

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Science Agronomiques
Département De Biochimie-Microbiologie



Mémoire

De fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de MASTER en Biologie
Spécialité : Biodiversité et Physiologie végétale

Thème

Extraction des huiles essentielles du thym d'Algérie (*Thymus algeriensis*) et l'origan (*Origanum floribundum*) et évaluation de leur bio activités vis-vis des adultes de tribolium (*Tribolium confusum*) (Coleoptera : Tenebrionidae).

Travail réalisé par :

- HADJOU Sabrina
- LAZRI Céline

Soutenu le 09/07/2023

Devant le jury composé de

Mme HEDJAL-CHEBHEB Mariam	Professeur	UMMTO Présidente
Mme TALEB TOUDERT Karima	MCA	UMMTO Promotrice
Mr MEDJEBEUR Djamel	MCB	UMMTO Examineur

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions le dieu tout puissant de nous avoir donnés la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Il est difficile d'énumérer toutes les personnes de près ou de loin, qui n'ont cessé de témoigner leur soutien moral ou matériel à notre égard. Nous les remercions infiniment.

Tout d'abord, nous exprimons notre profonde reconnaissance et toute notre gratitude à notre promotrice Mme TALEB TOUDERT K. Maître de conférence A à l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour l'aide et le suivi qu'elle nous a fournis tout au long de la réalisation de ce mémoire. Ses conseils et ses encouragements nous ont permis de mener à bien ce mémoire.

Nos sincères remerciements à Mme HEDJAL-CHEBHEB Mariam 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.

A l'ingénieure de laboratoire Mme TINKICHT L, de nous avoir aidé et conseillé toute au long de notre pratique. A Mr RAMDINI R Enseignant à l'UMMTO de nous avoir aidé dans les statistiques de notre travail.

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

Dédicace

A la mémoire de ma chère mère qui nous a quitté très tôt je dédie ce travail a son angélique âme et que dieu les accueille dans son propre paradis.

A mon père, l'héro de ma vie, qui n'a jamais cessé de me soutenir et de m'encourager par Ses prières et ses sacrifices. Que dieu t'accorde une longue vie.

A mes grades sœur : Lynda, samira et lilia et son mari, dont la présence m'a toujours donné la force d'aller de l'avant.

A toutes mes grands de famille.

A mes chère amie Melissa et Anthania et Nassima pour votre sincère amitié, je vous souhaite un avenir éclaircissant plein de joie santé et réussite.

A tous les collègues de ma promotion

Une spéciale dédicace pour une personne très chère pour moi, toufik mon confident merci d'être dans ma vie.

A ma camarade, mon amie Céline avec qui j'ai partagé Ce travail qui a su rester courageuse et forte malgré toutes les difficultés qu'on a traversées.

A tous mes enseignants, depuis mes premières années d'études tous ceux qui me sont chères et que j'ai omis de citer.

Sabrina

Dédicace

A mes parents, qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager par

Leurs prières et leurs sacrifices. Que dieu vous accorde une longue vie.

A ma sœur : Alycia et mes deux petits frères : Salem et Koceila, dont la présence m'a toujours donné la force d'aller de l'avant.

A toutes ma grand de famille

A tous mes amis (es)

A mon amie et collègue Sabrina

A tous mes enseignants, depuis mes premières années d'études

A tous ceux qui me sont chères et que j'ai omis de citer.

Céline

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie bibliographie

I. Les huiles essentielles.....	3
1- Définition.....	3
2- Rôle des huiles essentielles	3
3- Origine et localisation des huiles essentielles	4
4- Propriétés physiques	4
5- Propriétés chimiques	5
5-1 Les terpènes	5
5-2 Les composés aromatiques	5
5-3 Les composés d'origines diverses.....	6
6- Méthode d'extraction	6
II. <i>Tribolium confusum</i>	6
1- Description de la biologie et le bio cycle de <i>tribolium confusum</i>	7

Partie matériel et méthode

I-Matériel utilisée	
1-Localisation de la zone d'étude	9
2-Matériel Végétal	10
3-Matériel biologique	10
a-Insectes	10
b-Classification	11
II- Méthodes d'étude.....	12
1- Méthode d'extraction de l'huile essentielle	12

2- Technique d'élevage	13
3- Détermination du taux d'humidité	14
4- Calcul du rendement en huile essentielle	15
5- Etude histologique	15
6- Tests de toxicité.....	15
a-Test par fumigation.....	15
b -Test de répulsion	16

Partie résultat et discussion

Résultats	18
1- Étude histologique de la plante <i>Thymus algeriensis</i>	18
1-1 Structure de la feuille de <i>Thymus algeriensis</i>	18
1-2 Structure de la tige de <i>Thymus algeriensis</i>	19
2- Rendement et taux d'humidité des huiles essentielles	20
3-organoleptiques des deux huiles extraites	21
4-Tests de toxicité	22
4.1-Effet répulsif de l'HE de <i>Thymus algeriensis</i> sur les adultes de <i>Tribolium confusum</i>	22
4.2-Effet répulsif d' <i>Origanum floribundum</i> sur les adultes de <i>Tribolium confusum</i>	23
Discussion	25
Conclusion	29
Références	
Annexe	
Résumé	

Liste des figures

Figure 1 : Quelques organes sécréteurs d'huiles essentielles (Tayoub, 2006)

Figure 2: Structure chimique des terpènes des huiles essentielles (Breitmaier,2006)

Figure 3: Dégâts causes par le *Tribolium confusum*(Originale,2023)

Figure 4:Cycle de développement chez *Tribolium confusum* (Originale,2023)

Figure 5:Situation géographique de la station Tikdjda (anonyme)

Figure 6: 6A=arbuste thym d'Algérie et 6B= plante aromatique d'origan (Tikdjda, 2023)

Figure7: Adulte de *Tribolium confusum*[(7A=face dorsale et 7C=au(G×10)7B= face ventrale (G× 40)](Originale,2023)

Figure 8 : Extracteur pilote (CRD Saïda.2011)

Figure 9: Elevage de masse de *Tribolium confusum* (Originale, 2023)

Figure 10: Test par fumigation (Originale, 2023)

Figure 11: Test de répulsif (Originale, 2023)

Figure 12: Coupe transversale de la feuille de *Thymus algeriensis* observé au microscope optique au grossissement [A= (G×10) et B= (G×40)]; (Originale, 2023).

Figure 13 : Coupe transversale de la tige de *Thymus algeriensis* observée au à microscope optique au grossissement [C=(G×10) et D=(G×40)] ; (Originale ; 2023).

Figure 14 : Le % de rendement des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*

Figure 15 : Le % de taux d'humidité de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*

Figure16:A= L'huile essentielle de *Thymus algeriensis* ; B= L'huile essentielle de l'*Origanum floribundum* (Originale ; 2023).

Liste des tableaux

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

Tableau 2 : Le % de rendement et le taux d'humidité des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*

Tableau 3 : Caractéristiques organoleptiques des HEs étudiées.

Tableau 4 : Nombre moyen d'adultes *T.confusum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'HE de *Thymus algeriensis* et le pourcentage (%) de répulsion de chaque dose.

Tableau 5 : Classement de l'HE de *Thymus algeriensis* selon leur propriété de répulsion sur les adultes de *Tribolium confusum*.

Tableau 6 : Nombre moyenne d'adulte *Tribolium confusum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'HE d'*Origanum floribundum* et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

Tableau 7 : Classement de l'HE d'*Origanum floribundum* selon leur propriété de répulsion sur les adultes de *Tribolium confusum*

Tableau 8 : Le taux de répulsion des deux plantes sur l'insecte *Tribolium confusum*.

LISTE Des abréviations

HE : huile essentielle

C° : degré Celsius

J.C : jésus –christ

% : pour centrage

Ed : édition

Cm : centimètre

Mm : millimètre

H : heure

ANOVA : analyse de variance

AFNOR : Association Française de Normalisation

T.confusum : *Tribolium Confusum*

T.castanum : *Tribulium Castaneum*

R.dominica : *Rhyzopertha dominica*

C. maculatus : *Callosobruchus maculatus*

Introduction

L'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus courante pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif ces insecticides ont provoqué une contamination de la chaîne alimentaire. De plus, leur usage très répandu a entraîné l'apparition de forme de résistance chez les insectes traités (Léonard et Ngamo, 2004)

De ce fait de nombreux insecticides de synthèse ont été interdits par l'OMS. Ainsi de nombreux pays, en eu recours à de nouvelles méthodes de lutte plus propre afin de limiter l'utilisation des produits chimiques

L'attention a été porté sur le potentiel de nombreuses plantes à synthétiser des substances bioactives comme les métabolites secondaires à effet insecticide (Ndomo *et al.*,2009)

L'Algérie recèle une grande variété de plantes. En effet, il existerait 3139 espèces décrites par Quézel et Santa (1962), dans la nouvelle flore d'Algérie et des régions méridionales Zeraia(1983).

La famille des Lamiacées anciennement appelée Labiées décrit près 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites mais dont la plupart se concentre dans le bassin méditerranéen tels que le thym, l'origan, la lavande et le romarin (Botineau, 2010).

