

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE

N° :



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : BIOTECHNOLOGIES
OPTION : BIOTECHNOLOGIE
VEGETAL

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par:

ABI Abir

BAHACHE Dounya

Intitulé

L'effet répulsif de poudre de quelque plantes
sur l'insecte des denrées stockées

Soutenu devant le jury composé de:

ADOUI Nabila	MCA	Université de M'Sila	Présidente
ARAB Radia	MCA	Université de M'Sila	Rapporteuse
BENHISSEN Saliha	MCA	Université de M'Sila	Examinatrice

Année universitaire : 2023 /2024



Remerciements


Mercie DIEU le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Nous tenons à remercier énormément notre encadrante de mémoire Dr. **ARAB RADIA** qui s'est montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour l'inspiration, les précieux conseils, sa patience et le temps qu'elle ait bien voulu nous consacrer.*

*Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres des jurys Dr. **ADOUI Nabila** et Dr. **BENHISSEN Saliha** pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.*

On n'oublie pas nos parents et tous nos frères, nos sœurs et nos amies pour leur contribution, leur soutien et leur Patience.

En fin, nous remercions tous ce qui, de près ou de loin, a contribué à notre formation et la réalisation de ce modeste travail.





Dédicace

*Je dédie ce modeste travail réalisé grâce à l'aide de Dieu
tout puissant :*

*A mes très chers parents Amar & Noura Derri qui m'ont
guidé durant les moments les plus pénibles de ce long
chemin, ma mère qui a été à mes côtés et ma soutenu durant
toute ma vie, et mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de
me voir devenir ce que je suis, Que le bon DIEU les garde et
les protège.*

*A mes deux frères Khayr Eddine & islem et mes sœurs
Sihem, Samira, Nabila et Basma, les mots ne suffisent pour
exprimer l'attachement et l'affection que je porte pour vous,
je vous aime beaucoup.*

*A mes ptites anges Oumaïma, Wissal, Lokmen, Iyad,
Loudjain, Raïd, Ghaïth & Layan (paix a son âme).*

*A mes adorables amies et a tous ceux qui ont contribué à
mon bien être et ceux qui mon soutenu de près ou de loin.*



ABIR ABI

DEDICACE

*En guise de reconnaissance Je dédie ce modeste travail à -Ce qui j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et je suis très fière de l'avoir et tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je lui porte cher papa
« Merci papa ».*

a ma mère qui je ne peux pas décrire car si je commençais les paroles du monde entier ne me suffiraient pas je prierais sans cesse pour elle de puis que je suis jeune elle croit en mes capacités et me soutient toutes les étapes de ma vie que dieu ne me prive pas de toi mon paradis.

-Ma belle-mère, pour son encouragement et son soutien.

- Mes chers frères (Zizou et abdo) et mes chères sœurs (Hizia, Aicha, Wafa, Nadjla et ma petite sœur Rouf). Ainsi à toute sa famille.

-Tous mes amis (es) surtout Mariame, Chaïma, Achwak et ma belle Abir.

-Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

-Toute la promotion, Je dédie ce modeste travail à : Ce qui j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et je suis très fière de l'avoir et tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je lui porte mon mari Marwane.

- Je prie dieu de le bénir pour moi de prolonger sa vie et de lui accorder le succès dans ce qui est le mieux pour nous

BAHACHE DOUNYA

Sommaire

Introduction

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I. Présentation des espèces végétales

I.1. Les plants <i>Curcuma Longa</i> L.	3
I.1.1. Généralités	3
I.1.2. Répartition géographique	3
I.1.3. Classification	3
I.1.4. Description botanique	3
I.1.5. Composition chimique	4
I.1.6. Domaines d'utilisation	5
I.2. La plante <i>Foeniculum vulgare</i> L.	6
I.2.1. Généralités	6
I.2.2. Répartition géographique	6
I.2.3. Classification	6
I.2.4. Description botanique	7
I.2.5. Composition chimique	7
I.2.6. Domaines d'utilisation	7
I.3. La plante <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	8
I.3.1. Généralités	8
I.3.2. Répartition géographique	8
I.3.3. Classification	8
I.3.4. Description botanique	9
I.3.5. Composition chimique	9
I.3.6. Domaines d'utilisation	10
I.4. La plante <i>Ruta Chalepensis</i> L.	10
I.4.1. Généralités	10
I.4.2. Répartition géographique	11
I.4.3. Classification	11
I.4.4. Description botanique	11
I.4.5. Composition chimique	12
I.5.6. Domaines d'utilisation	12

Chapitre II. Présentation de l'insecte	
II.1. Présentation de <i>Tribolium castaneum</i>	14
II.1.1. Généralités	14
II.1.2. Classification	14
II.1.3. Répartition géographique	15
II.1.4. La morphologie de <i>Tribolium castaneum</i>	15
II.1.5. Cycle de développement	16
II.1.6. Dégâts et importance économique	17
PARTIE EXPERIMENTALE	
Chapitre III. Matériels et méthodes	
III.1. Matériel	20
III.1.1. Matériel végétal	20
III.1.2. Matériel animal	20
III.2. Méthodes expérimentales	20
III.2.1. Préparation des poudres des plantes	20
III.3. Teste de l'effet répulsif de poudre des quatre plantes	21
Chapitre IV. Résultats et discussion	
IV.1. Effet répulsif de poudres	24
IV.1.1. Effet répulsif de poudres de <i>Curcuma longa</i>	24
IV.1.2. Effet répulsif de poudres de <i>Foeniculum vulgare</i> .	25
IV.1.3. Effet répulsif de poudres de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	26
IV.1.4. Effet répulsif de poudres de <i>Ruta chalepensis</i>.	27
IV.2. Comparaison du taux de répulsion de poudre des quatre plantes sur <i>Tribolium castaneum</i>	28
IV.3. Discussion	29
Conclusion	
Références bibliographiques	
ANNEXES	

Liste des figures

Figure 01 : Partie souterraine et aérienne de <i>C.longa</i> (Rhizomes, Feuilles, Fleur).	4
Figure 02 : <i>Foeniculum vulgar.</i>	7
Figure 03 : fleurs et feuilles de <i>R. officinalis.</i>	9
Figure 04 : <i>Ruta chalpensis L</i>	12
Figure 05 : différents stade de <i>Tribolium castaneum</i> (larve, nymphe, adulte).	16
Figure 06 : Cycle biologique de <i>Tribolium castaneum.</i>	17
Figure 07: Les quatre plantes séchées(<i>C. longa, F. vulgare, R.officinles et R. chalepensis</i>)	20
Figure 08 : Le broyeur électrique.	21
Figure 09 : le test de répulsion de poudre de <i>C.longa.</i>	22
Figure 10 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de <i>Curcuma longa L.</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium castaneum.</i>	24
Figure 11 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de <i>Foeniculum vulgare L.</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium castaneum.</i>	25
Figure 12 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium castaneum.</i>	26
Figure 13 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de <i>Ruta Chalepenesis L.</i> vis-à-vis des adultes de <i>Tribolium castaneum.</i>	27
Figure 14 : les taux de la répulsion de quatre plantes pour l'insecte <i>Tribolium castaneum</i>	29

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition chimique de <i>Curcuma longa. L.</i>	4
Tableau 02 : Composition chimique du Romarin.	9
Tableau 03 : Classement des pourcentage de répulsion.	22
Tableau 04 : Classement de poudre de <i>Curcuma longa L.</i>et leur propriété de repulsion	24
Tableau 05 : Classement de poudre de <i>Foeniculum vulgare L.</i>et leur propriété de repulsion.	26
Tableau 06 : Classement de poudre de <i>Rosmarinus officinalis L.</i> et leur propriété de repulsion.	27
Tableau 07 : Classement de poudre de <i>Ruta Chalepenesis L.</i>et leur propriété de repulsion.	28
Tableau 08 : Le taux de répulsion de poudre des quatre plantes sur l'insecte <i>Tribolium castaneum</i>	28

Liste d'abréviations

C°: degré Celsius

Cm : centimètre

D : Dose

g : gramme

m : mètre

mm : millimètre

NT : Non traités

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PR : Pourcentage de répulsion

R : répétition

T : Traités



Introduction



Introduction

les céréales constituent la base de notre alimentation. Les céréales contribuent, grâce à leur richesse en glucides lents, en fibres, en protéines, en vitamines et en minéraux, à notre équilibre alimentaire et constituent une importante source d'énergie. Le stockage des céréales est un moyen d'approvisionnement alimentaire et de la semence pour assurer la sécurité alimentaire. C'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de millions de personnes (**Adjalian et al., 2014 ; Mason et al., 2017**).

Les denrées stockées en général dans des conditions inadéquates, sont attaquées principalement par des insectes ravageurs d'où une perte quantitative qui s'explique par une diminution du poids de l'ordre de 10% à 40% dans les conditions traditionnelles (**Rajendran, 2002**), et une perte qualitative qui déprécie la valeur nutritionnelle de ces aliments par la réduction de la teneur en protéines (**Aoues et al., 2017**), le rendent impropre à la consommation par l'activité métabolique des insectes qui crée un milieu favorable au développement des micro-organismes produisant des toxines (**Hubert et al., 2018**).

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation des insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus pratiquée pour lutter contre les insectes ravageurs. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la chaîne alimentaire, et l'apparition d'insectes résistants (**Bounechada et Arab, 2011**). En raison de l'interdiction de l'utilisation, l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) a interdit l'usage de certains insecticides chimiques. La majorité des pays ont recours à de nouvelles méthodes de lutte plus propres dans le but de limiter l'utilisation des produits chimiques. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement (**Merabet et Baouali, 2019**).

Ces dernières années, le recours aux substances d'origine végétale, en tant que biopesticides dans la protection des graines, apparaît comme la meilleure alternative de lutte propre et douce contre les déprédateurs des denrées stockées. C'est pourquoi de nombreux travaux ont été menés pour proposer des méthodes de protection respectueuse de l'environnement telles que les poudres des plantes aromatiques (**Boukhalifa et Merabet, 2023 ; Kechaoui et Mekdoud, 2022 ; Bounechada et Arab, 2011 ; Karima, 2018 ; Tirakmet, 2015 ; Ngamo et Hance, 2007 ; Amrani et Bekal, 2020**).

C'est dans ce contexte que nous avons voulu tester l'effet répulsif de poudre de quelques plantes sur des insectes ravageurs redoutables des denrées stockées qui est le Tribolium rouge de la farine *Tribolium castaneum*. C'est un coléoptère qui a la capacité d'infester toutes les céréales et légumineuses entreposées (Dia et al., 2017). Les poudres choisies sont celles de *Curcuma longa* L., *Foeniculum vulgare* L., *Roramarinus officinalis* L. et *Ruta chalepensis* L.

