



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Tébessi -Tébessa-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Département : Êtres vivants



MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Spécialité : ECOPHYSIOLOGIE ANIMALE

Thème

**Impact d'un biopesticide sur un insecte
d'intérêt économique**

Présentée par : Melle AOUCHE Basma

Membres de Jury :

Pr. TINE-DJEBBAR Fouzia	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Rapporteur
Dr. SOLTANI Nedjmeddine	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Président
Mme. YAHIA Hadda	U. Larbi Tébessi-Tébessa	Examineur

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

“Etudie, non pour savoir plus, mais pour savoir mieux.”

De Sénèque

Dieu merci pour la santé, la volonté, le courage et la détermination qui nous ont accompagnés tout au long de la préparation et l'élaboration de ce travail et qui nous ont permis d'achever ce modeste travail.

Le présent travail est non seulement le résultat de notre courage, sacrifice, patience et endurance mais aussi une participation de plusieurs personnes qui nous sont chères.

Son succès dépend d'une série d'interventions tant matérielles, financières, morales qu'intellectuelles.

La première personne que nous tenons à remercier infiniment est notre promotrice madame **Pr. TINE DJEBBAR Fouzia**, pour Son esprit bienveillant et son énergie positive m'inspirent tout au long de mes études et pour son encadrement et ses constantes orientations de notre recherche en y accordant une méticuleuse attention, ainsi que pour ses conseils, sa disponibilité et son extrême amabilité malgré sa grande charge de travail sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nous tenons à remercier **Mr. SOLTANI Nedjmeddine** d'avoir accepté la présidence du Jury de notre projet, toutes nos expressions respectueuses et en espérant d'être à la hauteur de votre confiance.

Nous tenons à remercier **Mme YAHIA Hadda** d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de notre travail.

Nos sincères remerciements s'adressent à tous les camarades.



SOMMAIRE

Sommaire

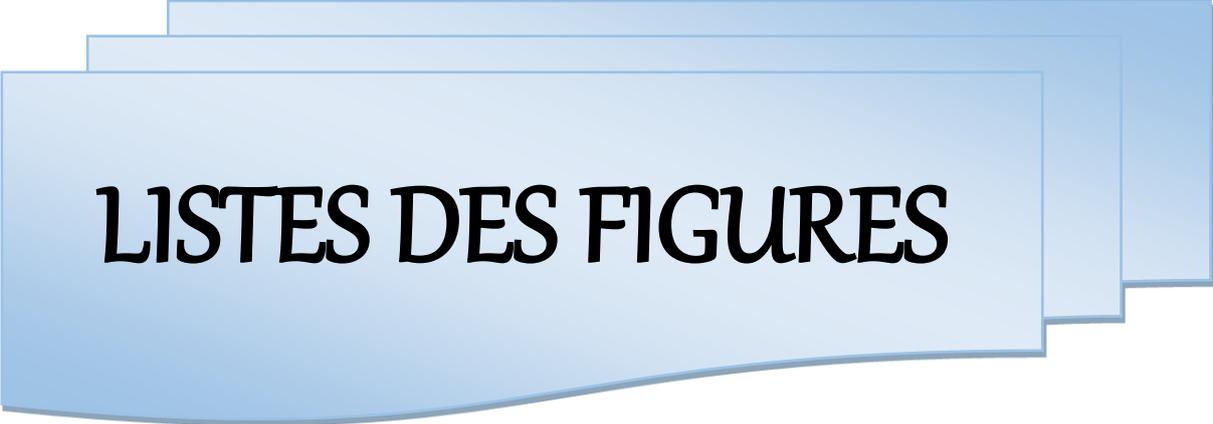
TITRES	PAGES
I. INTRODUCTION	1
II. MATERIEL ET METHODES	3
2.1. Présentation de l'insecte	3
2.2. Collecte et élevage	4
2.3. Présentaion de la plante, <i>Rosmarinus officinalis</i>	4
2.4. Collecte de la plante et extraction de l'huile essentielle	5
2.5. Traitement et bioessais	6
2.5.1. Toxicité de l'HE par fumigation	6
2.5.2. Toxicité de l'HE par ingestion	7
2.6. Activité répulsive de l'huile essentielle	8
2.7. Extraction et dosage des constituants biochimiques	9
2.7.1. Dosage des protéines totales	10
2.7.2. Dosage des glucides totaux	10
2.7.3. Dosage des lipides totaux	11
2.8. Analyses statistiques	13
III.RESULTATS	14
3.1. Rendement de l'huile essentielle	14
3.2. Toxicité par fumigation	14
3.3. Toxicité par ingestion	16
3.4. Activité répulsive de l'huile essentielle	17
3.5. Effet du traitement sur la composition biochimique	18
3.5.1. Effet sur le contenu en protéines totales	18
3.5.2. Effet sur le contenu en glucides totaux	19
3.5.3. Effet sur le contenu en lipides totaux	20
IV. DISCUSSION	21
4.1. Rendement de l'huile essentielle	21
4.2. Toxicité de l'HE de <i>Rosmarinus officinalis</i>	21
4.3. Effet répulsif de l'HE	22
4.4. Effet du traitement sur la composition biochimique	23
4.4.1. Effet sur les proteins	23
4.4.2. Effet sur les glucides	24
4.4.3. Effet sur les lipids	24
V.CONCLUSION ET PRESPECTIVES	26
VI. RESUME	27
VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	30



LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

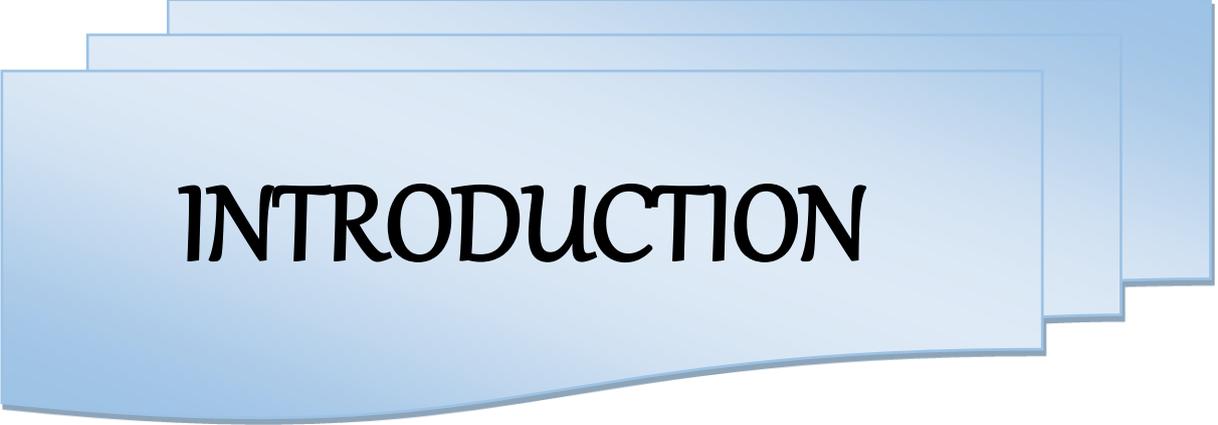
Tableaux	Titres	Pages
Tableau 1	Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald <i>et al.</i> (1970).	9
Tableau 2	Dosage des protéines totales chez les larves de <i>T. granarium</i> : réalisation de la gamme d'étalonnage.	10
Tableau 3	Dosage des glucides totaux chez les larves de <i>T. granarium</i> : réalisation de la gamme d'étalonnage.	10
Tableau 4	Dosage des lipides totaux chez les larves de <i>T. granarium</i> : réalisation de la gamme d'étalonnage.	11
Tableau 5	Efficacité de l'HE de <i>R. officinalis</i> appliquée par fumigation sur les larves de <i>T. granarium</i> : analyse des probits.	15
Tableau 6	Efficacité de l'HE de <i>R. officinalis</i> appliquée par ingestion sur les larves de <i>T. granarium</i> : analyse des probits.	17
Tableau 7	Pourcentages (PR) et classes (CR) de répulsion de l'huile du Romarin testée sur les larves de <i>T. granarium</i> .	18



LISTES DES FIGURES

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
Figure 1	Larves de <i>Trogoderma granarium</i> .	3
Figure 2	Arbuste de <i>Rosmarinus officinalis</i> .	5
Figure 3	Extraction de l'HE de <i>Rosmarinus officinalis</i>	6
Figure 4	Test de toxicité par fumigation.	7
Figure 5	Test toxicité par ingestion.	8
Figure 6	Test de repulsion.	9
Figure 7	Extraction des glucides, protéines et lipides totaux (Shibko <i>et al.</i> , 1967).	12
Figure 8	Toxicité de l'HE de <i>R. officinalis</i> appliquée par fumigation ($\mu\text{l/l}$ d'air) sur les larves de <i>T. granarium</i> .	15
Figure 9	Effets de l'HE du <i>R. officinalis</i> appliquée par fumigation sur les larves de <i>T. granarium</i> à différentes périodes : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.	15
Figure 10	Toxicité de l'HE de <i>R. officinalis</i> appliquée par ingestion ($\mu\text{l/ml}$) sur les larves de <i>T. granarium</i> .	16
Figure 11	Effets de l'HE de <i>R. officinalis</i> appliquée par ingestion sur les larves de <i>T. granarium</i> à différentes périodes : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.	17
Figure 12	Effet de l'HE du romarin (CL_{25} et CL_{50}) appliquée par ingestion sur le contenu en protéines totales.	19
Figure 13	Effet de l'HE du romarin (CL_{25} et CL_{50}) appliquée par ingestion sur le contenu en glucides totaux.	19
Figure 14	Effet de l'HE du romarin (CL_{25} et CL_{50}) appliquée par ingestion sur le contenu en lipides totaux.	20



INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

La production de céréales en Algérie est marquée par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques. Les progrès technico-économiques ne parviennent pas à stabiliser la production du secteur, mais ont permis de l'augmenter significativement. Tout ce qui est produit n'est pas consommé directement par l'homme ou les animaux, il est destiné à être stocké. Par conséquent, une stratégie portée uniquement sur l'alimentation de la production n'est pas suffisante pour faire face à l'augmentation de la demande alimentaire (Benlameur,2016).

