles essentielles ont été l'objet de nombreuses études et ont suscité un intérêt scientifique considérable, comme le montrent les multiples recherches visant à mesurer leur efficacité pour la conservation des céréales et le stockage des denrées alimentaires (Shaaya et al ., 1997) et (Kellouche et Soltani., 2004).

Face à cette problématique, la recherche de méthodes alternatives, efficaces et respectueuses de l'environnement, devient essentielle. Les huiles essentielles, composés naturels extraits de plantes aromatiques, suscitent un intérêt croissant en tant qu'agents bioactifs dans la lutte contre divers insectes nuisibles. Leurs propriétés répulsives, toxiques ou perturbatrices du comportement ont été démontrées dans plusieurs travaux scientifiques récents.

Dans ce contexte, la présente étude soulève la problématique suivante : l'huile essentielle de thym peut-elle être efficace pour repousser ou éliminer le *Tribolium confusum* ? L'objectif de ce travail est donc d'évaluer le potentiel insecticide ou répulsif de cette huile naturelle contre ce ravageur, dans l'optique de proposer une alternative biologique et durable pour la protection des denrées alimentaires stockées.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Généralités sur *Tribolium confusum*

1.1. Classification

Selon Gretia (2009), la classification de *T. confusum* est comme suit :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Coleoptera
- **Sous-ordre** : Polyphaga
- **Famille** : Tenebrionidae
- **Genre** : *Tribolium*
- **Espèce** : *Tribolium confusum*.

Les Tenebrionidae constituent l'une des plus vastes familles des Coléoptères (plus de 15000 espèces décrites) (Delobel et Tran, 1993).

Le *Tribolium* est un ravageur secondaire capable de s'attaquer aux grains à partir des ouvertures causées par les ravageurs primaires servant de voies d'accès (Benazzeddine, 2010).

1.2. Répartition géographique

Tribolium. confusum est une espèce cosmopolite, très vaste dans le monde (Lepesme, 1944).

Ce type de coléoptère est présent en Afrique, causant de graves dommages aux céréales, en particulier en Égypte (Delobel et Tran, 1993). Il est rencontré également dans toutes les régions tropicales du monde, ce qui affecte beaucoup les cultures agricoles telles que l'arachide, mil, maïs, blé, etc., où les larves et les adultes se développent et se reproduisent rapidement et réduisent la qualité du produit (Mallamaire, 1965).

1.3. Description des différents stades de développement de *T. confusum*

a) L'œuf : Il est oblong et blanchâtre, presque transparent, sa surface lisse est recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée (Lepesme, 1944). Les œufs sont pondus individuellement et dispersés dans la farine, mais peuvent être fixés sur la face interne d'un récipient (Good, 1933) (Figure 1).



Figure 1: Œufs de *T. confusum* enrobés de particules de farine (Kedjem et Taharboucht, 2021)

b) La larve : Elle est très allongée, de forme cylindrique et presque glabre. Elle possède une paire de prolongement abdominaux appelés urogomphes et trois paires de pattes, leur corps est couvert de nombreuses soies (Fleurat-Lessard, 1982). Elle est étroite, mobile et de couleur blanche à jaune- brun. Le nombre de stades larvaires varie de 7 à 8 (Delobel et Tran, 1993) (Figure 2).



Figure 2: Larve de *T. confusum* (Kedjem et Taharboucht, 2021).

c) La nymphe : La nymphe est immobile et mesure environ 3,6 -4,6 mm de long. Les pattes, les pointes des mandibules et les urogomphes prennent une couleur brun foncé, lorsque les pupes sont presque matures (Ho, 1969).

Selon Lapesme (1944), la nymphe femelle possède à la face ventrale, au-dessus de la paire d'urogomphes à extrémité très aiguë et brun foncée, deux petites cornes qui, chez le mâle, se réduisent à une légère protubérance déprimée (Figure 3).



Figure 3: Nympe de *T. confusum* (Kedjem et Taharboucht, 2021).

d) L'imago : La nymphe subit une mue imaginale et donne naissance à un imago. A son émergence, l'imago est de couleur brun clair, la pigmentation du corps augmente rapidement au cours des premières 24h (Soliman, 1987).

e) L'adulte : *T. confusum* est une espèce de couleur brun-rouge mesurant moins de 4 mm, à intervalles des élytres nettement peu carénés, non costiformes ventralement. L'espace interoculaire est très large de 2,5 mm la largeur de l'oeil, le canthus des joues très saillant au-dessus des yeux, la ponctuation du pronotum fine est espacée, non réticulée latéralement (Calmont et Soldati, 2008). Les antennes sont moniliformes avec les 3 derniers articles élargis (Balachowsky, 1962) (Figure 04).

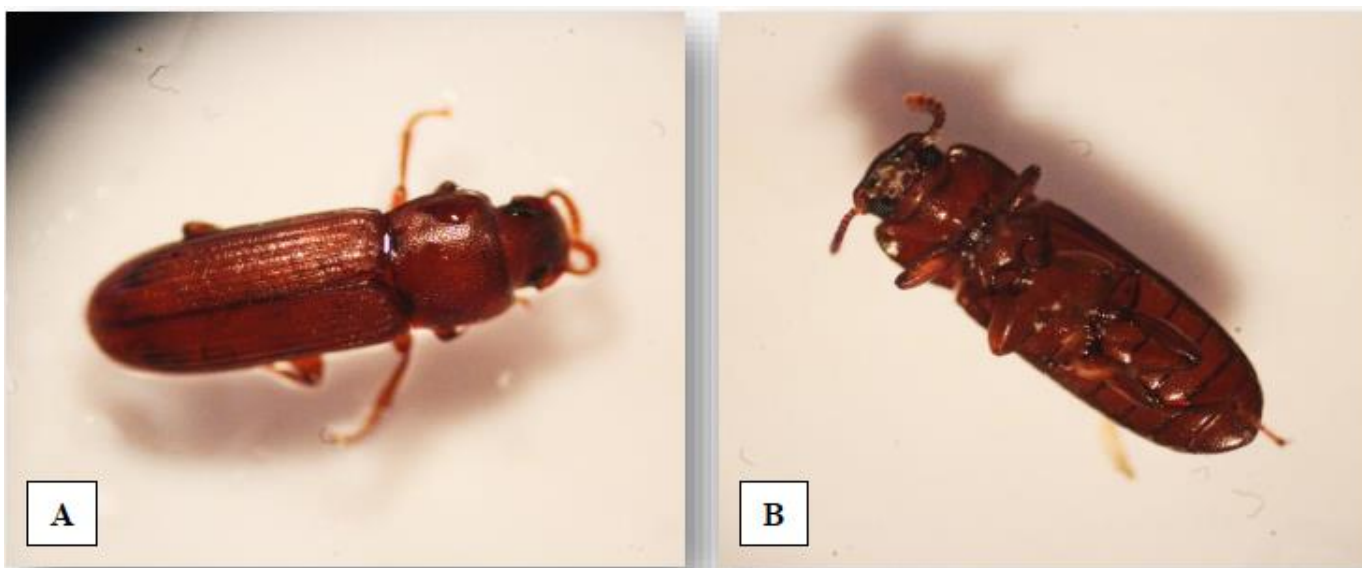


Figure 04 : Adulte de *T. confusum* (A : Face dorsale ; B : Face ventrale) (Gx40) (Calmont et Soldati, 2008).