La plupart des genres ont une importance économique due à leur richesse en huile essentielle et leur utilisation en tant que condiments ainsi qu'infusion très précis. Ces plantes ont attiré l'attention de chercheurs qui ont effectué des études scientifiques pour évaluer la présence de molécules à vertus thérapeutiques ou insecticide (Wink, 2003).

Les céréales, principalement les blés après le riz, constituent la deuxième source de nourriture pour l'homme. Pour cela, comprendre les phénomènes de conservation qui les gèrent et maîtriser les technologies de stockage sont d'une importance décisive pour la survie de la population mondiale qui enregistre des taux d'accroissement à peine concevables (Aoues *et al.*, 2017).

Plusieurs ravageurs présents dans les milieux de stockage peuvent causer des pertes considérables dans le blé (Légaré *et al.*, 2013).

Ses nuisibles se présentent en 3 groupes : les microorganismes, les moisissures et les insectes. Les insectes sont les principaux déprédateurs du blé comme : les charançons, les trogodermes, les triboliums, etc... Les activités biologiques de ces insectes endommagent une grande partie des denrées conservées.

Le moyen le plus courant utilisé pour limiter leurs activités endommageâtes est l'usage des pesticides chimiques, dont les effets indésirables affrontent des conséquences néfastes, notamment la réduction de la biodiversité, l'apparition de résistance aux insecticides chimiques (Pacheco *et al.*, 1990).

Dans ce contexte, l'objectif du présent travail est l'évaluation au laboratoire de l'activité insecticide des huiles essentielles de deux plantes aromatiques originaires de grande Kabylie dans le massif du Djurdjura. Il s'agit du Thym d'Algérie (*Thymus algeriensis*) et de l'origan (*Origanum floribundum*) sur un insecte ravageur des céréales *Tribolium confusum*.

Dans la première partie, nous nous sommes intéressées à mettre en œuvre une revue bibliographique concernant les généralités sur l'importance et l'utilisation des huiles essentielles. Ensuite, nous exposons le matériel la morphologie et la taxonomie des plantes utilisées et de l'insecte ravageur et la méthodologie retenue pour l'étude. La troisième partie, nous regroupons les résultats et la discussion relatifs aux différentes expérimentations dans le cadre de cette présente contribution. Nous terminons la présente étude, par une conclusion et des perspectives d'études.

I. Les huiles essentielles

1- Définition

D'après la 8ème édition Pharmacopée européenne (1965), les HEs (essences huiles volatiles) sont : « des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatiles contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation.

Selon AFNOR (édition 2000), les HE sont : « des produits obtenus soit à partir de matières premières naturelles par distillation à l'eau ou à la vapeur d'eau, soit à partir des fruits de *citrus* par des procédés mécaniques et qui sont séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques.

Les huiles essentielles sont des substances volatiles odorantes, non grasses et extraites de plantes sous forme liquide. Elles proviennent des sécrétions produites par certaines plantes et sont contenues dans des structures spécialisées (poils, poches canaux sécrétoires). Selon l'huile essentielle, la plante aromatique entière, voire certains de ses organes (racines, écorce, feuilles, fleurs, fruits, graines) seront sélectionnés pour en extraire les composés aromatiques (Couic-Marinier et Lobstien, 2013).

2- Rôle des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont synthétisées comme molécules de communication et de défense par des voies métaboliques secondaires chez les plantes.

En plus jouent un rôle important dans la défense directe et indirecte des plantes contre les herbivores et les agents pathogènes, la reproduction et la résistance à la chaleur des plantes, inhiber ou ralentir la croissance des micro-organismes. Les Huiles essentielles sont responsables de la saveur des plantes et participent à certaines odeurs. Grâce aux molécules des huiles essentielles, elles contribuent à rétablir l'équilibre de l'organisme leur action vont être physique (agissant sur les symptômes), émotionnels (la perception de l'odorat reste intime et certaines odeurs jouent un rôle calmant), énergétiques (apport global d'ions positifs et négatifs) (Pavela *et al.*, 2018)

3- Origine et Localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'existent presque chez les végétaux supérieurs et sont stockées dans tous les organes végétaux (fleurs, feuilles, écorces, bois, rhizomes, fruits, graines). Les espèces aromatiques capables d'élaborer les constituants qui composent ces huiles essentielles qui sont regroupés dans un nombre limité de familles telles que : Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Piperaceae.

Les huiles essentielles sont synthétisées dans le cytoplasme : des cellules sécrétrices : chez les *Lauraceae* et les *Zingibéraceae* ; les poils glandulaires épidermiques : chez les *Lamiaceae* ; les poches sécrétrices : chez *Myrtaceae*, *Rutaceae* etc.. Les canaux sécréteurs : chez *Apiaceae*, *Asteraceae*. Pour l'accumulation les HEs sont généralement dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en sur face de la cellule et recouvertes d'une cuticule. Transporté dans l'espace intercellulaire lorsque les poches à essences sont localisées dans les tissus internes (**Figure1**) (Bouyahya *et al.*, 2017).

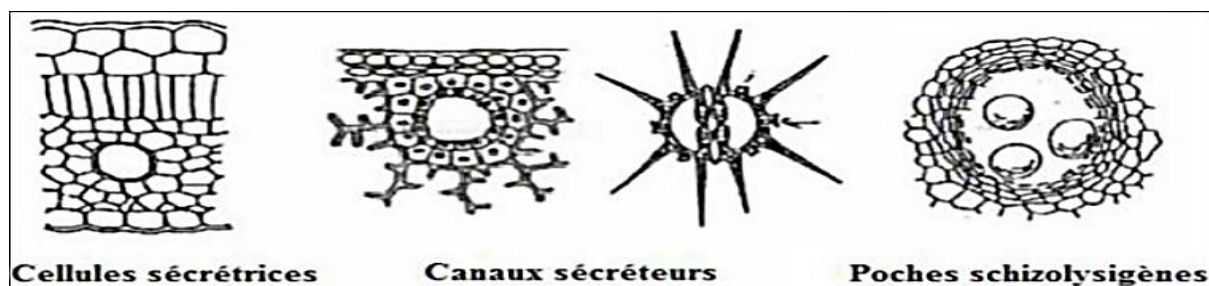


Figure 1: Quelques organes sécréteurs d'huiles essentielles (Tayoub, 2006).

4- Propriétés physiques

Selon Baudoux (2017), les HEs présentent les caractéristiques suivantes :

- A la température ambiante sont Liquides, rarement visqueuses, peuvent être cristallisées à faible température.
- Caractère odorant des HEs est exprimé par leur volatilité qui permet d'être emportés par la vapeur d'eau.
- Sont Soluble dans les lipides (huile grasse) et les solvants organique (l'alcool), qui ont densité inférieure à l'eau donc sont très peu soluble dans l'eau.
- Elles possèdent un indice de réfraction élevé et ont active sur la lumière polarisée.
- La plupart sont incolores mais très rarement colorées.
- Leur point d'ébullition varie de 160 C° à 240C°.

5- Caractéristiques chimiques

D'après Couic-Marinier *et al*, (2013), l'étude de la composition chimique des huiles essentielles révèle qu'il s'agit de mélanges complexes et variable de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes sont :

5-1 Les terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaîne ouverte : leur formule brute est $(C_5H_8)_n$ dont le « x » est variable en fonction du degré d'insaturation de la molécule et « n » peut prendre des valeurs (1-8) sauf dans les poly-terpènes qui peut atteindre plus de 100.

Les terpènes appartiennent la catégorie des métabolites secondaires (avec les flavonoïdes et les alcaloïdes). Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène : hémiterpènes (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (20), sesterpènes (30), triterpènes (45), tetraterpènes (80) et les polyterpènes. Sont classée aussi selon leurs fonctions (alcool, esters, aldéhydes, cétone, éthers-oxydes...)(Figure 2).

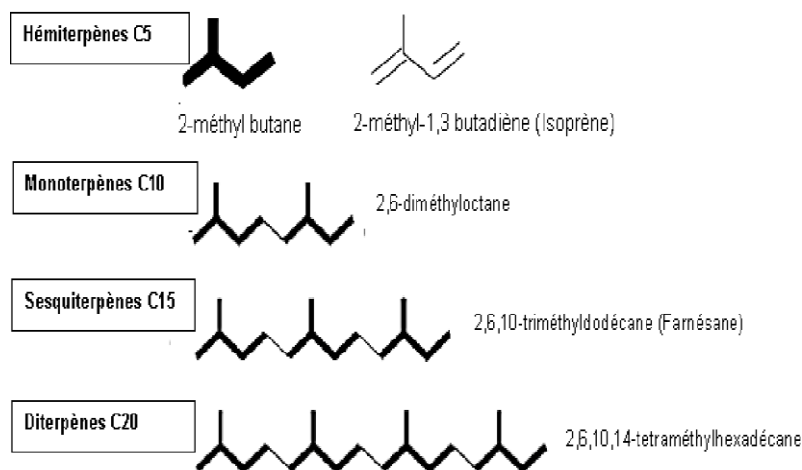


Figure 2 : Structures chimiques des terpènes des huiles essentielles. (Breitmaier, 2006)

5-2 Les composés aromatiques

Une autre classe de composés volatils, est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthol, l'estragole et bien d'autres. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.).

5-3 Les composés d'origines diverses

Les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques mais en faible masse moléculaire, entraînés lors de l'hydro-distillation. Ces produits peuvent être azotés ou soufrés.