Le stockage des céréales durant plusieurs mois est une pratique courante. Sa nécessité vient du décalage entre leurs productions saisonnières et leurs utilisations tout au long de l'année (Khellaf & Kermiche, 2020). Le regroupement des récoltes sous formes de stocks, effectué depuis la haute antiquité, crée un système écologique artificiel particulièrement vulnérable aux attaques des ravageurs animaux : rongeurs, oiseaux, insectes, acariens ...etc. (Sigaut, 1978).

Les insectes sont les plus nuisibles, ils sont très redoutés car leur présence est néfaste, et déprécie le stock tout entier, quel que soit leur nombre (Fleurrat-Lessard, 1982). Les pertes dues aux insectes sur les céréales et les légumineuses sont de l'ordre de 10% à 40% dans des pays où les technologies modernes de stockage n'ont pas été introduites (Hignar, 1985).

La lutte chimique par l'utilisation des insecticides tels que les organophosphorés et les pyréthriinoïdes, est la méthode la plus répandue actuellement, elle est relativement peu coûteuse, facile et rapide (Cissokho *et al.*, 2015 ; Hill, 2008). Malheureusement, l'application abusive et non contrôlée de ces pesticides a provoqué des conséquences néfastes tels que l'impact négatif sur l'environnement et l'intoxication chronique des consommateurs (Pretty & Hine, 2005).

Face à cette situation, la lutte biologique est considérée comme la solution adéquate contre les ravageurs des denrées stockées (Ncibi, 2020). L'utilisation de composés naturels (biopesticides) comme une option prometteuse est une meilleure alternative aux pesticides synthétiques permettant un contrôle plus sûr des populations de ravageurs (Campos *et al.*, 2016).

Dans ce contexte, l'utilisation des huiles essentielles (HEs) des plantes aromatiques dans la protection des cultures devient importante en raison de leur sécurité, de leur efficacité et de leur propriétés écologiques (Priya *et al.*, 2016 ; Jayakumar *et al.*, 2017a, b ; Ebrahimifar *et al.*, 2020).

De nombreuses familles de plantes (Rutacées, Méliacées, Astéracées, Labiées, Pipéracées, Verbénacées et Annonacées) sont utilisées comme pesticides botaniques (Isman, 1995). Leur toxicité s'exprime de différentes manières : Activités ovicide, larvicide (Pavela, 2004a), perturbation de la croissance des insectes (Pavela, 2004b), diminution de la fécondité et de la fertilité (Pavela, 2005). Ils peuvent agir aussi comme des fumigants (Jayakumar *et al.*, 2017 ; Kheloul *et al.*, 2020), des insecticides de contact (Aryani & Auamcharoen, 2016) et des répulsifs (Hossain & Khalequzzaman, 2018 ; Ebrahimifar *et al.*, 2020).

Dans ce contexte, notre étude a été consacrée dans une **première partie** à l'extraction de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* ainsi qu'à la détermination de son rendement.

La deuxième partie est consacrée à l'évaluation de la toxicité de cette huile par fumigation et par ingestion à l'égard des larves de *Trogoderma granarium*.

La troisième partie vise à déterminer le pouvoir répulsif de l'huile essentielle vis-à-vis des larves de *Trogoderma granarium*.



MATERIEL ET METHODE

II.MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de l'insecte, *Trogoderma granarium* (Everts, 1898)

Trogoderma granarium (Coleoptera : Dermestidae) est un ravageur des entrepôts qui attaque principalement les céréales et leurs dérivés, les légumineuses et leurs dérivés (Fig.1). Ce coléoptère est l'un des ravageurs les plus notoires des céréales stockées dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales du monde (Ahmedani *et al.*, 2011). Les larves sont brun-jaunâtre, en forme de fuseau et recouverte d'abondantes touffes de poils. Elles sont capables de résister très longtemps à de mauvaises conditions de l'environnement (Maisonneuve & Larose, 1985).

La classification systématique de *Trogoderma granarium* est la suivante :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordre	Coleoptera
Sous-ordre	Polyphaga
Super-famille	Bostrichoidea
Famille	Dermestidae
Genre	<i>Trogoderma</i>
Espèce	<i>Trogoderma granarium</i> (Everts, 1898)



Figure 1. Larves de *Trogoderma granarium* (Photo personnelle, 2022).

2.2. Collecte et élevage

Les individus de *T. granarium* ont été collectés à partir de la Coopérative des céréales et des légumes secs (CCLS) de Tébessa. L'élevage de masse de ce coléoptère a été réalisé au niveau du Laboratoire Eau et Environnement à l'Université de Tébessa, dans des boîtes en plastiques contenant 5 kg de blé. Le criblage a été effectué à l'aide d'un tamis de 2 mm et un papier filtre blanc pour qu'on puisse repérer le ravageur à l'œil nu. L'élevage est maintenu à une température de $27 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $65 \pm 5\%$. Dans toutes les expériences, les larves matures ont été utilisées.

2.3. Présentation de la plante, *Rosmarinus officinalis*

Le Romarin, *Rosmarinus officinalis* L, est une plante commune à l'état sauvage et l'une des plantes les plus populaires en Algérie. Cette plante appartient à la famille des Labiées (Lamiaceae). Elle se présente sous forme d'arbuste (Fig. 2). Les feuilles sont étroitement lancéolées linéaires, friables et coriaces, les fleurs d'un bleu pâle, maculées intérieurement de violet sont disposées en courtes grappes denses s'épanouissent presque tout au long de l'année. Communément appelé "El-Halhali". Elle est riche en Camphre, Cinéole, α -pinène, Bornéol, et Camphène.

La classification systématique de *Rosmarinus officinalis* est la suivante :

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



Figure 2. Arbuste de *Rosmarinus officinalis*.

2.4. Collecte de la plante et extraction de l'huile essentielle

Les feuilles de *R. officinalis* ont été collectées de la région du Doukkan (Tébessa). Elles ont été rincées à l'eau du robinet pour éliminer le sol et les autres contaminants de surface, puis séchées à l'ombre et découpées en petits morceaux. L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée au niveau du laboratoire de recherche « Eau et environnement » de l'Université Larbi Tébessi, par hydrodistillation (Fig. 3). 100 g de feuilles ont été immergés dans 1000 ml d'eau distillée, le mélange est tenu en ébullition pendant 2h. A la fin de l'opération, l'HE recueillie a été filtrée en présence de sulfate de sodium (Na_2SO_4) pour éliminer les traces d'eau résiduelle. Elle est ensuite récupérée et stockée à 4°C et à l'obscurité dans un flacon en verre, hermétiquement fermé et couvert du papier aluminium pour les préserver de la lumière. La quantité d'huile obtenue est pesée pour le calcul du rendement.

Le rendement en HE est le rapport entre le poids de l'HE extraite et le poids de la biomasse végétale à traiter. Il est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{R = [\Sigma PB / \Sigma PA] \times 100}$$

R : Rendement en huile (%).

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g.

PB : Poids de l'huile en g.



Figure 3. Extraction de l'HE de *Rosmarinus officinalis* (Photo personnelle, 2022).

2.5. Traitement et bioessais

2.5.1. Toxicité de l'HE par fumigation

Après un screening préalable, différentes concentrations de l'HE de *Rosmarinus officinalis* (5, 10, 20 et 40 $\mu\text{l/l}$ d'air) ont été appliquées sur un disque de papier filtre (Whatman) de 2 cm de diamètre, suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle. Le traitement a été réalisé selon la méthode de Papachristos & Stampoulos (2004) dans des boîtes en plastiques d'une capacité de 60 ml contenant 10g de blé sain (Fig. 4). Deux répétitions de 10 individus ont été réalisées pour chaque concentration. Une série témoin est effectuée en parallèle

Les mortalités enregistrées à 24, 48, 72h après traitement sont corrigées selon la formule d'Abbott (1925), et les concentrations létales ainsi que leurs intervalles de confiance (95% IC) ont été calculées grâce à un Logiciel GRAPH PAD PRISM7.



Figure 4. Test de toxicité par fumigation (Photo personnelle, 2022).

2.5.2. Toxicité de l'HE par ingestion

Après un screening préalable, l'huile de *Rosmarinus officinalis* dissous dans l'acétone a été appliquée à différentes concentrations (10, 20, 40 et 80 $\mu\text{l/ml}$) sur 5g de blé sain dans des flacons en plastique (Fig. 5). Après une évaporation totale du solvant pendant 15min, 10 larves de trogoderme sont introduites dans les flacons. Le bioessai a été réalisé en deux répétitions pour chaque dose. Une série témoin est conduite en parallèle et les grains de blé reçoivent uniquement du solvant (acétone).

Les mortalités enregistrées à 3, 6 et 24h ont été corrigées selon la formule d'Abbott (1925), afin d'éliminer les mortalités naturelles. Les concentrations létales ainsi que leurs intervalles de confiance (95% IC) ont été calculées grâce à un Logiciel GRAPH PAD PRISM 7.

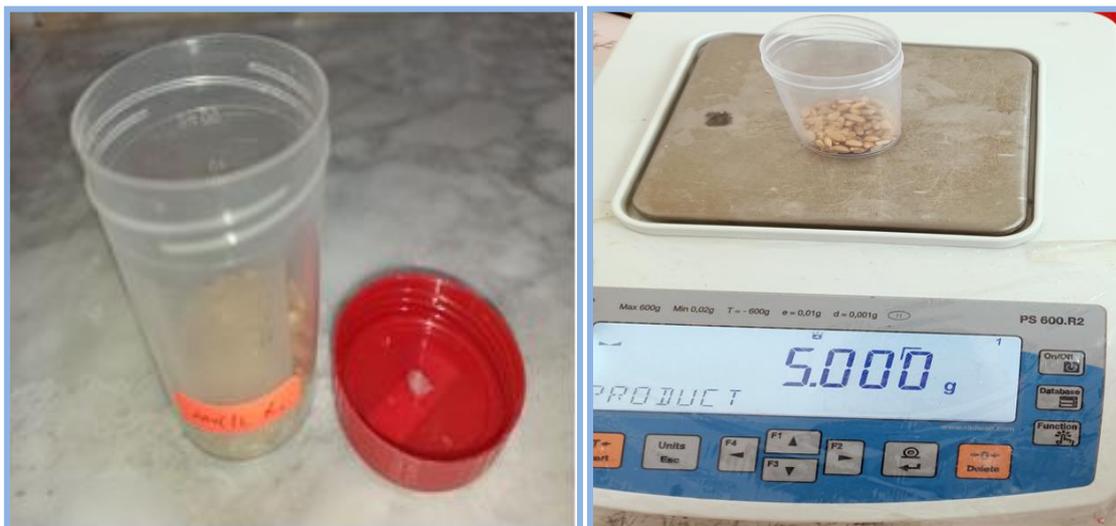


Figure 5. Test de toxicité par ingestion (Photo personnelle, 2022).