Pour cela, ce travail est divisé en deux parties ;

- Première partie c'est la partie bibliographique, qui regroupe un chapitre sur les plantes utilisées, et un chapitre porte des généralités sur l'insecte testé.
- Deuxième partie c'est la partie expérimentale, elle englobe le chapitre de matériel et méthodes utilisés au sein de ce travail, et un autre chapitre qui présente tous les résultats obtenus et leurs discussions.
- On termine par une conclusion, des perspectives de recherches.



Partie

Bibliographique





Chapitre I

Présentation des espèces végétales



I.1. La plante *Curcuma Longa* L.

I.1.1. Généralités

Curcuma longa est une plante qui appartient à la même famille que le gingembre, les Zingibéracées. Cette famille englobe 1500 espèces environ presque toutes intertropicales, répandues surtout dans les régions orientales, peu nombreuses en Amérique, et regroupées en 50 genres environ. Ce sont des plantes herbacées par des rhizomes qui prennent souvent la forme de bulbes (Grugeau, 1995).

Toutes ces plantes qui composent la famille des Zingibéracées sont caractérisées par des cellules à essence justifiant l'emploi des rhizomes en médecine ou plus encore dans l'alimentation. aux huiles essentielles s'ajoutent des matières colorantes (curcumine pour le *Curcuma longa*) ce qui accentue des populations à consommer ces plantes en tant qu'épice (Grugeau, 1995).

I.1.2. Répartition géographique

Originaire du Sud-Est asiatique, le curcuma est cultivé essentiellement dans les régions tropicales jusqu'à 2000 m d'altitude, en Inde, en Chine, aux Antilles (Réunion-Jamaïque), en Malaisie, au Brésil, à Ceylan mais également au Japon, aux Philippines, à Java et Haïti (Grugeau, 1995).

I.1.3. Classification

D'après Mebarkia et Miloudi, (2022), la classification botanique du *Curcuma longa* L. est comme suit :

Règne : Plantae

Embranchement : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Zingiberales

Famille : Zingiberacée

Genre : *Curcuma*

Espèce : *Curcuma longa* L.

I.1.4. Description botanique

Le *Curcuma longa* L. est une plante vivace atteignant un mètre (Cheikh Ali, 2012).

Les rhizomes : principaux de forme ovoïde fournissent le Curcuma rond (2,5 à 7,5 cm de longueur et 1 à 2 cm de diamètre) ; et les secondaires le Curcuma longa (« les doigts » qui font

à leur maturité 5 à 10 cm de longs et 1 à 1,5 cm de diamètre). Ces rhizomes sont d'une couleur jaune orangé en section, gris brunâtre en surface (**Figure 01**). Une odeur aromatique se dégage après section du rhizome(**Delaveau, 1987**).

Feuille : grande feuille lancéolée, de couleur vert uniforme faisant jusqu'à 50cm de long et 7 à 25cm de large (**Figure 01**) (**Bruneton, 2009**).

Fleur : Tige longue, inflorescence sortant du coeur des feuilles de 12 à 20cm contenant beaucoup de fleurs. Couleurs de fleurs : blanche. Période de floraison : de mai à septembre. Floraison non parfumée (**Itokawa et al., 2008**).



Figure 01 : Partie souterraine et aérienne de *C.longa* (Rhizomes, Feuilles, Fleur)
(**Attou et Boukhari, 2013**)

1.1.5.Composition chimique

Tableau 01: Composition chimique de *Curcuma longa*. L.(**Kumar et al., 2014**).

Composants	Pourcentage
Protéines	6.3 %
Graisses	5.1 %
Minéraux	3.5 %
Glucides	69.4 %
Humidité	13.1 %
Phellandrene	1 %
Sabinène	0.6 %
Cineol	1 %
Borneol	0.5 %
Zingibrène	25 %
Sesquiterpènes	53 %
Curcumine	94 %
Curcumine II	6 %
Curcumine III	0.3%

I.1.6. Domaines d'utilisation

Utilisation alimentaire

Le rhizome est la partie utilisée de la plante. Le rhizome réduit en poudre est utilisé en tant qu'épice alimentaire pour renforcer la saveur des aliments et les conserver, et On utilise les épices comme aromates, essentiellement végétales, pour l'assaisonnement, la coloration et la conservation des aliments ou des boissons, certaines épices sont aussi utilisées comme suppléments diététiques (Wichtl et Anton, 2003).

Utilisation pharmaceutique

Le *Curcuma longa* L. a fait l'objet de préparations thérapeutiques en vertu de ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires rapportées à travers les siècles dans différentes parties du monde (Grubben, 2005).

Dans les monographies de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'utilisation du curcuma est recommandée pour traiter les problèmes digestifs, les maladies inflammatoires (rhumatismes, arthrite, arthrose) et les troubles cardio-vasculaires, comme l'ont montré les études épidémiologiques. L'huile essentielle de curcuma possède également des propriétés préventives du cancer. Le curcuma aide dans le traitement de l'ostéoporose et à enrayer une perte osseuse post-ménopausique chez les femmes en déficit d'œstrogène, et utile aussi pour éviter la maladie d'Alzheimer, contribue au bon équilibre nerveux et mental (Shahid, 2016).

Utilisation cosmétique

Le Curcuma a été utilisé comme un produit de beauté depuis des siècles. Il est un moyen peu coûteux et naturel de traiter plusieurs problèmes de peau, et de cheveux, il est aussi bien utilisé dans le commerce sous forme de crèmes, masques, savons, huiles et shampooings (Gupta et al., 2013).

I.2. La plante *Foeniculum vulgare* L.

I.2.1. Généralités

Le fenouil (*Foeniculum vulgare* L.) plante appartenant à la famille des apiacées, avec une grande histoire d'utilisation (Abou El-Soud et al., 2011). Le nom *Foeniculum* est du mot latin qui signifie le foin parfumé. Le fenouil était dans la grande demande pendant le moyen âge (Muckensturm et al., 1997), connu et employé par les humains depuis l'antiquité, il est cultivé dans chaque pays entourant la mer méditerranée en raison de son arôme (Oktay et

al., 2003) comme herbe aromatique et également dans la médecine folklorique, en raison des propriétés pharmacologiques de son huile essentielle (**Križmana et al.**, 2007)

Le fenouil est communément appelé "besbes" par les populations locales (**Bouguerra, 2012**). Le nom du genre vient du latin foenum (foin), ou funiculis (petit filet), en référence aux lanières des feuilles, Vulgare indique une plante commune (**Guide illustré de la flore algérienne, 2012**)

I.2.2. Répartition géographique

Initialement originaire des terrains en friche et des coteaux calcaires du pourtour méditerranéen (**Wichtl et Anton, 2003**). Il a été cultivé et présenté dans beaucoup de régions à l'extérieur de cette zone; commercialement dans certains d'entre eux (**Zoubiri et al.**, 2010), son aire de répartition s'étend aujourd'hui dans presque toute l'Europe (sauf au nord), en Afrique du Nord, en Asie Mineure, dans les régions du Caucase, en Iran et en Asie Centrale. La plante est naturalisée notamment en Amérique du Nord, à l'est de l'Asie, en Malaisie, en Indonésie, en Nouvelle Zélande en Afrique du Sud (**Teuscher et al.**, 2005) et elle est cultivée dans toutes les régions tempérées du globe (**Botrel, 2007**).

I.2.3. Classification

D'après (**Abou El-Soud et al.**, 2011), la classification botanique du *Foeniculum vulgare* L. est comme suit :

Règne : Plantae

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae (Umbelliferae)

Genre : Foeniculum

Espèce : *Foeniculum vulgare* Miller

I.2.4. Description botanique

Le fenouil s'agit d'une plante herbacée vivace ou bisannuelle qui peut atteindre 2,5 m de haut. La première année, elle se restreint en un bouton de feuilles remplies et charnues. L'année suivante, la tige cylindrique finement striée vert bleuté qui s'élève porte des feuilles alternes découpées en lanières filiformes. L'été, les fleurs jaunes disposées en ombelles composées accaparent la chaleur du soleil, lui donnant le surnom de "fille du soleil". Les fruits sont des diakènes à côtes très marquées (**Figure 02**) (**Rather et al.**, 2012).



Figure 02 : *Foeniculum vulgare* (powo. Science. Kew.org).

1.2.5. Composition chimique

F. vulgare contient 6,3% d'humidité, 9,5% de protéines, 10% de matières grasses, 13,4% de minéraux, de fibres et de 18,5% à 42,3% de glucides. Les minéraux et les vitamines présentes dans *F. vulgare* sont le calcium, le potassium, le sodium, le fer, le phosphore, la thiamine, la riboflavine, la niacine et la vitamine C (**Rather et al., 2012**).

1.2.6. Domaines d'utilisation

Différentes activités pharmacologiques du *Foeniculum vulgare* mentionné dans la médecine traditionnelle iranienne et la phytothérapie moderne, par ex. antioxydant, cytotoxique, anti-inflammatoire, antibactérien, bronchodilatateur, oestrogènes, emménagogues, agents antithrombotiques, abaisser la tension artérielle, protéger l'estomac, protéger le foie, améliorer la mémoire et l'activité antimutagène. Aucun événement indésirable grave n'a été enregistré après l'ingestion *F. vulgare* à l'exception de quelques cas de réactions allergiques (**Rahim et Abdekani, 2013**).

Foeniculum vulgare est largement utilisé en médecine traditionnelle traite diverses affections telles que les douleurs abdominales, antiémétique, apéritif, arthrite, cancer, sédatif pour enfants souffrant de coliques et nourrissons, conjonctivite, constipation, purification, diarrhée, emménagogue, fièvre, flatulences, douleurs à l'estomac, gastrite, insomnie, douleurs au foie, ulcères buccaux, Les parties aériennes (feuilles, tiges et fruits/graines) de *F. vulgare* Il est largement utilisé comme galactagogue pour favoriser la production laitière (**Shamkant et al., 2014**).

I.3.La plante *Rosmarinus officinalis* L.

I.3.1. Généralités

L'espèce *Rosmarinus officinalis* appartient à la famille des Lamiacées, Le terme *Rosmarinus* : rose des mers est un nom latin de cette plante qui se compose de deux parties, Ros : rosée apparenté à rhus : buisson cette plante habite souvent les coteaux maritimes *Marinus*: marin (Makhloufi, 2009).

La famille des Lamiacées ou Labiées est une importante famille de plantes dicotylédones qui comprend environ 6000 espèces, et près de 210 genres répandus dans le monde entier, mais surtout dans la région méditerranéenne. Elles sont réparties en sept sous-familles. Ce sont le plus souvent des plantes herbacées, des arbustes et rarement des arbres ou des lianes, largement répandus autour du monde et dans tout type de milieux. La forme de lèvre de la fleur et la présence d'huiles essentielles signent cette famille. Pour la plupart des genres, la section carrée de la tige et les feuilles opposées sont aussi des caractéristiques. De nombreuses espèces de cette famille sont des plantes mellifères, fréquentées par les abeilles (Guignard, 2001).