1.4 Biologie

Le premier accouplement a lieu environ 2 jours après l'émergence des imagos et dure de 3 à 15 minutes. Chez *T. confusum* l'échelonnement des pontes est conditionné par plusieurs copulations (Steffan, 1963). Les femelles pondent en moyenne environ 450 oeufs chacune. Les petits oeufs blancs sont déposés séparément dans la farine ou autres matières alimentaires dans lesquelles vivent les adultes. Les jeunes larves, passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. La larve circule librement dans la denrée infestée où elle se nymphose. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose à 32,5°C et une humidité relative de 70 %. La durée du cycle de développement est de 24 à 26 jours, son optimum thermique se situe entre 32°C et 35°C, son développement s'arrête au-dessous de 22°C. Il résiste aux basses hygrométries (Steffan , 1963).

1.5 Dégâts causés par *Tribolium confusum*

Les denrées contaminées prennent une odeur désagréable et une coloration rosâtre qui proviennent des quinones secrétées par les glandes abdominales des adultes (Lis et *al.*, 2011).

Les adultes sont très polyphages, ce sont des cléthrophages secondaires, car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures. Ils attaquent les grains endommagés, escortent souvent les charançons où parachèvent leurs dégâts (Steffan, 1963) (Figure 05).



Figure 05 : Dégâts causés par *Tribolium confusum* (Originale, 2025).

2. Généralités sur les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits naturels, concentrés de principes actifs des plantes aromatiques (Bruntone, 1993). Ce sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveurs couramment fortes, extraites à partir des différentes parties des plantes aromatiques, par plusieurs méthodes d'extraction (hydrodistillation, enfleurage, par solvant...) (Belaiche, 1979). La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme : «un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (Garnero, 1976).

2.1. Composition chimique

La composition chimique des huiles essentielles est généralement très compliquée d'un double point de vue, à la fois par le nombre élevé de constituants présents et par la diversité importante de leurs structures (Saheb, 2007). Les principales familles des produits naturels qui se trouvent comme constituants chimiques des huiles essentielles appartiennent de façon quasi exclusive à deux groupes de composés odorants. Il s'agit des terpènes d'une part, et qui sont prépondérants dans la plupart des essences, et d'autres part des composés aromatiques dérivés du phényl - propane (Brunton, 1999).

2.2. Généralités sur le *Thymus vulgaris* L.

2.2.1. Origine et répartition géographique du *T. vulgaris*

Thymus vulgaris L. est indigène de l'Europe du sud, on le rencontre depuis la moitié orientale de la péninsule ibérique jusqu'au sud-est de l'Italie, en passant par la façade méditerranéenne française (Özcan et Chalchat, 2004 ; Amiot, 2005). Il est maintenant cultivé partout dans le monde comme thé, épice et plante médicinale (Kitajima et *al.*, 2004).

Le *Thymus vulgaris* se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines, comme la lavande, le romarin, la sauge et beaucoup d'autres plantes sauvages (Kaloustian et *al.*, 2003).

Commun dans les régions montagneuses et les bords de mer de l'Algérie, les lieux arides caillouteux, où l'on rencontre aussi de la même famille le serpolet (*Thymus serpyllum*) et du thym (*Thymus vulgaris*) batard et sauvage et très apprécié des lapins (Poletti, 1988 ; Ali- Delille, 2010).

Le genre *Thymus* est un des 220 genres les plus diversifiés de la famille des Labiées, avec pour centre de diversité la partie occidentale du bassin méditerranéen (Morales, 2002 ;Naghibi et *al.*, 2005). Amiot (2005) note que, comme beaucoup de labiées, elles sont connues pour leurs huiles essentielles aromatiques. L'espèce la plus connue est sans conteste *Thymus vulgaris* L. localement connu (zaatar). En français et anglais par exemple, on emploie fréquemment le nom du genre (thym et thyme respectivement) pour désigner l'espèce *Thymus vulgaris*.

2.2.2. Position taxonomique

Selon Morales (2002), la position taxonomique du *Thymus vulgaris* est :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Ordre : Labiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Thymus*

Espèce : *Thymus vulgaris* L.

2.2.3. Description botanique du thym

Le thym est une plante ligneuse, mesurant de 10 à 30 cm de haut. Ses rameaux serrés, dressés et velus, recouvert de feuilles opposées courtement pétiolées, ovales, oblongues, glabres, ciliées à la base (Figure 06). Les fleurs sont rosées en capitules terminaux avec un calice glanduleux. L'odeur est thymolée, la saveur es chaude, aromatique, légèrement amère (Ali-Delille, 2010).



Figure 06 : Morphologie du Thym (Ali-Delille, 2010).

2.2.4. Composition chimique et propriétés thérapeutiques du thym

De nombreuses études ont révélé que les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont très riches en plusieurs constituants dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection) (Balladin et Headley, 1999 ; Amiot, 2005).

Balladin et Headley (1999) et Bouhdid et *al.* (2006) affirment que 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondants sont respectivement : thymol (44,4 - 58,1 %), *p*-cymène (9,1 - 18,5 %), γ -terpinène (6,9 - 18,0 %), carvacrol (2,4 - 4,2 %), linalol (4,0 - 6,2 %). La caractéristique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* était sa teneur élevée du thymol.

Selon Cowan (1999), les principes actifs du thym sont :

- Les acides phénoliques: acide caféique, acide rosmarinique ;
- Les flavonoïdes: hespéridine, eriotréicine, narirutine, lutéoline ;
- Les polyphénols: tannin.

La feuille et la sommité fleurie de *Thymus vulgaris* sont traditionnellement utilisées par voie orale dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que : ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion, parasites intestinaux, éructation, flatulence ainsi que dans le traitement symptomatique de la toux, la coqueluche, rhume et de la bronchite (Bruneton, 1999, Ali-Delille, 2010).

En usage local, elles sont traditionnellement utilisées en cas d'affection des voies respiratoires, pour le traitement de furoncles et des petites plaies après lavage abondant, pour soulager les piqûres d'insectes et les douleurs rhumatismales, en bain de bouche pour l'hygiène buccale (Ali-Delille, 2010).

L'huile essentielle de thym, riche en phénols, est douée de propriétés antibactériennes facilement mises en évidence *in vitro* (Bruneton, 1999). L'huile essentielle de trois plantes dont *Thymus vulgaris* a été testée, par Bouhdid et *al.* (2006), pour leur activité antibactérienne, l'huile de *Thymus vulgaris* témoigne d'une activité antibactérienne intéressante sur les bactéries gram positives comme sur les bactéries gram négatives.

2.2.5. Domaine d'usage du Thym

2.2.5.1. Usage traditionnel

Le thym est utilisé comme aromate en cuisine, c'est une plante condimentaire très appréciée en Algérie et dans différentes parties du monde pour aromatiser les plats, les fromages et les boissons alcoolisées. C'est une plante médicinale recommandée contre tous

les types de faiblesse, et indiquée pour les crampes d'estomac, les inflammations pulmonaires les palpitations, ainsi que les affections de la bouche (Daidj, 2007 ; Djeroumi et Nacef, 2004 ; Mayer, 2012).