2.6. Activité répulsive de l'huile essentielle

Le test répulsif de l'huile essentielle a été réalisé vis-à-vis des larves de trogoderme en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par *Mc Donald et al.* (1970). Des disques de papier filtre de 9 cm de diamètre, sont coupés en deux parties égales, une moitié du papier est traitée avec l'huile additionnée d'acétone (5, 10 et 20 $\mu\text{l/ml}$) et l'autre moitié est traitée avec de l'acétone uniquement. Les deux demi disques de papier filtre sont séchés à l'air libre et le disque est reconstitué puis mis dans une boîte de pétri (Fig. 6). Dix individus sont déposés sur le papier filtre au milieu des boîtes de pétri et trois répétitions sont réalisées pour chaque dose. Après 30min, 1h, 2h et 3 h de traitement, le dénombrement de ce dernier sur les demi-disques est réalisé. Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisée par *Nerio et al.* (2009) comme suit :

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

NC : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque témoin (solvant seulement).

NT : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité (HE + solvant).

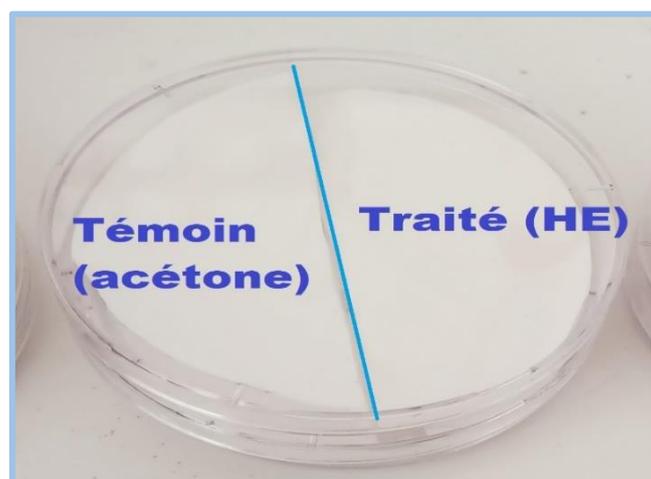


Figure 6. Test de répulsion (Photo personnelle, 2022).

Le pourcentage de répulsion est attribué à l'une des différentes classes répulsives, selon le classement de *Mc Donald et al.* (1970) indiqué dans le tableau 1.

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

Classes	Intervalles de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1 \%$	Très faiblement répulsif
Classe I	$0,1\% < PR \leq 20\%$	Faiblement répulsif
Classe II	$20\% < PR \leq 40\%$	Modérément répulsif
Classe III	$40\% < PR \leq 60\%$	Moyennement répulsif
Classe IV	$60\% < PR \leq 80\%$	Répulsif
Classe V	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsif

2.7. Extraction et dosage des constituants biochimiques

L'extraction des différents métabolites a été réalisée selon le procédé de *Shibko et al.* (1966), et les principales étapes sont résumées dans la Figure 8. Les larves témoins et traitées de *T. granarium* sont placées dans des tubes Eppendorf contenant 1 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 20 % et broyées. Après une première centrifugation (5000 tours /10 min), le surnageant I obtenu est utilisé pour le dosage des glucides totaux selon la méthode de *Duchâteau & Florkin* (1959). Au culot I, on ajoute 1 ml de mélange éther/chloroforme (1V/1V) et après une seconde centrifugation (5000 tours/min pendant 10 mn), on obtient le surnageant II et le culot II, le surnageant II sera utilisé pour le dosage des lipides (*Goldsworthy et al.*, 1972) et le culot II, dissout dans la soude (0,1 N), servira au dosage des protéines selon *Bradford* (1976).

2.7.1. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de Bradford (1976), dans une fraction aliquote de 100 μ l à laquelle on ajoute 4 ml de réactif du bleu brillant de comassie (BBC) G250 (Merck) (On homogénéise 100 mg de BBC, dans 50 ml d'éthanol 95°, on y ajoute ensuite 100 ml d'acide orthophosphorique à 85% et on complète à 1000 ml avec de l'eau distillée). Celui-ci révèle la présence des protéines en les colorants en bleu. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm. La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution d'albumine de sérum de boeuf (BSA) titrant 1 mg/ml (Tableau 2).

Tableau 2. Dosage des protéines totales chez les larves *T. granarium* : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	0	2	3	4	5	6
Solution standard d'albumine (μ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (μ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

2.7.2. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon la méthode de Duchateau & Florkin (1959). Cette méthode consiste à additionner 100 μ l de surnageant contenu dans un tube à essai, 4 ml du réactif d'anthrone (peser 150 mg d'anthrone, ajouter 75 ml d'acide sulfurique concentré et 25 ml d'eau distillée) et de chauffer le mélange à 80°C pendant 10 min, une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucide présente dans l'échantillon. La lecture de l'absorbance est faite à une longueur d'onde de 620 nm. La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de glucose (1mg/ml) (Tableau 3).

Tableau 3. Dosage des glucides totaux chez les larves *T. granarium* : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	0	2	3	4	5	6
Solution mère du glucose (μ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (μ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif d'anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4

2.7.3. Dosage des lipides totaux

Les lipides totaux ont été déterminés selon la méthode de Goldsworthy *et al.* (1972), en utilisant le réactif sulfophosphovanillinique (dissoudre 0,38 g de vanilline dans 55 ml d'eau distillée et ajouter 195 ml d'acide orthophosphorique à 85%). Le dosage des lipides se fait sur des prises aliquotes de 100µl des extraits lipidiques ou de gamme étalon auxquelles on évapore totalement le solvant puis on ajoute 1ml d'acide sulfurique concentré. Les tubes sont agités et mis pendant 10 mn dans un bain de sable à 100°C. Après refroidissement, on prend 200 µl de ce mélange auquel on ajoute 2,5 ml de réactif sulfophosphovanillinique. Après 30 mn à l'obscurité, la densité optique est lue dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 530 nm. Les lipides forment à chaud avec l'acide sulfurique, en présence de la vanilline et d'acide orthophosphorique, des complexes roses. La solution mère des lipides est préparée comme suit : on prend 2,5 mg d'huile de table (tournesol, 99% triglycérides) dans un tube Eppendorf et on ajoute 1 ml d'éther/chloroforme (1V/1V) (Tableau. 4).

Tableau 4. Dosage des lipides totaux chez les larves de *T. granarium* : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	0	2	3	4	5	6
Solution mère du lipides (µl)	0	20	40	60	80	100
Solvant (éther /chloroforme) (1V/1V) (ml)	100	80	60	40	20	0

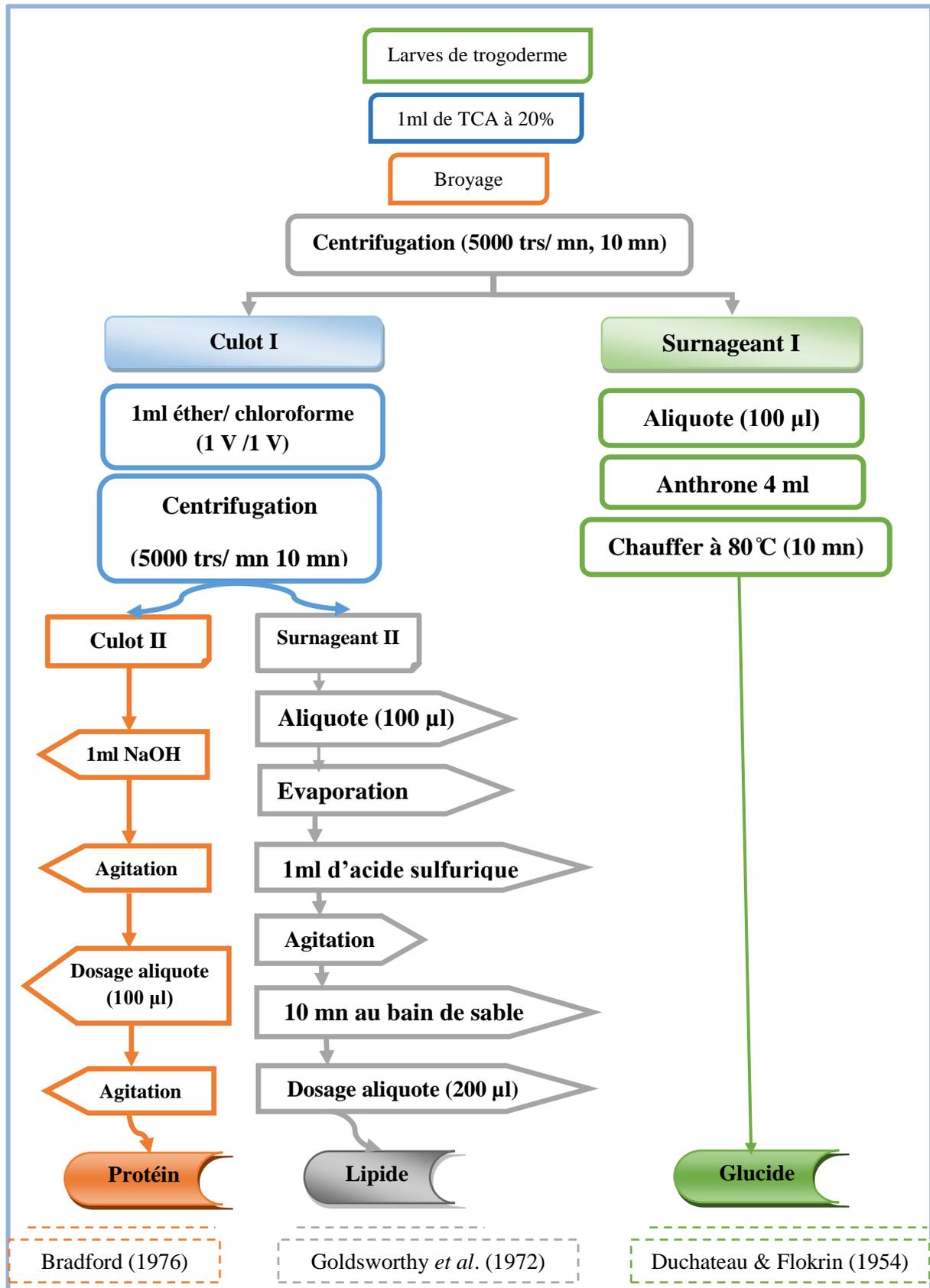


Figure 7. Extraction des glucides, protéines et lipides totaux (Shibko *et al.*, 1967).