I.3.2. Répartition géographique

Cette plante se trouve dans les régions exposées au soleil et de préférence dans les lieux secs et arides car elle tolère modérément la sécheresse (Tyler et al., 1976). Le romarin pousse dans de nombreux pays d'Europe et d'Asie notamment en Espagne, Italie, Grèce, sud de la France, nord de l'Afrique (du Maroc à la Tunisie), Inde, les Philippines, les Antilles, les Etats-Unis et le Mexique (Pelinkan, 1986 ; Teuscheret al., 2005).

I.3.3. Classification

La classification hiérarchique du *Rosmarinus officinalis* selon (Hoefler, 1994) est la suivante:

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe: Gamopétales

Ordre : Tubiflorales

Sous-ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : Rosmarinus

Espèce : *Rosmarinus officinalis*

I.3.4. Description botanique

Le romarin est un arbuste ou sous-arbrisseau aromatique qui supporte la chaleur, peut atteindre jusqu'à 1,5 mètre de hauteur, il est reconnaissable de loin à son odeur pénétrante, ses fruits sont sous forme de tétrakènes, feuilles linéaires à marges révolutes, sessiles mesurant 2 cm de longueur sur 2 mm de largeur, verdâtre en dessus et tomenteuses en dessous, fleurs bleuâtres, disposées en grappes courtes, axillaires, brièvement pédicellées, bractées petites, caduques, calice à lèvre supérieure ovale et dont les lobes de la lèvre inférieure sont lancéolés, corolle bleue rarement blanche avec lèvre supérieure divisée en 2 segments et à lèvre inférieure à 3 lobes dont un médian plus large (**Figure 03**).

Les caractéristiques de cette plante peuvent être résumées comme suit : Couleur fleur : Bleu foncé, Couleur feuillage : vert, Hauteur : 60 cm, Feuillaison : Janvier – Décembre, Floraison(s) : Mars – Mai, Type de feuillage : persistant, Exposition : soleil, Type de sol : calcaire (Chibah et Labandji, 2017).



Figure 03 : fleurs et feuilles de *R. officinalis* (Berbache et al, 2022)

I.3.5. Composition chimique

Tableau 02 : Composition chimique du Romarin (Boumadjen et Kimouche, 2018)

Huiles essentiels	1,8 cinéole, alpha-pinène camphre de romarin, camphène.
Flavonoïdes	lutéoline, quercétine, genkwanine, cirsimaritine, ériocitrine, hespéridine, diosmine, lutéoline, apigénine.
Diterpènes	Acide carnosolique, rosmadial.

Triterpènes et Stéroïdes	acide aléanolique, acide ursotique .
Tanins	/
Lipides	n-alkanes, isolalkanes, alkènes
Acides phénoliques	Acide vanillique, acide caféique, acide p-coumarique. Acide rosmarinique, Rosmaricine

I.3.6. Domaines d'utilisation

En Médecine

Antispasmodique dans les coliques rénales et la dysménorrhée, traitement ou prévention de l'asthme bronchique, des troubles spasmogènes, de l'ulcère gastroduodénal, des maladies inflammatoires, de l'athérosclérose, cardiopathie ischémique, cataracte et mauvaise motilité des spermatozoïdes et pour soulager les troubles respiratoires. L'extrait du romarin détend les muscles lisses de la trachée et de l'intestin et a une activité cholérétique, hépatoprotectrice et anitumérogène (Machado et al., 2012).

En cosmétique

Rosmarinus officinalis sous forme de feuille séchées ou d'huile essentielle, trouve sa principale utilisation pour la fabrication de produits cosmétiques (parfums, savons, crèmes, tonifiants de cheveux, shampooings et autres préparations) (Chafia et al., 2014).

En Industrie agro-alimentaire

Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important, et peuvent être appliqués à la conservation des aliments et des huiles lipidiques (Zoubeidi, 2004).

I.4. La plante *Ruta Chalepensis* L.

I.4.1. Généralité

Ruta chalepensis L. est un petit arbuste indigène mesurant environ 30 à 80 cm de haut (Bock, 2011). Largement distribué dans la région méditerranéenne et tempérée et régions tropicales (Gunaydin et al., 2005 ; Tounsi et al., 2011), du moins c'est en grande partie ce qu'ils pensent. Cette plante se trouve couramment sur les pentes rocheuses (Iauk et al., 2004), Caractérisé par des feuilles de couleur bleu-vert et dégageant une forte odeur, Il est désagréable et a un goût amer (Brener, 1985, Tounsi et al., 2011). ces feuilles portent

également des glandes sébacées qui produisent cette odeur (**Gunaydin et al., 2005**) du moins c'est ce qu'ils pensaient. L'arbuste a des tiges glabres et portes des fleurs jaunes disposées en cymes. Pétales dentés (**Brener, 1985 ; Gunaydin et al., 2005**)

I.4.2. Répartition géographique

Plante originaire du sud-est de l'Europe (Ukraine, Albanie, Bulgarie et ex-Yougoslavie). Les réponses ont été largement reçues dans toute l'Europe et en Afrique du Nord. *Ruta chalepensis* L. est bien connue dans toute l'Algérie, où elle existe à l'état spontané. Rocailles et lieux secs à Tyr (**Jaque et Paltz, 1995**). Selon **Eberhard et al., (2005)** *Ruta chalepensis* L. réagit dans toute la région Méditerranéenne, cultivé dans l'archipel indonésien occidental, Mexique, Amérique centrale et du sud. Cette usine est située à L'altitude est d'environ 1000m, avec des précipitations et du soleil modéré (**Joy et al., 2001**).

I.4.3. Classification

Selon **Takhtajan, (2009)** la classification de *Ruta chalepensis* est la suivante :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Super division : Spermatophyta (plantes à graine)

Division : Magnoliophyta (plantes à fleurs)

Sous division : Angiospermae

Classe : Magnoliopsida (dicotylédons)

Sous classe : Rosidae

Super ordre : Rutanae

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : *Ruta*

Espèce : *Ruta chalepensis*.

I.4.4. Description botanique

Ruta chalepensis est une plante herbacée à tige ligneuse à la base, pouvant atteindre 1m (Mioulane, 2004). Les feuilles de 6 à 12 cm de long, sont aromatiques, ovales, larges, pennatiséquées, bleu-vert et elles présentent de nombreux lobes oblongs, lancéolés ou aborales. En été, s'épanouissent des fleurs de 1 à 2cm de diamètre, en coupe, de couleur jaune foncé, portant quatre ou cinq pétales frangés de longs poils (figure 04) (Dodt, 1996)



Figure 04 : *Ruta chalepensis* L. (Daoudi et al., 2016)

I.4.5. Composition chimique

Les métabolites secondaires importants de *Ruta chalepensis* L. comprennent des furano coumarines, des alcaloïdes et d'autres substances. La composition de la plante a clairement justifié son utilisation thérapeutique, comme le montrent plusieurs études menées sur la plante (Gunaydin et al., 2005). L'analyse phytochimique des diverses parties de *Ruta chalepensis* a mis en évidence principalement la présence de : Les alcaloïdes, les coumarines, les flavonoïdes, les huiles essentielles et autres composés dans les feuilles et les jeunes tiges une certaine proportion d'acides aminés, de saponines, de glycosides, de stérols et de triterpènes (Gonzalez et al., 2006)

I.5.6. Domaines d'utilisation

Les feuilles fraîches ou séchées peuvent être utilisées en petites quantités à cause du goût amer et des risques de toxicité pour assaisonner les sauces et les plats de viande (Eberhard et al., 2005).

La rue a été utilisée dans nombreux remèdes vétérinaires dans le traitement de la fièvre bovine et des parasites intestinaux, la morve de cheveux, dans la prévention de la rage, autrefois la rue a été utilisée ainsi pour aider à la délivrance contre météorisation chez les bovins, caprins (Duval, 1992).

Fort odeur de la rue et ses composés puissants, il était utilisé pour contrôler les ravageurs, surtout contre les insectes, et il est toxique pour les mollusques, les poissons et les oiseaux, elle serait nématocide (Belbachir et Tchenar, 2019).

Dans l'ensemble, la *Ruta Chalepensis* était utilisé dans le domaine de la parfumerie pour son arôme puissant (**Baba Aissa, 1999**).

Ruta Chalepensis est une plante très puissante. Elle ne doit jamais être consommée par les femmes enceintes car elle est abortive. De grandes doses sont toxiques et provoquer la mort. L'huile essentielle est extrêmement irritante pour la peau et les muqueuses, elle est considéré toxique en doses plus grandes de 2 g de la poussière sèche par jour. La manutention de la plante peut causer des réactions allergiques (photo dermatites) semblables à celles de l'herbe à puce chez certaines personnes (**Boumediene et Agha, 2014**).

Ruta chalepensis L. (Rutacée), est une plante aromatique médicinale encore utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme laxatif, antiinflammatoire, analgésique, antipasmodique, abortif, antiépileptique, emménagogue et pour le traitement de pathologies cutanées (**Merchache et al., 2009**).



Chapitre II

Présentations de l'insecte



II. Présentation de *Tribolium castaneum*

II.1. Généralités

Les coléoptères sont les ravageurs les plus importants de la classe des insectes qui représente le groupe le plus commun et plus destructeur des denrées entreposées. Ils constituent l'ordre d'insectes le plus riche en espèces on estime actuellement leur nombre à environ de 350 000 (**Delobel et Tran, 1993**).

Le Tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum*) est un insecte appartenant à la famille des Tenebrionidae. Il est l'un des insectes des stocks le plus ubiquiste et le plus polyphage. Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvrent la porte, ou lorsque les grains sont brisés (**Merabet et Baouli, 2020**). *T. castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks de très nombreuses denrées amylacées notamment les farines de céréales (**Bonneton, 2010**).

II.2. Classification

La position systématique de *Tribolium castaneum* selon **Bensadok et al., (2019)**, est comme suit :

Règne :Animalia.

Sous règne :Metazoa.

Embranchement :Arthropoda.

Classe :Insecta.

Sous Classe :Pterygota.

Ordre :Coleoptera.

Sous Ordre :Polyphaga.

Famille:Tenebrionidae.

Sous Famille:Tenebrioninae.

Genre :*Tribolium*.

Espèce :*Tribolium castaneum* (Herbest, 1797).

Nom français:Tribolium rouge de la farine.

Nom anglais:Red Flour Beetle.

Nom en arabe : خنفساء الطحين الحمراء

II.3. Répartition géographique

L'espèce paraît originaire d'Asie du Sud : il est actuellement cosmopolite (**Delobel et Tran, 1993**). On le trouve dans les céréales stockées sous forme de grains ou de farine. Il est très abondant dans les régions tropicales. Il est présent uniquement dans les stocks à température élevée (**Christine, 2001**).