6- Méthode d'extraction

L'extraction des HE de la matière végétale peut être réalisée au moyen de plusieurs procédés, basés sur des techniques anciennes ou récentes, parmi ces procédés on retrouve : la distillation, l'expression à froid, l'extraction par solvant, l'enfleurage, sous irradiation micro-onde, ultrason. Les plus utilisées sont la distillation par entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation.) (Boukhatem *et al.*, 2019).

II. Tribolium confusum

tribolium confusum est un insectes dont le régime alimentaire est très varié. Le tribolium brun attaque les brisures et les graines endommagés, il préfère les céréales et leurs dérivés. On le trouve généralement dans la farine. Les denrées contaminées par ce dernier prennent une mauvaise odeur et une coloration rosâtre (**Figure3**).



Figure 3 : Dégâts causés par le *Tribolium confusum* (Originale,2023)

1- Description de la biologie et le bio cycle de *Tribolium confusum*

L'œuf

Il est de forme oblongue, blanc et presque transparent, avec une surface lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer à la denrée infestée (LEPESME, 1944).

Larve

Elle est cylindrique, allongé, mobile, de couleur jaune palé à la maturité, son corps presque glabre, se termine par deux paire appelé urogomphes. Elle mesure de 7mm de long et 0.8 de large. Le nombre de stade larvaire varie de 7 à 8 (Delobel et Tran, 1993).

La nymphe

Est immobile, de couleur blanche, nue, et mesure environ 3.6-4.6 mm de long. Les pattes et les urogomphes prennent une couleur brun foncé a la maturité (Ho, 1969).

L'imago

La nymphe passe d'un stade mue imaginale et donne naissance à un imago. Ce dernier caractérisé d'une couleur brun claire et la pigmentation de corps augmente rapidement au cours des premières 24h pour donne des adultes (Soliman, 1987).

L'adulte

Le *Tribolium confusum* est un petit insecte, ne vole pas, de couleur brun- rouge, mesurant de 4.5 mm maximale de longueur. Les antennes sont nettement épaisses vers leur extrémité. Les élytres sont allongés, peu cranés. Les 3 paires de pattes sont courte, les tarse antérieurs et médians sont formés de 5 articles, les tarse postérieurs avec 4 articles (**Figure4**).

- La femelle de tribolium vit de 8 à 20 mois, elles pondent de 300 à 500oeufs, environs de 2 à10 par jour sur les matières alimentaires (farine, gaines cassé), le cycle dure environ 4 à 9 semaine à 25C°. Après de 5 à 12 jour, les larves éclosent et achèvent leur croissance en 1à 4 mois. Puis après 5 à 12 stades larvaires donne naissance à l'adulte après la nymphose. Le cycle dure de 24 à 26 jours 35C°et l'humidité relative 75%, Au-dessous de 22 C° le développement de tribolium s'arrête. En condition favorable le *tribolium confusum* multiplier leur population par 60.

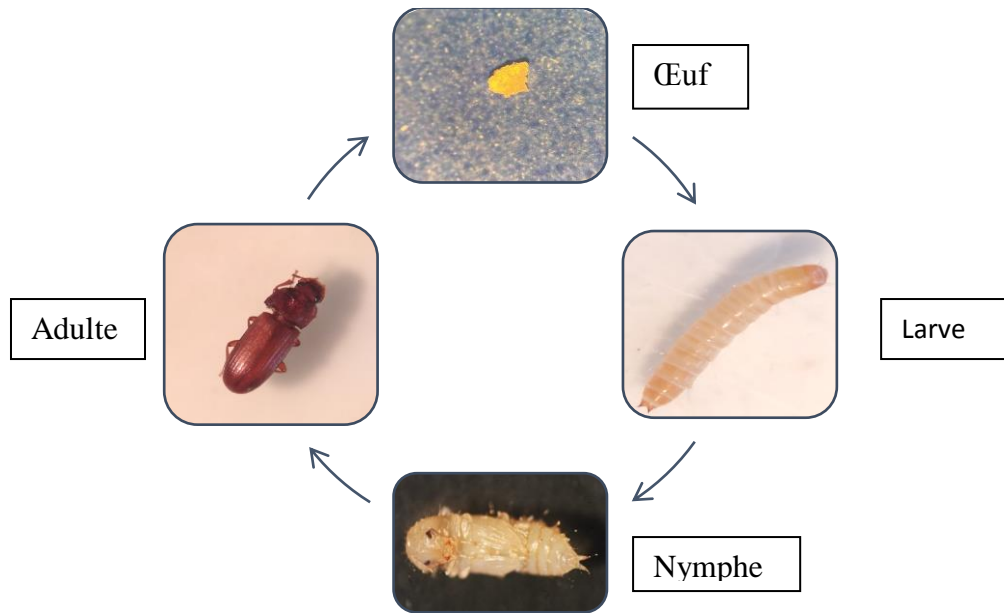


Figure 4 : Cycle de développement chez *Tribolium confusum* (Originale,2023)

Matériel et méthode

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de recherche en Entomologie 2 Appliquée de l'université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

Dans cette étude nous avons utilisé la méthode de l'extracteur pilote pour l'extraction de l'huile essentielle à partir de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* que nous avons teste sur un insecte ravageur de céréale *Tribolium confusum*.

Pour évaluer l'effet insecticide de l'HE de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* nous avons estime le taux de mortalité des adultes par effet inhalation (test de fumigation) et par effet contact (test de répulsivité).

I-Matériel utilisée

1- Localisation de la zone d'étude

Le thym d'Algérie et l'origan ont été récoltés à TIKJDA située à l'Est de la wilaya de BOUIRA. À 1478m d'altitude au cœur du massif montagneux du Djurdjura (**Figure5**).



Figure5 : Situation géographique de la station Tikdjda (annonyme).

2- Matériel Végétal

Les feuilles et tiges de thym (*Thymus algeriensis*) et l'origan (*Origanum floribundum*) ont été récoltés le mois de mars 2022 (**Figure 6**).

Ce matériel végétal a été séché au laboratoire à la température ambiante, à l'abri de la lumière et ce pendant 7 jours.

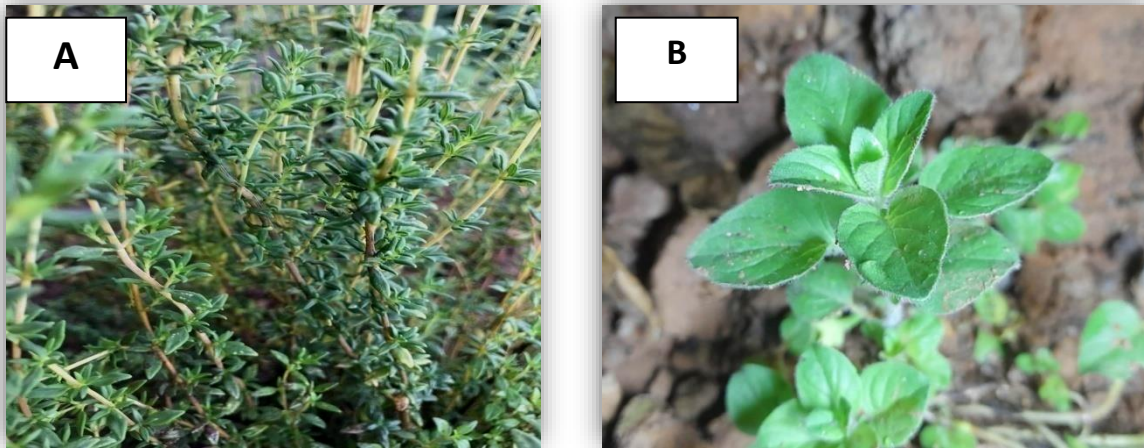


Figure 6 : 6A =arbuste de thym d'Algérie et 6B = plante aromatique d'origan (Tikdjda, 2023).

3- Matériel biologique

a- Insectes

La souche d'origine de *T. confusum* provient du laboratoire d'Entomologie 2 de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (**Figure7**).

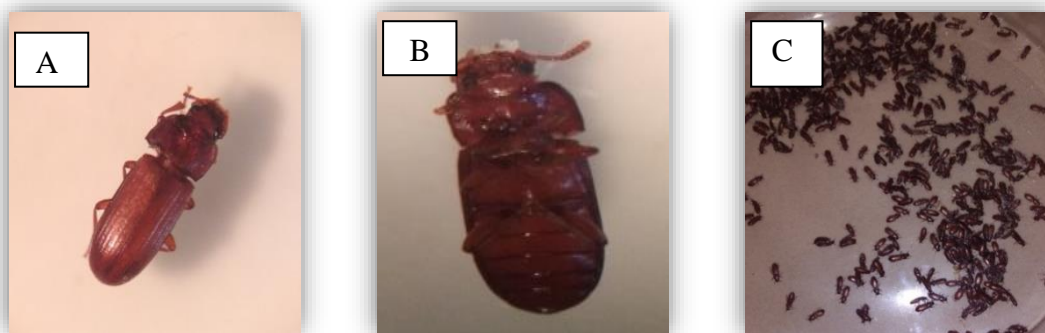


Figure 7 : Adulte de *Tribolium confusum* [(7A=face dorsale et 7C=au (G×10)et 7B= face ventrale (G× 40)] (Originale,2023).

b-Classification

D'après (Duval, 1868), le *Tribolium confusum* est classé selon la position systématique suivante :

Règne : Animalia

Sous-règne : Bilateria

Infra-règne : Protostomia

Embranchement : Arthropoda

Super-embranchement : Ecdysozoa

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe : Neopetera

Super-ordre : Holometabola

Ordre : Coleoptera

Sous-ordre : Polyphaga

Infra-ordre : Cucujiformia

Super- famille : Tenebrioniodea

Famille : Tenebrionidae

Genre : Tribolium

Espèce : *Tribolium confusum* (JACQUELINE DUVAL 1868).