2.8. Analyses statistiques

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel GRAPH PAD PRISM 7. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne \pm l'écart-moyen (SEM). Les quantités des métabolites (protéines, glucides et lipides) sont déterminées à partir des courbes d'étalonnage dont l'équation de la droite de régression exprime l'absorbance en fonction de la quantité du standard utilisé (albumine, glucose et l'huile de tournesol). L'analyse de la variance à un critère de classification et le test HSD de Tukey ont été utilisés.



RESULTATS

III. RESULTATS

3.1. Rendement de l'huile essentielle

L'HE extraite des feuilles du romarin (*Rosmarinus officinalis*), présente un aspect liquide mobile, limpide, presque incolore à jaune pâle et se caractérise par une forte odeur camphrée. Le rendement de cette huile marque un taux de 0,72%.

3.2. Toxicité par fumigation

Après un test de screening, différentes concentrations de l'HE de *Rosmarinus officinalis* ont été appliquées sur les larves de *T. granarium* par fumigation. Aucune mortalité n'a été observée chez les séries témoins.

Les mortalités corrigées enregistrées au cours des tests de toxicité par fumigation varient de 23,33% à 24 h jusqu'à 53,33% à 72 h pour la dose la plus faible (5µl/l) et de 93,33% à 24h jusqu'à 100% à 72 h pour la plus forte dose (40 µl/l) (Fig.8). Ces mortalités augmentent de façon significative en fonction des doses appliquées et du temps après traitement chez cette espèce à 24h ($F_{3,8}=48,14$; $P<0,0001$), 48h ($F_{3,8}=60$; $P<0,0001$), et 72h ($F_{3,8}= 52$; $P<0,0001$).

Les résultats montrent que l'HE de *Rosmarinus officinalis* appliquée par fumigation exerce une activité insecticide avec une relation dose-réponse à l'égard de *T. granarium*. Le classement des doses par le test HSD de Tukey révèle l'existence de 4 groupes de moyennes à 24h et 48h et 3 groupes à 72h.

La courbe dose-réponse exprimant le pourcentage des mortalités en fonction du logarithme des doses appliquées (Fig. 9) a permis l'estimation des concentrations létales (CL) ainsi que leurs intervalles de confiance et le Slope (Tableau 5).

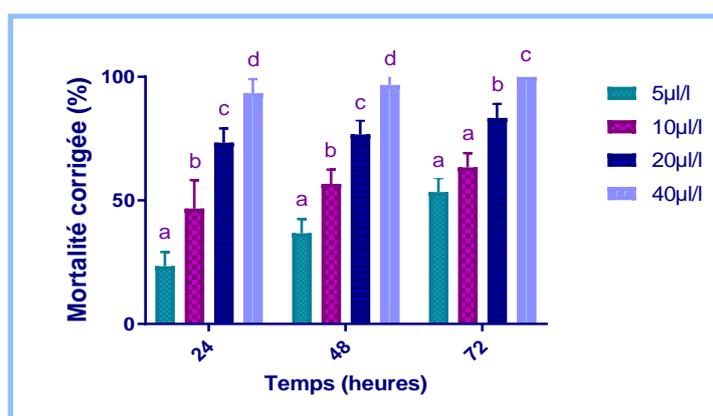


Figure 8. Toxicité de l’HE de *R. officinalis* appliquée par fumigation ($\mu\text{l/l}$ d’air) sur les larves de *T. granarium* : Mortalité corrigée (%) ($m \pm \text{SEM}$, $n=3$ répétitions de 10 individus chacune) : test HSD de Tukey.

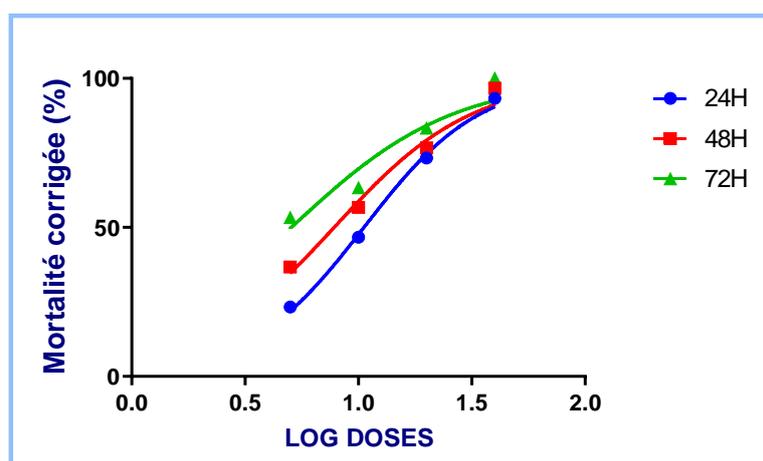


Figure 9. Effet de l’HE du *R. officinalis* appliquée par fumigation sur les larves de *T. granarium* à différentes périodes : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.

Tableau 5. Efficacité de l’HE de *R. officinalis* appliquée par fumigation sur les larves de *T. granarium* : analyse des probits.

Mode d’application	Temps (heures)	R ²	HillSlope	CL ₂₅ ($\mu\text{l/ml}$) IC (95%)	CL ₅₀ ($\mu\text{l/ml}$) IC (95%)	CL ₉₀ ($\mu\text{l/ml}$) IC (95%)
Fumigation	24	0,99	0,11	5,53 [3,99-7,09]	10,58 [8,82- 12,58]	38,68 [26,88- 61,73]
	48	0,97	0,21	3,61 [1,00-6,22]	7,81 [4,35- 11,37]	36,47 [17,51- 144,2]
	72	0,91	0,35	2,05 [1,63-5,54]	5,05 [4,50 -10,01]	30,81 [8,99 – 82,21]

3.3. Toxicité par ingestion

Après un test de screening, différentes concentrations de l'HE de *Rosmarinus officinalis* ont été appliquées sur les larves de *T. granarium* par fumigation. Aucune mortalité n'a été observée chez les séries témoins.

Les mortalités corrigées enregistrées au cours des tests de toxicité par fumigation varient de 23,33% à 3h jusqu'à 53,33% à 24 h pour la dose la plus faible (10 μ l/ml) et de 86,66% à 3h jusqu'à 100% à 24h pour la plus forte dose (80 μ l/l) (Fig. 10). Ces mortalités augmentent de façon significative en fonction des doses appliquées et du temps après traitement chez cette espèce à 3h ($F_{3,8}=43,11$; $P<0,0001$), 6h ($F_{3,8}=52,33$; $P<0,0001$), et 24h ($F_{3,8}= 54,56$; $P<0,0001$).

Les résultats montrent que l'HE de *Rosmarinus officinalis* appliquée par ingestion exerce une activité insecticide avec une relation dose-réponse à l'égard de *T. granarium*. Le classement des doses par le test HSD de Tukey révèle l'existence de 3 groupes de moyennes à 3h et 24h et 4 groupes à 6h.

La courbe dose-réponse exprimant le pourcentage des mortalités en fonction du logarithme des doses appliquées (Fig. 11) a permis l'estimation des concentrations létales (CL) ainsi que leurs intervalles de confiance et le Slope (Tableau 6).

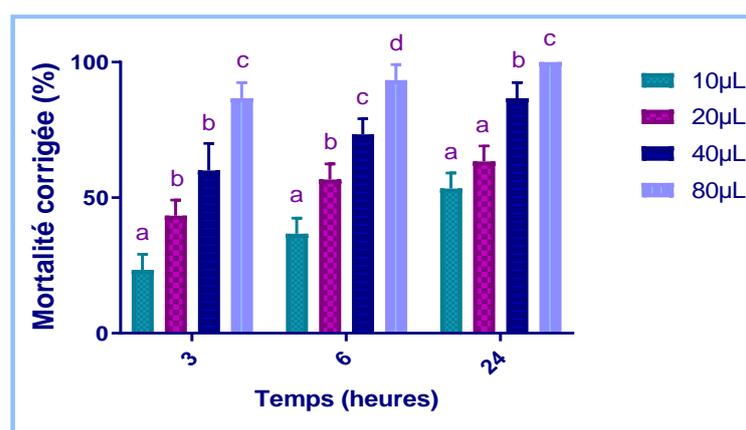


Figure 10. Toxicité de l'HE de *R. officinalis* appliquée par ingestion (μ l/ml) sur les larves de *T. granarium* : Mortalité corrigée (%) ($m \pm SEM$, $n= 3$ répétitions de 10 individus chacune) : test HSD de Tukey.