Il est considéré aussi comme l'un des remèdes populaires les plus utiles et efficaces, dans le traitement des affections respiratoires; rhume, gripes, et angine par trempage des feuilles sèches. Également Utilisé dans le nettoyage et la cicatrisation des plaies, l'expulsion des gaz intestinaux et contre la mauvaise digestion, grâce à ses propriétés stomachiques antiseptiques des voies respiratoires et pectorale (Baba Aissa, 1990 ; Hadouche, 2011).

2.2.5.2. Usage médicinal et pharmaceutique

Les feuilles du *thym* sont riches en HEs dont les propriétés sont mises en profit en phytothérapie et en médecine, comme produit vétérinaire (antiparasite, antispasmodique, antiseptique et digestif), en plus des études ont confirmé leur activités antiseptique et spasmolytique.

Le *thym* possède des vertus antiseptique utilisées pour soigner les infections pulmonaires, il calme les toux quinteuses, diminue les sécrétions nasales et soulage les problèmes intestinaux (Frederich 2014 ; Saidj, 2007). Plus de 90 espèces de Lamiacée sont inscrites dans la pharmacopée parmi lesquelles le thym (Nouioua, 2012). En pharmacie, le thymol et le carvacrol sont employés en collutoires, dans les dentifrices, les savons, les onguents, les lotions, les pastilles pour la gorge et les remèdes antigrippes.

Plusieurs études ont montré que le *thymol* possède de nombreuses activités biologiques telles que l'activité antispasmodique, antimicrobienne, fongicide, insecticide, antioxydante, anticancérigène et anti-inflammatoire (Daoudi, 2016). Par ailleurs, les extraits de thym ont montré une large activité antibactérienne en inhibant la croissance des bactéries à Gram positif et Gram négatif (Qaralleh et *al.* , 2009).

2.2.5.3. Usage cosmétique

Le *thym* herbe aromatique est connu pour son agréable odeur, il entre dans la composition de beaucoup de produits cosmétiques. **L'huile essentielle** du thym riche en **thymol** est utilisée pour la confection de savons, de produits de beauté, des parfums, des détergents, d'articles de toilette, produits d'hygiène, et bien d'autres produits. Par ailleurs, il a été démontré que le thym est un bon remède contre la chute de cheveux (Benteyeb et Djemmal, 2014 ; Saidj, 2007 ; Zrira, 2003).

Thymus vulgaris est une des plus populaires plantes aromatiques utilisées dans le monde entier, ces applications sont très vastes et touchent le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (Adwan et al., 2006) . De plus son huile essentielle est utilisée dans les industries alimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Adwanet et al., 2006). *Thymus vulgaris* est une des plantes aromatiques les plus populaires utilisées dans le monde. Il est vastement appliqué et touche particulièrement le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (Adwanet et al., 2006).

L'huile essentielle de cette plante est exploitée en aromathérapie et dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Tisserand, 2014). Elle entre dans la composition de divers produits pharmaceutiques tels que : les pommades antiseptiques et cicatrisantes, les émulsions, les cataplasmes, ainsi que, les gouttes, les sirops, les élixirs ou les gélules pour le traitement des affections des voies respiratoires ainsi que des préparations pour inhalation (Tisserand, 2014).

En raison de ses nombreuses propriétés ethno médicinales, *Thymus vulgaris* est utilisé comme stimulant, antiseptique, sédatif, stomatique, antitussif, antispasmodique, antimicrobien, antioxydant, anti-inflammatoire, antiviral, carminatif, expectorant, diaphorétique et diurétique (Tisserand, 2014).

2.2.6. Composition chimique

L'huile *Thymus vulgaris* renferme une huile volatile de couleur pâle, jaune ou rouge, avec une odeur riche, et aromatique et un goût persistant, corsé et épicé (Farrell, 1998).

L'huile 'essentielle de *Thymus vulgaris* est composée d'une quantité très variable en phénols dont le thymol et le carvacrol en sont les majeurs constituants. Elle contient également d'autres composants minoritaires comme présentés dans le tableau 1 ci-dessous (Abdelli, 2017).

Tableau 1 : Composition chimique de l'huile essentielle de *T. vulgaris* (Abdelli, 2017)

Espèce	Familles	Composition
	Phénols (20 – 80%)	Thymol (30 – 70%)
		Carvacrol (3 – 15%)
	Alcools	Linalool (4 - 6.5%)
		α -terpinéol (7.8 – 8.9%)
Monoterpènes	p-cymène (15 – 20%)	

<i>Thymus Vulgaris</i>		γ -terpinène (5 – 10%)
	Hydrocarbonés	Bornéole, camphre, limonène,
		myrcène, β -pinène,
		trans sabinène hydrate, terpinène-4-ol (0.5 – 1.5%)
Sesquiterpènes	β -caryophyllène	
Hydrocarbonés	(1 – 3%)	

Chapitre II : Méthodologie

Le travail expérimental a été réalisé au niveau des laboratoires des sciences agronomiques, de l'Université Mohamed BOUDIAF de Msila durant la période allant du mois d'Avril à Mai 2025.

Le but de nos expériences est de déterminer l'activité insecticide par inhalation et par répulsion de l'huile essentielle du Thym (*Thymus vulgaris*) sur *Tribolium confusum*.

1. Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de notre travail expérimental, plusieurs outils en sont nécessaires :

- Une étuve dans laquelle sont réalisés les différents essais. Elle est réglée aux conditions optimales de développement de *T. confusum* (température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$).
- Loupe binoculaire.
- Des bocaux en verre pour les élevages de masse.
- Des boîtes de pétri en plastique de différentes démentions 8,5cm de diamètre et 1.5 cm d'hauteur ; d'autres de 5,2 cm de diamètre sur 1,2 de hauteur.
- Des flacons en plastique pour les tests par inhalation.
- Une micropipette pour pipeter les huiles essentielles.
- Du papier filtre pour les tests par inhalation.
- D'autres outils de manipulation (pinces, bassine, pèle, scotch, ciseaux...) ont été également utilisés (Figure 07).