II.4. La morphologie de *Tribolium castaneum*

œufs

Sont blanchâtres ou sans couleur et leur taille est d'environ 5mm, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface (**Godon et Wilim, 1998**).

Larves

Sont vermiformes et pourvues de pattes à l'extrémité du dernier segment abdominal (**Figure 05**) et une paire de courts appendices, les « urogomphes ». La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité (**Merabet et Baouli, 2020**).

Nymphe

Atteint les 5mm de long, nue, cylindrique, de couleur blanchâtre qui devient de plus en plus brun pâle (**Figure 05**) (**Lyon, 2000**).

L'adulte ou l'imago

La longueur est de : 2,3 à 4,4 mm de couleur brun rougeâtre, il est reconnaissable par la distinction très nette des trois parties du corps (tête, thorax et abdomen) (**Figure 05**), le thorax plus large que long et les élytres fortement striés dans le sens de la longueur. On distingue de l'espèce voisine par les caractères suivants : les antennes sont formées de onze articles, les trois derniers terminés en massue, les yeux sont ovales et absence de crête au-dessus de l'œil. Ils sont séparés vent ralement par une distance à peu près égale à leur propre largeur en vue ventrale, cuticule de la fêle el du pronolum micro réticulée paraissant terne entre les points. Dimorphisme sexuel la base du fémur inférieur possède chez le mâle un tubercule pilifère arrondi qui est absent chez la femelle (**Delobel et Tran, 1993**).



Figure 05 : différents stade de *Tribolium castaneum* (larve, nymphe, adulte)

(Khan et al., 2016)

II.1.5. Cycle de développement

Bensadok et al., (2019), ont montré que la température ambiante, l'humidité relative de l'air et le type de la nourriture (grain entier et farine) ont un effet sur la durée du cycle de développement de *T. castaneum*. Les conditions thermiques pour cette espèce se situent entre 20°C et 40°C avec un optimum de 35°C, l'humidité relative optimale est de 70% cependant, ce ravageur tolère des valeurs très basses d'humidité (10%).

Dès l'âge de trois jours, la femelle pond entre 500 à 800 œufs. Les larves sont mobiles, d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues avant d'atteindre 5 mm à la fin de leur croissance. A la fin du dernier stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes immobiles. Ce processus s'étend sur 3 à 9 semaines, Les nymphes se retrouvent nues, dans les mêmes aliments que les larves. Elles sont blanches au départ mais leur couleur s'assombrit graduellement avant de devenir adultes (**figure 06**), cette étape se déroule sur une période 9 à 17 jours, les adultes se nourrissent des mêmes aliments que les larves et vivent entre 15 et 20 mois. On peut rencontrer cinq générations par an (Gueye et al., 2015).

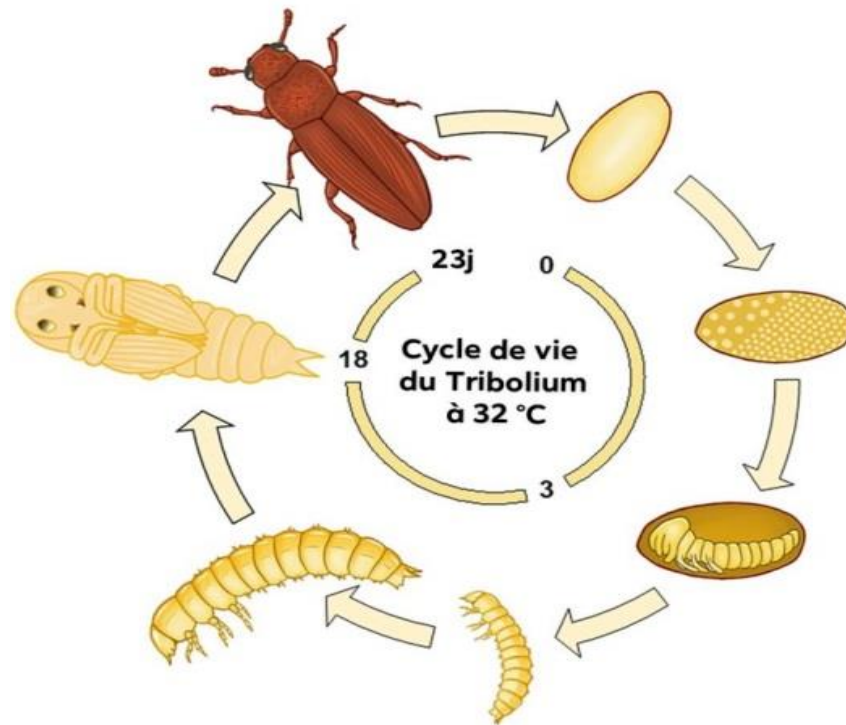


Figure 06 :Cycle biologique de *Tribolium castaneum*(Klingler et Bucher, 2022).

II.6. Dégâts et importance économique

Le *Tribolium* rouge de la farine s'attaque à une large catégorie de produits céréaliers stockés tels que la farine, les céréales, les craquelins, les pâtes et même les mélanges à gâteaux. Il peut notamment infester les aliments séchés pour animaux domestiques, les fleurs séchées, le chocolat, les noix, les graines et même les spécimens de musée séchés (Campbell et Runnion, 2003). Il attaque les grains endommagés, comme ils peuvent se nourrir de champignons qui envahir le stock, est l'un des ravageurs les plus mondiaux des produits stockés, car il entraîne une perte de quantité et de qualité. Il donne également au produit une couleur grise avec une odeur piquante et inacceptable et causé l'allergie sur la population humaine (Abdullahi et al., 2019).



Partie

Experimentale





Chapitre III:

Matériels et méthodes



III.1. Matériels

III.1.1. Matériel végétal

Les quatre plantes séchées (**Figure 07**) *Curcuma longa*, *Foeniculum vulgare*, *Roramarinus officinlis* et *Ruta chalepensis* ont été obtenus à partir des herboristes de la wilaya de M'sila.



Figure 07 : Les quatre plantes séchées (*C. longa*, *F. vulgare*, *R.officinles* et *R. chalepensis*)

III.1.2. Matériel animal

L'élevage de masse de *Tribolium castaneum* a été effectué dans un bocal en plastique sur la semoule de blé dur. Celui-ci se fait dans des conditions de laboratoire à température de 20- 25°C et à une humidité relative comprise entre 65 et 70%.

III.2. Méthodes expérimentales

III.2.1. Préparation des poudres des plantes

Les quatre plantes sèches sont broyées séparément à l'aide d'un broyeur électrique (**Figure 08**) jusqu'à sa réduction en poudre. La poudre de chaque plante a été conservée dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière jusqu'à son utilisation.



Figure 08 : Le broyeur électrique

III.2. Teste de l'effet répulsif de poudre des quatre plantes

L'effet répulsif des poudres de chaque plante a l'égard des adultes de *Tribolium castaneum* ont été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle décrite par **Mc Donald et al (1970)** avec quelque modification (**Figure 09**).

Des disques de papier filtre de 9 cm sont découpés en deux parties égales. Les trois doses de poudre ont été préparées (25%, 50%, 75%) sont mélangé chacun avec 2g de semoule et répartie uniformément sur une moitié du disque tandis que l'autre moitié a reçu uniquement 2g de semoule. Après en ajoutons un lot de 20 insectes adultes ont été placé au centre de chaque disque. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose.

Au bout de deux heures, le nombre d'insectes présents sur la partie traitée à la poudre (**Nt**) et le nombre de ceux présents sur la partie non traitée (**Nc**) ont été relevés.

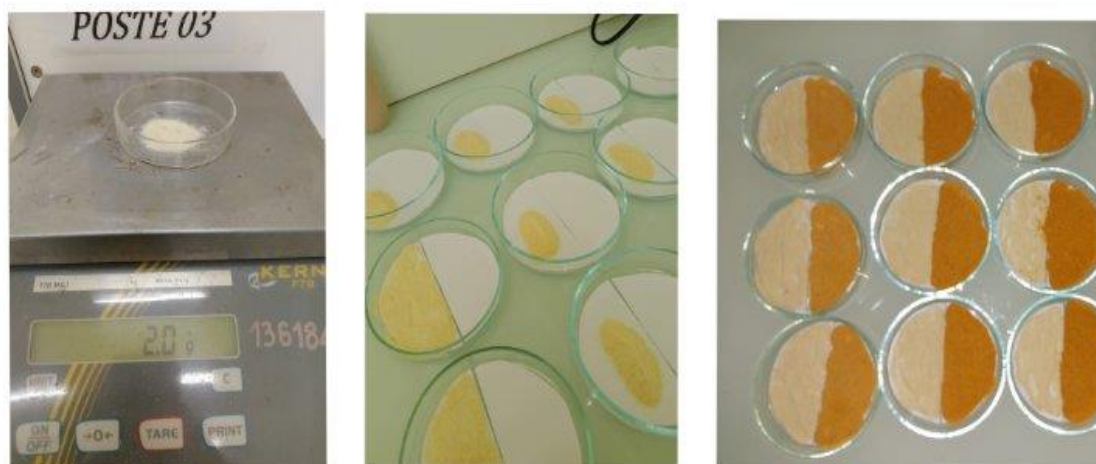


Figure 09: le test de répulsion de poudre de *C. longa*.

Le pourcentage de répulsion moyen (**PR**) est calculé puis affecté à l'une des classes données par **Mc Donald et al., (1970)** (**tableau 01**).

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

NC :Nombre de l'individu présent sur la partie du disque non traitée.

NT :Nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée avec la poudre.

Tableau 03: Classement des pourcentage de répulsion (**McDonald et al.,1970**).

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$\text{PR} \leq 0,1 \%$	N'est pas répulsion
Classe I	$0,1\% < \text{PR} \leq 20\%$	Très faiblement repulsion
Classe II	$20 \% < \text{PR} \leq 40\%$	faiblement repulsion
Classe III	$40\% < \text{PR} \leq 60\%$	Modérément répulsion
Classe IV	$60\% < \text{PR} \leq 80\%$	Répulsion
Classe V	$80\% < \text{PR} \leq 100\%$	Très répulsion



Chapitre IV

Résultats et discussion



IV.1. Effet répulsif des poudres

IV.1.1. Effet répulsif de poudre de *Curcuma longa* L.

Les pourcentages de répulsion des différentes doses de poudres de *Curcuma longa* L. sont récapitulés dans la **figure 10** (Annexe 06). Les différentes doses (25%, 50% et 75%) de poudre de *Curcuma longa* L. ont occasionné respectivement 93.35%, 96.65%, 96.65% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose (75%).