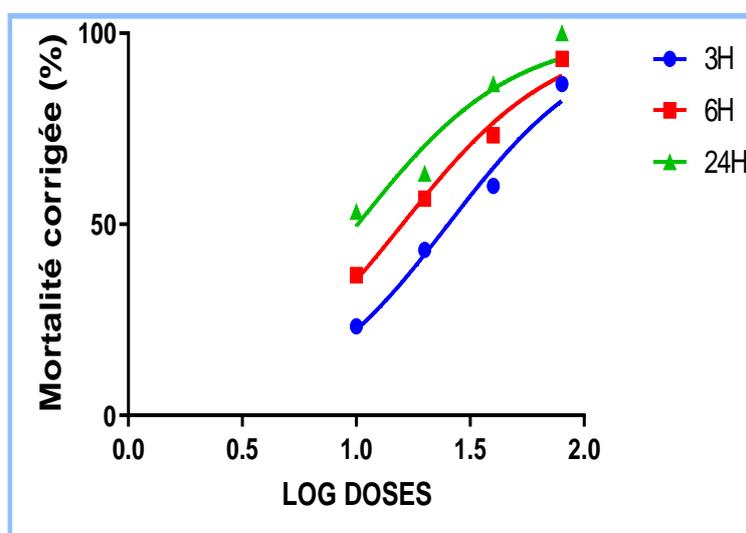


Figure 11. Effets de l’HE de *R. officinalis* appliquée par ingestion sur les larves de *T. granarium* à différentes périodes : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.

Tableau 6. Efficacité de l’HE de *R. officinalis* appliquée par ingestion sur les larves de *T. granarium* : analyse des probits.

Mode d’application	Temps (heures)	R ²	HillSlope	CL ₂₅ (µl/ml) IC (95%)	CL ₅₀ (µl/ml) IC (95%)	CL ₉₀ (µl/ml) IC (95%)
Ingestion	3	0,97	0,18	11,16 [4,23-18,66]	25,35 [16,65- 37,22]	130,9 [61,14- 624,7]
	6	0,98	0,16	6,80 [2,24-11,37]	15,95 [9,71- 22,34]	87,62 [43,71- 305,6]
	24	0,91	0,37	4,32 [3,71 - 11,20]	10,15 [0,11 -19,64]	55,79 [16,90 - 60,99]

3.4. Activité répulsive de l’huile essentielle

Les résultats du pouvoir répulsif de *R. officinalis* à l’égard des larves de *T. granarium* sont présentés dans le Tableau 7. Le pourcentage de répulsion marque une augmentation en fonction des concentrations appliquées et diminue avec le temps d’exposition. Les forts taux de répulsion (80%) sont observés à 30min avec la plus forte concentration (20µl/ml). De plus, on remarque que l’huile du Romarin appartient à la classe 5 de répulsion.

Tableau 7. Pourcentages (PR) et classes (CR) de répulsion de l'huile du Romarin testées sur les larves de *T. granarium*.

Concentrations	Temps	PR%	CR
5µl/ml	30min	26,66	II
	1h	20,00	II
	2h	20,00	II
	3h	13,33	II
10µl/ml	30min	53,33	IV
	1h	46,66	III
	2h	33,33	III
	3h	26,66	II
20µl/ml	30min	80,00	V
	1h	66,66	IV
	2h	60,00	IV
	3h	53,33	III

3.5. Effet du traitement sur la composition biochimique

L'huile essentielle de *R. officinalis* a été appliquée par ingestion sur les larves de *T. granarium* avec deux concentrations létales (CL₂₅ et CL₅₀). Ses effets ont été évalués sur la composition biochimique (glucides, lipides et protéines) de cette espèce.

3.5.1. Effet sur le contenu en protéines totales

L'application de l'huile essentielle a induit une augmentation du contenu en protéines chez les séries traitées par rapport aux témoins ($F_{2,6}=121,2$: $P<0,0001$). Le classement des moyennes par le test HSD de Tukey, met en évidence deux groupes, un groupe témoin et un groupe des traités (Fig. 12).

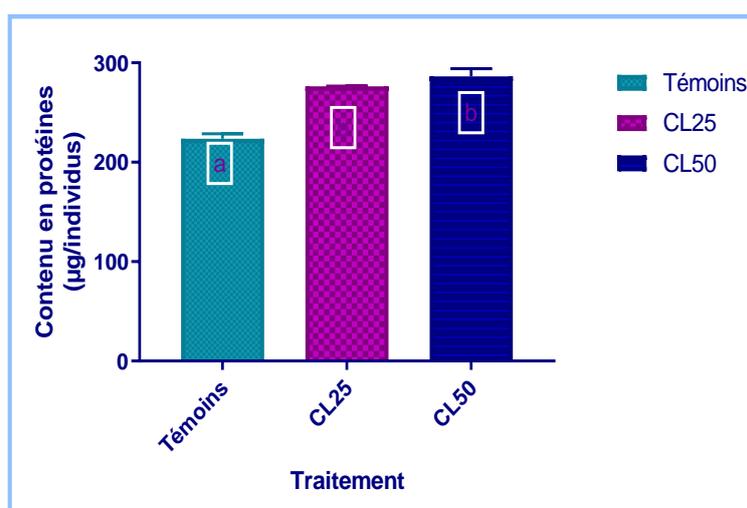


Figure 12. Effet de l'HE du romarin (CL₂₅ et CL₅₀) appliquée par ingestion sur le contenu en protéines totales (µg/individu) chez les larves de *T. granarium* ($m \pm SEM$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus) : test HSD de Tukey.

3.5.2. Effet sur le contenu en glucides totaux

L'application de l'huile essentielle a induit une augmentation du contenu en glucides chez les séries traitées par rapport aux témoins ($F_{2,6}=108,3$: $P<0,0001$), avec un effet dose (CL₂₅ vs CL₅₀ : $p= 0,0003$). Le classement des moyennes par le test HSD de Tukey, met en évidence trois groupes, chacun étant constitué d'une série (Fig. 13).

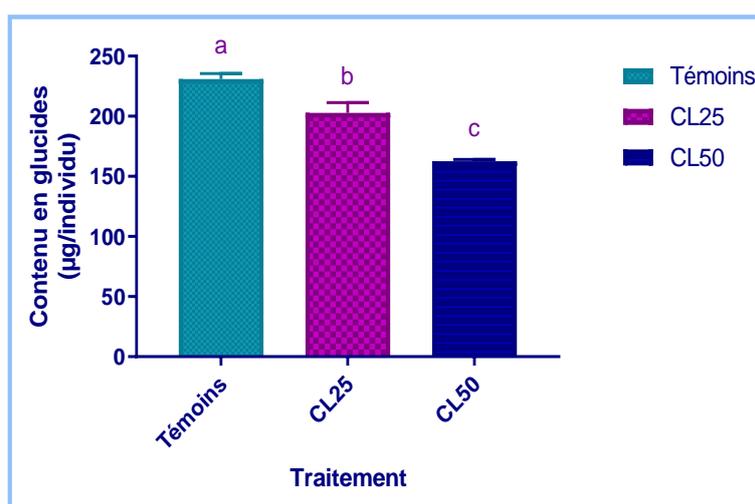


Figure 13. Effet de l'HE du romarin (CL₂₅ et CL₅₀) appliquée par ingestion sur le contenu en glucides totaux (µg/individu) chez les larves de *T. granarium* ($m \pm SEM$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus) : test HSD de Tukey.

3.5.3. Effet sur le contenu en lipides totaux

L'application de l'huile essentielle a induit une augmentation du contenu en lipides chez les séries traitées par rapport aux témoins ($F_{2,6}=120$: $P<0,0001$), avec un effet dose (CL₂₅ vs CL₅₀ : $P<0,0001$). Le classement des moyennes par le test HSD de Tukey, met en évidence trois groupes, chacun étant constitué d'une série (Fig. 14).

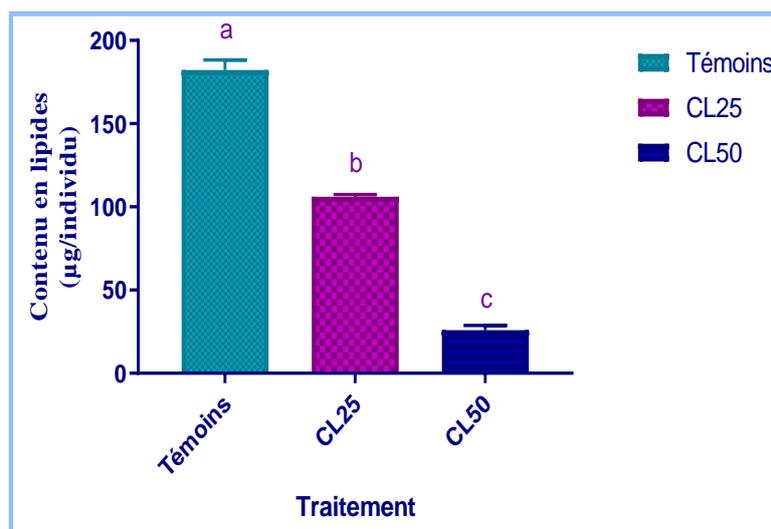


Figure 14. Effet de l'HE du romarin (CL₂₅ et CL₅₀) appliquée par ingestion sur le contenu en lipides totaux (µg/individu) chez les larves de *T. granarium* ($m \pm SEM$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus) : test HSD de Tukey.



DISCUSSION

IV. DISCUSSION

4.1. Rendement de l'huile essentielle

Le rendement de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* extraite par hydrodistillation calculé sur la base de la matière sèche était de 0,72 %. Nos résultats sont plus élevés que les pourcentages rapportés dans la littérature pour la même espèce dans d'autres régions d'Algérie. Des rendements moyens de 0,5% et de 0,44% ont été constatés à partir du romarin récolté dans la région d'Alger (Zoubiri & Baaliouamer, 2011 ; Tigrine-Kordjani *et al.*, 2012) et la région de Bibans (Boutekedjiret, 2003) respectivement. Tandis qu' Outaleb *et al.* (2015) ont enregistré un rendement de 1,8% à partir des échantillons sauvages collectés dans la région de Beni Yenni. Par rapport à plusieurs études précédentes dans les pays méditerranéens, notre rendement était également supérieur à ceux trouvés en Égypte (0,33%) (Abdelgaleil *et al.*, 2016). En Tunisie, Ben Jemia *et al.* (2014) et Zaouali *et al.* (2010) ont constaté que les rendements de cette même espèce variaient respectivement de 0,71% à 1,71% et de 1,17% à 2,7%. Le rendement obtenu dans nos expériences est inférieur à celui de la même plante collectée en Turquie (1,9%) (Zcan & Chalchat, 2008), au Maroc (2,7%) (Bouyahya *et al.*, 2017) et dans le péninsule balkanique (2,8%) (Lakusic *et al.*, 2012).