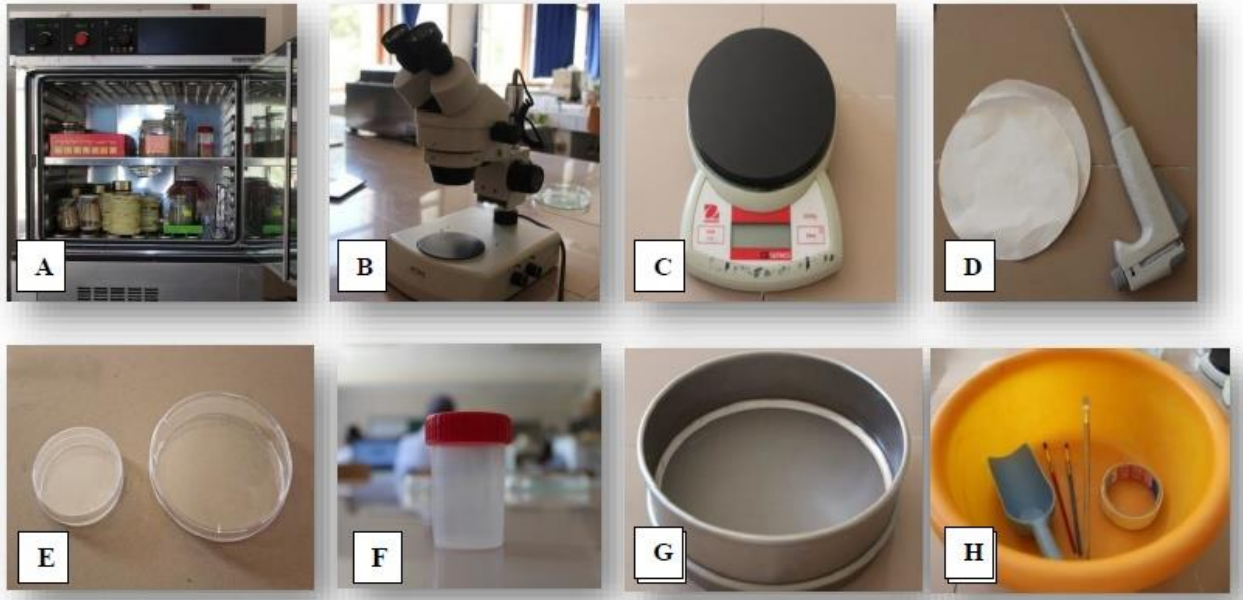


Figure 07: Matériels de laboratoire: (A) Étuve, (B) Loupe binoculaire, (C) Balance à affichage électronique, (D) Micropipette et papier filtre, (E) Boîtes de Pétri, (F) Flacon en plastique, (G) Tamis, (H) Bassine et autres (Originale, 2025).

2. Matériel biologique

2.1. *Tribolium confusum* de la farine

L'espèce étudiée est *T. confusum*, elle est obtenue à partir des élevages de masse réalisés au niveau du laboratoire sur la semoule saine de blé dur.

2.2. Les huiles essentielles

L'huile essentielle utilisée dans nos expériences est celle du Thym achetée du marché locale (Figure 08).

2.3. Composition chimique

De nombreuses études ont révélé que les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont très riches en plusieurs constituants dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection) (Balladin et Headley, 1999 ; Amiot, 2005).

Balladin et Headley (1999) et Bouhdid et *al.* (2006) affirment que 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondants sont respectivement : thymol (44,4 - 58,1 %), *p*-cymène (9,1 - 18,5 %), γ -terpinène (6,9 - 18,0 %), carvacrol (2,4 - 4,2 %), linalol (4,0 - 6,2

%). La caractéristique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* était sa teneur élevée du thymol.

Selon Cowan (1999), les principes actifs du thym sont :

- Les acides phénoliques: acide caféique, acide rosmarinique ;
- Les flavonoïdes: hespéridine, eriotrécine, narirutine, lutéoline ;
- Les polyphénols : tannin.



Figure 08: L'huile essentielle du Thym (*Thymus vulgaris*) (Originale, 2025).

3. Méthodes

3.1. Élevage de masse

L'élevage de masse est réalisé dans un sac de semoule de cinq kilogramme, afin d'obtenir une génération homogène, en nombre suffisant, nécessaire aux différents tests expérimentaux.

Le sac est maintenu à l'obscurité dans un endroit chaud pour permettre une augmentation des effectifs.

3.2. Test par répulsion

Des disques de papier filtre sont divisés en deux parties égales et trois doses pour l'huile utilisée: 5 μ l, 7 μ l et 9 μ l sont préparées (prélevées à l'aide d'une micropipette).

Une partie du papier filtre est traitée avec l'huile essentielle diluée dans 0,2 ml d'acétone et l'autre partie est traitée uniquement avec 0,2 ml d'acétone (témoin) (Figure 09).

Après évaporation du solvant, le disque est reconstitué au moyen d'une bande adhésive (scotch) puis placé dans une boîte de Pétri au centre de laquelle cinq couples de *T. confusum* sont déposés. Trois répétitions sont réalisées pour chaque dose de l'huile essentielle testée.

Après deux heures de traitement, les individus sont dénombrés sur chaque partie du disque. Le pourcentage de répulsion (PR) est calculé selon la formule de MC DONALD et al.(1970) :

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

NC : Nombre d'insectes présents sur la partie du disque traitée uniquement avec l'acétone.

NT : Nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec la solution (huile-acétone).



Figure 09: Dispositif expérimental du test par répulsion de l'huile essentielle du *Thymus vulgaris* à l'égard des adultes de *T. confusum* (Originale, 2025).

Selon MC DONALD et al. (1970), le pourcentage de répulsion moyen calculé pour chaque huile est attribué à l'une des différentes classes indiquées dans le tableau 02 ci-dessous.

Tableau 02 : Pourcentage de répulsion selon le classement de MC DONALD et *al.* (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés
0	PR <0,1	Très faiblement répulsif
I	0.1<PR<20	Faiblement répulsif
II	20<PR<40	Modérément répulsif
III	40<PR<60	Moyennement répulsif
VI	60<PR<80	Répulsif
V	80<PR<100	Très répulsif

3.3. Test par inhalation

Il consiste à étudier la toxicité par inhalation de l'huile essentielle testée à l'égard des adultes de *T. confusum*, aux différentes doses testées en fonction du temps et de la durée d'exposition. Il est réalisé selon le protocole suivant (Figure 10) ;

- Dans des boîtes de pétri, des disques de papier filtre de 2cm de diamètre sont suspendus. Des doses de 5µl, 7µl et 9µl sont injectées dans les disques de papier filtre à l'aide d'une micropipette. Un total de 10 adultes de *T. confusum* est introduit dans les boîtes de pétri dont la fermeture est parfaitement étanche. Parallèlement, un lot témoin traité uniquement avec l'acétone.

- Trois répétitions sont réalisées pour chaque traitement.

Le dénombrement des individus morts est effectué après 8H, 24H et 48H, du lancement de l'expérience et cela pour chaque dose et pour chaque répétition.

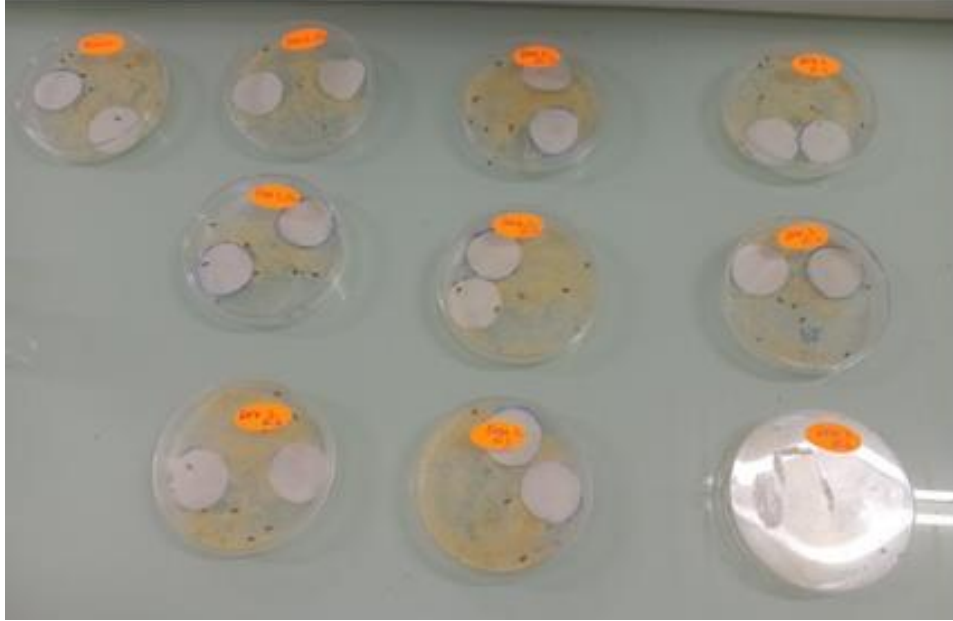


Figure 10 : Dispositif expérimental du test d'inhalation de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* à l'égard des adultes de *T. confusum* (Originale, 2025).