II. Méthodes d'étude

1- Méthode d'extraction de l'huile essentielle

L'entraînement à la vapeur d'eau est la méthode la plus utilisée pour obtenir des huiles essentielles. Le procédé de cette technique est consisté par :

L'eau et les plantes aromatiques sont soit séparées par une grille dans une même cuve, soit placées dans deux cuves différentes. A vapeur d'eau extrait l'essence de la plante et forme avec elle un mélange gazeux homogène. A la sortie. Le liquide aboutit dans l'essencier où l'huile essentielle de densité inférieure à celle de l'eau (<1) flotte sur l'eau de distillation et se recueille par débordement (Boukhatem *et al.*, 2019).

L'extraction des huiles essentielles des plantes aromatique (*Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*) a été faite par la méthode d'entraînement à la vapeur d'eau à l'aide d'un extracteur pilote (**Figure8**). Cet appareil est formé :

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

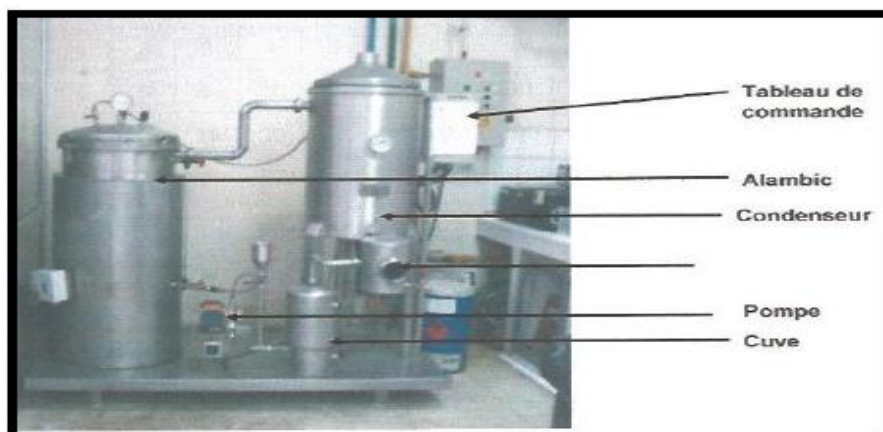


Figure 8 : extracteur pilote (CRD Saïda.2011)

Mode opératoire

20kg de matière végétale (feuilles et tige) de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* ont été introduits dans un extracteur pilote (alambic).

La chaudière est conçue pour recevoir la corbeille dans laquelle est mise la matière végétale à distiller.

Après avoir ajusté l'eau de la chaudière la matière végétale est introduite, dans la corbeille, la température de l'extraction est réglée à 100°C pour favoriser l'évaporation d'eau et l'entraînement des molécules d'HE sous forme gazeuse (vapeur).

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

L'huile essentielle généralement moins dense que l'eau la surnage. L'eau est ensuite évacuée courant le robinet de l'essencier.

L'huile essentielle et le peu d'eau restante sont récupérés dans une ampoule à décanter cette opération a nécessité 2 heures environ.

L'huile ensuite récupérée dans un flacon en verre et rangée au réfrigérateur (4°C).

2- Technique d'élevage

Pour l'élevage nous avons utilisé des bocaux en verre avec une capacité de 250ml ces derniers sont remplis trois quart de semoule commerciale. Les boîtes sont fermées et troues à la surface du couvercle pour permettre l'aération aux insectes et en même temps les empêcher de sortir des boîtes. Chaque pot est étiqueté. Ensuite les bocaux sont maintenus à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de 30°C et une humidité relative à 50% pour permettre un développement favorable et rapide aux insectes (**Figure9**).



Figure 9 : Elevage de masse de *Tribolium confusum* (Originale, 2023).

3- Détermination du taux d'humidité

Le taux d'humidité définit le pourcentage d'eau contenu dans un végétale. Cette opération a été effectuée en utilisant l'appareil de (Decu et Stark) constitué d'un ballon en verre d'une capacité de 500ml relie par un tube de raccordement à un tube cylindrique de condensation surmonté d'un réfrigérant et débouchant vers le bas d'un tube collecteur gradué.

Le principe de cette technique est de quantifier l'eau contenue dans le végétal en présence d'un solvant, le toluène le tout est porte à ébullition.

Dans le ballon sont introduit N g de matière végétale fraîche et un volume V de toluène. L'ensemble est porte à ébullition. Sous l'effet de la chaleur le toluène et l'eau contenue dans le végétale s'évaporent à travers le tue de raccordement vers le tube collecteur gradué. L'opération dure 24h.

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

$$H = V.100/M$$

H : taux d'humidité.

V : volume d'eau lue dans le tube.

M : masse du végétal utilisé.

4- Calcul du rendement en huile essentielle

Le rendement est le maximum d'HE fourni par une masse de végétal pendant un temps donné. (R) est exprimé en pourcentage (%) et il est donné par la formule suivante :

$$R = Ph / Pp \times 100$$

Ph : poids de l'huile essentielle en g

Pp : poids de la plante en g

5- Etude histologique

L'étude histologique des différentes espèces a porté sur la réalisation de coupes anatomiques (**annexe 02**) au niveau des feuilles, tiges. Les coupes réalisées sont soumises à la double coloration conformément à Deyson(1954) (**annexe03**).

6- Tests de toxicité

Les tests de toxicité des HE sont des traitements par fumigation et répulsivité (Mc Donald, 1970).

1- Test par fumigation

Ce test consiste à évaluer l'effet insecticide de deux huiles essentielles par fumigation sur la mortalité des adultes de *T. confusum*. Il est réalisé selon le protocole suivant :

Dans des flacons en plastique de 50ml de volume, des bouts de papiers filtre pliés sont suspendus à l'aide d'un fil fixé sur la face interne du couvercle.

Plusieurs doses d'HE de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* ont été testé et injecter dans des papiers-filtres à l'aide d'une micropipette, les doses sont de 5µl, 10 µl, 15 µl, puis 30µl, 35µl, 40 µl, et à la fin on a augmenté les doses jusqu'à 50µl, 75µl, 100µl de l'huile essentielle de *Thymus algeriensis* ou de *Origanum floribundum*.

Dix adultes de *T. confusum* sont introduits dans les flacons en plastique dont la fermeture est parfaitement étanche.

3 répétitions sont réalisées pour chaque dose et chaque temps d'exposition, de même pour le témoin.

Le dénombrement des adultes est effectué pour chaque dose, après 24h et 48h et 72h d'exposition et pour chaque huile essentielle (**Figure10**).



Figure 10 : Test par fumigation (Originale, 2023).

2- Test de répulsion

Ce test est utilisé pour calculer le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle du *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* (feuilles et tiges) à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* par la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par McDonald et al. (1970). Des disques de papier filtre de 8 cm de diamètre, sont coupés en deux parties égales, une moitié du papier est traitée avec les deux huiles additionnée d'acétone et l'autre moitié est traitée avec de l'acétone uniquement.

Des doses de 20, 25, 30 μ l d'HE de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* ont été diluées dans l'acétone, pour que la répartition soit homogène sur le papier filtre. Les deux demi disques de papier filtre sont séchés à l'air libre et le disque est reconstitué puis mis, dans une boîte de pétri (**Figure11**). Dix individus sont déposés sur le papier filtre au milieu des boîtes de pétri. Trois répétitions sont réalisées pour chaque dose. Après 30 min, de traitement, le dénombrement de ces derniers sur les demi-disques est réalisé.

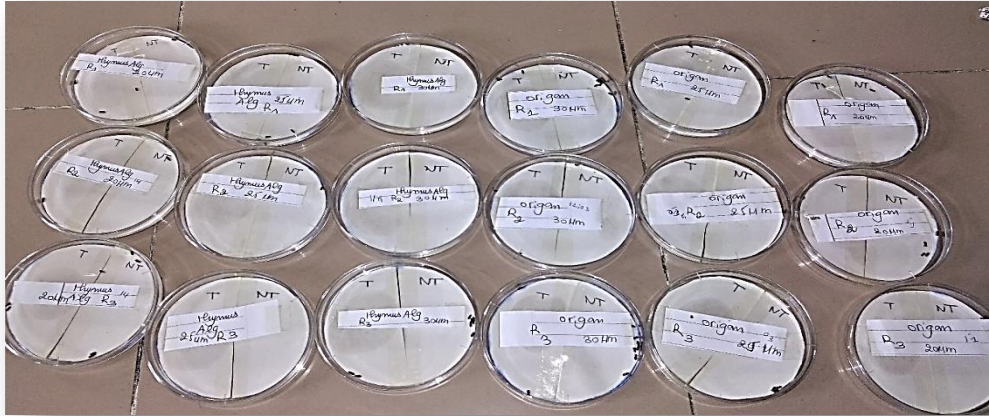


Figure11 : Dispositif du Test de répulsivité (Originale, 2023).

Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisée par (Mc Donald et al., 1970) :

$$PR (\%) = [(Nac - Nhe)] / [(Nac + Nhe)] \times 100$$

Nac : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité uniquement avec l'acétone.

Nhe : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec les deux huiles essentielles.

Tableau1 : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et al. (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés
0	$PR \leq 0.1\%$	Très faiblement répulsif
1	$0.1\% \leq PR \leq 20\%$	Faiblement répulsif
2	$20\% \leq PR \leq 40\%$	Modérément répulsif
3	$40\% \leq PR \leq 60\%$	Moyennement répulsif
4	$60\% \leq PR \leq 80\%$	Répulsif
5	$80\% \leq PR \leq 100\%$	Très répulsif

Résultats

1- Étude histologique de la plante *Thymus algeriensis*

Les coupes anatomiques sont réalisées sur deux organes aériens à savoir les feuilles et les tiges. L'observation microscopique a été faite avec plusieurs grossissements afin de préciser les organes de sécrétion des huiles essentielles. Elle peut se présenter sous forme de poils sécréteurs chez les Lamiacées.

1-1 Structure de la feuille de *Thymus algeriensis*

L'observation microscopique des coupes transversales de la feuille (**Figure12**) au grossissement ($G \times 10$ et $G \times 40$) a permis de distinguer plusieurs tissus de l'extérieur à l'intérieur.

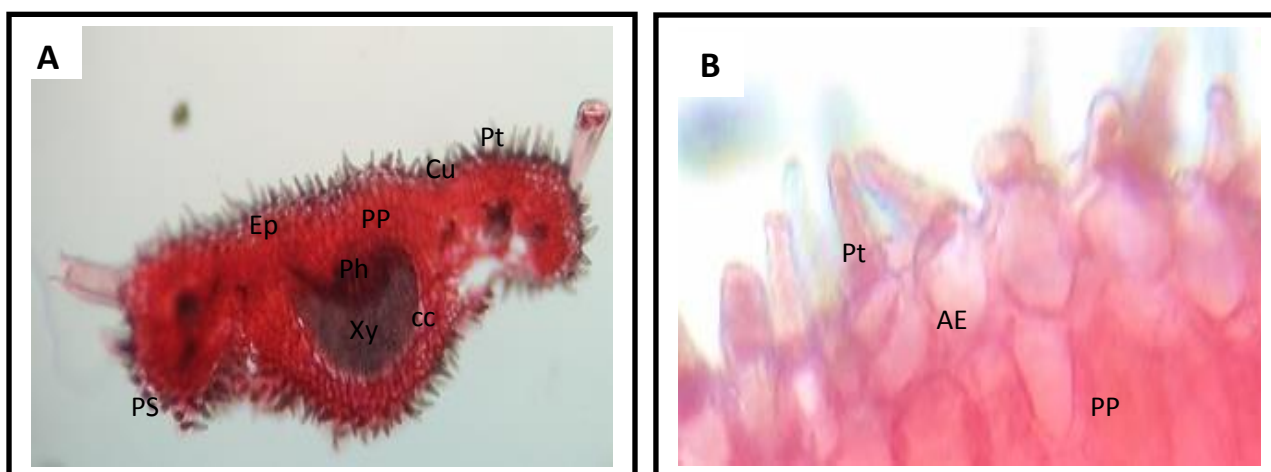


Figure 12 : Coupe transversale de la feuille de *Thymus algeriensis* observée au microscope optique au grossissement [A=($G \times 10$) et B=($G \times 40$)]; (Originale, 2023).

Pt : Poils tecteurs

PP : Parenchyme Palissadique

Xy : Xylème

Ep : Epiderme

Ph : Phloème

PS : Poils sécrétrices

Cu : Cuticule

CC : Cylindre central

AE : Assise Epidermique

1-2 Structure de la tige de *Thymus algeriensis*

L'observation microscopique des coupes transversales de la tige de *Thymus algeriensis* (Figure 13) montrent plusieurs tissus de l'extérieur à l'intérieur.

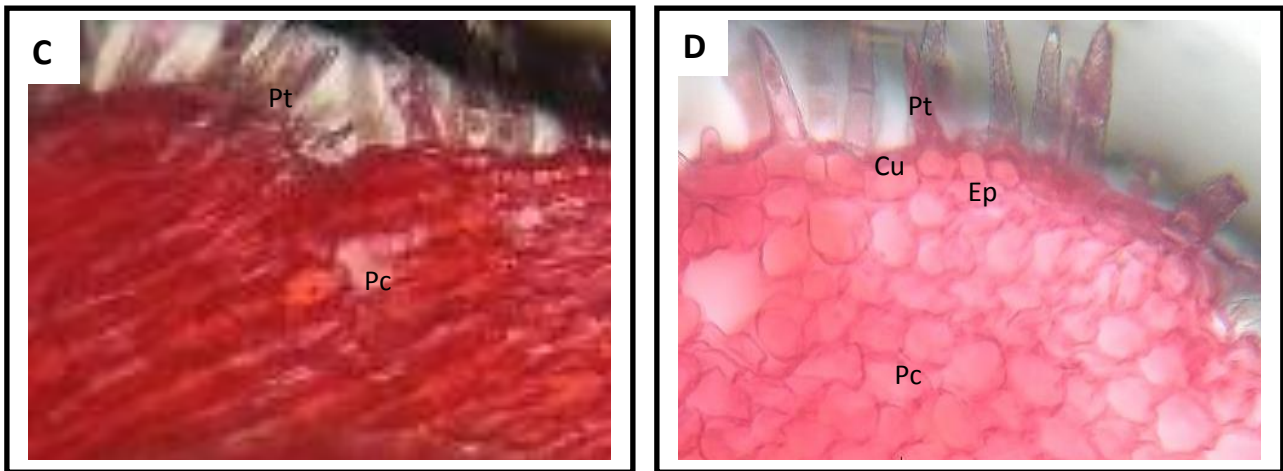


Figure 13 : Coupe transversale de la tige de *Thymus algeriensis* observée au microscope optique au grossissement [C= (G×10) et D= (G×40)] ; (Originale ; 2023).

Pc : Parenchyme cortical **Cu** : Cuticule **Ep** : Epiderme

Pt : Poils tecteurs

Dans cette partie, nous allons exposer et discuter les résultats expérimentaux obtenus au cours des essais de l'extraction et l'évolution de l'insecte en présence des HEs.

2-Rendement et taux d'humidité des huiles essentielles

Les huiles essentielles des deux plantes utilisées, dans notre étude sont extraites par l'entraînement à la vapeur d'eau. Les résultats obtenus sont indiqués dans la (figure 14).

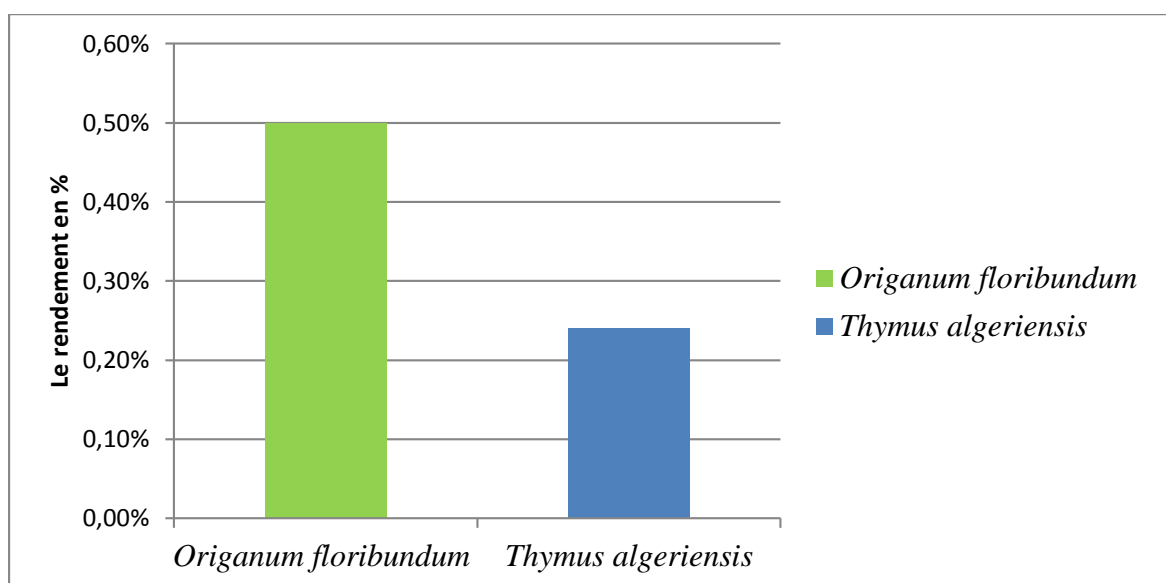


Figure 14 : Le % de rendement des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*

Les résultats obtenus, montrent que le rendement en HEs de la plante *Thymus algeriensis* 0,24% est faible par rapport à celui d'*Origanum floribundum* 0,50%. On remarque que cette plante est riche en huile essentielle.