4.2. Toxicité de l'HE de *Rosmarinus officinalis*

Contrairement aux insecticides conventionnels caractérisés par un seul ingrédient actif, les insecticides d'origine végétale comprennent des mélanges de composés chimiques qui agissent de manière concertée sur les processus comportementaux et physiologiques des moustiques (Ghosh *et al.*, 2012). Dans la présente étude, les résultats des tests de toxicité ont révélé une activité insecticide de l'HE de *R. officinalis* par fumigation et par ingestion contre les larves de *T. granarium*.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les sites cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif, etc.) (Benayad, 2013).

Les travaux de Ayvazet *al.* (2010), ont révélé la toxicité de l'huile essentielle du romarin par fumigation contre les adultes de *Callosobruchus maculatus*, avec un taux de mortalité de 100%

après 24 heures d'exposition avec la dose 16µl (Taleb-Toudert, 2015). Des études antérieures ont montré le potentiel insecticide de l'huile essentielle de *R. officinalis* contre un grand nombre d'insectes notamment les larves d'*Anopheles gambiae* (Tchoumboungang *et al.*, 2009) et de *Culex pipiens* (Zeghib, 2022), les adultes de *Pectinophora gossypiella* (Kobenan *et al.*, 2018) et les pucerons, *Aphis gossypii* (Akantetou *et al.*, 2011). De plus, son efficacité a été prouvée contre plusieurs espèces de ravageurs des stocks (Cissokho *et al.*, 2015 ; Iboudo *et al.*, 2010 ; Coitinho *et al.*, 2010).

Ce potentiel insecticide remarquable de *R. officinalis* peut être due à la présence du camphre dans l'huile de cette espèce. Plusieurs auteurs ont signalé les propriétés insecticides de ce composant à l'égard des ravageurs de stocks (Chenni, 2016 ; Rokhaya *et al.*, 2017 ; Félicia *et al.*, 2018). Par ailleurs, des résultats similaires ont montré l'activité insecticide de l'huile essentielle du romarin sur *T. granarium* et qui est due à la présence du camphre (14,50%) (Akantetou *et al.*, 2011). Plusieurs études ont suggéré que l'efficacité insecticide de ces substances naturelles contre les ravageurs des denrées stockées serait vraisemblablement due à leur richesse en composés monoterpéniques (Regnault-Roger & Hamraoui, 1995 ; Tapondjouet *et al.*, 2002).

Plusieurs facteurs influencent les réponses des larves aux HEs tels que : l'espèce végétale, l'âge de la plante, les parties de la plante, le chémotype, le temps de collecte, les conditions pédologiques et climatiques dans lesquelles la plante a été collectée, les méthodes d'extraction, les espèces de moustiques et leur origine (Ghosh *et al.*, 2012 ; Dias & Morais, 2014).

4.3. Effet répulsif de l'HE

La répulsion est un mécanisme de défense exercé par les plantes contre les insectes (Jayakumar *et al.*, 2017b ; Adjou *et al.*, 2019). L'effet répulsif de certaines huiles végétales a été constaté par de nombreux chercheurs. Selon (Nerio *et al.* 2010), les activités répulsives des huiles essentielles sont liées généralement à la présence des monoterpènes et des sesquiterpènes. C'est ainsi que (Odeyemiet *al.* 2008) ont noté un taux de répulsion de 100% de l'huile essentielle de *Mentha longifolia* contre *Sitophilus zeamais*. De même, (Aggarwal *et al.* 2001) ont évalué l'activité répulsive du L-menthol et de ses dérivés contre *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* et *Rhyzopertha dominica* qui ont donné des taux de répulsion de 100%, 82%, 78% et 72% respectivement à une concentration de 20 µg/ml.

Les travaux de (Guettal, 2021) ont révélé le potentiel répulsif de l'azadirachtine et de l'HE de *Citrus limonum* contre les adultes de *S. granarius*.

Les effets répulsifs de ces huiles essentielles pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité de l'insecte (Casida, 1999). Dans ce contexte, de nombreux travaux ont été réalisés pour évaluer l'effet de la composition chimique sur l'activité répulsive des huiles essentielles (Ko *et al.*, 2009) ; Nerio *et al.*, 2010). Dans la majorité des cas, le pouvoir répulsif a été attribué aux composés majoritaires des huiles essentielles. D'après (Obeng-Ofori & Reichmuth 1997), l'Eugénol composé majoritaire de l'huile essentielle d'*Ocimum suave* est très répulsif contre quatre espèces de coléoptères : *Sitophilus granarius* (82%), *Sitophilus zeamais* (83%), *Trogoderma granarium* (86%), *Tribolium castaneum* (82%) et *Prostephanus truncatus* (84%).

4.4. Effet du traitement sur la composition biochimique

Les extraits de plantes peuvent engendrer des perturbations biochimiques exprimées sur le plan quantitatif par une augmentation ou un déclin en différents métabolites (protéines, carbohydrates, lipides) (Gnanamani & Dhanasekaran, 2017).

Les lipides qui font partie intégrante des parois cellulaires des insectes, contribuent également à certaines fonctions telles que la synthèse des hormones juvéniles et la métamorphose des larves en pupes et en adultes (Caroci *et al.*, 2004) et les glucides qui représentent une source d'énergie pour les organismes vivants, jouent un rôle structural (Wiens & Gilbert, 1967).

4.4.1. Effet sur les protéines

Les protéines jouent un rôle fondamental dans l'organisme de toutes les espèces biologiques vivantes connues (Mahler *et al.*, 1968). Elles sont nécessaires au développement, à la croissance et à l'accomplissement des activités vitales des insectes (Yazdani *et al.*, 2014). Au moment où l'insecte entre en contact avec l'insecticide, ce dernier pénètre dans l'organisme et atteint, plus ou moins rapidement, au niveau cellulaire, les protéines et les enzymes cibles dont il entrave le fonctionnement normal (Haubruge & Amichot, 1998).

Nos résultats montrent que le traitement des larves de *T. granarium* par l'huile du Romarin induit une augmentation des protéines. Des résultats similaires ont été constatés chez *Tribolium*

confusum traité par l'huile de *Schinus molle* et de son composé majoritaire (Bouaziz & Abderrazak, 2022), chez *R. dominica* traité à l'azadirachtine (Tine *et al.*, 2017), à l'*Eucalyptus globulus* et à l'*Artemisia herba-alba* (Aref & Valizadegan, 2015) et chez *R. dominica* traité par l'huile de la Lavande (Bouchagra & Farhi, 2022) chez *T. confusum* traités par le Linalool (Lahmar & Benhadda, 2022). Par contre une diminution du contenu en protéines a été signalée chez ont été constatés chez *S. granarius* traité par l'huile de *C. limonum* et l'azadirachtine (Guettal, 2021), chez *T. confusum* traité par l'Eucalyptol (Debab & Mesloub, 2022), chez *T. granarium* traité par le Limonène (Abdesmad & Moumou, 2022).

4.4.2. Effet sur les glucides

Les glucides en tant qu'éléments énergétiques, jouent un rôle essentiel dans la physiologie des insectes et les taux de glycogène et de tréhalose dans les tissus et l'hémolymphe sont étroitement liés aux événements physiologiques comme la mue et la reproduction (Wiens & Gilber, 1968).

Nos résultats montrent une réduction significative des niveaux de glucides chez les adultes de *R. dominica* traités par le Menthol par ingestion. Des résultats similaires ont été signalés chez *S. granarius* traité par l'huile de citrus et par l'azadirachtine (Guettal, 2021), chez *R. dominica* (Bouchagra & Farhi, 2022) et *T. confusum* (Lahmar & Benhadda, 2022) traités par le Linalool, chez *T. granarium* traité par l'huile de *Citrus limonum* et le limonène (Abdesmad & Moumou, 2022) et chez *T. confusum* traité par l'huile de *Schinus molle* (Bouaziz & Abderrazak, 2022). Par contre, une augmentation de ce composé a été observée chez *T. confusum* traité par l'huile d'*Eucalyptus globulus* et l'Eucalyptol (Debab & Mesloub, 2022).

La déplétion du glucose peut être due aux conditions de stress imposées à ces insectes qui ont besoin plus d'énergie pour couvrir les dépenses énergétiques via une induction par des neuropeptides (Mojarab-Mahboubkar *et al.*, 2015).

4.4.3. Effet sur les lipides

Les lipides sont la principale source d'énergie chez les insectes (Keeley, 1985), pour l'entretien cellulaire, la reproduction, l'embryogenèse et la métamorphose. Ces réserves lipidiques semblent être la résultante d'un équilibre entre la prise de nourriture et les dépenses énergétiques indispensables pour certains processus (Beenackers *et al.*, 1981).

Nos résultats ont montré que le traitement des larves de *T. granarium* avec l'HEdu Romarin provoque une diminution du contenu en lipides. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par (Guettal, 2021) qui a signalé les mêmes observations chez *S. granarius* suite au traitement par le citron et l'azadirachtine. Des résultats similaires ont été observés également chez *T. granarium* traité par l'huile d'Eucalyptus (Brahmia & Yousfi, 2021) et chez *R. dominica* traité par *Schinus molle* (Soltani & Abbes, 2021) et chez les moustiques traités par *Artemisia annua* (Sharma *et al.*, 2011).

L'épuisement de ce composant biochimique est dû au stress induit suite à l'exposition à un insecticide (Rambabu & Rao, 1994) qui se traduit par une altération de leurs synthèse (Klowden, 2007), à un dysfonctionnement hormonal qui contrôle le métabolisme lipidique (Steel, 1981), à son utilisation (Sak *et al.*, 2006), à la formation des lipoprotéines, à la réparation des dommages cellulaires et à l'augmentation de la lipolyse pour fournir de l'énergie (Steele, 1985).



