

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université MOULOUD MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biologiques et
Agronomique

Spécialité : Protection des végétaux

Thème

Effet biocide de l'huile essentielle du romarin *Rosmarinus officinalis* sur la longévité des adultes du *Tribolium castaneum* présent sur le gingembre

Réalisé par :

Melle ZEMENZER Celia

Devant le jury :

Présidente : Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.

Professeur à UMMTO

Promotrice : Mme GUERMAH D.

MCB à UMMTO

Examinatrice : Mme LAKABI L.

MCA à UMMTO

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Je remercie avant tout Dieu (Allah) le tout puissant de m'avoir accordé force et volonté pour terminer ce travail.

Mes remerciements s'adressent à Mme GUERMAH D de m'avoir encadré durant la réalisation de mon mémoire de Master, pour ces précieux conseils, son dévouement, sa patience, sa générosité et sa disponibilité à tout moment. Je remercie également : Mme MEDJDOUB BENSaad F qui a bien voulu accepter de présider mon jury. Mme

Mes vives gratitude vont aussi à Mme LAKABI L, qui a bien voulu examiner ce travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à tous les enseignants de la spécialité Protection de végétaux de l'université de Mouloud MAMMERIE de Tizi Ouzou.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents pour tout votre soutien
et votre stimulante fierté.

À mes chers frères (Yacine et Massim).

À mon unique sœur Lilia.

À ma belle-sœur Fatima.

À ma grand-mère Dieu la garde.

À mes tantes, oncles, cousines et cousins.

À mon adorable amie Feriel.

À mon ami Koceila.

À mon agréable promotrice Guermah
D'Yhia.

Liste Des Tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de 100g de fruit de gingembre moulu(Minker,2012)	7
Tableau 2 : La production du gingembre dans le monde (FAO, 2020)	10
Tableau 3 : Taux d'exportation du gingembre dans le monde (FAO, 2020)	11
Tableau 4 : Taux d'importation du gingembre dans le monde (FAO,2020)	11
Tableau 5 : Statistiques sur les importations du gingembre séché en 2013 (FAO,2020)	12
Tableau 6 : Statistiques sur les exportations du gingembre séché en 2013 (FAO, 2020)	12
Tableau 7 : Les principaux insectes ravageurs du gingembre <i>Zingiber officinale</i> (Coleacp, 2009)	13
Tableau 8 : Composition de l'huile essentielle extraite des feuilles de la plante de romarin <i>R. officinalis</i>	30
Tableau 9 : pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> (1970)	33
Tableau 10 : Nombre de <i>T. castaneum</i> recensés dans les parties traitées et non traitées et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle <i>R. officinalis</i>	41
Tableau 11 : Classement de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i> selon sa propriété de répulsion sur les adultes de <i>T. castaneum</i>	42

Liste Des Figures

Figure 1 : Aspect général de <i>Zingiber officinale</i> (Anonyme, 2022)	4
Figure 2 : Rhizome de <i>Zingiber officinale</i> (Anonyme, 2022)	4
Figure 3 : Inflorescences et fleurs de <i>Zingiber officinale</i> (Anonyme, 2022)	
Figure 4 : Répartition mondiale des plantes de la famille des Zingiberaceae (Anonyme, 2022)	6
Figure 5 : Pourriture du rhizome (Anonyme, 2009)	14
Figure 6 : Vue ventrale de l'adulte de <i>Tribolium castaneum</i> (ORIGINALE, 2022)	17
Figure 7 : Vue dorsale de l'adulte de <i>Tribolium castaneum</i> (ORIGINALE, 2022)	18
Figure 8 : Quatrième fémur du mâle du <i>Tribolium castaneum</i> , face postérieure (Flèche rouge : tubercule pilifère) (Bousquet, 1990)	18
Figure 9 : Œuf de <i>T. castaneum</i> avec amas alimentaires. Madene, (2013)	19
Figure 10 : Vue dorsale de larve de <i>Tribolium castaneum</i> . Madene, (2013)	20
Figure 11 : Nymphe de <i>T. castaneum</i> . Madene, (2013)	20
Figure 12 : Extrémité abdominale de deux pupes femelle et mâle de <i>T. castaneum</i> indiquant les urogomphes (flèche jaune) et les papilles génitales (flèche rouge) Madene, (2013)	21
Figure 13 : Cycle de développement de <i>Tribolium</i> rouge de la farine, <i>Tribolium castaneum</i> (Boles, 2011)	22
Figure 14 : Dégâts de <i>T. castaneum</i> sur le gingembre (Originale, 2022)	24
Figure 15 : L'huile essentielle de romarin <i>R. officinalis</i> (Originale, 2022)	27
Figure 16 : Morphologie générale du romarin (Originale, 2022)	29
Figure 17 : Matériel essentiel utilisé au laboratoire (Originale, 2022)	31

Liste Des Figures

Figure 18 : Dispositif expérimental du test par inhalation de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i> à l'égard des adultes de <i>T. castaneum</i> (Originale, 2022)	32
Figure 19 : Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i> à l'égard des adultes de <i>T. castaneum</i> . (Originale,2022)	33
Figure 20 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 1µl	34
Figure 21 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 2µl	35
Figure 22 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 3µl	35
Figure 23 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 4µl	36
Figure 24 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 5µl	37
Figure 25 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 6µl	37
Figure 26 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 7µl	38
Figure 27 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 8µl	38
Figure 28 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 9µl	39
Figure 29 : Mortalité moyenne des adultes de <i>T. castaneum</i> traitée par inhalation à 10µl	40
Figure 30 : Le pourcentage de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	41

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
INTRODUCTION	1
Première partie : Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Présentation de la plante hôte <i>Zingiber officinale</i>	
1. Historique	3
2. Origine	3
3. Classification botanique du gingembre	3
4. Etymologie	4
5. Caractères botanique	4
5.1. Partie souterraine	4
5.2. Partie aérienne	5
6. Ecologie	5
6.1. Conditions climatiques	5
6.2. Répartition mondiale de la production de gingembre	5
6.3. Plantation et récolte	7
7. Valeur nutritive du gingembre	7
8. Domaines d'utilisation	8
8.1. Utilisation alimentaire	8
8.2. Utilisation médicinale	9
8.3. Utilisation cosmétique	9
9. Effets indésirables	10
10. Aspect économique	10
11. Ennemis ravageurs et maladies de <i>Zingiber officinale</i>	12
11.1. Ennemis ravageurs du gingembre	12
11.2. Maladies du gingembre	13

Chapitre II : Présentation de l'insecte ravageur *Tribolium castaneum*

1. Caractères généraux des Tenebrionidae	16
2. Caractères généraux du genre <i>Tribolium</i>	16
3. présentation du ravageur	16
4. Position systématique de <i>Tribolium castaneum</i> Herbst	15
5. Origine et distribution géographique	17
6. description morphologique	17
6.1. Adulte	17
6.2. Œuf	19
6.3. Larve	19
6.4. Nymphe	20
7. Cycle de vie et biologie de <i>Tribolium castaneum</i>	21
8. Ethologie	23
8.1. Mobilité	23
8.2. Régime alimentaire	23
8.3. Interactions	23
9. Dégâts	24
10. Les ennemis naturels	25
11. Moyens de lutte	25
11.1 Lutte préventive	25
11.2 Lutte curative	26
11.2.1 Méthodes traditionnelles	
11.2.2 Méthodes Modernes	27

Deuxième partie : Partie expérimentation

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel	28
1.1 Matériel animal	28
1.2 Matériel végétal	28
1.3. L'huile essentielle du romarin	28
1.3.1. Systématique	29

SOMMAIRE

1.3.2. Description de la plante	29
1.3.3. Composition chimique de l'huile essentielle extraite de R. officinalis	30
1.4. Matériel de laboratoire	31
2. Méthodes	32
2.1. Traitement par inhalation	32
2.2. Traitement par répulsion	33
Chapitre IV : Résultats et Discussions	
1.Résultats	34
1.1. Evaluation de la toxicité de l'huile essentielle sur les adultes de T. castaneum par effet d'inhalation.	34
1.2 Evaluation de la répulsivité de l'huile essentielle R. officinalis sur les adultes T. castaneum	40
2.Discussions	42
CONCLUSION	46
Références bibliographiques	47

INTRODUCTION

Le gingembre est cultivé pour obtenir des grains séchés, des fruits, des rhizomes, des écorces ou encore des fleurs utilisées en petite quantité pour l'assaisonnement, la coloration ou autre (Ajaikumar et *al.*, 2004). Cette plante entre dans la vie quotidienne en garnissant les cuisines traditionnelles et est devenue largement utilisée dans le domaine de la médecine, de l'agro-industrie et la cosmétique (Ajaikumar et *al.*, 2004).

Actuellement, le gingembre fait partie des principales plantes cultivées dans le pays de l'Inde, Chine, Japon, Jamaïque, entres autres (Bernard, 2008). Il a été utilisé pour la première fois dans un ouvrage écrite vers l'an 1256 et est devenu un produit imposable au même titre que le poivre au Moyen âge. Il procure ainsi une grande importance économique (Schwerener et Rio, 2007).

Le gingembre est l'une des épices les plus anciennement connues et les plus consommées dans le monde (Fedemet, 2017).

Malheureusement, ces cultures se caractérisent très souvent par des rendements faibles et instables. Cela s'explique d'une part par leur sensibilité aux contraintes biotiques comme les maladies et les insectes ravageurs (Boudoin, 2001). Parmi ces derniers nous citons le *Tribolium castaneum*.

Les Triboliums ont été signalés sur plus d'une centaine de denrées alimentaires. Les préférences alimentaires peuvent varier suivant races géographiques ou les lignées génétiques (Steffan, 1978). D'une façon générale, les Triboliums recherchent surtout les denrées alimentaires amylacées, celles-ci contaminées perdent leur valeur commerciale en dégageant une odeur forte (Lepesme, 1944).

La recherche de méthodes de lutte efficace contre les insectes ravageurs, bénéfique pour la santé humaine et pour notre environnement, de nombreuses études sont faites et d'autres se développent pour donner beaucoup de possibilités dans le règne végétal pour isoler les substances qui ont un rôle insecticides (Huignard et *al.*, 2011).

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman, 1992). Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement, les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection contre les insectes ravageurs (Lahlou, 2004). Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme des bio-pesticides.

INTRODUCTION

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif de notre étude, où nous nous sommes proposées de tester dans les conditions de laboratoire, l'effet insecticide de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* par inhalation et par répulsion sur la longévité des adultes de *Tribolium castaneum* présent sur le gingembre.

Notre travail s'articule autour de 4 chapitres :

Chapitre 1 comporte des données bibliographiques sur la plante hôte *Zingiber officinale*.

Chapitre 2 présente l'insecte ravageur *Tribolium castaneum* et les méthodes de lutte.

Chapitre 3 expose le matériel et les méthodes utilisés dans notre expérimentation.

Chapitre 4 est consacré aux résultats obtenus et à la discussion.

Enfin, notre travail s'achève par une conclusion générale ainsi que des perspectives.

1. Historique

Le gingembre entrait déjà dans la composition des techniques de momification pratiquées dans l'Égypte antique. Cette plante condimentaire et médicinale depuis plus de 3000 ans est originaire de l'Inde. De là, le gingembre s'est ensuite rapidement répandu grâce à son commerce à partir de toute l'Asie du Sud-Est, jusqu'en Afrique de l'Ouest et aux Caraïbes. Cette épice orientale a probablement traversé la première fois la mer Méditerranée grâce aux Phéniciens pour gagner l'Europe durant l'Empire romain dès le 1er siècle. Le gingembre est une des plus anciennes plantes connues par le peuple, et il est aussi l'une des premières épices orientales. Plusieurs revues ont été publiées dans la littérature à propos de cette plante, ce qui peut refléter la popularité de son utilisation comme une épice et une plante médicinale (Ali et *al.*, 2008 ; Gigon, 2012).

2. Origine

Le gingembre est connu en Asie depuis des milliers d'années. Il est mentionné dans l'ouvrage de Confucius au 5^{ème} siècle avant notre ère. Il était utilisé comme épice par les Grecs et les Romains. Les espagnols l'ont introduit en Jamaïque et d'autres îles des Antilles. Au 16^{ème} siècle, le gingembre était exporté en grande quantité des Antilles vers l'Espagne (Stoll, 2002).

Le gingembre est produit en Chine, en Malaisie, en Inde, en Thaïlande et au Vietnam (Yudthavorasit, 2014).

3. Classification botanique du gingembre

Selon Faivre et *al.* (2006) et Gigon (2012), la classification botanique du gingembre est comme suit :

Règne :	Plantes
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta/Angiospermes
Classe :	Liliopsida/Monocotylédones
Sous-classe :	Zingibériidées
Ordre :	Scitaminales/Zingibérales
Famille :	Zingibéracées
Sous Famille :	Zingibéroïdées
Genre :	<i>Zingiber</i>
Espèce :	<i>Zingiber officinale</i> (Roscoe, 1807)



Figure 1 : Aspect général de *Zingiber officinale* (Anonyme, 2022).

4. Etymologie

Le terme de "*zingiber officinal*" d'origine chinois indien provient du mot sanskrit shringavera, que signifie en forme de bois de cerf " comme la forme des jeunes pousses sortant de son rhizome (Pinson, 2012).

5. Caractères botanique

Le gingembre est une plante vivace tropicale herbacée, à port de roseau qui mesure jusqu'à 3 m de haut (Favre et *al.*, 2006). Elle est constituée de deux parties :

5.1 Partie souterraine

Le rhizome, est constitué de tubercules globuleux ramifiés ; dont l'apparence est beige pâle et sa chair est jaune pâle juteuse. La cassure est fibreuse et granuleuse, l'odeur est aromatique avec une saveur chaude et piquante (Gigon, 2012).



Figure 2 : Rhizome de *Zingiber officinale* (Anonyme, 2022).

5.2. Partie aérienne

Les feuilles sont longues et larges de 2 à 3 cm avec des bases gainantes. Le limbe se rétrécissant progressivement en une pointe (Syafitri et *al.*, 2018).

Le gingembre possède deux sortes de tiges : tiges hautes stériles servant à l'assimilation chlorophyllienne et des tiges plus courtes (20 cm environ) portant des fleurs irrégulières parfumés blanc jaune, avec des trainées rouges sur les lèvres (Faivre et *al.*, 2006). La floraison a lieu entre les mois d'aout et novembre (Faivre et *al.*, 2006). Les fruits sont arrondis, côtelés, de couleur rouge orangé, ils s'ouvrent à maturité et dévoilent des graines entourées d'une pulpe blanche (Ho Hio Hen, 2017).

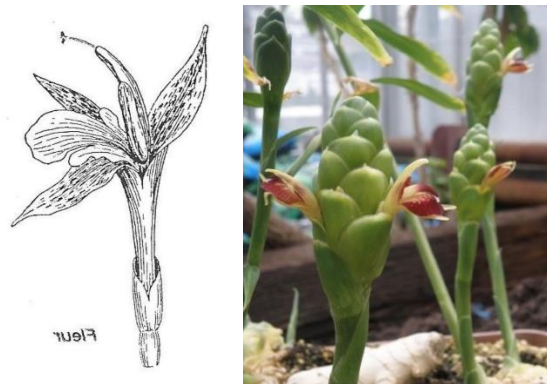


Figure 3 : Inflorescences et fleurs de *Zingiber officinale* (Anonyme, 2022).