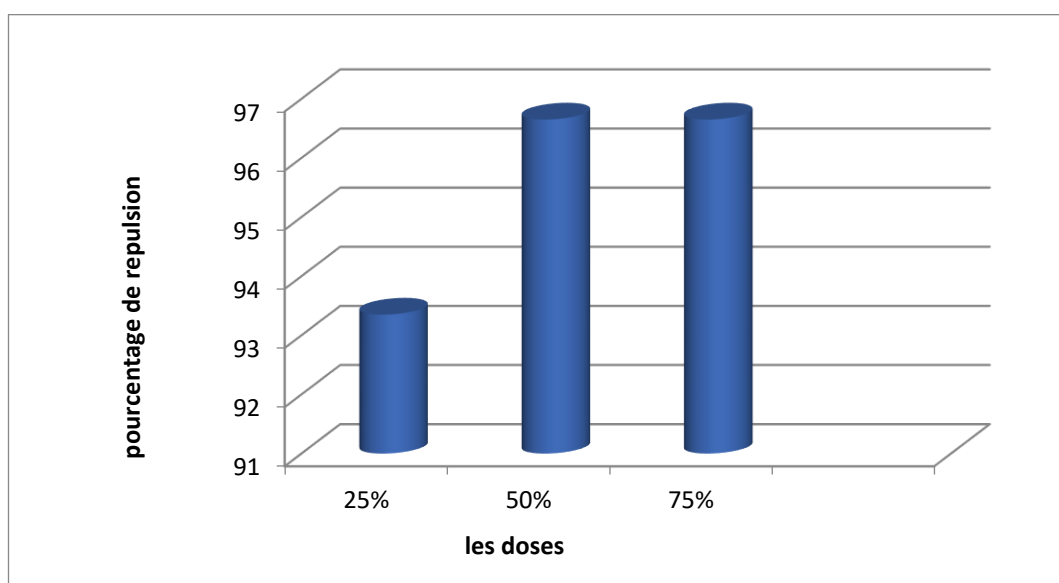


Figure 10 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de *Curcuma longa* L. vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*.

A la lumière de ces résultats, on peut noter que la poudre de la plante *Curcuma longa* L. a également une activité insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium castaneum* et appartiendrait selon le classement de **McDonald et al., 1970** à la Classe V (Très répulsion) (annexe 04) avec un taux de répulsion moyen de 95.55%.

Tableau 04 : Classement de poudre de *Curcuma longa* L. et leur propriété de répulsion.

Poudre	<i>Curcuma longa</i> L.
Taux de répulsion %	95.55%

Classe de répulsion	V
Effet	Très répulsion

IV.1.2. Effet répulsif de poudre de *Foeniculum vulgare* L.

Les pourcentages de répulsion des différentes doses de poudre de *Foeniculum vulgare* L. sont récapitulés dans la **figure 11** (Annexe 04). Les différentes doses (25%, 50% et 75%) de poudre de *Foeniculum vulgare* L. ont occasionné respectivement 76,66%, 90%, 100% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose (75%).

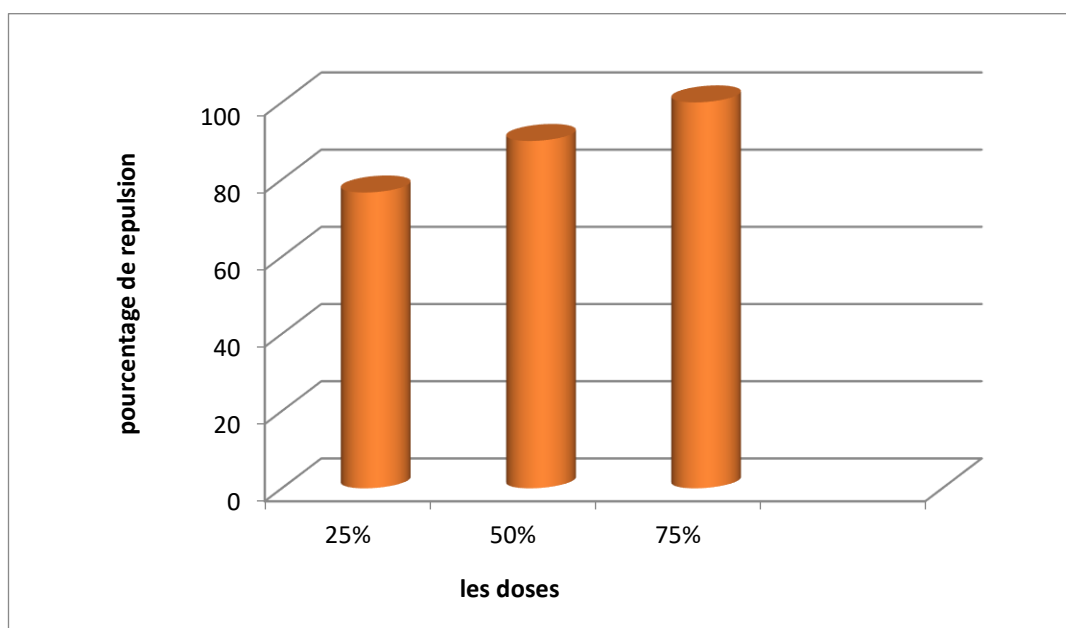


Figure 11 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de *Foeniculum vulgare* L. vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*.

A la lumière de ces résultats, on peut noter que la poudre de la plante *Foeniculum vulgare* L. a également une activité répulsive à l'égard des adultes de *Tribolium castaneum* et appartiendrait selon le classement de **McDonald et al., 1970** à la Classe V (Très répulsion) (annexe 04) avec un taux de répulsion moyen de 88.88%.

Tableau 05 : Classement de poudre de *Foeniculum vulgare* L. et leur propriété de répulsion.

Poudre	<i>Foeniculum vulgare</i> L.
Taux de répulsion %	88.88%
Classe de répulsion	V
Effet	Très répulsion

VI.1.3. Effet répulsif de poudre de *Rosmarinus officinalis* L.

Les pourcentages de répulsion des différentes doses de poudres de *Rosmarinus officinalis* L. sont récapitulés dans la **figure 12** (Annexe 05). Les différentes doses (25%, 50% et 75%) de poudre de *Rosmarinus officinalis* L. ont occasionné respectivement 3.35%, 10%, 16.65% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose (75%).

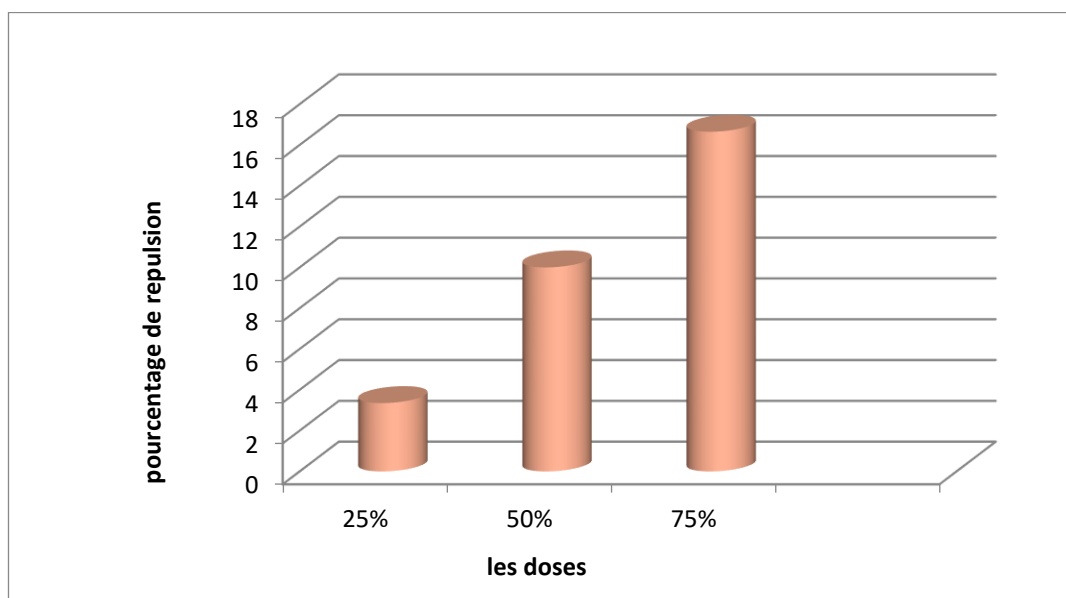


Figure 12 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de *Rosmarinus officinalis* L. vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*.

A la lumière de ces résultats, on peut noter que la poudre de la plante *Rosmarinus officinalis* L. a également une activité insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium castaneum* et appartiendrait selon le classement de McDonald et al., 1970 à la Classe I (Très faiblement répulsion) (annexe 05) avec un taux de répulsion moyen de 10%.

Tableau 06: Classement de poudre de *Rosmarinus officinalis* L. et leur propriété de répulsion.

Poudre	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
Taux de répulsion %	10%
Classe de répulsion	I
Effet	Très faiblement répulsion

IV.1.4. Effet répulsif de poudre de *Ruta chalepensis* L.

Les pourcentages des différentes doses de poudre de *Ruta chalepensis* L. ont été traduits dans la **figure 13** suivante (Annexe 07). Ou l'on remarque que des doses croissantes de cette poudre (25%, 50% et 75%) provoquent une répulsion contre les adultes de *Tribolium castaneum*. Cela montre que le pourcentage de répulsion (76.65%, 93.35%, 93.35) respectivement) augmente avec l'augmentation des doses.

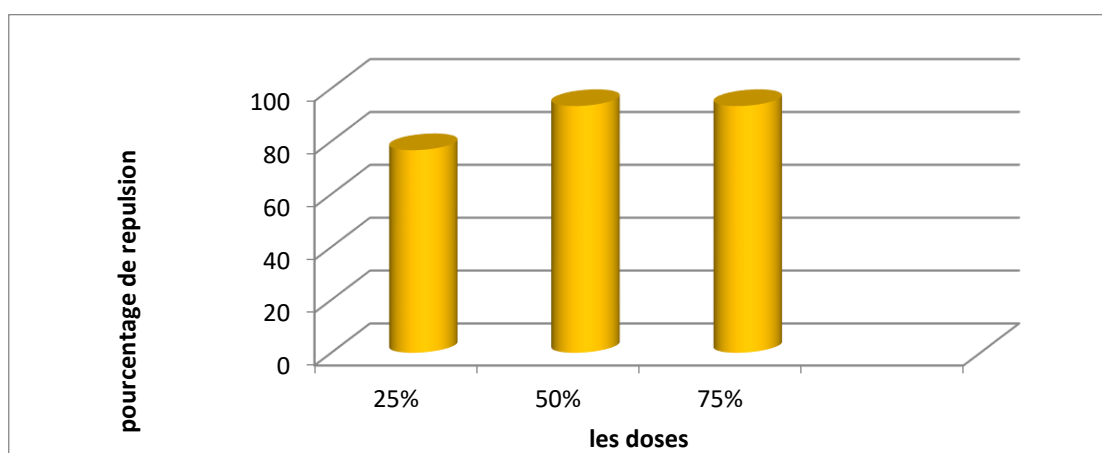


Figure 13 : Pourcentages (%) de répulsion de poudre de *Ruta chalepensis* L. vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum*.