CONCLUSION ET PRESPECTIVES

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les dégâts considérables provoqués par les ravageurs des denrées stockées en particulier les insectes, sont souvent contraints et imposent l'agriculteur à recourir à des mesures de protection, dont la plus utilisée est la lutte chimique. A l'heure actuelle, l'utilisation de ces produits synthétiques devient de plus en plus non souhaitable en raison de leur nocivité pour l'organisme et l'environnement et surtout le développement des insectes résistants. La recherche de nouvelles méthodes alternatives plus efficaces et moins polluantes s'avère donc nécessaire, ainsi l'utilisation de formulations à base des plantes aromatiques peut présenter de nombreux avantages par rapport aux insecticides de synthèses.

Dans cette optique, notre étude a été réalisée pour déterminer l'efficacité d'une huile essentielle extraite de *Rosmarinus officinalis* vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées, *Trogoderma granarium*.

Les essais toxicologiques réalisés par fumigation et par ingestion ont permis de déterminer les concentrations létales (CL₂₅ et CL₅₀). L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* présente un effet insecticide avec une relation dose-réponse. De plus, le test de répulsion a permis de mettre en évidence le pouvoir répulsif de cette huile.

Enfin, l'HE de *R. officinalis* testée sur les larves de *Trogoderma granarium* semble affecter la composition biochimique (glucides, lipides et protéines) des individus traités comparativement aux témoins. Cette huile induit un épuisement des réserves énergétiques et une augmentation du contenu en protéines.

A l'avenir, il serait intéressant de compléter le présent travail en évaluant :

- * L'effet de cette huile essentielle sur la structure histologique du tube digestif et de l'appareil reproductif.
- * L'effet de cette huile sur la qualité organoleptique et nutritionnelle des céréales.
- * L'effet de cette huile sur les enzymes digestives, les biomarqueurs physiologiques et les biomarqueurs du stress oxydatif chez *T. granarium*.



RESUME

VI. RESUME

Cette étude vise à évaluer l'effet insecticide d'une huile essentielle extraite de *Rosmarinus officinalis* sur les larves de *Trogoderma granarium*.

Les essais toxicologiques de l'HE par fumigation et par ingestion ont révélé son activité insecticide avec une relation dose-réponse. De plus, on constate que l'ingestion est le mode d'application le plus efficace par rapport à la fumigation.

Le test de répulsion a permis de mettre en évidence le pouvoir répulsif de cette huile essentielle à l'égard des larves de *T. granarium*.

Par ailleurs, l'application de l'huile du Romarin avec deux concentrations létales (CL₂₅ et CL₅₀) a provoqué une augmentation du contenu en protéines et un épuisement des réserves énergétiques.

Mots clés : *Rosmarinus officinalis*, *Trogoderma granarium*, Toxicité, Répulsion, Réserves énergétiques.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the comparative efficacy of *Rosmarinus officinalis* essential oil against stored product pest, *Trogoderma granarium*.

The toxicological tests of EO by fumigation and by ingestion revealed its insecticidal activity with a dose-response relationship. In addition, ingestion is found to be the most effective mode of application compared to fumigation.

The repulsion test made it possible to highlight the repellent power of this essential oil against *T. granarium* larvae.

In addition, the application of Rosemary oil with two lethal concentrations (LC₂₅ and CL₅₀) caused an increase in protein content and a depletion of energy reserves.

Keywords: *Rosmarinus officinalis*, *Trogoderma granarium*, Toxicity, Repulsion, Energy reserves.

ملخص

تم إجراء هذه الدراسة لتقييم فعالية الزيت المستخلص من *Rosmarinus officinalis* ضد آفة الغذاء المخزن *Trogoderma granarium*

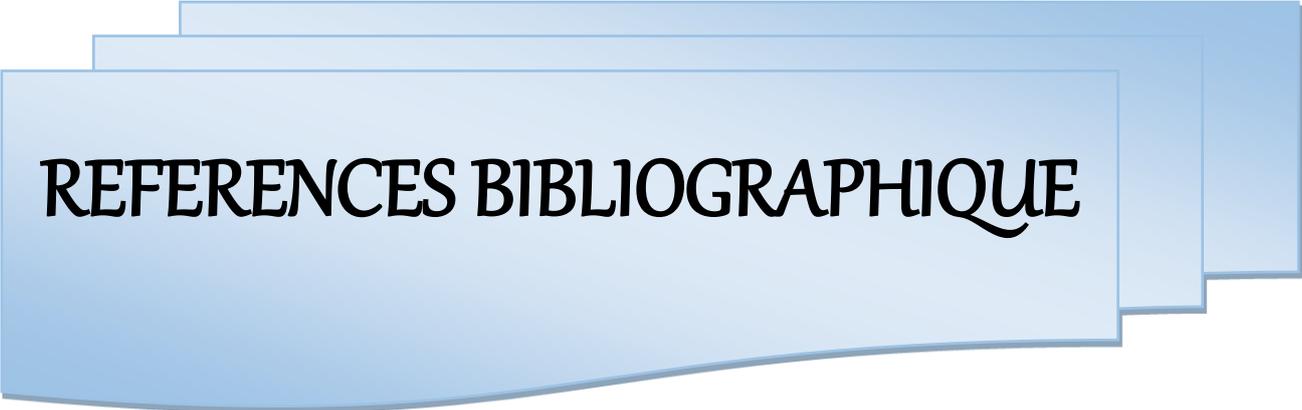
كشفت الاختبارات السمية للزيت الاساسي باعتماد طريقة التبخير وطريقة الابتلاع عن نشاطهم في المبيدات الحشرية مع وجود علاقة بين الجرعة والاستجابة. بالإضافة إلى ذلك، الزيت الأساسي المطبق عن طريق الابتلاع أكثر فعالية من التبخير.

كشفت اختبار التنافر عن القوة الطاردة لهذا الزيت ضد يرقات *Trogoderma granarium*

بالإضافة إلى ذلك ، أدى استخدام زيت إكليل الجبل بتركيزين مميتين (LC₂₅ و CL₅₀) إلى زيادة محتوى البروتين واستنفاد احتياطات الطاقة.

الكلمات الرئيسية: *Trogoderma granarium* ، *Rosmarinus officinalis* ، السمية ، التنافر ، احتياطات

الطاقة.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

VII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

ABBOTT, 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18(2): 265-267.

ABDELGALEIL, S. A., MOHAMED, M. I., SHAWIR, M. S. & ABOU-TALEB, H. K. (2016). Chemical composition, insecticidal and biochemical effects of essential oils of different plant species from Northern Egypt on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. *Journal of Pest Science*. 89(1) : 219-229.

ABDESMAD, O. & MOUMOU, W. (2022). Activité insecticide et répulsive d'une molécule bioactive contre les larves d'un insecte à intérêt économique. Mémoire de Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa.

ADJOU, E. S., CHOUGOUROU, D. & SOUMANOU, M. M. (2019). Insecticidal and repellent effects of essential oils from leaves of *Hyptis suaveolens* and *Ocimum canum* against *Tenebroides mauritanicus* (L.) isolated from peanut in post-harvest. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 14(1) : 25-30.

AGGARWAL, K., TRIPATHI, A., AHMAD, A., PRAJAPATI, V., VERMA, N. & KUMAR, S. (2005). Toxicity of 1- Menthol anti derivatives against four storage insects. *Insect Science and Its Application*. 21 (3): 229-235.

AHMEDANI, M. S., HAQUE, M. I., AFZAL, S. N., NAEEM, M., HUSSAIN, T. & NAZ, S. (2011). Quantitative losses and physical damage caused to wheat kernel (*Triticum aestivum* L.) by khapra beetle infestation. *Pakistan Journal of Botany*. 43(1): 659-668.

AHN, Y.J., LEE, S.B., LEE, H.S. & KIM, G.H. (2002). Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and β -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* Sawdust. *Journal of Chemical Ecology*. 24 :81–90.

AKANTETOU, P.K., KOKA, K., NENONENE, A.Y., POUTOULI, W.P., RAYNAUD, C., SANDA, K. (2011). Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 5(4): 1491-1500.

AREF, S. P. & VALIZADEGAN, O. (2015). Fumigant toxicity and repellent effect of three Iranian Eucalyptus species against the lesser grain beetle, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col.: Bostrichidae). Journal of Entomology and Zoology Studies. 3(2): 198-202.

ARYANI, D. S. & AUAMCHAROEN, W. (2016). Repellency and contact toxicity of crude extracts from three Thai plants (Zingiberaceae) against maize grain weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulusky) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Biopesticides. 9(1): 52-62.

AYVAZ, A., KARABORKLU, S. & SAGDIC, O. (2009). Fumigant toxicity of five essential oils against the eggs of *Ephestia kuehniella* Zeller and *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). Asian Journal of Chemistry. 21: 596-604.

-B-

BEENAKKERS, A. M., VAN DER HORST, D. J. & VAN MARREWIJK, W. J. (1985). Insect lipids and lipoproteins, and their role in physiological processes. Progress in Lipid Research. 24(1) : 19-67.

BEKKARA, A. (2007). Composition chimique de L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. Biologie & Santé. 7 :6-11.

BENAYAD, N. (2013). Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Thèse de Doctorat en Chimie organique, Université Mohamed V, Agdal, Faculté des Sciences. Rabat. 186 p.

BEN JEMIA, M., TUNDIS, R., PUGLIESE, A., MENICHINI, F., SENATORE, F., BRUNO, M., KCHOUK, M.E. & LOIZZO, M.R. (2014). Effect of bioclimatic area on the composition and bioactivity of Tunisian *Rosmarinus officinalis* essential oils. Natural Product Research. 29(3): 213-222.

BENLAMEUR, Z. (2016). Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach, Alger. 133p.

BOUAZIZ, A. & ABDERRAZAK, D. (2022).Activité biologique et investigation phytochimique de différentes parties d'une plante médicinale. Mémoire de Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa.