6. Ecologie

6.1. Conditions climatiques

Le gingembre est une plante inconnue à l'état sauvage, elle ne peut se développer seule dans la nature. Sa culture requiert un climat tropical, c'est à dire une humidité élevée et constante, une température moyenne supérieure à 21°C, et un bon ensoleillement : le gingembre est une plante héliophile.

Sa croissance nécessite également des apports hydriques abondants (environ 2000mm) et réguliers ; C'est une plante qui supporte l'altitude : elle peut se développer jusqu'à une altitude de 1500m.

Les plantations se font sur des sols légers et fertiles, argilo-sablonneux, et bien drainés (Euring, 2016).

6.2. Répartition mondiale de la production de gingembre

Comme toutes les Zingiberaceae, le gingembre est majoritairement cultivé dans les pays de l'hémisphère sud.



Figure 4 : Répartition mondiale des plantes de la famille des Zingiberaceae (Anonyme,2022).

La plupart du gingembre produit est concentré en Ethiopie, Cameroun et Nigeria, tandis que la production du continent américain se concentre sur la Jamaïque et la République Dominicaine (Pinson, 2012).

Par cette diversité de pays producteurs, nous pouvons distinguer plusieurs types de gingembre, de qualité et de saveurs variables (Pinson, 2012) :

- Le gingembre de Chine est principalement commercialisé sous forme confite, et a un goût plus léger que les autres. Les méthodes de stérilisation de la plante utilisent parfois des produits toxiques, ce qui limite ses importations en Europe.
- Le gingembre indien possède un goût piquant et citronné, et est divisé en sous catégories en fonction de la région productrice : Bengale, Malabar, Calicut, Cochin ; Il est très souvent exporté, sous forme sèche.
- Le gingembre africain possède un goût corsé ; Son huile essentielle sert surtout aux filières cosmétique et alimentaire.
- Le gingembre de Jamaïque est surtout exporté ; Considéré de bonne qualité, à l'arôme délicat, son utilisation est fréquente en cuisine.
- Nous notons également la présence de gingembre du Brésil, utilisé sous forme fraîche, et le gingembre d'Australie, entrant dans la fabrication de confiseries (Pinson, 2012).

6.3. Plantation et récolte

La plantation du gingembre se déroule au début de la saison des pluies, ce qui correspond aux mois d'avril et mai aux Indes et aux Antilles ; elle doit se faire sur un sol meuble, profond, et à un emplacement ensoleillé (Buntin, 2017).

Des fragments de rhizome d'environ 5 cm sont plantés à une profondeur de 5 à 10 cm et recouverts de fumier ou de compost ainsi que d'une couche de feuilles pour favoriser la croissance de la plante.

Les premières pousses émergent environ 10 jours après la plantation, et des feuilles apparaissent après 1 à 2 mois. La floraison n'a pas toujours lieu ; si elle apparaît, elle ne se fera qu'au bout de 5 mois. Pour améliorer la croissance des rhizomes, il est fréquent que les tiges florales soient coupées, afin que toute l'énergie se concentre dans les parties souterraines (Butin, 2017).

Le début de la période de récolte est marqué par le dessèchement des parties vertes, qui coïncide avec l'arrivée à maturité du rhizome.

Généralement récoltés manuellement, les rhizomes sont ensuite nettoyés et mis à sécher (Boutineau, 2010).

7. Valeur nutritive du gingembre

Le gingembre possède des valeurs nutritionnelles divers, ce tableau présente l'apport énergétique (calories) de 100 g de fruit de gingembre moulu et les nutriments (protéines, lipides, glucides, sels minéraux et vitamines) qui entrent dans sa composition (Tab.1).

Tableau 1 : Composition chimique de 100g de fruit de gingembre moulu (Minker, 2012).

	Quantité
Calories(Kcal)	323
Protéines(g)	9,13
Lipides(g)	5,95
Dont graisses saturées	1,94
Dont graisses mono-insaturées	1
Dont graisses polyinsaturées	1,31
Glucides(g)	70,79
dont amidon(g)	54,91
dont saccharose (g)	0,2
dont glucose(g)	1,22
dont fructose(g)	1,78

dont humidité/eau(g)	9,38
dont fibres alimentaires(g)	12,5
Sels minéraux(mg)	
Calcium(mg)	116
Magnésium(mg)	184
Phosphore(mg)	148
Potassium(mg)	1343
Sodium(mg)	32
Oligoéléments	
Fer(mg)	11,5
Cuivre(mg)	0,48
Zinc(mg)	4,72
Manganèse(mg)	0,28
Sélénium(µg)	0,1
Vitamines	
Vit.A(rétinol)(mg)	0
Béta-carotène(provitamine A)(µl)	88
Vit.E(alpha-tocophérol)	0,28
Vit.D(mg)	0
Vit.C(mg)	7
Vit.B1(thiamine)(mg)	0,046
Vit.B2(µg)	0
Vit.B3(niacine)(mg)	5,16
Vit.B6(mg)	0,84
Vit.B11(mg)	0
Vit.B12(mg)	0
Vit.K(mg)	0
Vit.B9(acide folique)(µg)	36,5

8. Domaines d'utilisation

8.1. Utilisation alimentaire

Le gingembre est très utilisé en tant qu'épice, surtout en Asie, sous forme râpée ou hachée pour donner de la saveur aux plats comme les viandes, poissons et fruits de mer. Nous pouvons aussi le plonger dans de l'eau pendant plusieurs heures et se servir de cette eau en l'ajoutant dans le plat juste avant de le déguster. Il entre également dans la composition des currys ; les thaïlandais le rajoutent sous forme râpée dans leur lait de noix de coco au curry, il est aussi utilisé dans les entremets, pudding, soupes et sauces. En Indonésie on l'utilise en pâte pour l'étaler sur les viandes à griller. Dans la cuisine créole, le gingembre est associé avec l'ail. Au Maghreb, il est surtout utilisé sous forme de poudre dans les plats, On peut aussi

le retrouver sous forme de confiture ou de bonbons, mais surtout utilisé sec pour donner de l'arôme au pain d'épices (Angèle, 2017).

8.2. Utilisation médicinale

8.2.1. Médecine traditionnelle

Le gingembre est également employé comme agent stomachique, tonique et dans le traitement des gastrites, des dyspepsies et l'inappétence. Il augmente le flux salivaire et le tonus de la musculature intestinale (Wichtl et Anton, 2003)

En médecine chinoise, les marins mâchaient le gingembre pour le soulagement de la cinétose ou « maladie des transports » (Chrubasik et *al.*, 2005). Les femmes chinoises consomment traditionnellement de la racine de gingembre pendant la grossesse pour combattre la nausée matinale (Boone et Shields, 2005).

8.2.2. Médecine moderne

Les rhizomes de gingembre sont très anciennement utilisés en Inde et en Chine soit comme épice soit comme plante médicinale. La plante est utilisée pour le traitement populaire de différents désordres tels que la fièvre, les douleurs musculaires et les maux de la gorge, la toux, les sinusites, les diarrhées, les crampes, l'indigestion, le manque d'appétit et la grippe (Ma et Gang, 2006) et ainsi pour soulager ou calmer les symptômes de l'arthrite et les rhumatismes (Khanom et *al.*, 2000).

Chez les personnes diabétiques et hypercholestrolémiques, la consommation de la poudre du gingembre diminue le taux de glycémie, le taux du cholestérol, de LDL et des VLDL (Andallu et *al.*, 2004).

Le gingembre est également utilisé dans le traitement des nausées et des vomissements lors de la grossesse chez la femme (Bryer, 2000).

Le gingérol et le shogaol, constituants majeurs du gingembre seraient d'importants agents anti cancéreux (Manju et Nalini, 2005). Ces derniers auraient notamment la capacité de prévenir la malignité du cancer *in vivo* et *in vitro* par inhibition de l'angiogenèse (Kim et *al.*, 2005).

8.3. Utilisation cosmétique

Un grand nombre des épices et leurs constituants sont utilisés dans l'élaboration des parfums, produit de beauté et produit de toilette. Ces essences servent à préserver ces produits

cosmétiques grâce à leur activité antiseptique tout en leur assurant leur odeur agréable (Mallea et *al.*, 1979).

9. Effets indésirables

Le gingembre est généralement considéré comme un médicament à base de plantes avec seulement quelques effets secondaires indésirables insignifiants (Ali et *al.*, 2008). Aucun cas de toxicité aiguë ou chronique n'a été rapporté lorsque la prise de gingembre se limite aux doses prescrites (Allais, 2009).

Une étude de toxicité subaiguë avec une poudre fine de rhizome de *Z. officinale* (jusqu'à 2000 mg/kg/jour) administrée par voie orale à des rats mâles et femelles pendant une durée de 35 jours n'a montré aucun effet toxique (Syafitri et *al.*, 2018).

En effet, le surdosage peut augmenter la survenue d'effets indésirables telles que des crampes intestinales et un blocage de l'activité de l'estomac, des brûlures gastriques ont été parfois mentionnées (Allais, 2009).

Il est déconseillé de consommer du gingembre lors d'une gastrite ou une phase aiguë de maladie Inflammatoire de l'intestin. Généralement aucun effet indésirable maternel sévère n'a été signalé au cours des essais cliniques chez les femmes enceintes (Allais, 2009).

10 Aspect économique

Durant la période allant de 2008-2013, la production mondiale du gingembre a varié d'un plancher de 15 million de tonnes à 21 million de tonnes (Tab.2) (FAO, 2020).

Tableau 2 : La production du gingembre dans le monde (FAO, 2020).

Année	Production en tonne
2008	1 596 385, 00
2009	1 643 455,00
2010	1 692 581,00
2011	2 335 062,00
2012	2 035 073,00
2013	2 140 451,00

Le taux d'exportation du gingembre dans le monde pendant la période 2009-2015 est illustré dans le tableau 3.

Tableau 3 : Taux d'exportation du gingembre dans le monde (FAO, 2020).

Année	Quantité d'exportation en tonne	Valeur en US \$1000	Taux d'augmentation en quantité d'exportation (%)	Taux d'augmentation en valeur d'exportation (%)
2009	494 618	409,516		
2010	457 046	657 471	-7,6	61
2011	557 665	669 093	12,7	2
2012	630 050	544 009	27,4	-19
2013	612 574	737 426	23,84	36
2014	527 617	968 486	6,8	31
2015	637 259	756 319	28,8	-22

Durant la période 2009 à 2015 l'importation mondiale du gingembre a connu une augmentation importante (Tab.4).

Tableau 4 : Taux d'importation du gingembre dans le monde (FAO, 2020).

Année	Quantité d'importation en tonne	Valeur en US \$1000
2009	447 753	382 779
2010	440 282	580 861
2011	552 674	666 118
2012	597 933	522 943
2013	594 499	704 284
2014	553 486	966 818
2015	663 914	858 527

Les statistiques d'importations et d'exportations du gingembre en dollars et en valeur unitaire dans certains pays sont illustrées dans les deux tableaux suivants :

Tableau 5 : Statistiques sur les importations du gingembre séché en 2013 (FAO,2020).

Rang	Région	Quantité (tonnes)	Valeur (1000\$)	Valeur unitaire (\$/tonne)
1	Bangladesh	69 311	53 376	770
2	Japon	67 148	100 178	1492
3	Pakistan	62 145	35 327	568
4	Etats-Unis d'Amérique	57 533	80 792	1404
5	Pays-Bas	38 784	65 850	1698
6	Emirats Arabes Unis	31 917	40 491	1269
7	Allemagne	12 576	38 131	3032

Tableau 6 : Statistiques sur les exportations du gingembre séché en 2013 (FAO, 2020).

Rang	Région	Quantité (tonnes)	Valeur (1000\$)	Valeur unitaire(\$/tonne)
1	Chine, continentale	380 138	399 885	1 052
2	Népal	35 150	7 998	228
3	Pays-Bas	39 247	55 354	1 893
4	Inde	25 912	34 226	1 321
5	Thaïlande	40 042	33 383	834
6	Nigéria	14 329	19 449	1 357
7	Ethiopie	12 166	14 140	1 162
8	Brésil	5 220	7 796	1 493
9	Lituanie	5 081	11 883	2 339
10	Pérou	3 690	7 994	2 166
11	Allemagne	2 390	9 250	3 870
12	Chine, Province	1 820	4 846	2 663

11. Ennemis ravageurs et maladies de *Zingiber officinale*

11.1. Ennemis ravageurs du gingembre

Les informations données ci-dessous présentent la liste des principaux ravageurs du *Zingiber officinale*.

Tableau 7 : les principaux insectes ravageurs du gingembre *Zingiber officinale* (Coleacp, 2009)

insectes	Organes atteints		Type de pertes			
	Rhizome	Pousse et feuilles	Nombre de plante	Nombre de rhizome	Taille de rhizome	Qualité des pousses
<i>Conogethes punctiferalis</i>		Nourrissent des pousses croissance		Jusqu'à 50%	Possible réduction	
<i>Aspidiella hartii</i>	Larves sur les rhizomes			Réduction par affaiblissement de la plante		Rhizome se ratatinent
<i>Meloidogyne spp.</i>	Attaque les racines des rhizomes		La plante peut Exceptionnellement mourir	Forte infestation aux premiers stades		

11.2. Maladies d du gingembre

11.2.1. Champignons

- *Pythium spp.*

Taches rondes et discrètes, grises. Des points noirs se développent au centre de la tâche. Sur les tiges, des zones allongées brun clair aux bords violets se développent près de la surface du sol. Ces bords encerclent la tige et noircissent, d'où leur nom de 'patte noire'. Les plantes atteintes se flétrissent, puis meurent (Coleacp, 2009).

- Fusariose – *Fusarium oxysporium* f.sp. *zingiberi*

Jaunissement initial des bords des feuilles inférieures, puis propagation vers les jeunes feuilles qui se dessèchent. Les autres symptômes sont le flétrissement, la fanaison, le dessèchement, le

jaunissement par taches ou de la culture entière. Les tiges et le rhizome deviennent de couleur crème ou bruns (Coleacp, 2009).

- Taches foliaires - *Phylllosticta zingiberi*

La maladie démarre sous forme d'une tache gorgée d'eau qui devient blanche, bordée d'un liseré brun foncé et d'un halo jaune. Les lésions grandissent pour se confondre avec les lésions avoisinantes et former des zones nécrotiques (Coleacp, 2009).

- Anthracnose - *Collectotrichum zingiberis*

Petites taches jaune pâle, rondes ou ovales sur les feuilles, qui grandissent et s'unissent souvent pour former de grandes zones colorées. Des trous peuvent survenir sur la feuille, cette dernière peut tomber (Coleacp, 2009).