A la lumière de ces résultats, on peut noter que la poudre de la plante *Ruta chalepensis* L. a également une activité insecticide à l'égard des adultes de *Tribolium castaneum* et appartiendrait selon le classement de McDonald et al., 1970 à la Classe V (Très répulsion) (annexe 04) avec un taux de répulsion moyen de 87.78%.

Tableau 07: Classement de poudre de *Ruta chalepensis* L. et leur propriété de répulsion.

Poudre	<i>Ruta chalepensis</i> L.
Taux de répulsion %	87.78%
Classe de répulsion	V
Effet	Très répulsion

IV.2. Comparaison du taux de répulsion de poudre des quatre plantes sur *Tribolium castaneum*.

Après avoir calculé le taux de répulsion pour les quatre plantes, nous avons obtenu les ratios indiqués dans le tableau suivant (00), le taux de répulsion de *Rosmarinus officinalis* L. (10%) comparativement inférieur au taux de répulsions des trois autres plantes, car leurs taux de répulsion étaient les suivants *Curcuma longa* L. (95.55%), *Ruta chalepensis* L. (87.78%), *Foeniculum vulgare* L. (88.88%) ceci explique que la poudre de *Curcuma longa* L. est plus toxique que les trois autres poudres sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum*

Tableau 08: Le taux de répulsion de poudre des quatre plantes sur l'insecte *Tribolium castaneum*

La plante	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	<i>Curcuma longa</i> L.	<i>Ruta chalepensis</i> L.	<i>Foeniculum vulgare</i> L.
Taux de répulsion (%)	10%	95.55%	87.78%	88.88%

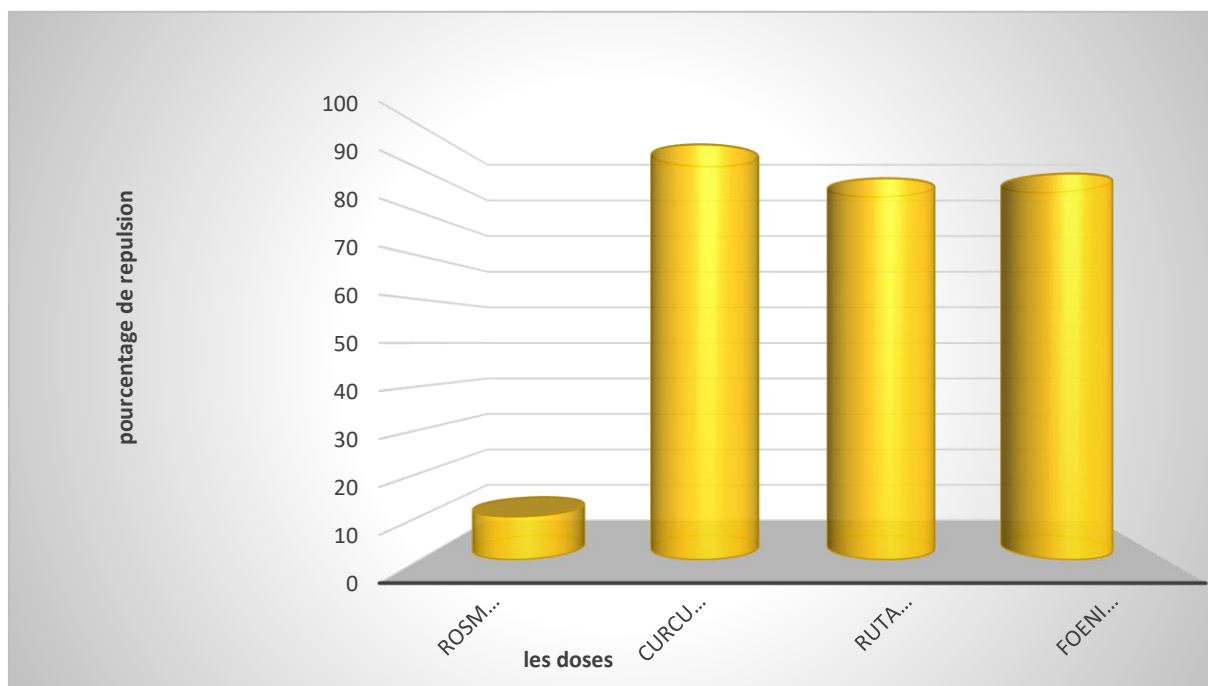


Figure 14: les taux de la répulsion de quatre plantes pour l'insecte *Tribolium castaneum*

IV. 3. Discussion

Les travaux de nombreux chercheurs ont également confirmé que les poudres ou les extraits des plantes médicinales et aromatiques ont un effet insecticide sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Boukhalfa et Merabet, 2023 ; Kechaoui et Mekdoud, 2022 ; Bounechada et Arab, 2011 ; Karima, 2018 ; Tirakmet, 2015 ; Ngamo et Hance, 2007 ; Amrani et Bekal, 2020 ; Benhissen, 2019 ; Mboussy Tsoungould, 2021 ; Aissata, 2009). Les effets toxiques et répulsifs de ces poudres pourraient dépendre de ses compositions chimiques (Majdoub et al., 2014).

L'activité insecticide de *Rosmarinus officinalis* L. est confirmée par plusieurs travaux (Lakhdari et al., 2020 ; Kara, 2013 ; Bouchentouf et Haddouche, 2020). En effet, de part son utilisation comme épice, *Rosmarinus officinalis* L. est une plante très riche en huiles essentielles qui lui confèrent un pouvoir insecticide (biopesticide) (Bouchentouf et Haddouche, 2020). Dont les propriétés insecticides ont également déjà été démontrées vis-à-vis de plusieurs insectes, entre autres *Aphis citricola*, *Rhopalosiphum maidis* (Lakhdari et Abderrazak, 2022).

Ramon, (2022) a été rapporté que l'huile essentielle extraite des feuilles de *Curcuma longa* possède des propriétés insecticides. **Ronald et Victor, (2008)** ont étudié l'effet insecticide de poudre de *C. longa* L. contre *Sitophilus oryzae* et les extraits d'éther de pétrole et d'eau contre *Plutella xylostella* et *Nilaparvata lugens*.

Taheni et Sanaa (2020), dans leur étude, ils confirment que les huiles essentielles de *Ruta chalepensis* avec ses principaux constituants chimiques ont été proposés comme bio insecticide contre *Tribolium castaneum*. **Benhissen et al., (2019)** dans leurs études ils ont expliqué que les effets de l'extrait aqueux de *Ruta chalepensis* L. est mortel pour l'insecte *Culiseta longiareolata*. **Amrani et al., (2022)** ont étudié les effets toxiques de l'extrait éthanolique de *Ruta chalepensis* éliminant *Drosophila melanogaster*.

D'autres études et recherches dans ce domaine l'ont également confirmé que *Foeniculum vulgare* L. a des propriétés insecticides, **Elimem et al., (2019)** leur étude a montré que les huiles essentielles ont un rôle efficace pour repousser *Tribolium castaneum*. **Souguir et al., (2017)** ont étudié l'effet insecticide des huiles essentielles des graines de *Foeniculum vulgare* L. contre la *Spodoptera littoralis*.

Les plantes aromatiques ont été utilisées traditionnellement par les paysans pour la protection des grains stockés contre les insectes ravageurs. Il est plus pratique d'utiliser les plantes aromatiques sous forme de poudre.



CONCLUSION



CONCLUSION

CONCLUSION

Les pertes de céréales et de légumineuses après récolte constituent un problème majeur dans de nombreux pays. Les insectes dont les coléoptères sont l'une des principales causes de ces pertes. La manière la plus courante de limiter leurs activités est d'utiliser des insecticides chimiques, qui ont malheureusement des effets secondaires.

Le but de notre étude est pour sélectionner des méthodes plus sélectives et respectueuses la santé de l'homme et l'environnement. Ce qui a été représenté lors de l'évaluation de l'effet répulsive de poudre obtenus à partir des plantes *Rosmarinus officinalis* L., *Curcuma longa* L., *Ruta chalepensis* L et *Foeniculum vulgare* L., contre l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum*.

Les résultats ont montré que les quatre poudres obtenues ont un effet répulsif sur cet insecte. La poudre la plus efficace contre *Tribolium castaneum* est la poudre de *Curcuma longa* L. (95,55%), *Foeniculum vulgare* L. (88,88%) puis *Ruta chalepensis* L. (87,78%), et *Rosmarinus officinalis* L. (10%) a également enregistré le faible taux d'expulsion.

Nous en concluons que ces poudres peuvent être utilisées comme matière première active dans la formulation des biocides pour protéger les matières alimentaires stockées contre les ravageurs. Ce travail doit être réalisé en milieu réel, dans les conditions de stockage pour confirmé l'efficacité de ces poudres



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUE



Références bibliographiques

- **ABDULLAHI G., MUHAMAD R., et SULE H., (2019).** Biology host range and management of red flour beetle *Tribolium castaneum* (herbest) (Coleoptera :Tenebrionidae), vol.7, n°1, 63p.
- **Abou El-Soud1 N., El-Laithy N., El-Saeed G., Wahby M.S., Khalil M., Morsy F. et Shaffie N. (2011).** Antidiabetic Activities of *Foeniculum Vulgare* Mill. Essential Oil in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Macedonian Journal of Medical Sciences.* 4(2):139-146.
- **Adjalian E., Noudogbessi J-P ., Kossou D. & Sohounhloue D., 2014.** Etat et perspectives de lutte contre *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789), déprédateur des céréales au Bénin. *J. App. Biosc.,* 6955-6967.
- **AMRANI Saliha , HABBACHI Sarra , BENHISSEN Saliha , REBBAS Khellaf , HABBACHI Wafa(2022).**EVALUATION OF INSECTICIDE EFFECTS OF *Ruta chalepensis* ETHANOLIC EXTRACT ON MORTALITY, SEXUAL BEHAVIOUR AND OVIPOSITION OF *Drosophila melanogaster* (DIPTERA: DROSOPHILIDAE). Volume 12, Issue 11 : 1485-1492.
- **Aoues K., Boutoumi H. & Benriam A. (2017).** État Phytosanitaire du Blé Dur Locale Stocké en Algérie. *Revue Agrobiologia.* 7(1) : 286-296.
- **Attou, S., Boukhari, F., (2013).** Enquête ethnobotanique et étude phytochimique et évaluation de quelques activités biologiques de *Curcuma longa* Linne. Thèse de master, université saad dehlebl-Blida. 2p.
- **Baba Aissa .F.(1999).** Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb. Librairie modern, Algeria.
- **Baba Aissa F. (2011).** Encyclopedie des plantes utiles (flore d'algerie et du Maghreb, Substances vegetales d'Afrique, d'orient et d'occident. Ed. EL-Maarif, p204-205
- **Belbachir, S, et Tchenar, N (2019),** études de l'activité antibactérienne des huiles essentielles des plantes médicinales *Ruta chalepensis* et lavande *angustifolia* de la région d' Ain T'émouchent .Centre Universitaire Belhadj Bouchaïb d'Ain t'émouchent .p5-19
- **Bensadok,A.Ghezal,L. et Korikar,F. (2019).** Effets insecticides de trois huiles essentielles sur un insecte de denrées stockées *Tribolium castaneum* (Herbest,1797). Thèse de Master. Ecole Normale Supérieure Laghouat, p.4-15.