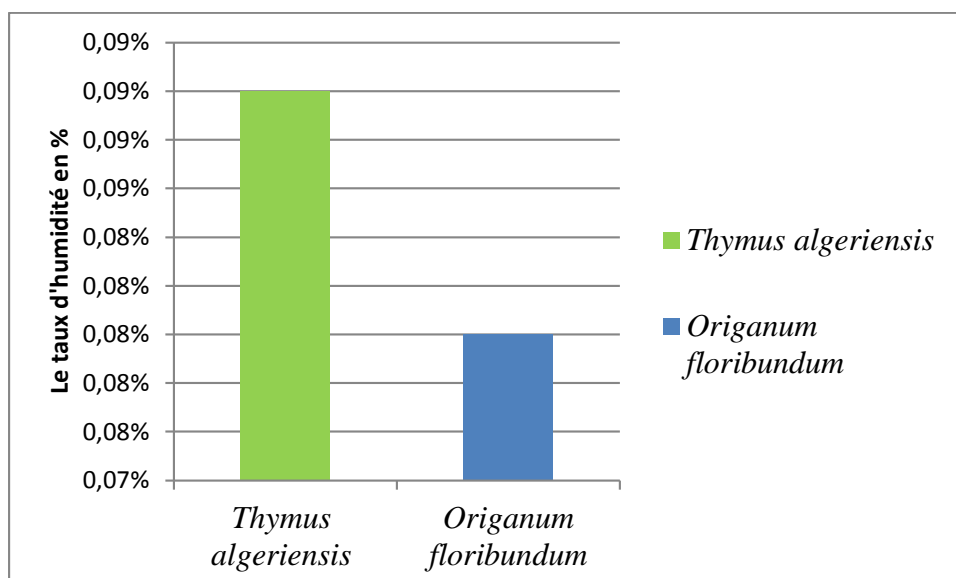


Figure 15 : Le % de taux d'humidité de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*

Le taux d'humidité est calculé dans le but d'évaluer la teneur en eau des plantes étudiées. Les échantillons d'origan montrent un taux d'humidité égal à 0,08%=8% et celui de Thym d'Algérie qui est 0,09%=9%.

3- caractéristiques organoleptiques des deux huiles extraites

Les caractéristiques organoleptiques des HEs des deux espèces, à savoir *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*. Obtenu par entraînement à la vapeur d'eau sont regroupés dans le (Tableau3), (Figure16).

Tableau3 : Caractéristiques organoleptiques des HEs étudiées.

Plante	Aspect	Couleur	Odeur
<i>Thymus algeriensis</i>	Liquide	Jaune	Forte et épicée
<i>Origanum floribundum</i>	Liquide	Jaune	Forte et camphrée

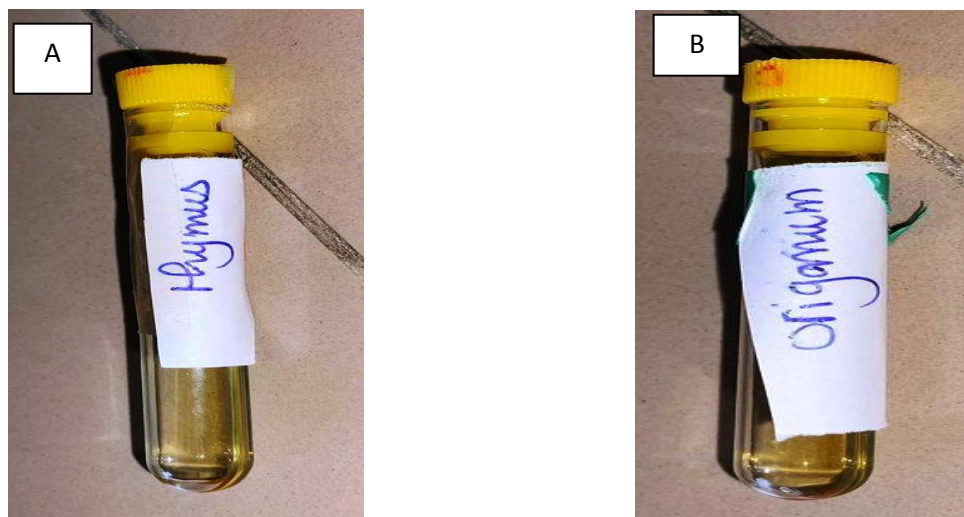


Figure16 : A = L’huile essentielle de *Thymus algeriensis* ; B= L’huile essentielle de *l’Origanum floribundum* (Originale ; 2023).

4- tests de toxicité

4-1 Effet répulsif de l’HE de *Thymus algeriensis* sur les adultes de *Tribolium confusum*

Les différents doses (20µl/ml ; 25µl/ml ; 30µl/ml) de l’huile de *Thymus algeriensis* ont provoqué des taux respectifs de 46.74% ; 66.76% ; 46.76% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum* (Tableau 4) .

Tableau 4 : Nombre moyen d’adultes *T.confusum* recensées dans les deux moitié de papier filtre traité à différentes doses d’HE de *Thymus algeriensis* et le pourcentage (%) de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre d’individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie Traité	Dans la partie non traité	
20µl	2.66	7.33	46.74%
25µl	1.66	8.33	66.76 %
30µl	2.66	7.33	46.74%

Selon le classement de **MC Donald et al (1970)** l’HE de *Thymus algeriensis* manifestent une répulsivité moyenne appartenant la classe 3 avec un taux de répulsion moyen est 53.41% (Annexe04) et (Tableau 5).

Tableau 5 : Classement de l'HE de *Thymus algeriensis* selon leur propriété de répulsion sur les adultes de *Tribolium confusum*

Huiles	<i>Thymus algeriensis</i>
Taux de répulsion (%)	53.41%
Classe de répulsion	3
Effet	Répulsive
Propriété	Moyennement répulsif

4-2 Effet répulsif d'*Origanum floribundum* sur les adultes de *Tribolium confusum*

Les différents doses (20µl ; 25µl ; 30µl) d'HE d'*Origanum floribundum* ont occasionné respectivement 33.33% ; 13.31% ; 46.74%, de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium confusum*. (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Nombre moyenne d'adulte *Tribolium confusum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'HE d'*Origanum floribundum* et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre d'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie Traité	Dans la partie non traité	
20µl	3.33	6.66	33.33%
25µl	4.33	5.66	13.31%
30µl	2.66	7.33	46.74%

Selon le classement de MC Donald et al, (1970) l'HE d'*Origanum floribundum* appartiendrait à la classe 2 ($20\% \leq PR \leq 40\%$) donc modérément répulsive avec un taux de 31.12%.

(**Annexe05**) et (**Tableau 7**).

Les résultats obtenus, indiquent que le taux de répulsion révélé par l'HE de *Thymus algeriensis* (53.41%) est plus élevé par rapport à celui montré par d'*Origanum floribundum* (**Tableau 8**).

Tableau 7 : Classement de l'HE d'*Origanum floribundum* selon leur propriété de répulsion sur les adultes de *Tribolium confusum*

Huiles	<i>Origanum floribundum</i>
Taux de répulsion (%)	31.12%
Classe de répulsion	2
Effet	Répulsive
Propriétés	Modérément répulsif

Tableau 8 : Le taux de répulsion des deux plantes sur l'insecte *Tribolium confusum*

La plante	<i>Thymus algeriensis</i>	<i>Origanum floribundum</i>
Le taux de répulsion %	53.41%	31.21%

Discussion

La flore Algérienne possède de nombreuses plantes aromatiques et médicinales qui sont considérées, d'après leur constituant en huiles essentielles (HE), comme bio-insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks (Delimi *et al.*, 2013)

Les rendements moyens en HEs ont été calculés en fonction de matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante. Les échantillons de *Thymus algeriensis* ont fourni un taux faible ne dépassant pas 0.24% celui obtenu à partir de *l'Origanum floribundum* est plus important avec 0.50%. Les rendements varient en fonction des espèces de la plante et de zone de récolte.

Le rendement en HE de *Thymus algeriensis* (feuilles et tiges) est de 0,24% considéré comme faible comparativement au résultat rapporté par Hazzit *et al.*, (2009) qui est de 0.3% en utilisant toutes les parties aériennes, récolté au mois d'avril 2008 à Rachidia région orientale à Est du Maroc. L'extraction a été faite par hydro-distillation.

Dob *et al.*, (2006), quant à eux ont trouvé 1.13% en utilisant la plante au stade floraison au mois de mai à Médéa, en Algérie.

Zayyadi *et al.* (2014) ont eu un rendement plus important avec un taux de 2.92% en utilisant les parties aériennes, récolté le mois de mai 2010 au Maroc.

Le rendement en HE que nous avons obtenu avec les feuilles et tiges d'*Origanum floribundum* est nettement inférieur (0.5%) à celui obtenu par Hazzit et Baaliouamer, (2009) avec 2% pour les feuilles et 5% pour les inflorescences fraîches, récolté au mois de juin à Kadiria à l'Est d'Alger.

La différence existante entre les rendements d'extractions est probablement liée aux facteurs suivants : Le temps de l'hydro-distillation, La durée de séchage, le rapport Eau/Matière végétale, la température de chauffage (Fadil *et al.*, 2015).