11.2.2. Bactéries

- Flétrissement bactérien - *Ralstonia solanacearum*

Flétrissement et jaunissement des feuilles inférieures qui s'étendent vers le haut jusqu'à ce que toutes les feuilles deviennent jaunes. La pseudo-tige devient vitreuse et se détache facilement du rhizome souterrain. Le tissu vasculaire s'assombrit pour devenir noir, et la plante finit par s'écrouler. Les rhizomes atteints sont généralement plus foncés et présentent des zones imbibées d'eau ; une entaille pourra laisser apparaître des exsudats blancs laiteux (Pip, 2009)



Figure 5 : Pourriture du rhizome (Anonyme, 2009).

11.2.3. Virus

- Virus de la mosaïque

Les dégâts sont visibles sous forme d'une mosaïque jaune et vert sur les feuilles. Les plantes touchées se flétrissent (Pip, 2009).

- Moucheture chlorotique

Les dégâts se manifestent sous forme de mouchetures sur les feuilles (Pip, 2009).

1. Caractères généraux des Tenebrionidae

La famille des Tenebrionidae compte 20000 espèces dans le monde, l'origine de ce nom vient que la plupart ont des élytres de couleur sombre cependant il existe des espèces de couleur claire et variée (Lerant, 2015). C'est la famille la plus évoluée des coléoptères (Dajoz, 2010).

2. Caractères généraux du genre *Tribolium*

Le genre *Tribolium* comporte 36 espèces dont quatre sont cosmopolites (Angelini et al., 2008).

Pour l'identification du genre *Tribolium*, Ferrer (1995), deux caractères sont essentiels :

- L'existence d'une suture carénée
- La méso tibia et méta tibia sont simples.

Les *Triboliums* sont des Coléoptères Tenebrionidae qui sont très souvent associés aux denrées alimentaires, dans ce genre nous pouvons trouver :

T. confusum, *T. castaneum*, *T. destructoret* et *T. madens* (Calmont et Soldati, 2008).

3. présentation du ravageur

C'est un insecte appartenant à la famille des Ténébrionidae. L'adulte mesure de 3 à 4mm, de couleur uniformément brun rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bord Parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebord antérieurement. Les derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants (Delobel et Tran, 1993).

4. Position systématique de *Tribolium castaneum* Herbst

Selon Mallamaire (1965), la position systématique du *T. castaneum* est la suivante :

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Coleoptera
Famille :	Tenebrionidae
Genre :	<i>Tribolium</i>
Espèce :	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst, 1797)

5. Origine et distribution géographique

L'espèce *T. castaneum* paraît originaire d'Asie du Sud : elle a été trouvée dans de la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J.-C.) ; elle est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants (Delobel et Trane, 1993).

Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments (Dave et *al.*, 2001). Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine ; Il est très abondant dans les régions tropicales. Sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (Christine, 2001).

6. description morphologique

6.1. Adulte

Tribolium castaneum est un petit coléoptère de couleur brun rougeâtre mesurant 3-4 mm de long, son corps est lisse et allongé (Weidner et Rack, 1984). Les antennes se terminent par une massue nettement distincte. Les yeux ne sont pas surmontés d'un bourrelet semblable à une paupière. Les élytres présentent des lignes longitudinales pointillées (Fig.7).

Il se distingue des autres *Tribolium* par la partie ventrale des yeux qui sont larges et qui sont relativement rapprochés (Bousquet, 1990) (Fig.6).



Figure 6 : Vue ventrale de l'adulte de *Tribolium castaneum* (Originale, 2022).



Figure 7 : Vue dorsale de l'adulte de *Tribolium castaneum* (Originale, 2022).

C'est un insecte caractérisé par un dimorphisme sexuel apparent, le mâle se distingue de la femelle par la présence d'un tubercule pilifère arrondi à la base du fémur antérieur (Delobel et Tran, 1993) (Fig.8).

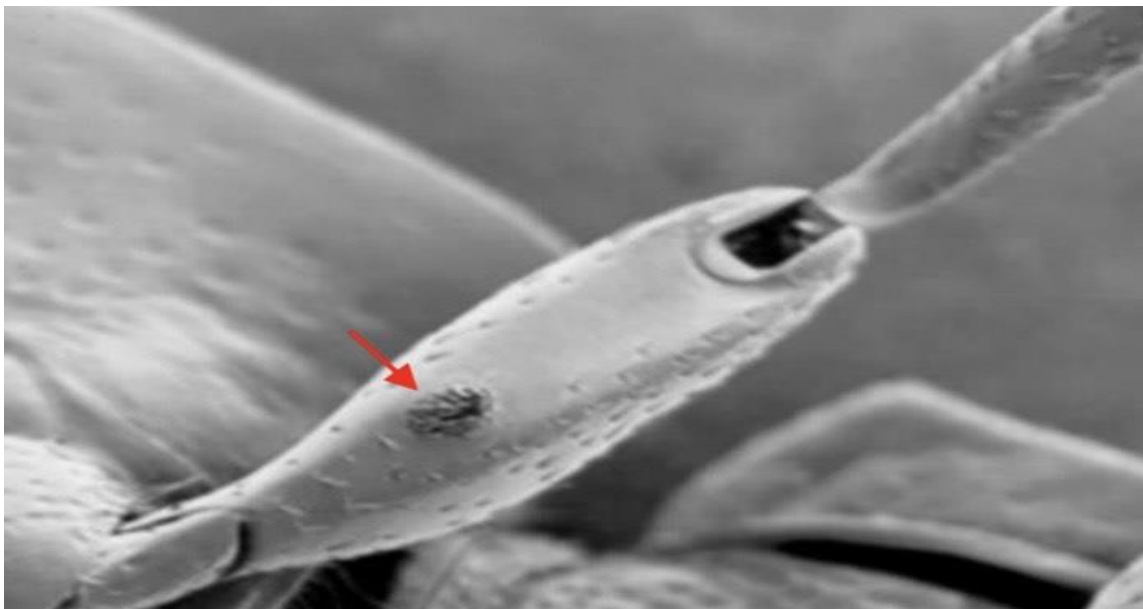


Figure 8 : Quatrième fémur du mâle du *Tribolium castaneum*, face postérieure
(Flèche rouge : tubercule pilifère) (Bousquet, 1990).

6.2. Œuf

Les œufs de *T. castaneum* sont blanchâtres ou transparents, avec des particules alimentaires adhérant à leur surface (Mason, 2003). Ils mesurent 0,61 à 0,7 mm de longueur et 0,35 à 0,4 mm de largeur ; Ils sont fluoresçant sous des longueurs d'onde de 365nm (radiations ultra violettes) (Leelaja et al., 2007) (Fig.9).



Figure 9 : Œuf de *T. castaneum* avec amas alimentaires. Madene, (2013).

6.3. Larve

La larve est huit fois plus longue que large, pouvant atteindre 6 mm de long à son plein développement, portant trois paires de pattes. Elle est de forme vermiforme, cylindrique, d'une couleur jaune très pâle à maturité portant une tête brunâtre ornée latéralement de courtes soies jaunâtres (Lyon, 2000).

Elle se distingue par une rangée dorsale de courtes soies à la base du dernier segment abdominal et une paire d'urogomphes recourbée vers le haut, dans un plan perpendiculaire à celui du corps (Weidner et Rack, 1984 ; Delobel et Tran, 1993) (Fig.10).



Figure 10 : Vue dorsale de larve de *Tribolium castaneum*. Madene, (2013).

6.4. Nymphe

La nymphe mesure 5mm de long, nue, de couleur blanchâtre, devenant progressivement brun pâle (Lyon, 2000) (Fig.11).



Figure 11 : Nymphe de *T. castaneum*. Madene, (2013).

Les nymphes femelles se reconnaissent des nymphes mâles par les papilles génitales, situées juste en avant des urogomphes, qui sont nettement plus développées chez les femelles que chez les mâles (Sokoloff, 1974) (Fig.12).

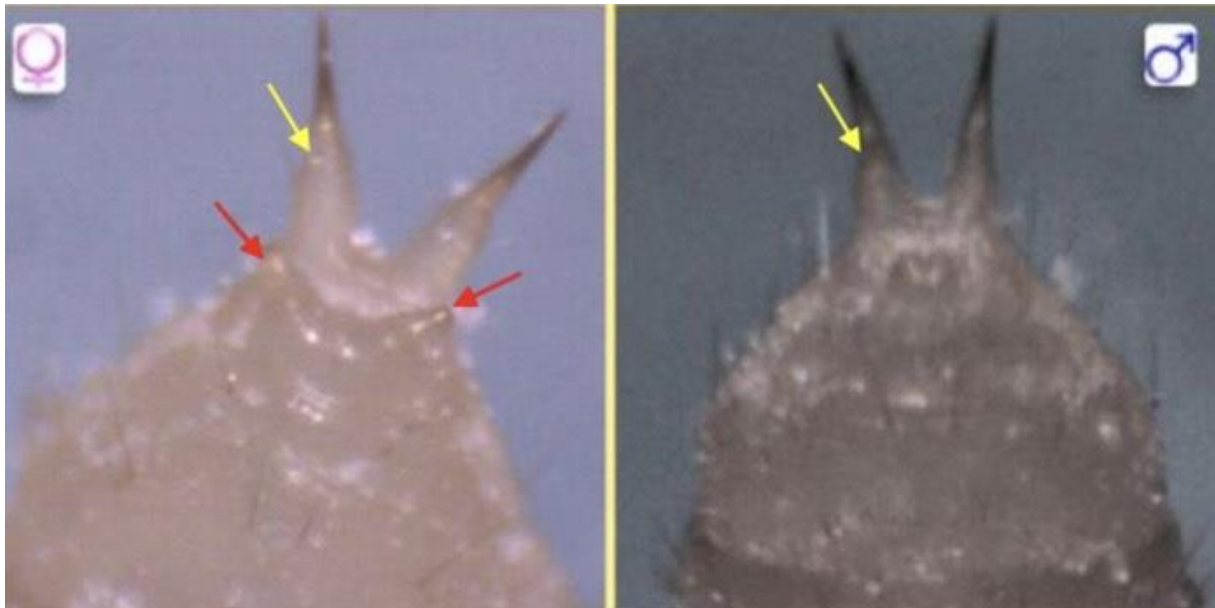


Figure 12 : Extrémité abdominale de deux pupes femelle et mâle de *T. castaneum* indiquant les urogomphes (flèche jaune) et les papilles génitales (flèche rouge) Madene, (2013).

7. Cycle de vie et biologie de *Tribolium castaneum*

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

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

Selon Gwinner et al. (1996), *T. castaneum* peut vivre à des températures variant de 22 à 40 °C et une humidité relative comprise entre 1 et 90%. Les conditions optimales de développement sont une température de 35°C et 75% d'humidité relative pour accomplir un cycle au bout de 20 jours (Fig.13).

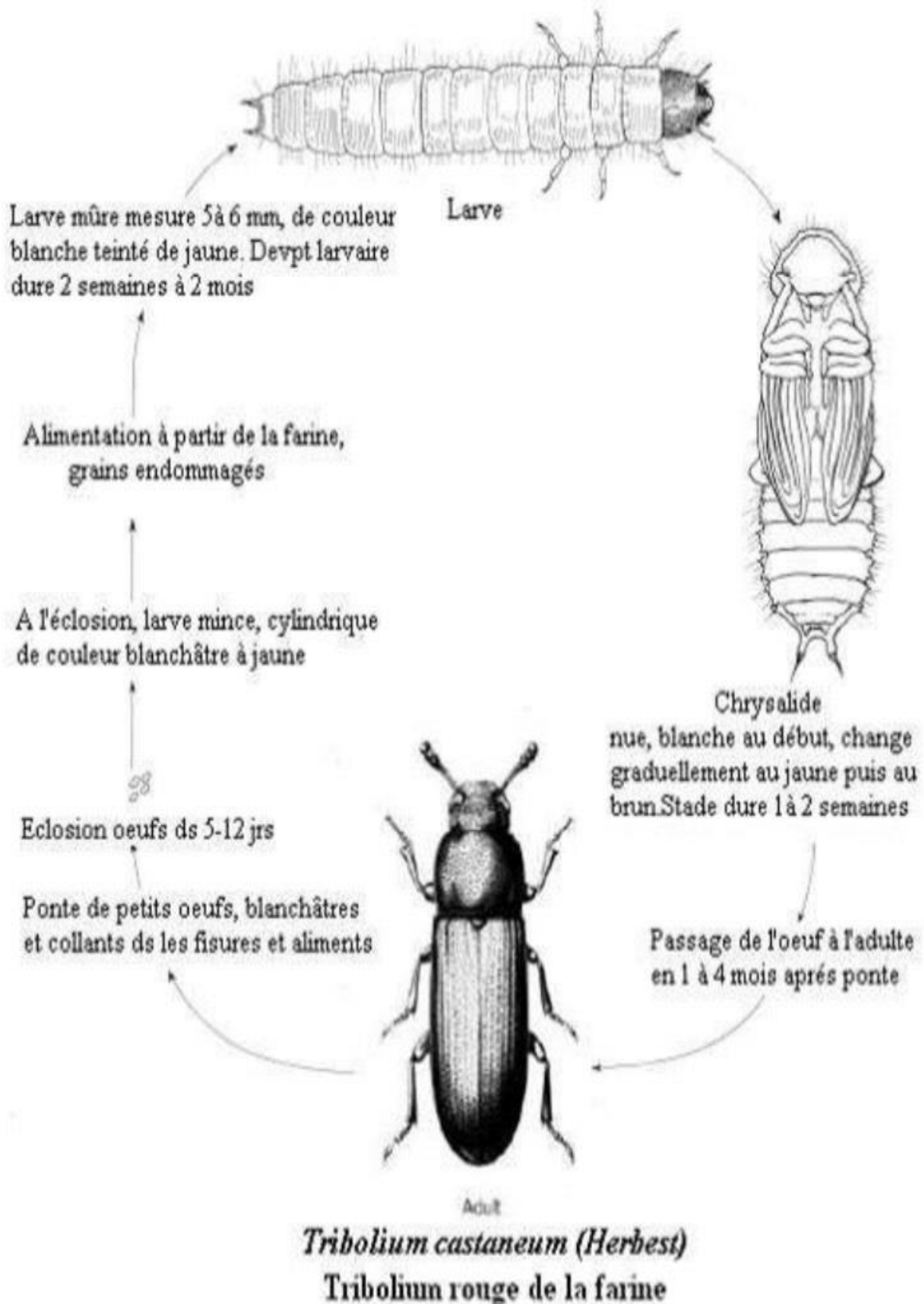


Figure 13 : Cycle de développement de *Tribolium* rouge de la farine, *Tribolium castaneum* (Boles, 2011).

8. Ethologie

8.1. Mobilité

Le *Tribolium castaneum* est un insecte qui se déplace rapidement lorsqu'il est dérangé, l'adulte est très bon voilier, son vol devient primordial quand l'alimentation est rare ou détériorée. Il se déplace de préférence en fin d'après-midi, par temps chaud et calme, migre à partir de stocks infestés à la recherche de nouvelles sources alimentaires (Perez-Mendoza, 2007).