- **Berbache., R., Nekaa., A, Ameer., R, (2022).** Évaluation et caractérisation biologique de la plante médicinale *Rosmarinus officinalis*. Thèse de master, université Frères Mentouri Constantine, 6,7p.
- **Bock B. (2011),** *Ruta chalepensis* L. BDNFF, Tela Botanica, 4(2).
- **BONNETON, F. (2010).** Quand *Tribolium* complète la génétique de la drosophile. Médecine /Sciences, 26p.
- **Botrel A. (2007).** LAROUSSE des plantes médicinales. Identifications, préparation, soins. Ed : Larousse-Bordas.
- **BOUGUERRA M.A. (2012).** Étude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Memoire Présenté Pour L'obtention Du Diplôme De Magister. Université Mentouri Constantine. page 27.
- **Boumadjen,R., et Kimouche,S.(2018).** Etude phytochimique et evaluation de l'activité antioxydante de Romarin (*Rosmarinusofficinalis*). ThèseMaster, Université des Frères Mentouri Constantine, 28p.
- **Boumediene N., Agha O . (2014),** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'une espèce du genre *Ruta* de Djebel tessala (Algérie occidentale) et à la faisabilité d'un plan de conservation .Université Abou BekrBelkaid p31.
- **Bounechada,M., et Arab R., (2011).** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae). Agronomie numéro 1, Université Ferhat Abbas, Sétif. 2p.
- **Brener S., Friedman J. (1985).** Phytophotodermatitis induced by *Ruta Chalepensis* L. Contact-dermatitis, 12:2-230.
- **Bruneton, J. (2009).** Composés phénoliques shikimates et acétates In PharmacognosiePhytochimie des plantes médicinales. 3ème Edition. Lavoisier Tec &Doc, Paris : Pp 135-142.
- **CAMPBELL J.F., RUNNION C. (2003).** Patch exploitation by female red flour beetles,*Triboliumcastaneum*. Journal of Insect Science, 8p.
- **Chafia,E.A.;Boukli,A.;Bachar,M.;Driss,L.;Guermal,A.;Aafi,A.(2014).**Manuel des bonnes pratiques de collecte du romarin « *Rosmarinusofficinalis* ». Projet PAM, BP : 763, Agdal, Rabat,4p.
- **Cheikh Ali,Z.(2012).** Études chimiques et biologiques d'*Aframomum sceptrum*(Zingiberaceae) et de la curcumine. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Paris-Sud, 46p.

- **Chibah,R., et Labandji,A.(2017).**Extraction et caractérisation des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et l'étude de quelques activités biologiques. Thèse Master, Université Akli Mohand Oulhadj Bouira, 4p.
- **Christine, B., (2001).**Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique .2ième Edition, 154p.
- **Daoudi A., Hrouk H., Belaidi R, Slimani I., Ibijbjen ,J. Nassiri L. (2016)** Valorisation de *Ruta montana* et *Ruta chalepensis*: Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien *J. Mater. Environ. Sci.* 7 (3) 926-935
- **Delaveau,P.(1987).** Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. Paris. Albin Michel. pp :130-136.
- **Delobel A. et Tran M. (1993).** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris : ORSTOM, (Faune tropicale 32), p.10-278.
- **Dia C. A. K. M., Sarr A. G. R. J., Kafom A., Diome .T. , Ngomo D., Thiaw C., Ndiaye .S., Sembene. M., (2017).** Identification morphométrique des populations de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera, Tenebrionidae) inféodées à trois céréales à Widou Thiengoli. *J. Appl. Biosci.*, 119: 11929-11942.
- **Dodt K.C. (1996).** The Essential Oils Book (Creating Personnel Blends for Mind and Body), Ed: STOREY BOOKS, , p: 21-52.
- **Duval J. (1992).** La culture de la rue. *AGRO-BIO.* 3 :6-45.
- **Eberhard T. Robert A., Annelise L. (2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiment et leurs huiles essentielles. Ed. Tee Doc, Paris, 521p.
- **Gavahian.S M., Farahnaky. A., Farhoosh.R., (2015)** Extraction of essential oils from *Menthapiperita* using advanced techniques: Microwave Versus ohmic assisted hydrodistillation food and Bioproducts processing 94, 50-58.
- **GODON, B., & WILLM, C., (1998).** Les industries de première transformation des céréales, Paris, Ed. Tec et doc : 207p.
- **Grubben, G.J.H. (2005).** *Curcuma longa* In ressources végétales de l'Afrique tropicale 3.Colorants et tanins. Prota, Backhuys publishers/CTA Wageningen, Pays bas, pp: 76-83.
- **GRUGEAU,C.(1995).** *Curcuma Longa* L (Zingibéracées). Thèse de doctorat en pharmacie. Université De Limoges, 19-23.
- **GUEYE, A. DIOME, T. THIAW, CH. SEMBENE, M. APPL, J. (2015).**Évolution des paramètres biodémographiques des populations de *Tribolium castaneum* H.

- (Coleoptera, Tenebrionidae) inféodé à l'mil (*Pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zeamays* L.) *Journal of Applied Biosciences*. p.8364-74.
- **Guide illustré de la flore algérienne**. Wilaya d'Alger. N° ISBN : 978-2-7466-4242- 3.2012.
 - **Guignard, J. (2001)**. Botanique systématique moléculaire, Masson, Paris, 221-225.
 - **Gunaydin K., Azzouz M. (2013)**. Les rues : ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité phytothérapie 11 :22-33.
 - **Gupta, C., Gorkem, K., Bharat, B. (2013)**. Curcumin, a Component of Turmeric: From Farm to Pharmacy . 1: pp 2–13.
 - **HOEFLER, C. (1994)**. Contribution à l'étude pharmacologique des extraits de *Rosmarinus officinalis* L., et notamment des jeunes pousses: activités cholérétiques, antihépatotoxiques, anti-inflammatoires et diurétiques. Thèse du grade de Docteur en Science pharmacognosie, Université de Metz –France, 9p.
 - <https://www.powo.science.kew.org>
 - **Hubert, J., Stejskal, V., Athanassiou, C. G., & Throne, J. E. (2018)**. Health hazards associated with arthropod infestation of stored products. *Annual Review of Entomology. Journal of Zoology*. 63: 553-573.
 - **Iauk L., Mangano K., Rapisarda A., Ragusa S., Maiolino L., Musumeci R., Costanzo R., Sarra A. et Speciale A. (2004)**. Protection against murine endotoxemia by treatment with *Ruta chalepensis* L., a plant with anti-inflammatory properties. *Journal of Ethnopharmacology*, 90:267-272.
 - **Itokawa, H., Shi, Q., Akiyama, T., Morris-Natschke, S., Lee, K.H. (2008)**. Recent advances in the investigation of curcuminoids. *Chinese Medicine*. 3 (11):13P.
 - **Joy P., Thomas J., Mathew S. & Skaria B.P. (2001)**. Medicinal PLantes. *Tropical Horticulture*, 2:449-632.
 - **KECHAOUI Liza et MEKDOUD Sabrina (2022)**. Effet biocide de deux huiles essentielles de la lavande (*Lavandula stoechas*) et de l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) à l'égard de deux insectes ravageurs secondaire de blé *Tribolium castaneum* et *Sitophilus granarius*. En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie Spécialité : Protection des végétaux. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.
 - **Khan I., Prakash A., Agashe D., (2016)**. Divergent immune priming responses across flour beetle life stage and populations. *Ecology and Evolution*, p.1-9.
 - **Klingler M., Bucher G., (2022)**. The red flour beetle *T. castaneum*: elaborate genetic toolkit and unbiased large scale RNAi screening to study insect biology and evolution. *EvoDevo* (2022) 13:14. 2p.

- **Križmana M., Baricevic D. & Prosek M. (2007).** Determination of phenolic compounds in fennel by HPLC and HPLC–MS using a monolithic reversed-phase column. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 43 : 481–485.
- **Lakhdari Wassima, Mekhadmi Nour EL-Houda, Dehliz Abderrahmene, Legsair Warda, Malika Randa, Benlamoudi Wiam, Acheuk Fatima, Hammi Hamida(2020).** Potentiel APHICIDE DE *Rosmarinus officinalis* sur puceron des cereales *Rhopalosiphum maidis*, *Ravue des BioRessources*, vol. 10 (2) :61-73.
- **LYON W.F., (2000).** Confused and Red Flour Beetles. Ohio State University Extension Fact Sheet. HYG: 2087-97.
- **M. Bounechada et R. Arab (2011).** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach L.* et *Peganum harmala L.* sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). Ed(01).
- **M. ELIMEM ; R. SOLTANI ; W. DHAHRI(2019).** Evaluation of insecticidal efficiency of essential oils from *Foeniculum vulgare* var. dulce waste to control *Tribolium castaneum* Herbst 1797 (Coleoptera :Tenebrionidae) and *Trogoderma granarium* Everts 1898 (Coleoptera : Dermestidae) under laboratory conditions. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 65(8), 4125-4135.
- **Machado,D.G.;Cunha,M.P.;Neis,V.B.;Colla,A.R.;Grando,J.;Brocardo,P.S.;Bettio ,L.E.B.;Dalmarco,J.B.;Rial,D.;Prediger,R.D.;Pizzolatti,M.G.;Rodrigues,A.L.S. (2012).***Rosmarinus officinalis L.* hydroalcoholic extract, similar to fluoxetine, reverses depressive like behavior without altering learning in olfactory bulbectomized mice. s.1. : ELSEVIER.
- **Makhloufi,A.(2009).** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de Bechar(*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis L.*) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru.Thèse doctorat, Université Aboubaker Belkaid Bechar, 13p.
- **Mason, N. M., Jayne, T. S. & van de Walle, N. (2017).**The political economy of fertilizer subsidy programs in Africa: Evidence from Zambia. *American Journal of Agricultural Economics*. 99(3): 705-731
- **Mboussy Tsoungould F.G., Mpika J., Mbuntcha Gueaba H., Tapondjou Azefack L. & Attibayeba. (2021).** Effet Bio-insecticide de l'huile essentielle et de la poudre de *Chenopodium ambrosioides L.* sur les imagos de Bruches de Haricots En Stockage. *European Scientific Journal*. ESJ, 17(25), 267.
- **Mc Donald, L. L., Guy, R. H. & Speirs, R. D. (1970).** Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored-product insects. Unites States Department Agriculture. Marketing Research Report. 882p.