4. Analyse statistique

Tous les résultats obtenus pour les différents paramètres étudiés sont soumis à une analyse de la variance à trois critères de classification en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.40 pour déterminer l'action de l'huile essentielle testée vis-à-vis du *T. confusum*.

Si la probabilité (P) est :

$P > 0,05$, il n'y a pas de différence significative.

$0,01 < P < 0,05$, il y a une différence significative.

$0,001 < P < 0,1$, il y a une différence hautement significative.

$P < 0,001$, il y a une différence très hautement significative.

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Évaluation de la toxicité par inhalation de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*

L'activité insecticide de l'huile essentielle de thym est évaluée par inhalation par le dénombrement des adultes morts du *Tribolium confusum* au niveau des différents traitements utilisés.

1.1. Effet de l'huile essentielle du *Thymus vulgaris*

Les résultats obtenus montrent que, le taux de mortalité des adultes de *T. confusum* évolue proportionnellement avec la durée d'exposition et les doses de l'huile essentielle par inhalation soient 5, 7 et 9 μ l (Figure 11).

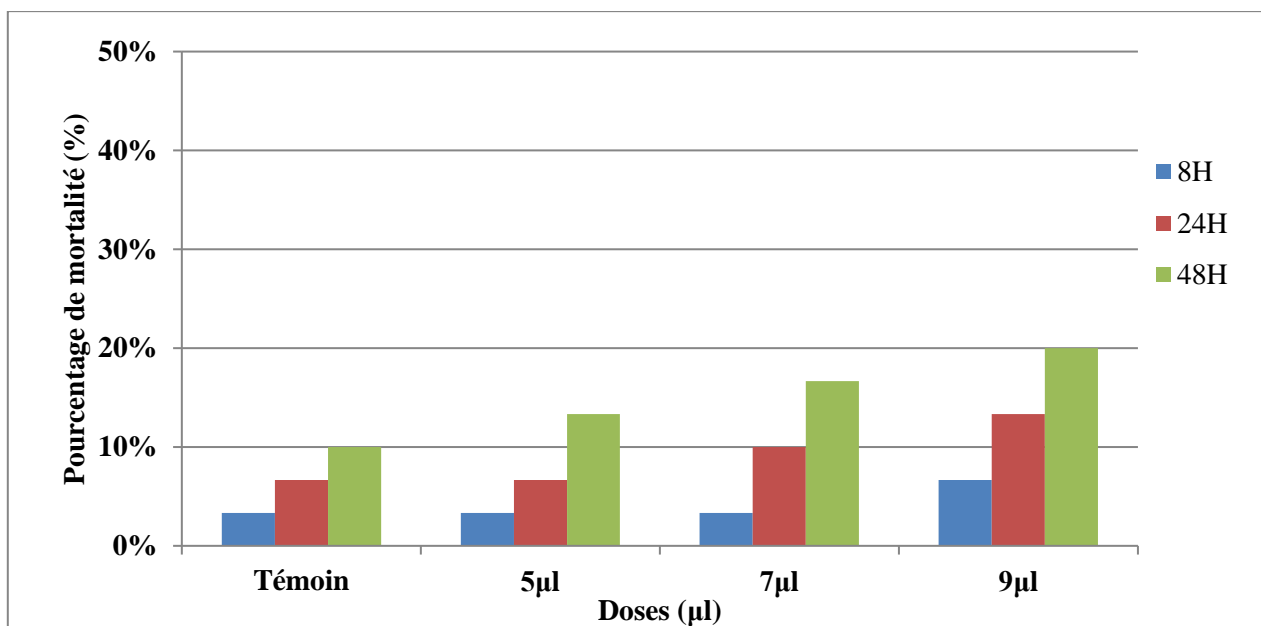


Figure 11 : Taux moyen de mortalité en (%) des adultes de *T. confusum* traités par l'huile essentielle de thym en fonction des doses et de la durée d'exposition.

La mortalité des adultes du *T. confusum* est enregistrée juste après 8H après leur exposition aux différentes doses de l'huile, avec un taux de 3,33% à 5 μ l, puis 6,67% à 9 μ l, alors que, après 48h, le taux de mortalité est de 13,33% à la dose de 5 μ l puis 20% avec la dose de 9 μ l. Donc le taux de mortalité est faible concernant les doses traitées.

Analyse de la variance

Le modèle G.L.M. appliqué à l'effet du temps d'exposition et des doses du *Thymus vulgaris* sur la mortalité des adultes du *T. confusum* montre des différences hautement significatives entre les différents temps d'exposition des adultes à la toxicité de l'huile testée ($p=0,000$; $p<0,05$). Cependant, les différences sont significatives entre les différentes doses testées ($p=0,012$; $p<0,05$) (Figure 12).

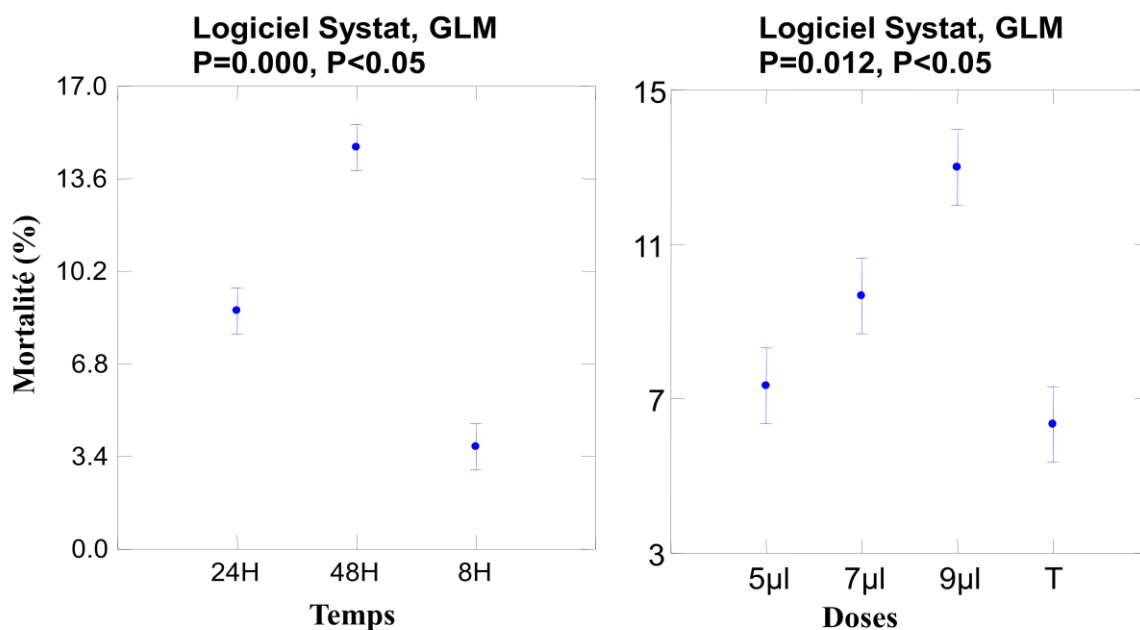


Figure 12 : Effet du temps d'exposition et des doses du *Thymus vulgaris* sur la mortalité des adultes du *T. confusum* à travers l'analyse de la variance (GLM).