Les adultes peuvent voler après 48h de leur émergence, cependant, les femelles nouvellement émergées (2 à 10 jours) ont tendance à voler plus que les jeunes mâles, qui préfèrent rester dans le substrat pour s'accoupler (Perez-Mendoza, 2007).

8.2. Régime alimentaire

Le *Tribolium* rouge est un insecte, psychophage, mycophage et occasionnellement nécrophage et prédateur d'autres insectes. Il a pu être observé dans les pourritures et sous les écorces d'arbres (Sokoloff, 1974 ; Suresh et *al.*, 2001 ; Alabi et *al.*, 2008).

Au niveau des minoteries, des usines alimentaires, des boulangeries et des habitations, les adultes et les larves se nourrissent de farines de céréales et des épices, ils sont incapables de perforer les grains non moulus, mais des lésions microscopiques suffisent pour permettre à la larve d'entamer le grain (Delobel et Tran, 1993).

D'autres produits peuvent être infestés par les *Triboliums* : les pâtes, les pois, les haricots, les noix, les épices, le chocolat, les résidus de pressage de l'huile et les grains oléagineuses ainsi que les insectes de collection.

8.3. Interactions

8.3.1. Regroupement

Les mâles montrent un comportement d'agrégation, alors que les femelles sont uniformément dispersées (Naylor, 1961). Ce regroupement est possible grâce à une phéromone d'agrégation qui est la DMD (4,8-diméthyldécane) (Arnaud et *al.*, 2002 et Perez-Mendoza, 2007).

8.3.2. Reproduction

Les femelles fécondées se mettent à la recherche d'un biotope favorable à l'oviposition (Charnov et Skinner, 1985).

Selon Lack (1947), les femelles doivent pondre dans l'ensemble un nombre d'œufs qui permettraient de maximiser leur gain en fitness (exemple : le nombre de progéniture produite).

Cette hypothèse indique que la maximisation de la longévité est équivalente à la maximisation du fitness de chaque œuf pondu.

Ces femelles se montrent polyandres et possèdent une spermathèque qui leur permet de stocker et d'épuiser les spermatozoïdes pendant plus de quatre mois suite à un seul accouplement (Bloch Qazi et *al.*, 1996). Néanmoins, elles s'accouplent même lorsque leur réserve de sperme n'est pas épuisée (Sokoloff, 1974).

Le dernier mâle accouplé avec une femelle, féconde la majorité des ovules de celle-ci (Wool et Bergerson, 1979 ; Lewis et Austad, 1990,1994).

Des différences de fréquence de copulation d'attraction envers les femelles ou de capacité à résister à la compétition spermatique (Lewis et Austad, 1990) ont été observées chez *Tribolium castaneum*, soit entre des individus appartenant à des souches différentes, soit au sein de la même souche (Haubruge, 1995) (Lewis et Austad, 1994).

9. Dégâts

Les *Triboliums* sont très polyphages, ce sont des lithophages secondaires car les larves et les adultes se nourrissent surtout de brisures (Campbell et Runnion, 2003). Ils attaquent les grains endommagés, ils sont capables de cannibalisme vis -à-vis des œufs et des nymphes, comme ils peuvent se nourrir de champignons qui envahit le stock (Steffan, 1987) (Fig.14).



Figure 14 : Dégâts de *T. castaneum* sur le gingembre (Originale, 2022).

10. Les ennemis naturels

Selon Lepesme (1944), quelques arthropodes tendent à limiter l'activité des *Triboliums* en particulier les acariens et Béthylides :

Les acariens :

Pyemotes ventricosus Newp = (*Pediculoides ventricosus* Newp).

Acarophenax tribolii Newp. et Duv.

Les Béthylides : (Ordre : Hyménoptère)

Rhabdepyris zae Turn. et Waterst.

Scleroderma immigrans Bridw qui parasite les larves

11. Moyens de lutte

11.1 Lutte préventive

La lutte préventive consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005).

Il est couramment admis que plus de 80 % de la lutte contre les insectes repose sur l'intervention sanitaire qui repose sur :

11.1.1. Protection des locaux de stockage

Avant la mise en stock des denrées, il est indispensable de nettoyer correctement les structures de stockage :

- Balayage correcte des locaux, brossage des murs et colmatage des fissures.
- Toutes les balayures et débris rassemblés doivent être détruits car ils pourront constituer un foyer d'infestation. Dans les magasins il faudra traiter les sacs vides et détruire les vieux sacs
- Les locaux de stockage, les alentours des bâtiments, doivent être propres et parfaitement dégagés (Belmouzar, 2004).
- la désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage.

-utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé, que les insectes sont incapable de percer (Amari, 2014)

11.1.2. Protection de la denrée

Avant la mise en stock, le produit doit être correctement nettoyé. La présence de brisures et de fines constitue un élément favorable au développement des insectes.

Tout nouveau lot doit être considéré à priori comme douteux est correctement inspectée car le produit attaqué introduit même en faible quantité peut infester un magasin ou un silo.

La lutte contre les insectes sera souvent vaine si l'on ne considère pas que c'est l'ensemble des structures de stockage des denrées stockées qui doit être correctement tenu et si l'on observe pas des principes élémentaires pouvant prévenir les infestation (Philippe, 2006).

11.2 Lutte curative

Les traitements curatifs ont pour but d'empêcher le développement des ravageurs en cas d'infestation et avant d'arriver à des stades plus complexes irréversibles.

11.2.1 Méthodes traditionnelles

Les paysans ont développé depuis des années des techniques souvent très élaborées et maîtrisées. Mise à part la fonction de stockage, les greniers et autres structures traditionnelles (pots, canaries) ont été conçus de façon à réduire au maximum les pertes causées par les principaux ennemis des récoltes dont les insectes (Ngamo et *al.*, 2007).

11.2.1.1 Minéraux

Certains minéraux comme le sable fin, la chaux et la cendre sont utilisés pour protéger le grain stocké contre les insectes. Mélangés au grain battu, les minéraux remplissent l'espace inter granulaire et empêchent le mouvement et la propagation des insectes à l'intérieur du grain stocké (De-Groot, 2004). Ces produits ne préviennent pas tous les dégâts mais gênent l'activité des insectes nouvellement éclos. Les insectes ont plus de mal à trouver des partenaires et sont obligés de déposer leurs œufs sur une quantité relativement petite de graines. Ces matériaux abiment la cuticule des insectes entraînant leur mort suite à leur dessèchement (De-Groot, 2004).

11.2.1.2 Insolation

Le séchage traditionnel sur le sol permet la déshydratation des produits jusqu'à ce que leur métabolisme et celui des microorganismes associés soient fortement ralentis. Le séchage se fait avant le stockage des récoltes afin de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (Gueye et *al.*, 2011).

11.2.2 Méthodes Modernes

11.2.2.1 Lutte physique

La lutte physique regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique, biochimique ou toxicologique (Panneton et *al.*, 2000). Elle signifie l'élimination du ravageur ou la détérioration physique de l'environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour le ravageur (Kumar, 1991). La technique de modification de l'atmosphère du milieu consiste à abaisser le taux d'oxygène de l'atmosphère inter-granulaire jusqu'à un taux létal pour les insectes (<1 % d'O₂) (Kumar, 1991).

Des essais de désinsectisation par la chaleur des produits dérivés ont été réalisés en Australie et en France ; la technique consiste à traiter les produits en lits fluidisés à haute température (60° c à 180°c) ; la température propre de produit n'atteignant pas 65°c à 70°c.en causant un choc thermique de quelques minutes, suivi d'un refroidissement rapide, entraînant une mortalité importante des insectes sans affecter les qualités technologiques du produit (Fleura-Lessard, 2002).

11.2.2.2 Lutte chimique

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimiques appelés pesticides comme les insecticides (Ferrer, 2003). Selon la nature des ravageurs nuisibles on emploie deux types de produits pour désinfecter les stocks des céréales : l'insecticide de contact et les fumigants (Ferrer, 2003).

L'objectif de Notre travail est de déterminer l'activité insecticide par le traitement d'inhalation et de répulsion de l'huile essentielle de romarin *R. officinalis* sur les adultes de *Tribolium castaneum*, par l'observation des mortalités moyennes, au niveau de laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes de l'université de Mouloud MAMMARI de Tizi Ouzou.

1. Matériel

1.1 Matériel animal

L'espèce étudiée est le *Tribolium castaneum* ; où les adultes sont retirés manuellement par une pince de la poudre du gingembre infestée au niveau du laboratoire.

1.2 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre expérience est composé de la poudre du gingembre *Zingiber officinalis* qui provient du marché local de la région de Tizi Ouzou (Fig.16).

1.3. L'huile essentielle du romarin

L'huile essentielle utilisée provient du marché local de Tizi Ouzou, sous la production de PURENAISSANCE (Nature of Algeria). Cette huile est extraite des feuilles de la plante de romarin (Fig.15).



Figure 15 : L'huile essentielle de romarin *R. officinalis* (Originale, 2022).

1.3.1. Systématique

Selon Cronquist (1981), le romarin est classé comme suit :

Règne :	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	<i>Rosmarinus</i>
Espèce :	<i>Rosmarinus officinalis</i> (L, 1753).



Figure 16 : Morphologie générale du romarin (Originale, 2022).

1.3.2. Description de la plante

Le romarin est un arbuste de la famille des Lamiaceae (Cecchini et *al.*, 2008), très odorant et qui pousse à l'état sauvage ou cultivé. Il est xérophyte, toujours vert, fortement rameux (Teuscher et *al.*, 2005) et très feuillu, sa taille peut varier de 60 cm à 2 m (Aït Youssef, 2006). Il a une odeur aromatique forte, agréable et faiblement camphrée, il évoque le pin (Anton et Lobsten, 2005).

1.3.2.1. Racine

La racine du romarin est pivotante, ligneuse et fibreuse (Anton et Lobsten, 2005).

1.3.2.2. Tige

La tige du romarin est ligneuse, généralement érigée, pouvant atteindre jusqu'à 2 m de haut (Anton et Lobsten, 2005).

1.3.2.3. Feuille

Les feuilles sont opposées et sessiles ; elles sont persistantes, coriaces, entières et de forme linéaire, étroitement lancéolées, faisant 2 à 3 cm de long sur 1 à 2 mm de large ; elles sont gaufrées et leurs bords sont reliés en dessous ; feuilles enroulées sur les bords, dites « à marge révolutée » ; leur face supérieure est chagrinée et elles sont de couleur vert foncé, et leur face inférieure est de couleur blanchâtre (Aït Youssef, 2006). Elles sont vertes et chagrinées au-dessus, blanchâtres et cotonneuses en dessous, roulées en dessous par les bords (Boullard, 1988). Elles mesurent 2 à 3,5 cm de long sur 1 à 3 mm de large (Bossard et Cuisance, 1984).

1.3.2.4. Fleur

Les fleurs sont regroupées en petites grappes axillaires terminales, disposées à l'aisselle des feuilles (Teuscher et *al.*, 2005). Ils sont de couleur bleu mauve, sous forme de grappes symétriques, avec un petit calice en de cloche à trois dents ; la corolle est longue et carénée (Koubissi, 1998).

1.3.2.5. Fruit

Le fruit est un tétrakène lisse et globuleux, brun foncé et de 2,3 mm de long (Spichiger et *al.*, 2004 ; Teuscher et *al.*, 2005).

1.3.3. Composition chimique de l'huile essentielle extraite de *R. officinalis*

Selon Bellakhdar (1997), l'huile essentielle du romarin (1 à 2% dans la plante) contient, selon la provenance (Tab.8).

Tableau 8 : Composition de l'huile essentielle extraite des feuilles de la plante de romarin *R. officinalis*.

Le composant chimique	Pourcentage
a-pipène	7 à 80%
Verbénone	1 à 37%
Camphène	1 à 38%
Eucalyptol	1 à 35%

Bornéol	4 à 19%
Acétal de bornyle	10%

On y trouve aussi parfois du α -3- carène, du caryophyllène, du β -pinène, de l' α -terpinéol, du géraniol et du myrcène (Bellakhdar, 1997).

1.4. Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de notre travail nous avons utilisé le matériel suivant (Fig.17) :

Des boites de Pétri en plastique.

Une micro pipette pour le dosage des huiles et des embouts.

Le papier filtre.

Une pince entomologique.

Des flacons en verre de 125ml de volume.

Acétone.



Figure 17 : Matériel essentiel utilisé au laboratoire (Originale,2022).

2. Méthodes

2.1. Traitement par inhalation

Le test par inhalation consiste à étudier la longévité des adultes de *T. castaneum* traité par inhalation par l'huile essentielle du romarin *Rosmarinus officinalis* à différentes doses en fonction de la durée d'exposition (Fig.18).

Pour cela nous avons utilisé des flacons de 125ml de volume, avec du papier filtre coupé en rondelle de 2cm de diamètre et fixé par un fil au couvercle des flacons.

Des doses différentes de l'huile essentielle sont injectées sur les disques du papier filtre (1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, 5 μ l, 6 μ l, 7 μ l, 8 μ l, 9 μ l et 10 μ l).

Pour chaque essai, 5 individus de *T. castaneum* sont mis dans chaque flacon à raison de trois répétitions effectuées pour chaque dose.

Le dénombrement des individus vivants a été effectué au bout d'un temps précis (1H, 3H, 6H, 24H, 48H, 72H, 96H et 120H) d'exposition pour chaque flacon.



Figure 18 : Dispositif expérimental du test par inhalation de l'huile essentielle de *R. officinalis* à l'égard des adultes de *T. castaneum* (Originale, 2022).

2.2. Traitement par répulsion

Ce test consiste à préparer 10 disques de papier filtre de 4,5cm de diamètre séparé en deux parties, une partie du disque est traité avec une dose de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*, et l'autre partie est traitée avec 5µl d'Acétone (Fig.19).

Les disques de papier filtre sont placés dans des boîtes de Pétri ; 5 individus ont été placés au centre de chaque disque.

La procédure est répétée pour les doses (1µl, 2µl, 3µl, 4µl, 5µl, 6µl, 7µl, 8µl, 9µl et 10µl) ; l'expérimentation dure 30min, à la fin du test nous relevons le nombre d'insecte présent sur chaque partie du papier filtre.