Elle peut être liée, également aux facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), facteurs géographiques (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétiques (croisements naturels) (Verés *et al.*, 2003).

Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'effet répulsif et insecticide des HEs extraites du *Thymus algeriensis* et d'*Origanum floribundum* sur un insecte ravageur des denrées stockées (*Tribolium confusum*).

Ont a été testé plusieurs doses (de 50 μ l ; 75 μ l ; 100 μ l) des HES de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*, après (24h.48h.72h) de duré d'exposition, par le test de fumigation, mais cela nous a montré aucun taux de mortalité de *T.confusum*. Ce qui signifie que ce dernier n'a pas réagi à la plus grande dose de ces huiles essentielles.

Plusieurs travaux révèlent que l'effet des huiles sur les insectes n'est pas systématiquement efficace car on observe des réponses différentes suivant l'espèce d'insecte et d'HE (Shaaya *et al.*, 1997), les effets insecticides des huiles essentielles des plantes dépendent de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes (Casida, 1990).

Il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle, ou même pour un même composé. Une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle biologique d'un insecte. (Ngamo *et al.*, 2007).

En effet l'HE de la partie aérienne de *Thymus algeriensis* contient essentiellement de linalol (47.33%) ; thymol (29.2%) ; P-cymène (6.8%) qui sont les principaux constituants dans sa composition chimique (Dob *et al.*,2006). D'après l'analyse chromatographique de l'huile essentielle a permis l'identification des 48 composés (98.87%) représentant le *thymus algeriensis* du Maroc, dont deux principaux constituants chimiques : le camphre (27.7%)et l' α -pinène (20. 5%).d'autres composés sont également présents, mais en moindre quantité : α -thujène (9,64%), β -pinène(8,02%),1,8-cineole (7.69%), limonène (4,85%), sabinène (3,84%) et bornéol (2,53%) (Amarti *et al.*, 2010). Ainsi l'*Origanum floribundum* est constitué de nombreux flavonoïdes et l'arbutoside, l'acide rosmarinique et hydrates de sabinène (10-65%). Le terpinène (21.6-28.7%) et thymol (32.7-45%) et cymene (16.8-23-1%) sont les composants les plus importants chez l'huile de l'Origanum (Karbouhe *et al.*, 2021). Cependant, il serait difficile de penser que l'activité insecticide de l'huile se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires ; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants (Ndomo *et al.*, 2009).

Plusieurs huiles essentielles semblent plus efficaces sur les arthropodes à corps mou, et s'avère moins efficace avec des insectes à carapace dure tel que des coléoptères et hyménoptères adultes (Moussaoui *et al.*, 2012). Selon Genevieve, (2006), la présence de

cuticule rigide "la sclérite" qui couvre les pattes, appendices et l'abdomen des insectes est un obstacle structural vis-à-vis des produits appliqués selon le mode du traitement adopté.

Les huiles essentielles agissent de différentes manières sur les différents types de ravageurs (Isman, 2000), par l'apparition d'une résistance aux insecticides chez les populations de *Tribolium* est un problème mondial. Ce cas de résistance a été prouvé par plusieurs pays dans le monde (Arthur, 1996). Ce phénomène de résistance développé chez l'insecte et qui peut être lié au cytochrome P450-dépendant monooxygénase, carboxyle estérase, superoxyde-dismutase et catalase, et aussi l'absence, et peut être liées aussi à une concentration insuffisante d'huile essentielle (Ryan et Byrne, 1988)

Dans l'étude de Labiad *et al* (2022) il a signalé que l'HE de *Thymus alegriensis* de Maroc à un effet toxique contre les espèces de coléoptères au cours des 24 premières heures pour tous les volumes d'huile utilisés (3, 12 et 50 μ L). Par ailleurs, dans nos essais, on n'a enregistré aucune mortalité à la dose de 100 μ L/ml. En mesure d'efficacité, nous pouvons déduire que nos deux huiles essentielles (*Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*) récolté en l'Algérie n'a nettement enregistré aucune efficacité sur l'insecte.

Ainsi l'insecticide pourra être dégradé par les systèmes de détoxification et aura peu d'effet. Cette explication pourrait être en rapport avec les résultats de notre travail.

L'activité répulsive est un phénomène physiologique qui s'effectue chez les insectes comme mécanisme de défense contre les toxines sécrétées par les plantes, dans le but de souligner l'effet dose sur la répulsive des substances (Ben Slimen et Baoundi, 2016)

La présente étude montre que les huiles étudiées ont une activité répulsive peu considérable à l'égard des adultes de *Tribolium confusum* aux doses 20 μ l, 25 μ l, 30 μ l, après une durée d'exposition de 30 minutes.

Plusieurs travaux ont été consacrés aux effets répulsifs des huiles essentielles.

En effet, l'huile essentielle des feuilles de *C. viminalis*, contient essentiellement des monoterpènes hydrocarbures tel que l' α -pinène qui induit un effet répulsif vis-à-vis de *Tribolium confusum* (Ojimelukwe *et al.*1999).

Les travaux d'Aggarwal *et al.*, (2001), considèrent que le 1,8 cinéol est modérément répulsif sur trois coléoptères ravageurs des denrées stockées (*C.maculatus*,*T.castaneum* et *Sitophilusoryzae*) avec une moyenne de 64 à 74% à la plus forte dose testée de 4 μ L/mL

pendant une heure ,et aussi 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*.

Les travaux de Mediouni *et al* (2012), sur les propriétés répulsives de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* de différentes provenances (Algérie, Tunisie, Maroc) ont montrés une activité répulsive significative, après une durée d'exposition d'une heure sur les adultes de *Tribolium castaneum*.

Conclusion

Au terme de ce travail, il est apparu que les rendements des HEs, diffèrent chez l'origan avec 0.5% et le thym avec 0.24%

L'étude histo-anatomique des organes comme feuilles, tiges a montré la richesse de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* et poils sécréteurs d'HE.

Les tests de toxicité menés par fumigation et répulsion ont révélé que *Tribolium confusum* ne réagit pas à la présence des huiles essentielles testées en l'occurrence *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*, par fumigation. En effet, quel que soit le volume d'HE utilisé, le nuisible n'est nullement affecté.

Le test de repulsivité s'est révélé concluant, pour les deux huiles essentielles utilisées avec des taux de répulsivité de 31.12% pour *Origanum floribundum* donc modérément répulsive et 53.41% pour *Thymus algeriensis* donc moyennement répulsive, d'après le classement de MC Douald (1970), donc les deux huiles essentielles testées agissent par répulsion.

Dans la perspective de poursuivre et d'approfondir ce travail il serait intéressant :

D'évaluer l'activité répulsive et anti-appétante des plantes de *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum* et ses effets sur le potentiel vital de *T.confusum* qui enrichiront les données actuelles sur la réponse des insectes ravageurs aux effets des huiles essentielles et le mode d'action de ces dernières.

Le remplacement des pesticides dangereux avec les bio-insecticide à base des huiles essentielles végétales naturelles serait plus bénéfique à l'homme pour préserver sa santé et son environnement et d'éviter les pertes de ses récoltes.

A

Amarti, F., Satrani,B., Ghanmi, M ., Farah,F., Aafi,A., Aarab,L., El Ajjouri ,M., Chaouch, A.(2010). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. Et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. De Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(1).pp141-148.

B

Bardeau,F .1976.La médecine aromatique : propriété et utilisation des huiles essentielles végétales. Robert laffont .Paris.

Baudoux, D.2017.Aromathérapie :100 huiles essentielles.Dunod. P544.

Bouyahya,A.,Bakri,Y.,EtTouys,A.,Talbaou,A.,Khouchlaa,A.,Charfi,S.,Abrini,J.,Dakka ,N. 2017.Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries.Phytothérapie. <https://doi.org/10.1007/s10298-017-1118-z>.

Boukhatem, M.N., Ferhat, A., Kameli,A .2019. Méthode d'extraction et distillation des huiles essentielles : Revue de littérature. *Revue Agrobiologia.* 9(2). pp1653-1659.

C

Couic-Marinier,F .,Lobstein ,A . 2013. Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutique.*52(525). 18-21. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.02.005> .

Couic-Marinier,F.,Lobstein, A.2013.Composition chimique des huile essentielles .*Actualité pharmaceutiques.*52(525).pp22-25 . <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.02.006>.

Charchari,S., Nabila,B., Benhalla,A. 2011. Optimisation de l'extraction de l'huile essentielle de sauge (*Salvia officinlis* L.) par hydrodistillation en présence de tensioactif. *ResearchGate*.

D

Dob, T., Dahmane, D., Benabdelkader, T., Chelghoum, C. 2006. Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. *International journal of Aromatherapy*. 16 (2). Pp95-100.
<https://doi.org/10.1016/j.ijat.2006.04.003>.

Dutau, G., Rancé, F., Michaud, P., Juchet, A., Brémont, F. 2002. Farine et Allergie : les pièges à ne pas méconnaître. *revue Française D'allergologie*. 42. Pp 289-298.
[https://doi.org/10.1016/s0335-7457\(02\)00151-x](https://doi.org/10.1016/s0335-7457(02)00151-x).

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

H

Ho, F.K., 1969. Identification of pupae of six species of *Tribolium* (Coleoptera; Tenebrionidae). *Annals of The Entomological Society of America*. 62. pp 1223-1237. <https://doi.org/10.1093/aesa/62.6.1232>.