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'huile essentielle testée, a révélé un effet toxique significatif sur les adultes de *T. confusum* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent.

Plusieurs études ont montrées que, les huiles essentielles ont un large spectre d'action sur les insectes des denrées stockées (HAMOUDI, 2000 ; KEITA et al., 2000). L'étude réalisée par SHAAYA et al. (1993) sur la toxicité par fumigation de 26 huiles essentielles a montré que, seul le laurier, la sauge, et la lavande manifestaient 100 % de mortalité sur *R. dominica*, le silvain dentelé *Oryzaephilus surinamensis*, le tribolium rouge de la farine *Tribolium*

castaneum et le charançon des grains *Sitophilus oryzae* pour une concentration de 15 ml/l, alors que pour *Tribolium confusum* est moins de 15%.

En effet, les huiles essentielles de romarin et la menthe présentent également un effet toxique par inhalation sur *S. oryzae* et *T. confusum*. D'après BENAZZEDINE (2010), les huiles essentielles de *R. officinalis*, *Mentha viridis* agissent sur les adultes de *S. oryzae* et *T. confusum* et provoquent une mortalité de 100% à la dose $9.10^3 \mu\text{l}/\text{cm}^3$ après 24 h de traitement des adultes de *T. confusum*.

Amitouche et Rakem, (2017), ont signalés que, l'huile essentielle de *J. phonecea* a provoqué un taux de mortalité de 100% sur les adultes de *T. confusum* aux doses 50 μl , 150 μl , 200 μl , 250 μl après une durée d'exposition de 24 h, alors que, pour l'huile essentielle de *P. pinaster* le taux de mortalité est de 100 % sur les adultes de *T. confusum* à la dose 250 μl après 72 h d'exposition. Quant au témoin le taux de mortalité est nul.

D'autres auteurs ont testé la récurtivité de nombreuses autres huiles essentielles comme l'étude de l'effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *T. confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). (Benazzeddine, 2010). Les résultats indiqués montrent que les deux huiles essentielles de la Menthe verte et du Romarin ont été très toxiques par inhalation sur *T. confusum*, après 24 de d'exposition. Ces huiles ont provoqué 100 % de mortalité. L'Eucalyptus et le Thym ont agit également au bout de 24 heures d'exposition provoquant des taux de mortalité estimées à 54,55% et 50,65% de respectivement; ces mortalités se sont échelonnées dans le temps pour atteindre un taux de 100% après 144 heures (6 jours). Concernant l'huile essentielle de la Citronnelle son efficacité ne se révèle qu'après 96 heures de traitement et ne dépasse pas un taux de 56 % après 144 heures.

Benazzeddine, (2010), note que, Sur *T. confusum*, après 24 heures d'exposition le romarin et la menthe verte ont provoqués 100% de mortalité. Les mêmes taux ont été enregistrés pour le thym et l'eucalyptus après 120 h (5 jours). Par contre la citronnelle a donné des résultats ne dépassant pas 55% après 144 h (6 jours) d'exposition.

2. Évaluation de l'effet par répulsion de l'huile essentielle de thym

D'après les résultats obtenus, nous constatons que l'huile testée est répulsive a l'égard des adultes de *T. confusum* (Figure 13).

Le taux de répulsion est considérable et il change en fonction de la dose, il atteint son maximum à la dose 9 μ l.

Le taux de répulsion est considérable pour l'huile testée et il change en fonction de la dose, ou on a enregistré un taux de 80% pour les doses 5 μ l et 7 μ l, il atteint son maximum à la dose de 9 μ l avec 90%.

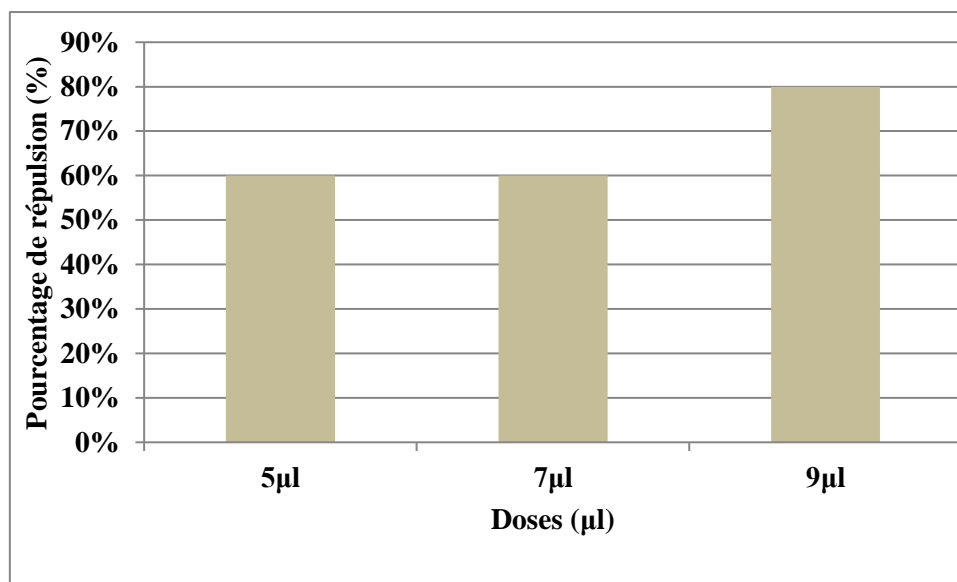


Figure 13 : Taux de répulsion (%) des adultes de *T. confusum* après traitement à l'huile essentielle du thym en fonction des doses.

Analyse de la variance

Le modèle G.L.M. appliqué sur l'effet des différentes doses du *Thymus vulgaris* sur la répulsion des adultes du *T. confusum* montre des différences non significatives ($p=0,732$; $p>0,05$) entre les différentes dose de l'huile essentielle du *Thymus vulgaris* sur la répulsion des adulte du *T.confusum* (Figure 14).

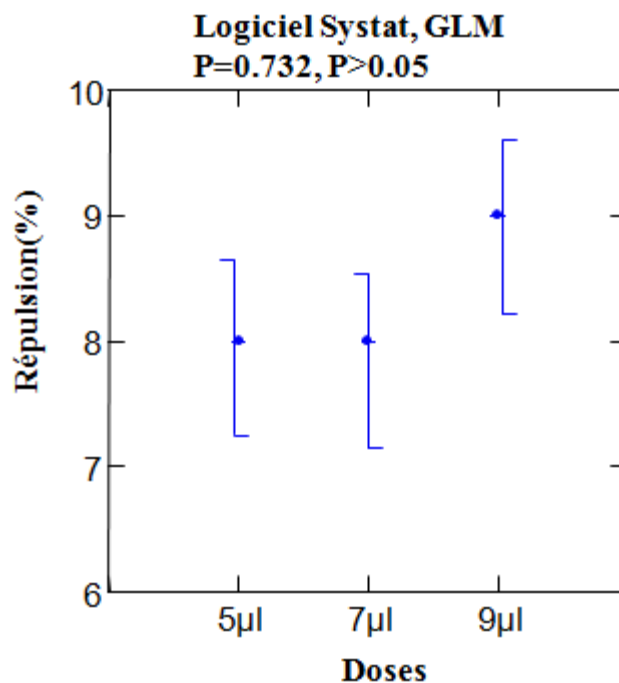


Figure 14 : Effet des différentes doses du *Thymus vulgaris* sur la répulsion des adultes du *T. confusum* à travers l'analyse de la variance (GLM).