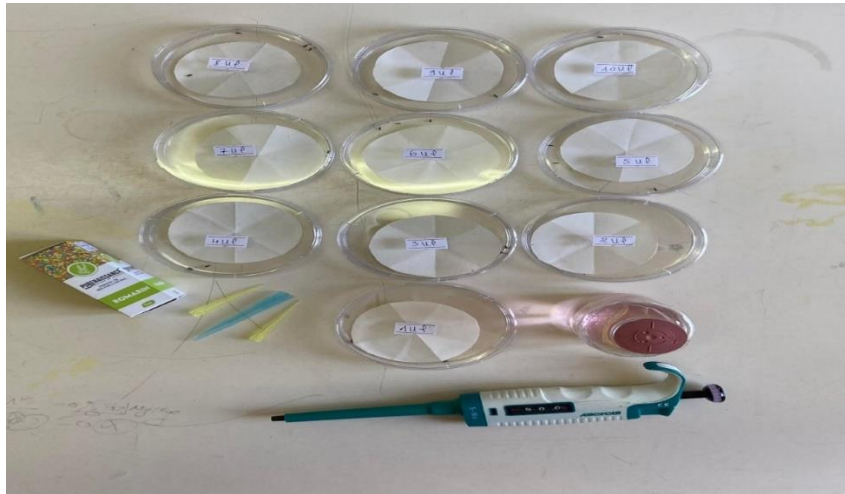


Figure 19 : Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle de *R. officinalis* à l'égard des adultes de *T. castaneum*. (Originale,2022).

Le pourcentage de répulsion moyen pour l'huile essentielle est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (Mc Donald et *al.*, 1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et *al.* (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriétés
0	PR<0,1%	N'est pas répulsif
I	0,1%<PR<20%	Très faiblement répulsif
II	20%<PR<40%	Faiblement répulsif
III	40%<PR<60%	Modérément répulsif
IV	60%<PR<80%	Répulsif
V	80%<PR<100%	Très répulsif

1. Résultats

L'évaluation de l'effet de l'huile essentielle *R. officinalis* sur la longévité des adultes de *T. castaneum* nous renseigne sur la toxicité évaluée en fonction du temps et des doses administrées.

1.1. Evaluation de la toxicité de l'huile essentielle sur les adultes de *T. castaneum* par effet d'inhalation.

L'estimation de l'effet toxique de l'huile essentielle de *R. officinalis* a été appliquée par saturation de l'environnement des adultes de *T. castaneum*, la figure suivante nous renseigne le taux de mortalité estimé à 1 μ l (Fig.20).

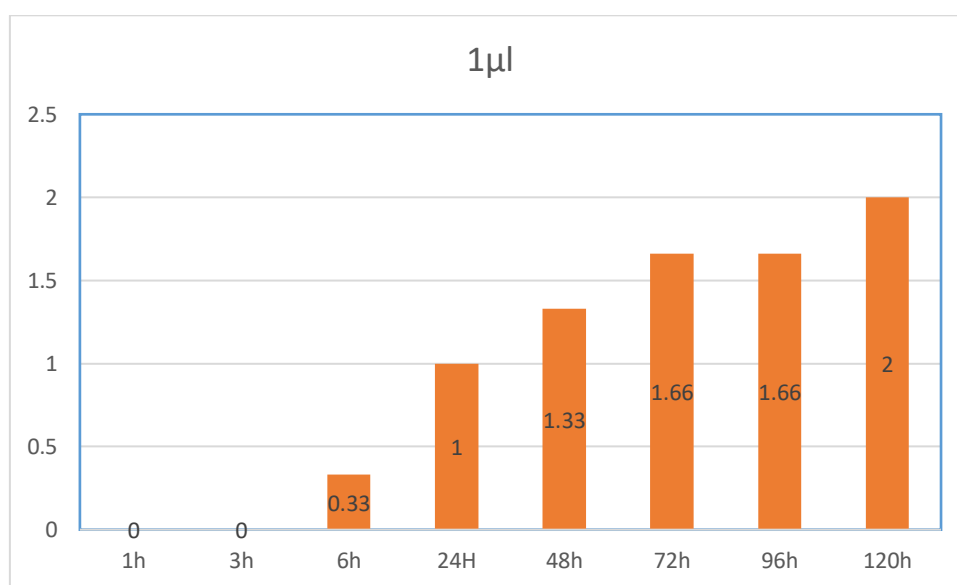


Figure 20 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 1 μ l.

Les résultats obtenus montrent que les adultes de *T. castaneum* exposés par inhalation à 1 μ l de l'huile essentielle *R. officinalis* manifeste une mortalité moyenne égale à 0,33 au bout de 6h. Cette mortalité s'accroît avec le temps pour atteindre une moyenne égale à 2 au bout de 120h.

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle *R. officinalis* sur la mortalité des adultes de *T. castaneum* exposés à 2 μ l sont présentés dans la figure suivante :

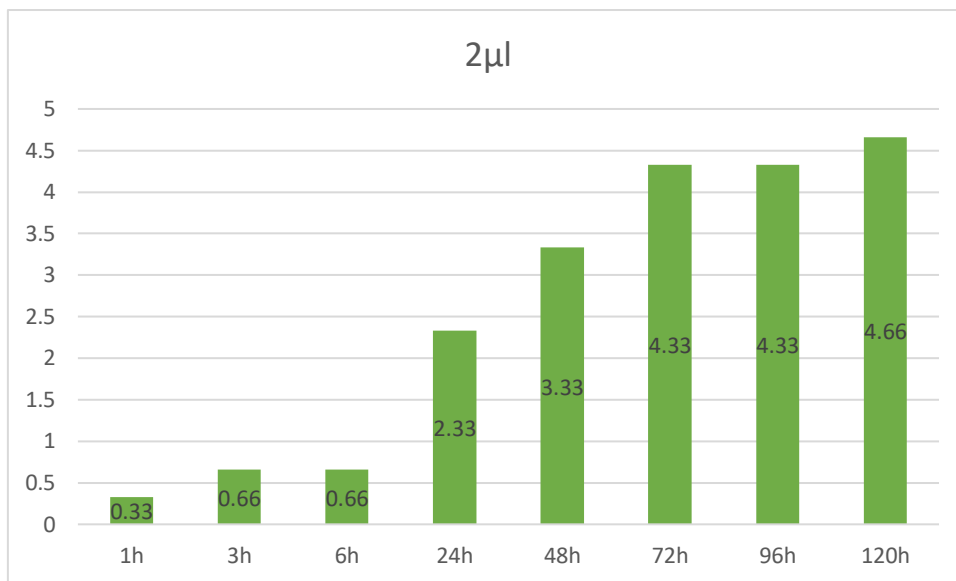


Figure 21 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 2µl.

A partir de la figure (20), nous remarquons que la mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* exposés par inhalation à 2µl de l’huile essentielle de *R. officinalis* est égale à 0,33 au bout d’une heure, cette mortalité augmente avec le temps pour atteindre une moyenne égale à 4,66 au bout de 120h.

La mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traité par inhalation par l’huile essentielle de *R. officinalis* à 3µl est présentée dans la figure suivante :

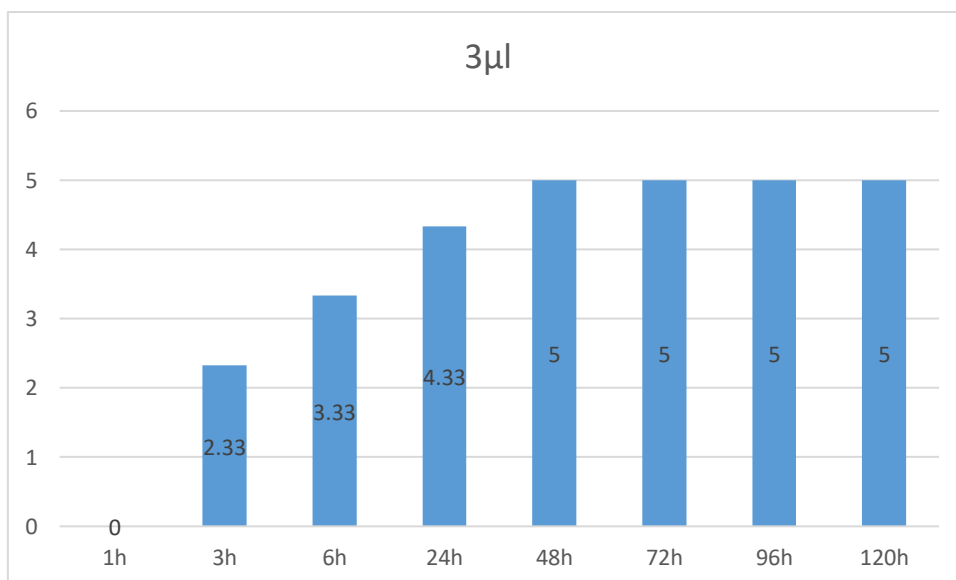


Figure 22 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 3µl.

Il ressort des résultats enregistrés que le taux de mortalité des adultes de *T. castaneum* exposés par inhalation à 3µl de l’huile essentielle de *R. officinalis* est égal 2,33 au bout 3h.

À la fin du troisième jour, à savoir au bout de 48h d'exposition, nous avons enregistré une mortalité totale des individus.

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle du romarin appliquée à un dosage de 4 μ l par inhalation sur les adultes de *T. castaneum* sont illustrés dans la figure suivante :

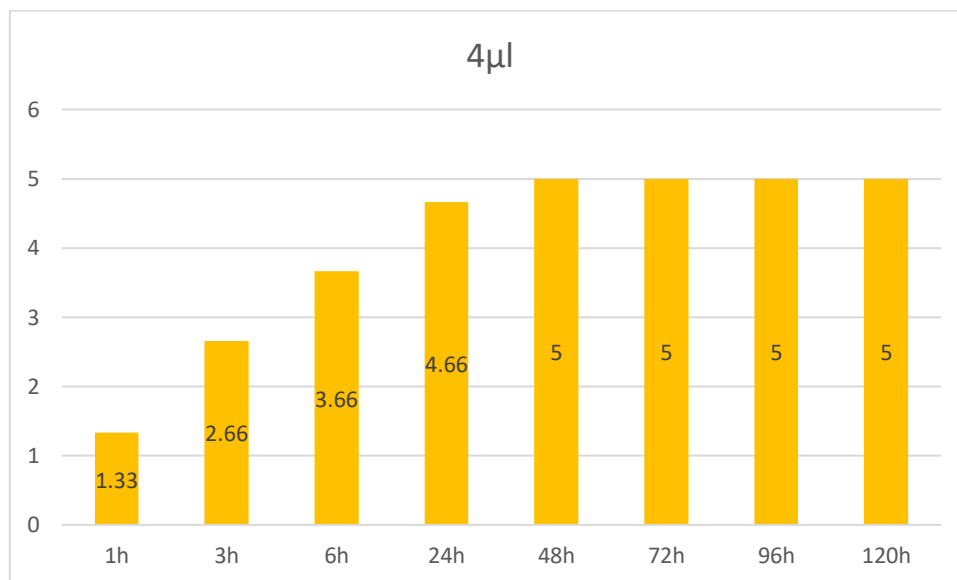


Figure 23 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 4 μ l.

La figure (23) montre que l'huile essentielle de *R. officinalis* à 4 μ l manifeste une activité insecticide par inhalation sur les adultes de *T. castaneum*, dès la première heure avec une mortalité moyenne qui est égale à 1,33 et qui augmente avec temps pour atteindre la mortalité totale au bout de 48h.

L'estimation de l'effet toxique de l'huile essentielle de *R. officinalis* a été appliquée par inhalation, la figure nous renseigne le taux de mortalité des *T. castaneum* estimé à 5 μ l (Fig.24).

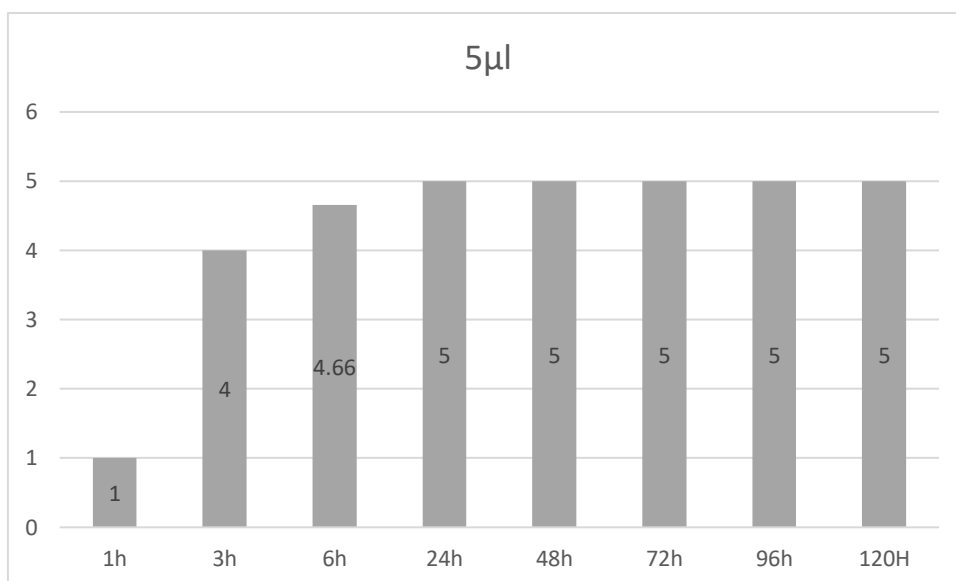


Figure 24 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 5µl.

D'après les résultats illustrés au-dessus, le taux de mortalité moyenne des insectes de *T. castaneum* traités est égal à 1 dès la première heure, ce taux moyen augmente pour atteindre la mortalité totale en seulement 24h.

La figure suivante exprime les résultats enregistrés sur la mortalité des adultes de *T. castaneum* traités par inhalation de l'huile essentielle de *R. officinalis* à 6µl.

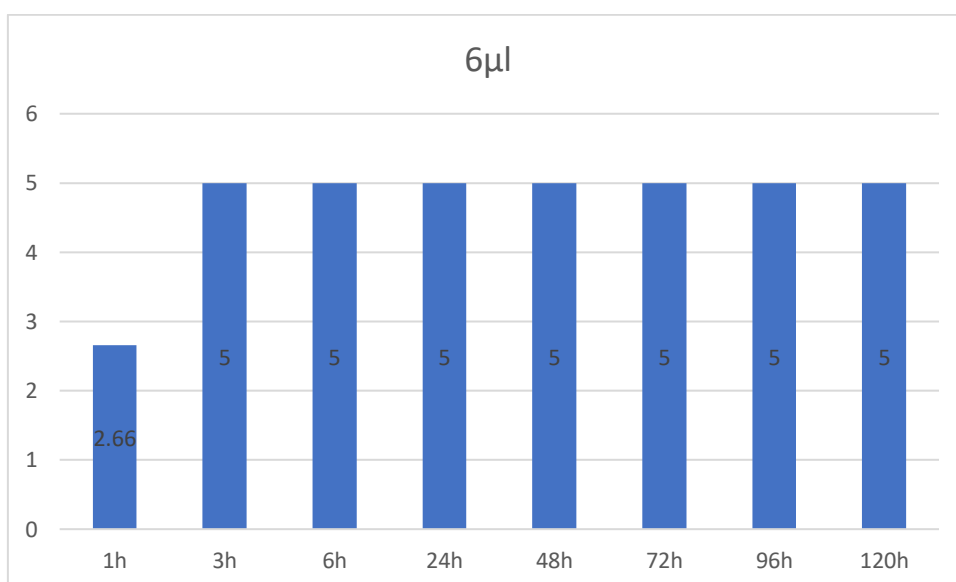


Figure 25 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 6µl.