- **Mebarkia,Z., et Miloudi,F.(2022).** Etude bibliographique du Curcuma longa L.Thèse Master, Université MohamedEl-BachirEl-Ibrahimi, BBA, 3p.
- **Merabet,L.Y. et Baouli,S, (2020).** EFFET INSECTICIDE DES EXTRAITS VEGETAUX RECUPERER A PARTIR DE LA PARTIE AERIEN DE LA SAUGE OFFICINALE SALVIA OFFICINALIS L. Thèse de Master. Université M'hamed Bougara de Boumerdès, 1-16p.
- **MERGHACH S, HAMZA M., TABTI B., (2009)** Etude physicochimique de l'huile essentielle de Ruta Chalepensis L. de Tlemcen, Algérie. Afrique SCIENCE 05(1) 67 – 81
- **Mioulane P. (2004).** Encyclopédie Universelle des 15000 plantes et fleurs de jardins ; Larousse ; Ed : PROTEA, p:7-50.
- **Muckensturm B., Foechterlen D., Reduron J.P., Dantont P. & Hildenbrand M. (1997).** Phytochemical and Chemotaxonomic Studies of Foeniculum vulgare. Biochemical Systematics and Ecology. Vol. 25, No. 4, pp. 353-358.
- **Oktay M., Gulcin I. & Kufrevioglu O.I. (2003).** Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (Foeniculum vulgare) seed extracts. Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 36 : 263–271.
- **Pelikan,J. (1986).** Matière première du règne végétal. Paris : Masson Et Cie, Tom 2. P. 2343
- **PUSHPAKUMARI, K. N., VARGHESE, N., et KOTTOL, K. (2014).** Purification and Separation of Individual Curcuminoids from Spent Turmeric Oleoresin, a by-Product from Curcumin Production Industry. International journal of pharmaceutical sciences and research, 5(8), 3246.
- **Rahim R. et Abdekani M.R.S. , 2013.** Medicinal properties of Foeniculum vulgare Mill. In traditional Iranian medicine and modern phytotherapy. Chin J integr Med, 19(1): 73-79.
- **Rajendran, S. (2002).** Postharvest pest losses. Encyclopedia of Pest Management.(Print). 2008 : 654-656.
- **Rather M.A., Dar B.A., Sofi S.N., Bhat B.A. Qurishi M.A. (2012).** Foeniculum vulgare: A comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. Arabian Journal of Chemistry.
- **Ronald Ross Watson, Victor R(2008).** Botanical Medicine in clinical Practice.page 677.
- **Shahid N., (2016),** Valeur thérapeutique du curcuma .source vitales 98.
- **Shankant B., Badgujar V.V., Patel. Et Atmaram H.B., 2014.** Foeniculum vulgare Mill :A Review of its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application, and

- Toxicology. Hindawi publishing Corporation BioMed Research international. Article ID 842674,32.
- **SOUGUIR Salaheddine , CHAEIB Ikbal, BEN CHEIKH Zohra, LAARIF Asma.**Activité Bio-insecticide des huiles essentielles de Marjolaine (*Origanum majorana*) et de Fenouil (*Foeniculum vulgare*) sur les larves de *Spodoptera littoralis*. Laboratoire d'Entomologie, Centre Régional de Recherche en Horticulture et en Agriculture Biologique (CRRHAB), Chott Mariem, 4042, Tunisie.
 - **Taheni, Sanaa(2020).** Evaluation de l'activité biologique de *Ruta chalepensis* L. vis-a-vis *Tribolium castaneum*. . En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie. Ecole nationale supérieure Agronomique.
 - **TAKHTAJAN A., (2009).**Flowering Plants; Ed 2: SPRINGER; p: 33 - 41, 375.
 - **Teucher E., Anton R. & Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques (Épices, aromates, condiments et huiles essentielles). Ed : Tec et Doc. Lavoisier.
 - **Teuscher,A.R., et Lobstein, A.(2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates, paris : Lavoisier, 2005. P. 522.
 - **TIRAKMET Samia(2015).** Étude comparative entre l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de la famille des Astéracées récoltées dans la région de Makouda et l'activité insecticide d'un pesticide organique de synthèse sur le ravageur secondaire du blé tendre stocké *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidea). En vue d'obtention du Diplôme de Master en Agronomie Spécialité : Protection des Plantes Cultivées. Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou.
 - **Tounsi S.M., Aidi-Wannes W., Ouerghemmi L., Msaada K., Smaoui A. et Marzouk B., (2011).**Variation in essential oil and fatty acid composition in different organs of cultivated and growing wild *Ruta chalepensis* L. industrial Grops and Products, 33: 617-623.
 - **Tyler,V.E., Brady,L.R. et Robbers,J. E. (1976).**Pharmacognosy. Edition, Lea and Febiger, Philadelphia, 171p.
 - **Wichtl M. & Anton R. (2003).** Plantes thérapeutiques. Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Ed : Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
 - **Wichtl, I.M. et Anton, R. (2003).** Plantes thérapeutiques. 2e Edition, Paris, 692p.
 - **Zoubeid,C.(2004).** Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus officinalis* .Labiataea.Thèse de Magistère,Université de Ouargla,5p.
 - **Zoubiri S, Baaliouamer A., Seba N. & Chamouni N. (2010).**Chemical composition and larvicidal activity of Algerian *Foeniculum vulgare* seed essential oil. Arabian Journal of Chemistry.



ANNEXES



Annexe 01: les pourcentages de l'effet répulsif de poudre de *Rosmarinus officinalis* L. Sur l'insecte *Tribolium castaneum* .

D R	D1 0.5g		D2 1g		D3 1.5g	
	NT	T	NT	T	NT	T
R1	11	9	13	7	12	8
R2	11	9	12	8	12	8
R3	9	11	8	12	11	9
Moyenne de PR	10%					

Annexe 02: les pourcentages de l'effet répulsif de poudre de *Curcuma longa* L. Sur l'insecte *Tribolium castaneum* .

D R	D1 0.5g		D2 1g		D3 1.5g	
	NT	T	NT	T	NT	T
R1	19	1	20	0	20	0
R2	19	1	20	0	19	1
R3	20	0	19	1	20	0
Moyenne de PR	95.55%					

Annexe 03: les pourcentages de l'effet répulsif de poudre *Ruta chalepensis* L. Sur l'insecte *Tribolium castaneum* .

D R	D1 25%		D2 50%		D3 75%	
	NT	T	NT	T	NT	T
R1	18	2	19	1	19	1
R2	17	3	20	0	20	0
R3	18	2	19	1	19	1
Moyenne de PR	87.78%					

Annexe 04 :les pourcentages de l'effet répulsif de poudre *Foeniculum vulgare* L. Sur l'insecte *Tribolium castaneum* .

D R	D1 0.5g		D2 1g		D3 1.5g	
	NT	T	NT	T	NT	T
R1	17	3	19	1	20	0
R2	17	3	19	1	20	0
R3	19	1	19	1	20	0
Moyenne de PR	88.88%					

Annexe 05 : Nombre moyen d'adultes *Tribolium castaneum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses de poudre de *Rosmarinus officinalis* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre de l'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie non traitée	Dans la partie traitée	
0.5g	10.33	9.66	3.35
1g	11	9	10
1.5g	11.66	8.33	16.65

Annexe 06: Nombre moyen d'adultes *Tribolium castaneum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses de poudre de *Curcuma longa* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre de l'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie non traitée	Dans la partie traitée	
0.5g	19.33	0.66	93.35
1g	19.66	0.33	96.65
1.5g	19.66	0.33	96.65

Annexe 07 : Nombre moyen d'adultes *Tribolium castaneum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses de poudre de *Ruta chalepensis* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre de l'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie non traitée	Dans la partie traitée	
0.5g	17.66	2.33	76.65
1g	19.33	0.66	93.35
1.5g	19.33	0.66	93.35

Annexe 08 : Nombre moyen d'adultes *Tribolium castaneum* recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses de poudre de *Foeniculum vulgare* L. et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre de l'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie non traitée	Dans la partie traitée	
0.5g	17.66	2.33	76.65
1g	19	1	90
1.5g	20	0	100

Résumé :

L'effet répulsif des poudres de *Rosmarinus officinalis* L., *Curcuma longa* L., *Ruta chalepensis* L. et *Foeniculum vulgare* L., a été évalué contre l'insecte ravageur des céréales stockées *Tribolium castaneum* dans des conditions de laboratoire. Les poudres ont été obtenues par un broyeur électrique. Les résultats du test de répulsion de la poudre ont montré différents niveaux de protection, car la poudre de *C. longa* était plus répulsive avec un taux de répulsion moyen 95.55%, et le taux de répulsion le plus faible est enregistré avec la poudre de *R. officinalis* 10%, ceci montre que l'effet répulsif varie selon la plante.

Mots clés: *Rosmarinus officinalis* L., *Curcuma longa* L., *Ruta chalepensis* L., *Foeniculum vulgare* L., *Tribolium castaneum*, la poudre, l'effet de répulsion.

Abstract :

The repellent effect of powders of *Rosmarinus officinalis* L., *Curcuma longa* L., *Ruta chalepensis* L., and *Foeniculum vulgare* L., was evaluated against the insect pest of stored cereals *Tribolium castaneum* under laboratory conditions. The powders were obtained by an electric crusher. The results of the powder repulsion test showed different levels of protection, as *C. longa* powder was more repellent with an average repulsion rate of 95.55%, and the lowest repulsion rate is recorded with *R. officinalis* powder 10%, this shows that the repellent effect varies according to the plant.

Keywords: *Rosmarinus officinalis* L., *Curcuma longa* L., *Ruta chalepensis* L., *Foeniculum vulgare* L., *Tribolium castaneum*, powder, repulsion effect.

الملخص:

تم تقييم التأثير الطارد لمساحيق : الكركم، البسباس، الفيجل والإكليل ضد الآفة الحشرية للحبوب المخزنة خنفساء الدقيق الحمراء في المخبر. تم الحصول على المساحيق بواسطة طاحونة كهربائية. أظهرت نتائج اختبار تنافر المساحيق مستويات مختلفة من الحماية، حيث كان مسحوق الكركم أكثر تأثيراً بمتوسط معدل تنافر يبلغ 95.5% وتم تسجيل أقل نسبة تنافر عند نبات الإكليل بنسبة 10%، وهذا يوضح أن نسبة التأثير الطارد تختلف وفقاً للنبات.

الكلمات المفتاحية: الكركم، البسباس، الإكليل، الفيجل، خنفساء الدقيق الحمراء، المسحوق، التأثير الطارد