Selon la méthode de MC DONALD et al. (1970), l'huile essentielle de *T. vulgaris* est placée dans la classe répulsive (IV) avec une valeur moyenne du pourcentage de répulsion de 66,7 (Tableau 03).

Tableau 03 : Nombre moyen de *T. confusum* recensé dans les parties traitées et non traitées et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

Moyenne d'individus présents dans		Partie traitée	Partie non traitée	Pourcentage de répulsion
Dose	5 µl	2	8	60%
	7 µl	2	8	60%
	9 µl	1	9	80%
Taux moyen de répulsion		66,7%		
Classe/Effet		IV Répulsif		

Les résultats obtenus montrent clairement que l'huile essentielle testée, du Thym a un effet répulsif à l'égard des adultes de *T. confusum*.

Conclusion

L'étude menée sur l'évaluation de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae) insecte ravageur des denrées stockées fait ressortir que, les résultats obtenus dans cette étude montrent que, l'huile essentielle testée, a révélé un effet toxique significatif sur les adultes de *T. confusum* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent. le taux de mortalité des adultes de *T. confusum* évolue proportionnellement avec la durée d'exposition et les doses de l'huile essentielle par inhalation soient 5, 7 et 9 μ l.

La mortalité des adultes du *T. confusum* est enregistrée juste après 8H après leur exposition aux différentes doses de l'huile, avec un taux de 3,33% à 5 μ l, puis 6,67% à 9 μ l, alors que, après 48h, le taux de mortalité est de 13,33% à la dose de 5 μ l puis 20% avec la dose de 9 μ l. Donc le taux de mortalité est faible concernant les doses traitées.

Le modèle G.L.M. appliqué à l'effet du temps d'exposition et des doses du *Thymus vulgaris* sur la mortalité des adultes du *T. confusum* fait apparition des différences hautement significatives entre les différents temps d'exposition des adultes à la toxicité de l'huile testée ($p=0,000$; $p<0,05$). Cependant, les différences sont significatives entre les différentes doses testées ($p=0,012$; $p<0,05$).

Nous constatons que l'huile testée est répulsive à l'égard des adultes de *T. confusum*, le taux de répulsion est considérable et il change en fonction de la dose, il atteint son maximum à la dose 9 μ l. Le taux de répulsion est considérable pour l'huile testée et il change en fonction de la dose, ou on a enregistré un taux de 80% pour les doses 5 μ l et 7 μ l, il atteint son maximum à la dose de 9 μ l avec 90%.

Le modèle G.L.M. appliqué sur l'effet des différentes doses du *Thymus vulgaris* sur la répulsion des adultes du *T. confusum* montre des différences non significatives ($p=0,732$; $p>0,05$) entre les différentes doses de l'huile essentielle du *Thymus vulgaris* sur la répulsion des adultes du *T.confusum* .

Selon la méthode de MC DONALD, l'huile essentielle de *T. vulgaris* est placée dans la classe répulsive (IV) avec une valeur moyenne du pourcentage de répulsion de 66,7%.

En recommandation, il est utile de tester la même huile avec des concentrations élevées et voir les résultats au cours du temps d'exposition, il est aussi intéressant de tester d'autres plantes spontanées de la région pour mieux valoriser la flore locale.

Références bibliographiques

Ali-delille L., 2010. Les plantes médicinales d'Algérie. 2^{ème} Ed. BERTI, Alger, pp 52-226.

Adwanet G., Abusafieh D., Aref R., Omar J.A., 2006. Prevalence of microorganisms associated with intrammary infection in cows and small ruminants in the north of Palestine. Journal of Islamic, University of Gaza, Palestin, pp 346- 353.

Amiot J., 2005. *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaires. Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier. 59P.

Baba Aissa, F. (1990). Les plantes médicinales en Algérie, édition le monde des pharmaciens, p173.

Balachowsky A. S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et cie, Paris, Tome I. 1564 p.

Balladin D.A et Headley O. 1999. Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herlos. Renewable Energy. **17**: pp 523-531.

Benazzeddine S., 2010. Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae); Université El harrach , Alger, 89p.

Belaiche, P. (1979). Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome1 : L'aromatogramme. éd Maloine, Paris. 546p.

Benteyeb, A et Djemmal, S., 2014. Contribution à la mise en évidence in vitro de l'efficacité des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* et *Thymus dreatensis* contre les champignons lignivores, Mémoire de Master en microbiologie, université Constantine 1.

Bhumi, T., Urvi, C., Pragna, P., 2017. Biopesticidal Potential Of Some Plant Derived Essential Oils Against The Stored Grain Pests. *International Journal of Zoological Investigations*, 23(3) , pp188-197.

Bruneton J ., 1993. Pharmacognosie, Phytochimie, plante médicinal (2^{ème} édition). Tec et Doc., Lavoisier, Paris. 915p.

Bouhdid S., Idaomar M., Zhiri A., Bouhdid D., Skali N S. et Abrini J., 2006. Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. *Biochimie, Substances Naturelles et environnement, Congrès International de biochimies*, Agadir. pp 324-327.

Calmont B., Soldati F., 2008. Découverte de *Tribolium madens* (Charpentier ,1825) dans le département du Puy-de-Dôme [France] ;clé de détermination et distribution des espèces du genre *Tribolium* en France (Coleoptera : Tenebrionidae).R.A.R.E., T.

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 (Doctoral dissertation, Université du Québec à Montréal).

Carlos J.S. (2006). Exposition humaine aux pesticides-Un facteur de risque pour le suicide au Brésil. Ed.Vertigo., Rev.science de l'environ, Brésil., 18p.

Cimanga K, Kambu K, Tona L, Apers S, de Bruyne T, Hermans N, TotteJ,Pieters L et Vlietinck A.J. (2002). Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some. Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed.London and New York, pp 10-16.

Delobel A et Tran M. (1993) . Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 275, 424p.

Daidj, N. (2007). L'évolution des chaînes de valeur dans le secteur des jeux vidéo. Edition Mutanier des STIC. Acteurs, Ressources et Activité, Paris, p193-221.

Daoudi, F., 2016. Analyse chimique et propriétés biologiques des huiles essentielles de *Chiliadenus rupestris* et *Thymus coloratus* (Zaater) de la région de Tlemcen. Thèse de Master en chimie, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, pp 7-11.

Djeroumi, A et Nacef, M., 2004. 100 plantes médicinales d'Algérie. Ed Palais du livre, pp 135 -13.

FAO, 2016 : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, les avantages nutritionnels des légumineuses, fao.org/pulses-2016.

Fleurat-Lessard F., 1982. Les insectes et les acariens. In ; Multon J.L. (Ed). Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés ; céréales, oléagineux et protéagineux, aliments pour animaux, Tec. et Doc., Paris. pp.396-417.