D'après les résultats obtenus, nous notons une mortalité moyenne de 2,66 des *T. castaneum* exposés par inhalation à 6µl de l'huile essentielle de *R. officinalis* au bout d'une heure, cette mortalité atteint sa totalité au bout de trois heures seulement.

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur la mortalité des adultes de *T. castaneum* à 7µl sont présentés dans la figure suivante :

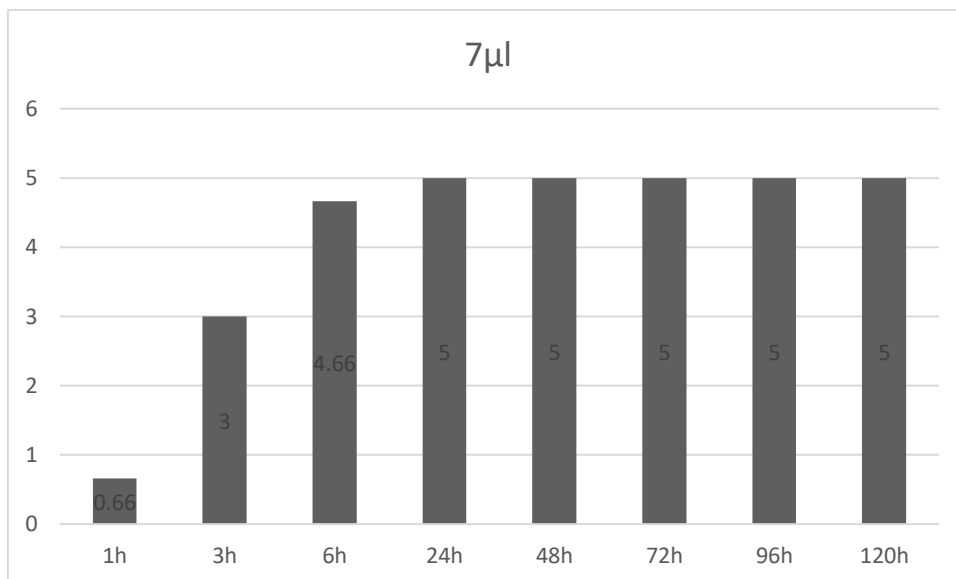


Figure 26 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 7µl.

Nos observations nous ont permis d'enregistrer une mortalité moyenne qui égale à 0,66 des adultes de *T. castaneum* traités par inhalation de l'huile essentielle de *R. officinalis* à une dose de 7µl dès la première heure. Au fur et à mesure de l'exposition, la mortalité moyenne augmente et atteint la totalité au bout de 24h.

Les résultats sur la figure suivante montrent la mortalité des adultes de *T. castaneum* à 8µl de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

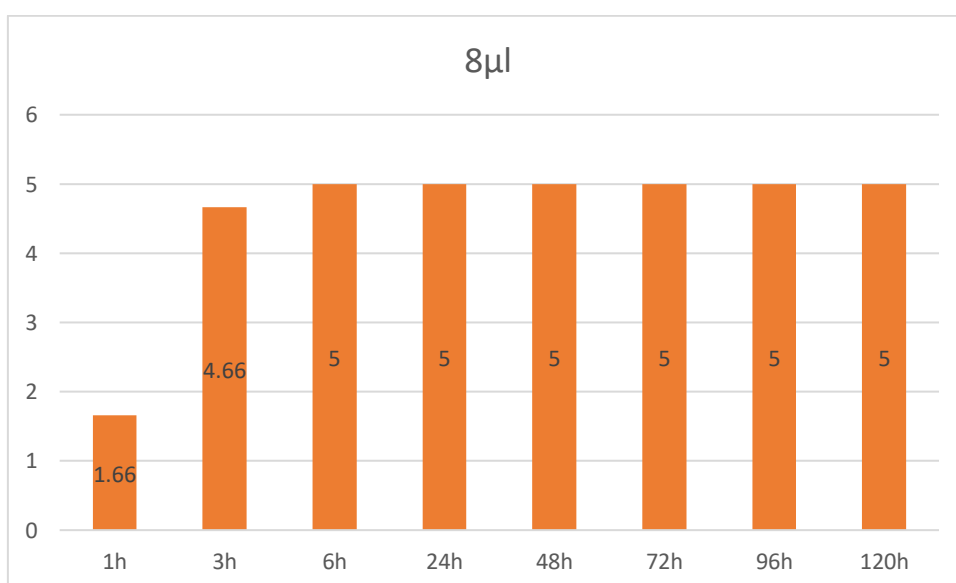


Figure 27 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 8µl.

Les résultats du traitement par inhalation appliqué par l'huile essentielle de *R. officinalis* à 8 μ l sur les populations adultes de *Tribolium castaneum* montrent une mortalité moyenne égale 1,66 dès la première heure, cette mortalité atteint la totalité au bout de 6h.

La figure suivante nous montre la toxicité de l'huile essentielle de *R. officinalis* par effet inhalation sur les adultes de *T. castaneum* exposé à 9 μ l de cette huile.

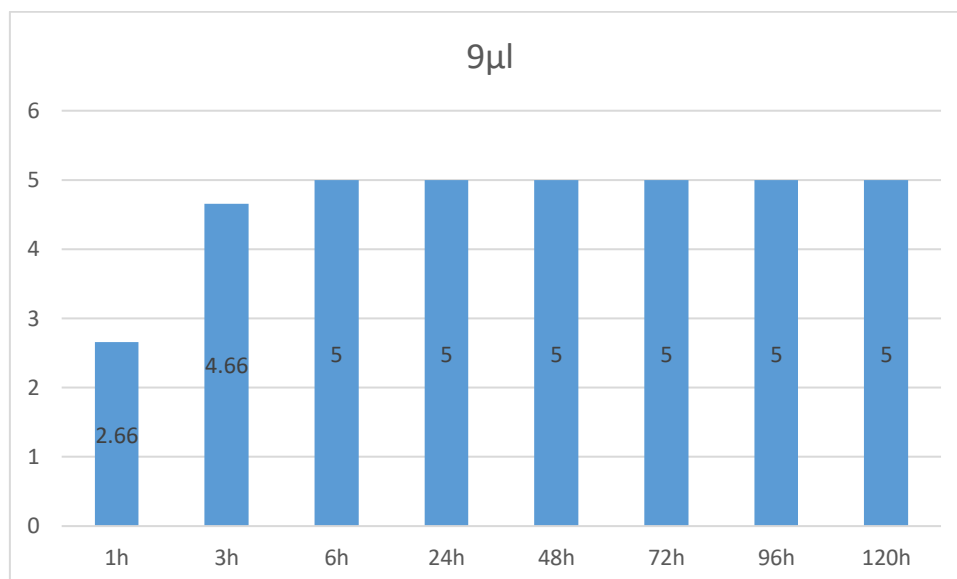


Figure 28 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 9 μ l.

La figure (28) montre l'effet toxique par inhalation de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes de *Tribolium castaneum*, nous remarquons une mortalité moyenne des individus de 2,66 au bout d'une heure d'exposition enregistrée pour la dose 9 μ l, qui atteint la mortalité totale des insectes au bout de 6h.

L'estimation de l'effet toxique de l'huile essentielle de *R. officinalis* a été appliquée par saturation de l'environnement des adultes de *T. castaneum*, la figure nous renseigne le taux de mortalité estimé à 10 μ l (Fig.29).

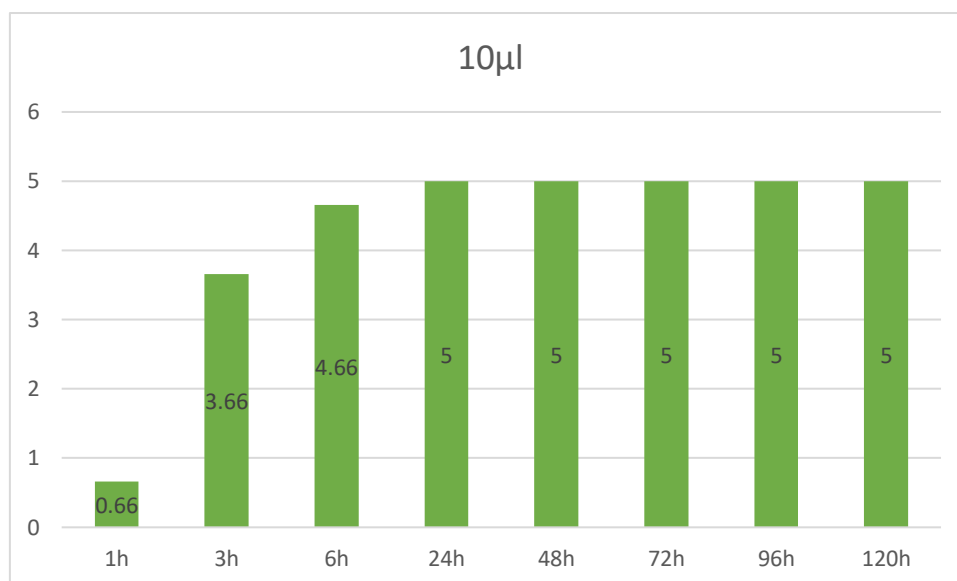


Figure 29 : Mortalité moyenne des adultes de *T. castaneum* traitée par inhalation à 10µl.

Il ressort des résultats obtenus qui sont représentés dans l'histogramme que les adultes de *T. castaneum* exposés par inhalation à 10µl de l'huile essentielle de *R. officinalis* manifeste une mortalité moyenne égale 0,66 dès la première heure, qui atteint la totalité au bout de 24h.

1.2 Evaluation de la répulsivité de l'huile essentielle *R. officinalis* sur les adultes *T. castaneum*

Le pourcentage de répulsion des différentes doses de romarin *R. officinalis* sont récapitulés dans le tableau dessous. Les différentes doses (1µl, 2µl, 3µl, 4µl, 5µl, 6µl, 7µl, 8µl, 9µl, 10µl) de l'huile essentielle de *R. officinalis* ont occasionnée respectivement 60% pour la première dose 1µl, 20% pour (2µl, 3µl, 4µl et (µl), 60% pour (6µl, 7µl et 8µl) et 100% de répulsion vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*. Ceci montre que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose administrée (Tab.10), ceci peut être dû au fait que les adultes de *T. castaneum* exposés de plus en plus à des doses élevées peuvent être totalement désorientés ; ce qui peut influencer leur capacité d'attraction de répulsion vis-à-vis d'un stimulus.

Zn adoptant la méthode de Mc Donald et *al.* (1970), le pourcentage de répulsion est calculé par la formule suivante :

$$PR (\%) = [(Nt - Nh) / (Nt + Nh)] * 100$$

Nt : Nombre d'individu présents sur la partie traitée avec l'acétone.

Nh : Nombre d'individus présents sur la partie traitée avec l'huile essentielle de *R. officinalis*.

Tableau 10 : Nombre de *T. castaneum* recensés dans les parties traitées et non traitées et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle *R. officinalis*.

doses	Partie traitée	Partie non traitée	Pourcentage de répulsion
1µl	1	4	60%
2µl	2	3	20%
3µl	2	3	20%
4µl	2	3	20%
5µl	2	3	20%
6µl	1	4	60%
7µl	1	4	60%
8µl	1	4	60%
9µl	0	5	100%
10µl	0	5	100%

D'après le tableau ci-dessus le nombre de *T. castaneum* présents dans les parties traitées avec l'acétone est plus élevé par rapport aux parties traitées par l'huile essentielle de *R. officinalis*.

Les résultats obtenus par l'effet répulsif de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes de *T. castaneum* sont présentés dans la figure suivante :

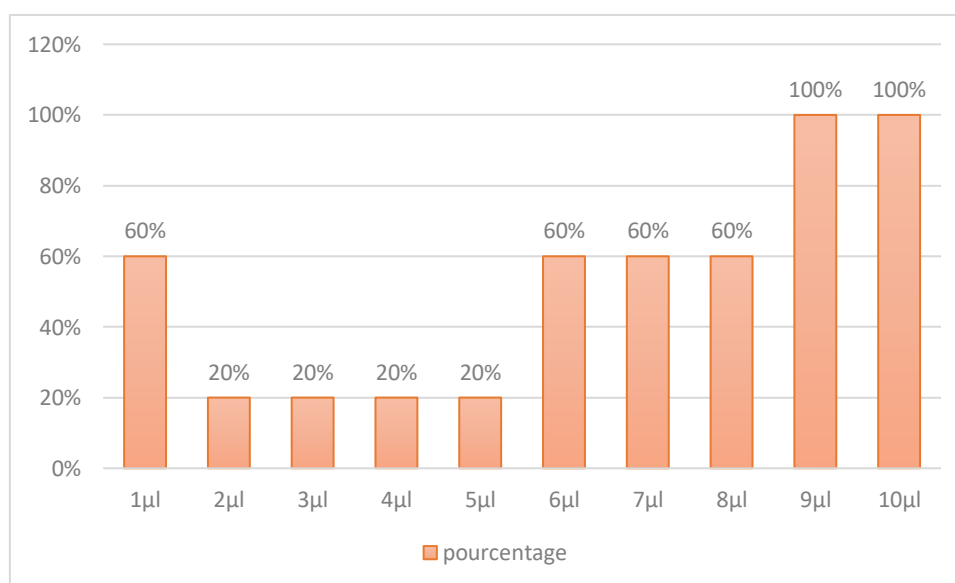


Figure 30 : Le pourcentage de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de *R. officinalis*.

Les résultats obtenus dans nos essais montrent que l'huile essentielle *R. officinalis* présente une activité insecticide sur l'insecte ravageur de *T. castaneum* et elle appartient, selon le classement de (McDonald et *al.*, 1970), à la classe III avec un taux de répulsivité égale à 52% (Tab.11).

Tableau 11 : Classement de l'huile essentielle de *R. officinalis* selon sa propriété de répulsion sur les adultes de *T. castaneum*.

Huile	<i>R. officinalis</i>
Taux de répulsion	52%
Classe de répulsion	III
Effet	Modérément répulsif

2. Discussion

De nombreux travaux scientifiques, des articles publiés par des chercheurs dans la littérature ont mis en évidence l'effet répulsif ou insecticide des huiles essentielles de plusieurs plantes dans le contexte sont aromatique contre les insectes des denrées stockés soit primaire ou secondaire.

L'action insecticide bien connue de certaines plantes aromatiques est suffisamment relayée dans la littérature (Golob et Webley, 1980 ; Glitho 1997 ; Regnault-roger, 2002). En outre, des essais de toxicité conduits en laboratoire avec les huiles essentielles rapportent des toxicités variables en fonction des huiles essentielles utilisées. Cette différence d'action serait liée à la composition chimique, qui à son tour dépend de la source, de la saison, des conditions écologiques de la méthode d'extraction, le temps d'extraction et la partie de plante utilisée (Sung-eun lee et *al.*, 2001). En effet, les huiles essentielles sont des mélanges de composés chimiques de nature et de fonctions différentes (Ketoh, 1998).