I

Ismail, M., Bakrim, W.B., Bitchagno, G.T.M., Annaz, H., Mahmoud, M.F., Sobeh, M. 2022. Unraveling the phytochemistry, Traditional Uses, and Biological and Pharmacological Activities of *Thymus algeriensis* Boiss & Reut. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Pp1-39. <https://doi.org/10.1155/2022/6487430>.

K

Kaloustian, J., Hadji-Minaglou, F. 2012. La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie : Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. *Springer*.

Krimat,S.,Metidji,H., Tigrine,C., Dahmane,D.,Nouasri,A.,Dob.,T.2017.Analyse chimique, activités antioxydante,anti- inflammatoire et cytotoxique d'extrait hydrométhanolique *D'origanum Glandulosum* Desf .*Phytothérapie*.
<https://doi.org/10.1007/s10298-017-1134-z>.

Kerbouche ,L., Hazit ,M., Baaliouamer, A., Akretché, S.2021.Distillation time effecting on the composition of *Origanum Floribundum* essential oils ans their antioxidant and antimicrobial activites .*Zeitschrift Fur natur for schung C.76(3-4)*.Pp153-160. <https://doi.org/10.1515/znc-2020-0102>.

L

Lepesme, P.1944.les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés.*ed.p. Le chevalier*. Paris .pp 61-67.

M

Mir,S., Bouchenak ,O., Aït kaci,A.,Alliliche,M.,Arabe,k.2022.Chemical composition and insecticidal activity of *Oraganum Floribundum Munby* essential oil endemic plant from Algeria.*Tropical biomedicine.39(2)*.Pp215-220.

Mouas,Y.,Bouamara,A., Boussad,F.,Benrebicha,F.Z.,Chaouia,C.2021.Effet aphicide de l'extrait methanolique d'*Origanum folibundum Mundy* (Lamiaceae) vis à vis du puceron des céréales sitobion avenae .(F abricius,1794)(Insecta :Aphididae).*Revue Agrobiologia. 11(2)*.Pp 2706-2714.

Monro, H.A.U., Bond, E.J., Bénazet, J.1988.Insectes nuisible des cargos. *Institut de recherche Agriculture Canada London (antario)*.P10.

N

Nedjimi, B. 2023. Trace element quantification in two Algerian thymes (*Thymus algeriensis* Boiss&Reut. And *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link) Using EDXRF Spectromery.*Biological trace element research* .201. Pp455-463.
<https://doi.org/10.1007/s12011-022-03128-3>.

P

Pavela, R., Zabka, M., Vrchotová, N., & Tříška, J. 2018. Effect of foliar nutrition on the essential oil yield of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Industrial Crops and Products* .112. pp 762-765. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.01.012>.

Q

Quézel, P., Santa, S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertique. Edition du centre de la recherche scientifique. Paris.

S

Sobeh, M., Rezaq, S., Cheurfa, M., Abdelfattah, M., AO., Rashied, R., M., H., El-shazly, A., M., Yasri, A., D'œil, M., C., Mahmoud, M., F. 2020. *Thymus algeriensis* and *thymus fontanesii*: Chemical composition, in vivo antiinflammatory, pain killing and antipyretic activities : A comprehensive comparison . *Biomolecules*. 10(4). p599. <https://doi.org/10.3390/biom10040599>.

Soliman, M.H. 1987. Ageing and parental age effects in *Tribolium* [Review]. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 6 (1). pp43-60. [https://doi.org/10.1016/0167-4943\(87\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0167-4943(87)90038-0).

V

Volnet .1980. L'aromathérapie : Traitement des maladies par les essences des plantes. *Le livre de poche* .Paris, Maloine.p542.

Z

Zouari,N., Ayadi,I., Fakhfakh,N., Rebaï,A., Zouari,S .2012 . Variation of chemical composition of essential oils in wild population of thymus algeriensis Boiss.et Reut ., a North African endemic species. Lipids in Health and Disease . 11(28).
<https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-28>.

Annexe 01 : Matériel du laboratoire

Afin de réaliser cette étude nous avons utilisé plusieurs appareils:

- 1- Un extracteur pilote pour l'extraction de l'huile essentielle des deux plantes *Thymus algeriensis* et *Origanum floribundum*.
- 2- Microscope optique pour pouvoir observer aux deux grossissements ($\times 10$) et ($\times 40$) les coupes anatomiques des deux plantes.
- 3- Une loupe pour pouvoir observer aux deux grossissements ($\times 20$) et ($\times 40$) les insectes.
- 4- Micro- pipette réglable pour le pipetage des HEs.
- 5- Une étuve égale à 30°C .
- 6- Boite de pétri et papier filtre.
- 7- Un chauffe ballon et un ballon pour le test d'humidité.
- 8- -Un tamis pour la récupération des adultes de *T. confusum* dans les élevages de masse.
- 9- Une balance de précision pour la pesée des substrats à affichage électronique.
- 10- D'autres outils de manipulation (pinces, bassine, pèle, scotch, ciseaux...) ont été également utilisés.



Annexe 02: Réalisation de coupes anatomique

L'organe fraîchement récolté (feuille, tige) est prés entre deux morceaux de polystyrène a fines graines.

A l'aide d'une lame gilette des coupes sont réalisées perpendiculairement à l'axe de l'organe et ce à main levée.

Les coupes sont ensuite récupérées dans le fond d'une boite de pétri contenant de l'eau distillé

Annexe 03 : La double coloration

Les coupes ainsi réalisées sont transférées dans une boite de pétri contenant de l'eau mélangé à de l'hypochlorite de sodium (eau de javel) pendant 20min afin de vider les cellules de leurs contenus.

-Elles sont ensuite rincées dans des bains successifs d'eau distillée.

-Elles sont ensuite soumises à l'action de l'acide acétique glacial à de neutraliser l'excès d'eau de javel pendant 30s a 60s.

- Rinçage à l'eau distillée.

-Les coupes sont ensuite transférées dans du vert de méthyle pendant 10 a 15min.

- Rinçage à l'eau distillé.

-Coloration au rouge Congo 15 a 20min.

-Rinçage à l'eau distillée.

Les coupes sont ensuite montées entre lame et lamelle dans une goutte d'eau pour une observation au microscope optique.

ANNEXE 04 : le pourcentage de l'effet répulsif de *Thymus algeriensis* sur *Tribolium confusum*.

Dose	20µl		25µl		30µl	
Répartition	T	NT	T	NT	T	NT
R1	3	7	0	10	2	8
R2	3	7	2	8	4	6
R3	2	8	3	7	2	8
Témoin	10		10		10	
Moyenne de PR	53.41%					

ANNEXE05 : le pourcentage de l'effet répulsif d'*Origanum floribundum* sur *Tribolium confusum*

Dose	20µl		25µl		30µl	
Répartition	T	NT	T	NT	T	NT
R1	4	6	4	6	3	7
R2	2	8	5	5	2	8
R3	4	6	4	6	3	7
Témoin	10		10		10	
Moyenne de PR	31.12%					

Résumé

L'effet insecticide des deux huiles essentielles extraites des parties aériennes séchées de *Thymus algeriensis* et d'*Origanum floribundum* provenant de la région de Tikjda en Kabylie, sur les adultes de l'insecte ravageur secondaire des denrées stockées, *Tribolium confusum*.

Les résultats de l'extraction révèlent, que le rendement de l'origan (0.50%) est plus intéressant que celui du Thym d'Algérie (0.24%).

Les huiles essentielles des deux plantes ont été extraites par entraînement à la vapeur d'eau et ont été utilisées à différentes concentrations 50, 75, 100 µl pour le test de fumigation et 20, 25, 30 µl pour le test de répulsion contre les adultes de *T.confusum*.

Le test de toxicité a été réalisé au laboratoire à une température de 30°C et une humidité de 50%. Les individus ont été exposés aux huiles essentielles par fumigation pendant 24, 48, 72h.

Les résultats ont montré que le taux de mortalité des individus est inexistant quel que soit la concentration et la durée d'exposition aux deux huiles essentielles.

Les tests de répulsivité ont révélé des effets répulsifs de 53.41% donc il est moyennement répulsif pour le thym, et de 31.12% pour l'origan qui est modérément répulsive.

The insecticidal effect of two essential oils extracted from the dried aerial parts of *Thymus algeriensis* and *Origanum floribundum* from the Tikjda region in Kabylia, on adults of the secondary insect pest of stored foodstuffs, *Tribolium confusum*.

The extraction results reveal that the yield of oregano (0.50%) is more interesting than that of Algerian thyme (0.24%).

The essential oils of the two plants were extracted by steam distillation and were used at different concentrations: 50, 75, 100 µl for the fumigation test and 20, 25, 30 µl for the repulsion test against *T. confusum* adults.

The toxicity test was carried out in the laboratory at a temperature of 30°C and a humidity of 50%. Individuals were exposed to essential oils by fumigation for 24, 48, 72 hours.

The results showed that the mortality rate of individuals is non-existent regardless of the concentration and duration of exposure to the two essential oils.

Repellency tests revealed repellent effects of 53.41% so it is moderately repellent for thyme, and 31.12% for oregano which is moderately repellent.