Frederich, M. (2014). Les plantes qui nous soignent: de la tradition à la médecine moderne, centre inter facultaire de recherche du médicament. Chargé de cours à la faculté de médecine, université de Liège, 62p.

Good N.E., 1933. Biology of the flour beetles, *Tribolium confusum* Duv. And *T. ferrugineum* Fab. J. Agric. Res. 46,327-334.

Gretia., 2009. Etat des lieux des connaissances sur les invertébrés continentaux des Pays de la Loire ; bilan final. Rapport GRETIA pour le Conseil Régional des Pays de la Loire.396p.

Haddouche, K.H., 2011. Étude de l'effet antibactérien des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus*. Mémoire de Master, Université, Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Algérie, 87p.

Ho F.K., 1969. Identification of pupae of six species of *Tribolium* (Coleoptera; Tenebrionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. **62**, 1223-1237.

Isman, M. B. (2005). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual review of entomology, 51(1), 45-66.

Kaloustian J., El-moselhy T. F. et Portugal H., 2003. Chemical and thermal analysis of the biopolymers in thyme (*Thymus vulgaris*). Therm. Ochimica. Acta. 401: 7786P.

Kedjem et Taharboucht (2021). Evaluation de l'effet bio-insecticide de deux huiles essentielles : *Pistacia lentiscus* (L). et *Ocimum basilicum* (L). sur *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae) insecte ravageur des denrées stockées, Mém. Master Biologie, Univ. Tizi Ouzou, 58p.

Kellouche, A., & Soltani, N. (2004). Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.). International Journal of Tropical Insect Science, 24(2), pp184-191.

Kitajima J., Ishikawa T., Urabe A. et Satoh M., 2004. Monoterpenoids and their glycosides from the leaf of thyme. *Phytochemistry*. 65 : pp 3279-3287.

Lepesme P., 1944 : Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. P. Le chevalier, Paris. Pp.61-67.

Lis L.B., Bakula T., Baranowski M., Czarnewicz A., 2011. The carcinogenic effects of benzoquinones produced by the flour beetle. Pol.J.Vet Sci **14**,159-164.

Mallamaire A., 1965. Les insectes nuisibles aux semences et aux denrées entreposées au Sénégal. Congrès de la protection des cultures tropicales-compte rendu des travaux. Chambre de commerce de l'industrie de Marseille, France, 85-92.

Mayer, F. (2012).Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite. Thèse pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, p 17.

Morales R., 2002. The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus. Ed. Taylor & Francis, London.* pp1-43.

Soliman M.H., 1987. Ageing and parental age effects in *Tribolium* [Review]. *Arch. Gerontol. Geriatr* **6**, 43-60.

Naghbi F., Mosaddegh M., Motamed S.M. et Ghorbani A., 2005. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2): pp 63-79.

Nouioua, W. (2012).Biodiversité et ressources phylogénétiques d'un écosystème forestier «*Paeonia mascula* (L.) Mill.». Thèse de Magister en Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie, 189p.

Qaralleh H.N., Abboud M.M., Khleifat K.M., Tarawneh K.A., et Al Thunibat O.Y., 2009.Antibacterial activity in vitro of *Thymus capitatus* from Jordan. *Revue de Pak J Pharm Sci*, 22(3), pp247-51.

Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J. E., & Sukprakarn, C., 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33(1), pp 7-15.

Steffan J.R., 1963 .Tribu des calandrini. Les calandres des grains (*Sitophilus*). In: Balachowsky, A.S (Ed.), *Entomologie Appliquée à l'agriculture*. Tome I, Vol. 2. Masson et Cie, Paris, pp. 1070-1099.

Ozcan M. et Chalchat J.C., 2004. Aroma profile oh *Thymus vulgaris* L growing wild in Turkey. *Bulgarian journal of plant physiology*, 30(3-4): PP 68-73.

Poletti A., 1988. Fleurs et plantes médicinales. 2ème Ed. De la chaux & Nistlé S. A. Suisse. pp 103 -131.

Tisserand, M., 2014. Aromatherapy vs MRSA: Antimicrobial essential oils to combat bacterial infection, including the superbug. Singing Tiwari, M et Tandon, V. 52004). Medicinal plants. Vol 2, Gyan Publishing House, 192p.

Zrira, S., 2000. Marché des plantes aromatiques des plantes aromatiques et médicinales au Maroc, Cour, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Rabat, Maroc, pp 2-3.

الملخص:

تُشير الدراسة التي أُجريت لتقييم التأثير الحيوي للزيت العطري لنبات الزعتر (*Thymus vulgaris*) على آفة *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae)، وهي آفة تُصيب الحبوب المُخزنة، إلى أن النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة تُظهر أن الزيت العطري المُختبر أظهر تأثيرًا سامًا ملحوظًا على آفة *Tribolium confusum* البالغة. سُجّلت نسبة نفوق هذه الآفة بعد 8 ساعات فقط من التعرض للجرعات المختلفة من الزيت، حيث بلغت 3.33% عند 5 ميكرو لتر، ثم 6.67% عند 9 ميكرو لتر، بينما بلغت نسبة النفوق بعد 48 ساعة 13.33% عند جرعة 5 ميكرو لتر، و 20% عند جرعة 9 ميكرو لتر. ولذلك، فإن نسبة النفوق منخفضة للجرعات المُعالجة. يُصنّف زيت الزعتر ضمن فئة المواد الطاردة (IV) بمتوسط نسبة نفوق 66.7%.

الكلمات المفتاحية: مبيد حيوي، الزعتر، *Tribolium confusum*، معدل الوفيات، الجرعة، النفور

Résumé :

L'étude menée sur l'évaluation de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae) insecte ravageur des denrées stockées fait ressortir que, les résultats obtenus dans cette étude montrent que, l'huile essentielle testée, a révélé un effet toxique significatif sur les adultes de *T. confusum*. La mortalité des adultes du *T. confusum* est enregistrée juste après 8H après leur exposition aux différentes doses de l'huile, avec un taux de 3,33% à 5µl, puis 6,67% à 9µl, alors que, après 48h, le taux de mortalité est de 13,33% à la dose de 5µl puis 20% avec la dose de 9µl. Donc le taux de mortalité est faible concernant les doses traitées. L'huile essentielle de *T. vulgaris* est placée dans la classe répulsive (IV) avec une valeur moyenne du pourcentage de répulsion de 66,7%.

Mots clés : bio-insecticide, *Thymus*, *Tribolium confusum*, mortalité, dose, répulsion.

Abstract:

The study conducted to evaluate the bioinsecticide effect of *Thymus vulgaris* essential oil on *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), a pest of stored food stuffs, highlights that the results obtained in this study show that the essential oil tested demonstrated a significant toxic effect on *T.confusum* adults. The mortality of *T. confusum* adults was recorded just 8 hours after exposure to the different doses of the oil, with a rate of 3.33% at 5µl, then 6.67% at 9µl, while after 48 hours, the mortality rate was 13.33% at the 5µl dose and 20% at the 9µl dose. Therefore, the mortality rate is low for the treated doses. *T. vulgaris* essential oil is classified in the repellent class (IV) with an average repellency percentage value of 66.7%.

Key words: bioinsecticide, *Thymus*, *Tribolium confusum*, mortality, dose, repulsion