D'après Regnault-roger et *al.*, (2002), les propriétés insecticides des huiles essentielles agissent sous différentes formes :

- Une toxicité par inhalation par leur richesse en composés volatils.
- Une toxicité de contact qui provient de la formation d'un film imperméable sous forme de cuticule isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie.

Une diminution graduelle de survie des adultes de *T. castaneum* a été observé à partir des premières heures d'exposition.

La mortalité des adultes de *T. castaneum* a augmenté d'une manière faible pour les doses 1 μ l et 2 μ l qui ont montré une faible toxicité de l'ordre 0 et 0,66 au bout de trois heures.

En revanche, la dose 6 μ l a révélé dès la troisième heure une mortalité totale des adultes de *T. castaneum*, ce qui en fait une dose optimale pour le traitement à base de l'huile essentielle de romarin *R. officinalis*.

Ceci nous mène à conclure que le mode d'inhalation par l'huile essentielle de *R. officinalis* a un effet moyennement toxique pour les doses 1 μ l et 2 μ l et un effet toxique pour la dose 6 μ l.

L'activité insecticide de l'huile essentielle de *R. officinalis* nécessite peu de temps pour se manifester, la mortalité totale a été enregistrée le premier jour à la dose 6 μ l.

L'huile essentielle que nous avons testée semble avoir un effet toxique sur la longévité des adultes de *T. castaneum* ; nous remarquons que l'augmentation du taux de mortalité est fortement liée à la concentration d'huile essentielle et la durée d'exposition. Selon KIM et al. (2003) les effets toxiques des huiles essentielles dépendent de l'espèce d'insecte, de la plante et du temps d'exposition.

Selon JACOBSON (1989), les espèces les plus utilisées traditionnellement contre les bruches et autres coléoptères des denrées stockées appartiennent aux familles des Acteraceae, Canellaceae, Annonaceae, Rutaceae, Meliaceae et Lamiceae.

Selon BENAZZADDINE (2010), l'huile essentielle du romarin et celle de la menthe verte provoquent une mortalité de 100%, après 24 heures de traitement sur *T. confusum*, par inhalation. Les mêmes pourcentages ont été enregistrés pour le thym et l'eucalyptus, après 120 heures, enfin, la citronnelle a donné des résultats ne dépassant pas 55%, après 144 heures d'exposition.

Des études réalisées en Afrique et particulièrement au Nord du Cameroun dans plusieurs agrosystèmes, révèlent que les producteurs utilisent des pratiques traditionnelles dont les extraits des plantes à effet insecticide et/ou insectifuge pour la conservation des produits agricoles en particulier le maïs et le niébé (NGAMO et al., 2007).

Regnault-Roger et al. (1993), signalent la toxicité par inhalation des espèces végétales appartenant à la famille des Labiées tels que *Thymus vulgaris* L. et *Rosmarinus officinalis* L., ils citent également d'autres familles dont les Myrtacées et les Graminées vis-à-vis de la bruche du haricot.

L'efficacité de l'huile essentielle de la menthe poivrée sur la longévité des adultes de la bruche du haricot *A. obetectus* varie selon la dose utilisée, une mortalité de 100% dans les premières 24h d'exposition à la dose de 6 μ l est enregistré (AGGOUN et HASSANI, 2003)

Nos résultats montrent que l'huile essentielle de *R. officinalis* a un effet modérément répulsif à l'égard des adultes de *T. castaneum* avec un taux de répulsion de 52%.

La dose 1 μ l a révélé une répulsion de 60% après 30min des adultes de *T. castaneum*.

Cette répulsion diminue de 40% pour les doses 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l et 5 μ l.

L'huile essentielle de *R. officinalis* a révélé un effet très répulsif avec les deux dernières doses (9 μ l et 10 μ l) vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par différents auteurs ayant mis en évidence l'activité biologique de nombreux extraits des plantes comme les huiles essentielles à l'égard des principaux ravageurs des denrées stockées.

Notant que l'efficacité insecticide et répulsive des plantes médicinales contre les insectes des denrées stockées a été confirmée par plusieurs chercheurs. Ko et al., (2009) ont expérimenté l'effet répulsif de l'huile essentielle des fruits de *Litsea cubeba*. L'huile essentielle de cette plante a montré une forte répulsion contre *S. zeamais* et *T. castaneum* même à faible concentration, mais son caractère répulsif a été plus marqué sur *T. castaneum*.

HASNI et ZEGHBA, (2017) ont montré que l'huile essentielle de *R. officinalis* a occasionné respectivement 33,36%, 60%, 70% et 86,69% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Rhyzopertha dominica*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose (1, 2, 3 et 4 μ l), l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 4 μ l.

Selon NDOMO et al., (2009), rapportent qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses de huiles des feuilles de *Callistemon viminalis* (de 0,031 à 0,25 μ l) ont occasionné une répulsion dont le taux varie de 36,6 à 80% vis-à-vis des adultes d'*A. obetectus*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose.

De même, TAPOUNJOU et al., (2003) constatent que l'huile de *C. ambrosioide* avait des propriétés répulsives relativement plus élevée (PR=89%) que celle d'*E. soligna* (PR=71%), bien que les deux soient fortement répulsives vis-à-vis de bruche de niébé *C. maculatus*.

Les résultats obtenus, montrent que l'huile essentielle extraite des feuilles de romarin est considérée, comme un insecticide à double effet à savoir par inhalation et répulsion sur les

adultes de *T. castaneum*, ou nous avons enregistré une mortalité totale après une soumission des adultes à la dose 6 μ l pendant 3h par saturation de leur environnement, et une répulsion de 52% de cette huile essentielle.

Cette étude entre dans le cadre de la recherche des méthodes de lutte alternative contre les insectes ravageurs des denrées stockées, un domaine encore peu étudié afin de contribuer pour limiter les inconvénients liés à l'utilisation des insecticides chimiques et à la lutte contre l'insécurité alimentaire.

Ce travail a porté sur l'influence de deux types de méthodes de lutte à préconiser pour contrôler la longévité de *Tribolium castaneum*.

Dans cette étude, nous avons essayé de valoriser une espèce aromatique et spontanée appartenant à la flore algérienne pouvant être comme biopesticide dans la phytoprotection.

Les résultats des expérimentations menées sur l'huile essentielle de la plante de romarin *R. officinalis* que nous avons testé par deux modes de pénétration semble avoir un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum*.

L'huile essentielle que nous avons testée semble avoir un effet toxique par inhalation sur la longévité des adultes de *T. castaneum* ; la dose nous ayant donné une mortalité totale des individus avec un temps relativement faible est de l'ordre de 6 μ l.

L'effet par répulsion de l'huile essentielle de *R. officinalis* s'est révélée modérément répulsive (classe III) sur les adultes de *T. castaneum* avec un taux de répulsion moyen de 52%.

Après ces deux tests effectués, nous pouvons conclure que l'application du traitement sur les denrées stockées par l'huile essentielle issue des plantes aromatiques et médicinales peut être efficace pour lutter contre les insectes ravageurs de ces denrées.

Il est remarquable de souligner que la présence d'une matière active n'est pas le seul déterminant mais sa concentration est un point capital du pouvoir insecticides de l'huile essentielle.

En perspective, il serait intéressant de procéder à l'application d'autres tests sur le *T. castaneum*, mais également de tester ces insectes par d'autres huiles essentielles qui pourraient se révéler plus efficace en un temps relativement faible.

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

- Abahri H., 2016.** Toxicité de deux huiles essentielles de romarin à l'égard d'un insecte ravageur des grains stockés *Tribolium confusum* Coleoptera : Tenebrionidae. Mémoire de master, UMMTO, pp 38.
- Abid S., 2018.** Effet insecticide des huiles essentielles de l'Eucalyptus globulus L. et *Globularia alypum* L sur *Tribolium castaneum* Herbst. Mémoire de master, Université Akli Mouhand Oulhadj Bouira, pp 34.
- Aggoun N. Et Hassani S., 2013.** Etude de l'effet insecticide de l'huile essentielle de la menthe poivrée *Mentha piperita* et de la sauge *Silvia officinalis* sur le bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. Mémoire d'ingénieur en biologie. UMMTO, 52p.
- Aissani N., 2018.** Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits méthanoliques de *Curcuma longa* L. et *Zingiber officinale* (Roscoe) commercialisés dans la région de M'sila, mémoire de master, Université Mohamed Boudiaf - M'sila, pp 73.
- Aït Youssef, M., 2006.** Plantes médicinales de Kabylie. Ed. Ibis press. 349 P.
- Ajaikumar et al., K. C., 2004.** Traditional Use of Spices. pages 66-70.
- Alabi T ; Dean J ; Michaud JP ; Verheggen, F ; Lognay G et Haubruge E., 2011.** La chimie cuticulaire de *Tribolium brevicornis* dissuade-t-elle le cannibalisme et la prédation des pupes? Journal of insect science, col 11 numéro 1, 115.
- Alfred F.Naylor., 1962.** Dispersion chez le *tribolium* rouge de la farine *Tribolium Castaneum* (Tenebrionidae), Écologie Vol. 42, n° 2, p. 231-237 (7 pages).
- Ali B.H., Blunden G., Tanira M.O., & Nemmar A., 2008.** Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 409-420.
- Allais, D., 2009.** Le gingembre. Actualités Pharmaceutiques, 48(483), 53-54.
- Amari N., 2014.** Etude du choix de ponte du bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles : (Cédré, Ciste et Eucalyptus) sur l'activité biologique de l'insecte. Thèse de Magister : commerce et d'industrie. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 23-25p.
- Andallu B., Radhhika B., Suryakantham., 2003.** Effect of aswagandha, ginger and mulberry on hyperglycemia and hyperlipidemia. Plant Foods Hum Nutr, 58, 1-7.
- Angèle M. F., 2017.** Les Zingiberaceae en phytothérapie : l'exemple du gingembre. thèse de docteur en pharmacie. Université de Lille 2. 174p.
- Angelini D.R., Jockusch E.L., 2008.** Relationships among pest flour beetles of
- Anonyme., 2022.** Angiosperm Phylogeny Website. Zingibérales. (En ligne) disponible sur : <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/orders/zingiberalesweb.htm> (page consultée le 16/05/2022).
- Anonyme., 2022.** Angiosperm Phylogeny Website. Zingibérales. (En ligne) disponible sur : <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/orders/zingiberalesweb.htm>).

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

- Anonyme., 2022.** Oreka jardinage. Gingembre : savoir planter, tailler, entretenir. (En ligne) disponible sur : <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/134/gingembre>.
- Anonyme., 2022.** Tropical biodiversity. Ginger - Zingiber officinale. (En ligne) disponible sur : <http://blogs.reading.ac.uk/tropical-biodiversity/2012/07/ginger>.
- Anton, R. Et Lobsten, A., 2005.** Plantes aromatiques (épices, aromates, condiments et huiles essentielles). Ed. Lavoisier ISBN. 522 P.
- Aouina A., 2017.** Evaluation de l'effet répulsif de *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill. Sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Herbst), mémoire de master, Université Mohamed Boudiaf - M'sila, Pp 41.
- Arnaud L, Haubruge E et MJG Gage, 2005.** Le gène de résistance spécifique au malathion confère un avantage à la compétition des spermatozoïdes chez *Tribolium castaneum*, Complementary Approaches to the Understanding of Parasitoid Oviposition Decisions Écologie fonctionnelle, Vol. 19, n° 6 : 1032-1039.
- Arnaud L., Lognay G., Verscheure M., Leenaers L., Gaspar C., et Haubruge E., 2002.** Is Dimethyldecanal a common aggregation Pheromone of *tribolium* flour beetles? Journal of Chemical Ecology, Vol. 28, No. 3.
- Bellakhadar, J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoir populaire. Ed. IBIS Press. 764 PP.
- Benazzeddine S., 2010.** Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera;Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El-Harrach d'Alger - Ingénieur d'état en science. P, 89.
- Boles, P., 2011.** *Rhyzopertha dominica* Fabricius - Lesser Grain Borer. Agricultural Research Service, United States, Département of Agriculture.
- Boone S.A. and Shields K.M., 2005.** Treating pregnancy-related nausea and vomiting with ginger. Ann Pharmacother ;39(10) :1710-3p.
- Bossard, R., Cuisance, P., 1984.** Arbustes d'ornement. Ed. Techniques et documentations. Lavoisier. 600 p.
- Botineau M.** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Lavoisier Ed. 2010. 1403 p.
- Boullard, B., 1988.** Dictionnaire de botanique. E d. Marketing. 398 p.
- Bousquet Y., 1990.** Beetles associated with stored products in Canada: An identification guide. Agriculture and Agri-Food Canada.
- Bryer E, CNM, MSN., 2003.** A literature review of the effectiveness of Ginger in alleviating
- Butin A., 2017.** Le gingembre : de son utilisation ancestrale à un avenir prometteur, thèse de doctorat, Université De Lorraine, pp 117.
- Calmont B., Et Soldati F., 2008.** Découverte de *Tribolium madens* Charpentier, 1825 dans le département du Puy-de-Dôme France ; clé de détermination et distribution des espèces du genre *Tribolium* en France. Research Gate. T. XVII (2).

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

- Campbell J.F & Runnion C., 2003.** Patch exploitation by female red flour beetles, *Tribolium castaneum*. Journal of Insect Science, 3(20), 8p.
- Cecchini, T., Ticli, B., 2008.** Les plantes médicinales. Reconnaître les plantes, faire des recettes, décoctions, onguents pour soigner et soulager les douleurs du quotidien. Ed. Devenchi. 351 p.
- Chachoua I et Guerrache M., 2018.** L 'effet insecticide d'huile essentielle de *juniperus oxycedrus* sur les ravageurs des denrées stockées, Mémoire de master, Université Akli Mohand Oulhadj – Bouira, pp 47.
- Charnov E. L., Samuel W. Skinner., 1985.** Mécanismes de transfert et de stockage du sperme chez le tribolium rouge de la farine (Coleoptera : Tenebrionidae), Environmental Entomology, Volume 14, Issue 4, 1, Pages 383–391.
- Christine B., 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2ème Edition, 124-154.
- Chrubasik S., Pittler M.H., Roufogalis B.D., 2005.** Zingiberisrhizoma: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. Phytomedicine: 12(9):684-701.
- Cseke, L.J et Kaufman P., 1992.** How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90 in P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke Et H.L. BRIELMANN (eds.), Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Dajoz R., 2010.** Dictionnaire D'entomologie. Paris : Tec & Doc. 348 p
- Dave A., Colin J., Demianyk P.G., Fields D.S., Jayas J.T.M., William E.M., Blaine T.,**
- Dehina N et Sadaoui R., 2020.** Détermination des composés phénolique par HPLC-MS/MS et évaluation de l'activité antioxydante de rhizome de « *Zingiber Officinale* Roscoe » -Analyse d'article, master de mémoire, Université Mohamed Khider de Biskra, pp 45.
- Delobel A., Tran M., 1993.** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 424 p.
- Faivre C., Lejeune R., Staub H., Goetz P., 2006.** *Zingiber officinale* Roscoe. Phytothérapie: 99-102.
- Fedemet., 2017.** Gingembre et galanga. Paris : Fedalim.
- Ferrer J., 1995.** A key to the Flour beetles of the genus *Tribolium* Macleay in
- Fleurat-Lessard, F., 2002.** Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach. Journal of Stored Products Research, 38, 191-218.
- Kumar L., 1991.** économie et développement. Collection dirigée par George courade page 123.
- Gigon, F., 2012.** Le gingembre, une épice contre la nausée. Phytothérapie. 10, 87-91.
- Glitho I.A.** Effets de quelques huiles essentielles sur l'activité reproductrice de *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae). Ann. Univ. De Ouagadougou, Séries B, 5 : 175-184.
- Golob, P., and D.J. Webley., 1980:** The use of plants and minerals as traditional protectands of stored products. Report of the Tropical Products Institute G138, vit 32 pp.

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

- Gueye A., Thiaw T, Sembene Ch., Appl M., J. 1997.** Évolution des paramètres biodémographiques des populations de *Tribolium castaneum* H. Coleoptera, Tenebrionidae inféodé à l'mil (*Pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zea mays* L.) Journal of Applied Biosciences.
- Hasni H et Zeghba R., 2017.** Evaluation de l'effet répulsif des huiles essentielles des plantes *R. officinalis*, *E. globulus* et *L. officinalis* vis-à-vis des insectes des céréales stockées. *Rhyzopertha dominica*. Mémoire de master en sciences biologiques. Université Mohamed BOUDIAF- M'SILA.63p.
- Haubruge E., 1995.** Etude des phénomènes responsables de la résistance spécifique au malathion chez *Tribolium castaneum* Herbst (Col., Tenebrionidae), Pages 52-54.
- Ho Hio Hen N., 2017.** Shell Ginger *Alpinia Zerumbet*. *Phytothérapie*: 235-239.
- Inge de Groot, 2004.** Protection of stored cereal grains and pulses, page 32-38.
- Jerraya A., 2003.** Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord : leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts et leur contrôle Ed° Climat Pub, Tunis, 415p.
- Gwinner J., Harnish, R. et MÜch O., 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte. Projet de protection des stocks et des récoltes, D- 65726 Eschborn, R.F.A., 388p.
- Kellouche A., 2006.** Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* F, Coleoptera Bruchidae, physiologie, reproduction et lutte. Thèse Doctorat d'état en Science Naturel. Univ. T.O.Z. Spécialité : Entomologie, 216p.
- Ketoh K., 1998 :** Utilisation des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus*. Thèse de Doctorat, Université du Bénin, Lomé (Togo).
- Khanom F, Kayahara H and Tadasa K., 2000.** Superoxyde-scavenging and prolyl endopeptidase inhibitory activities of Bangladashi indigenous medicinal plants. *Biosci Biotechnol Biochem*, 64, 837-840.
- Kim EC, Min JKA, Kim TYC, Lee SJA, Yang HOD, Han SB, Kim YM, Kwon YG., 2005.** [6]-Gingerol, a pungent ingredient of ginger, inhibits angiogenesis in vitro and in vivo. *Biochem Biophys Res Commun*, 335, 300–308.
- Kim HAW, Murakami A, Abe M, Ozawa Y, Morimitsu Y, Willams MV and Ohigashi M., 2005.** Suppressive effects of mioga ginger and Ginger constituents on reactive oxygen and nitrogen species generation, and the expression of inducible pro-inflammatory genes in macrophages. *Antioxidants and redox signalling*, 7, 11- 12.
- Ko K., Juntarajumnong W., Chandrapatya A., 2009.** Répulsivité, fumigant et de contact toxicité de *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon contre de *Sitophilous Motschulsky* et *Tribolium castaneum* de Herbst. *Kasetsart J. Nat. Science*. 43, 56-63.
- Koub1ssi H., 1998.** Encyclopidie des plantes médicinales. Ed. Dar el Beirut, pp.1-565.
- Lahlou M., 2004.** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils, *Phytother.Res.* N°18, pp. 435-448.

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

- Lakrous L., 2017.** Effet insecticide de l'huile essentielle de romarin *Rosmarinus officinalis* sur la longévité des adultes mâles et femelles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Bohman, 1988, Coleoptera : chrysomelidae : Bruchinae dans la période de diapause ? mémoire de master Université de Mouloud MAMMAERI de Tizi Ouzou, pp 39.
- Leelaja B.C., Rajashekar Y., Rajendran S., 2007.** Detection of eggs of stored product insects in flour with staining techniques. Journal of Stored Product Research, 43(3): p 206-210.
- Lepesme P., 1944-** les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Collection : Encyclopédie entomologique, le chevalier. Paris. 335P.
- Lepesme P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier, Paris.335p.
- Lerant P., 2015.** Les insectes : Histoires insolites. Versailles : Quae.
- Lyon W.F., 2000.** Confused and Red Flour Beetles. Ohio State University Extension Fact Sheet.HYG-2087-97.
- Ma X et Gang DR., 2006.** Metabolic profiling of in vitro micropropagated and conventionally greenhouse grown ginger (*Zingiber officinale*). Phytochem, 67, 2239-2255.
- Madene N., 2013.** Activité biologique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum*, Coleoptera : Tenebrionidae, mémoire de master, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach-Alger, Pp 96.
- Malléa M ; Soler M ; Anfosso F et Charpin J., 1979.** Activité antifongique des huiles essentielles aromatiques (trad. de l'auteur), Pathologie-biologie, 27(10) : 597-602.
- Manju V and Nalini TN., 2005.** Chemopreventive efficacy of ginger, a naturally occurring anticarcinogen during the initiation, post-initiation stages of 1,2 dimethylhydrazineinduced colon cancer. Clinica Chimica Acta, 358, 60–67.
- Margaret C; Bloch Q; Herbeck T; Lewis S., 1996.** Annals of the Entomological Society of America, volume 89, numéro 6, pages 892–897.
- Mason L.J., 2003.** Grain Insect Fact Sheet E-224-W: Red and Confused Flour Beetles, *Tribolium castaneum* (Bhst.) and *Tribolium confusum* Duval. Purdue University, Department of Entomology.
- mild to moderate nausea and vomiting of pregnancy. J Midwifery Womens Health, 50, 1-3.
- Mokrane K et Gourari I., 2020.** Evaluation des effets protecteurs du gingembre après intoxication par les phtalates, mémoire de master, Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi, pp 30.
- Moussi T., 2016.** Utilisation de la poudre végétale du Romarin, *Eucalyptus, Marrube* et des Micro-ondes dans cadre de la lutte contre *Tribolium confusum*, mémoire de master, Université M'Hamed Bouguera, pp 71.
- MUNYULI T. M. B., 2009.** On-Farm Storages Participatory Evaluation and Validation of the Capability of Native Botanicals for Control of Bean Bruchids, *Acanthoscelides obtectus* L.,

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

Coleoptera: Bruchidae in South-Kivu Province, Eastern of Democratic Republic of Congo. *Tropicultura J.*, 27 (3), pp: 174-183.

Nagamo T. S. L., Noudjou W. F., Kouninki H., Ngassoum M. B., Mapongmestsem P. M., Malaisse F., Haubruge E., Lognay G., Hance T., 2007. Use of essential oils of aromatic plants as protectant of grains during storage. *Agricultural Journal*. 2(2) : 204-209.

Ncibi S., 2020. Potentiel bioinsecticide des huiles essentielles sur deux ravageurs des céréales stockées *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) et *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) et Identification de leurs ennemis naturels, thèse, Ecole Doctorale Sciences et Techniques de L'Agronomie et de l'Environnement, pp 211.

Ndomo A. F., Tapondjou A. L., Tendonkeng F., Tchouanguép Fm., 2009. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* S. Coleoptera : *Bruchidae*, *Tropicultura J.*, 27 (3) : 137-143.

Ngamo L.S.T., et Hance T., 2007. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical, *Tropicultura*, 25 (4) : 215-220.

Noel D.G.W., 2001. Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. Éd. Rev. Manitoba Canada. 59 p.

Nouaho G., 2016. Effets de la poudre du gingembre (*Zingiber officinale* Roscoe) sur quelques paramètres zootechniques des poulets de chair de souche Ross 308, Rapport, pp 62.

Panneton B ; Vincent C ; Fleurât-Lessard F. Place de la lutte physique en phytoprotection. Chapitre 1 page 1-6.

Perez M., 2007. Influence de l'âge, de l'état d'accouplement, du sexe, de la quantité de nourriture et de la privation de nourriture à long terme sur l'initiation du vol du *tribolium* rouge de la farine (Coleoptera : Tenebrionidae).

Philippe H., Lartillot N and Brinkmann H., 2005. Multigene analyses of bilaterian animals corroborate the monophyly of Ecdysozoa, Lophotrochozoa, and Protostomia. *Mol. Biol. Evol.* 22: 1246–1253.

Phylogenet Evol ; 46.

Pinson C., 2012. Curcuma et gingembre – un concentré de bienfaits pour votre santé et votre beauté. Eyrolles Ed. pp 18-20.

Pinson C., 2012. Gingembre et curcuma : un concentré de bienfait pour votre santé et votre beauté. Collection dirigé par Carole M, Groupe Eyrolles. Paris, 395, pp 185.

Regnault-roger C., Philogene J.R.B. & Vincent C., 2002. Bio- pesticides d'origine végétale. Paris : Lavoisier, Editions Tec et Doc, 319p. *Sci.* 48 (2), pp: 72-75.

Safi N., 2020. Comportement insecticide des huiles essentielles des plantes aromatiques sur *Tribolium castaneum* (Herbst), Coleoptera: Tenebrionidae. Mémoire de master, Université Aboubekr Belkaid – Tlemcen, pp 33.

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

- Sakhraoui A et Aguia C., 2020.** Propriétés biologiques du *Zingiber officinale*, mémoire de master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A, pp 27.
- Sara M. Lewis, Steven N. Austad., 1994.** Sexual selection in flour beetles: the relationship between sperm precedence and male olfactory attractiveness. Behavioral Ecology, Volume 5, Issue 2, Summer 1994, Pages 223-224.
- Schwerener et Rio., 2007.** High performance liquid chromatographic analysis of 6-gingerol, 8-gingerol, 10-gingerol and 6-shogaol in ginger containing dietary supplements, spices teasand beverages, J.Chromatography B.856 (1-2).
- Sokoloff A., 1974.** The Biology of *Tribolium*: With Special Emphasis on Genetic Aspects. Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.
- Spichiger, R., Vincent., Muriellefigrt, S., Jeanmonod, D., 2004.** Botanique et systématique des plantes à fleurs. 3ème éd. P. P. U. R. 413 P.
- Steffan J.R., 1987.** Description Et Biologie. Les Insectes Et Les Acariens Des Céréales Stockées Ed.A.F.N.O.R Paris, 238 p.
- Stoll G., 2002.** Protection naturelle des végétaux en zone tropicales, Margraf Verlag, Allemagne, 386 p.
- suresh., 2001.** Mortality resulting from interactions between the red flour beetle and the rusty grain beetle Une clé des coléoptères de la farine du genre *Tribolium* MacLeay en Suède (Coleoptera, Tenebrionidae).
- Sweden Coleoptera, Tenebrionidae, with distributional notes. Ent. Tidskr. 116 :123
- Syafitri D. M., Levita J., Mutakin M., Diantini A., 2018.** A Review: Is Ginger (*Zingiber officinale* var. Roscoe) Potential for Future Phytomedicine? Indonesian Journal of Applied Sciences: 1-6.
- Syafitri, D. M., Levita, J., Mutakin, M., &Diantini, A., 2018.** A Review: Is Ginger (*Zingiber officinale* var. Roscoe) Potential for Future Phytomedicine? Indonesian Journal of Applied Sciences, 8(1).
- Tapondjou A. L., Adler D., Fontem D.A., Bouda H., 2003.** Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrsioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab. Coleoptera : Bruchidae, 12(6) : 401-407.
- Teuscher, E., Anton, R., Lobstien, A., 2005.** Plantes aromatique (épices, aromates, condiments et huiles essentielles). Ed. Lavoisier ISBN. 522 P.
- the genus *Tribolium* Tenebrionidae inferred from multiple molecular markers. Mol
- Weidner H., et Rack G., 1984.** Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds, Eschborn GTZ, p. 54 et 129.
- Wichtl I.M., et Anton, R., 2003.** Plantes thérapeutiques. 2e Edition, Paris, p 692.
- Wool D; Bergerson O., 1979.** Sperm precedence in repeated mating of adults of *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), Pages 157-160.

REFERNCES BIOBLOGRAPHIQUES

Yudthavorasit S, Wongravee K., Leepipatpiboon N., 2014. Characteristic fingerprint based on gingerol derivative analysis for discrimination of ginger (*Zingiber officinale*) according to geographical origin using HPLC-DAD combined with chemometrics. Food Chem. 1 ; 158 : Pp101-11

Résumé

L'huile essentielle du Romarin *Rosmarinus officinalis* a été testée à différentes doses dans des conditions du laboratoire sur les *Tribolium castaneum* présent sur le gingembre *Zingiber officinale*. Cette huile est évaluée par inhalation et par répulsion.

Dans l'ensemble des tests par inhalation, l'huile essentielle de *R. officinalis* montre un effet biocide important à l'égard des adultes de *T. castaneum*, les différentes doses sont toxiques au fur et à mesure qu'elles augmentent. La dose 6µl s'est révélée plus efficace enregistrant un taux de mortalité total des individus après 3 heures d'exposition.

Le test par répulsion révèle que cette huile est placée dans la classe III ; une huile modérément répulsive avec un taux moyen de 52%.

Il ressort de nos résultats que l'huile essentielle de *R. officinalis* a une activité insecticide très marquée sur la longévité des adultes de *T. castaneum*. Par conséquent, cette huile pourrait être efficace pour lutter contre les insectes ravageurs des denrées.

Mots clés : *Zingiber officinale*, *Tribolium castaneum*, *Rosmarinus officinalis*, biocide, insecticide et l'huile essentielle.

Summary

Rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) was tested at different doses under laboratory conditions upon *Tribolium castaneum* present upon ginger *Zingiber officinale*. This oil is rated by inhalation and repulsion.

In all inhalation tests, Rosemary essential oil showed a significant biocidal effect on *T. castaneum*, the different doses were toxic as they increase. The 6µl dose proved to be more effective recording a total mortality rate of individuals after 3 hours of exposure.

The repulsion test revealed that Rosemary essential oil is placed in class III; it is a moderately repellent with an average rate of 52%.

It appears from our results that the essential oil of *R. officinalis* has a very marked insecticidal activity on the longevity of the adults of *T. castaneum*, this oil could be effective in the fight against insect pests of stored foodstuffs.

Key words : *Zingiber officinale*, *Tribolium castaneum*, *Rosmarinus officinalis*, biocidal, insecticidal and Rosemary essential oil.