BOUCHAGRA, D. & FARHI, F. (2022).Effets des extraits d'une plante aromatique, la Lavande sur le comportement et la biochimie d'un ravageur des stocks. Mémoire de Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa.

BOUTEKEDJIRET, C., BENTAHAR, F., BELABBES, R. & BESSIERE, J. M. (2003). Extraction of rosemary essential oil by steam distillation and hydrodistillation. *Flavour and Fragrance Journal*. 18: 481-484.

BOUYAHYA, A., ET-TOUYS, A., BAKRI, Y., AHMED, T., FELLAH, H., ABRINI, J. & DAKKA, N. (2017). Chemical composition of *Mentha pulegium* and *Rosmarinus officinalis* essential oils and their antileishmanial, antibacterial and antioxidant activities. *Microbial Pathogenesis*. 111: 41-49.

BRADFORD, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72(1-2) : 248-254.

BRAHMI, A. & YOUSFI, R. (2021). Impact d'une huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les larves de *Trogoderma granarium* : Toxicité, Répulsion, Biochimie et Indices nutritionnels, Master. Ecophysiologie Animale. Université Larbi Tébessi Tébessa. 38p.

-C-

CASIDA, J. E. & QUISTAD, G. B. (1995). Pyrethrum flowers: Production, chemistry, toxicology, and uses. *International Symposium on Pyrethrum Flowers: Honolulu, Hawaii (USA)*. 48 : 613-614.

CAMPOS, E. V., DE OLIVEIRA, J. L., PASCOLI, M., DE LIMA, R. & FRACETO, L. F. (2016). Neem oil and crop protection: from now to the future. *Frontiers in Plant Science*. 7: (1494): 1-8.

CAROCCI, A. S., LI, Y. & NORIEGA, F. G. (2004). Reduced juvenile hormone synthesis in mosquitoes with low teneral reserves reduces ovarian previtellogenic development in *Aedes aegypti*. *Journal of Experimental Biology*. 207(15) : 2685-2690.

CHENNI, M.(2016). Etude comparative de la composition chimique de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic extraite par hydrodistillation et par micro-onde. Thèse doctorat en chimie moléculaire, Université d'Oran, 164p.

CISSOKHO, P.S., GUEYE, M.T., SOW, E.H., DIARRA, K. (2015). Substances inertes et plantes à effet insecticide utilisées dans la lutte contre les insectes ravageurs des céréales et légumineuses au Sénégal et en Afrique de l'Ouest. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 9(3): 1644-1653.

COITINHO, R.L.B.C., OLIVEIRA, J.V.D., GONDIM, J.M.G.C. & CAMARA, C.A.G.D.(2010). Persistence of essential oils in stored maize submitted to infestation of maize weevil. Ciencia Rural. 40 (7) : 1492-1496.

-D-

DEBAB, A. & MESLOUB,A. (2022).Efficacité comparée d'une molécule bioactive et d'une huile essentielle vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées. Mémoire de Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa.

Dias, C.N. & Moraes, D.F.C. (2014).Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides: review. Parasitology Research. 113 :565-592.

DUCHATEAU, G. & FLORKIN, M. (1959). Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. Archives Internationales de Physiologie et de Biochimie. 67(2) : 306-314.

-E-

EBRAHIMIFAR, J., JAMSHIDNIA, A., SADEGHI, R. & EBADOLLAHI, A. (2020). Repellency of *Ferulago angulata* (Schlecht.) Boiss essential oil on two major stored-product insect pests without effect on wheat germination. International Journal of Tropical Insect Science. 1-7.

-F-

FLEURAT-LESSARD, F. (1994).New trends in stored-grain infestation detection inside storage bins for permanent infestation risk monitoring. Conference: 6th International Working Conference on Stored Product Protection. Canberra, Australia. Vol. I/II.

FELICIA, J., KOUAME, R.O., COFFI, K., ZANAHI, F.T. (2017). Bioefficacité des huiles essentielles de trois espèces végétales (*Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* et *Hyptis suaveolens*) de la famille des Labiées dans la lutte contre *Sitophilus zeamais*. European Journal of Scientific Research. 150(3): 273-284.

-G-

GNANAMANI, R. & DHANASEKARAN, S. (2017). Efficacy of *azadirachta indica* leaf extract on the biochemical estimation of a lepidopteran pest *Pericallia ricini* (Lepidoptera: Arctiidae). World Applied Sciences Journal. 35(2): 177-181.

GHOSH, R., ANDERSEN, E.C., SHAPIRO, J.A., GERKE, J.P., & KRUGLYAK, L. (2012). Natural variation in a chloride channel subunit confers avermectin resistance in *C. elegans*. Science. 335: 574-8.

GOLDSWORTHY, G. J., MORDUE, W. & GUTHKELCH, J. (1972). Studies on insect adipokinetic hormones. General and Comparative Endocrinology. 18(3) : 545-551.

GUETTAL, S. (2021). Effets de deux biopesticides d'origine végétale sur un ravageur des denrées stockées. Thèse de Doctorat en Biologie et Physiologie Animale. Université Larbi Tébessi, Tébessa. 141p.

-H-

HAUBRUGE, E. & AMICHOT, M. (1998). Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. Biotechnology Agronomy Society and Environment. 2(3): 161-174.

HOSSAIN, S. & KHALEQUZZAMAN, M. (2018). Repellent and oviposition deterrent activity of leaf extracts of *Azadirachta indica* A. Juss., *Persicaria hydropiper* (L.) Spach. and *Vitex negundo* Linn. against the melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Journal of Entomology and Zoology Studies. 6 (2): 2291-2295.

HUIGNARD, J. (1985). Importances des pertes dues aux insectes ravageurs des graines : problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires sources de protéines végétales. UA CNRS. 340: 193-204.

-I-

ILBOUDO, Z., DABIRÉ, L.C.B., NIÉBÉ, R.C.H., DICKO, I.O., DUGRAVOT, S., COSTESERO, A.M. & SANON, A.(2010). Biological activity and persistence of four essential oils towards the main pest of stored cowpeas, *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. 46 (2): 124- 128.

ISMAN, M. B. (1995). Leads and prospects for the development of new botanical insecticides. *Review of Pesticides and Toxicology*. 3: 1-20..

-J-

JAYAKUMAR, M., SEENIVASAN, S. P., REHMAN, F. & IGNACIMUTHU, S. (2017). Fumigant effect of some essential oils against pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *African Entomology*. 25(1): 193-199.

-K-

KEELEY, L.L. (1985). Physiology and biochemistry of fat body, In: G.A kerkut et L.I. Gilbert (eds). *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, and Pharmacology*. 3 (1): 211- 248. Pergamon Press, oxford.

KHELLAF, A.& KERMICH, A. (2020). Les insectes ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master en Biologie et contrôle de populations d'insectes. Mémoire de Master en Biologie et contrôle de populations d'insectes. Université des Frères Mentouri Constantine. 62p.

KHELOUL, L., ANTON, S., GADENNE, C. & KELLOUCHE, A. (2020). Fumigant toxicity of *Lavandula spica* essential oil and linalool on different life stages of *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 23(2): 320-326.

KLOWDEN, M.J. (2007). *Physiological systems in insects*, Amsterdam: Elsevier, Academic Press, 688 p.

KO, K., JUNTARAJUMNONG, W.&CHANDRAPATYA, A. (2009). Repellency, Fumigant and Contact Toxicities of *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Kasetsart Journal*. 43: 56-63.

KOBENAN-KOFFI, C.H., PITOU, W., EULOGE, K., GERMAIN, E.& CYNTHIA, O., ROLAND, D., MALANNO, K., KOUADIO, K., DAGNOGO, M., ACKA- EMMANUEL,

D. (2018). Caractéristiques de l'évolution spatio-temporelle de *Pectinophora gossypiella* Saunders (Lepidoptera : Gelechiidae) dans les zones de production cotonnière de Côte d'Ivoire : Implications pour une stratégie de gestion optimale de la résistance aux pyréthrinoïdes. European Scientific Journal. 14(21) : 1857-7881.

-L-

LAKUSIC, D., LIBER, Z., NIKOLIC, T., SURINA, B., KOVACIC, S., BOGDANOVIC, S. & STEFANOVIC, S. (2013). Molecular phylogeny of the *Campanula pyramidalis* species complex (Campanulaceae) inferred from chloroplast and nuclear non-coding sequences and its taxonomic implications. Taxon. 62 : 505-524.

LAHMAR, C. & BENHADDA, M. (2022). Activité biologique d'une molécule bioactive à l'égard d'un ravageur des denrées stockées. Mémoire de Master en Ecophysiologie Animale, Université Larbi Tébessi, Tébessa.

-M-

MAISSONNEUVE & LAROSE (1985). Le stockage des produits vivriers et semenciers Tome 2 : Lutte contre les ravageurs, hygiène de stockage. Anthologie du développement du sahel (document).

MC DONALD, L. L., GUY, R. H. & SPEIRS, R. D. (1970). Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored-product insects. USDA Marketing Research Report. 882.

MOJARAB-MAHBOUBKAR, M., SENDI, J. J. & ALIAKBAR, A. (2015). Effect of *Artemisia annua* L. essential oil on toxicity, enzyme activities, and energy reserves of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Journal of Plant Protection Research. 55(4): 371-377.

-N-

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 de Doctorat en Sciences Agronomiques, Université de Carthage, 245p.

NERIO, L. S., OLIVERO-VERBEL, J. & STASHENKO, E. E. (2009). Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*. 45(3): 212.

-O-

OBENG-OFORI, D., REICHMUTH, C. H., BEKELE, J. & HASSANALI, A. (1997). Biological activity of 1, 8 cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles. *Journal of Applied Entomology*. 121(1-5): 237-243.

ODEYEMI, O. O., MASIKA, P. & AFOLAYAN, A. J. (2008). Insecticidal activities of essential oil from the leaves of *Mentha longifolia* L. subsp. *capensis* against *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). *African Entomology*. 16(2): 220-225.

OUTALEB, T., HAZZIT, M., FERHAT, Z., BAALIOUAMER, A., YEKKOUR, A., ZITOUNI, A. & SABAOU, N. (2015). Composition, antioxidant and antimicrobial activities of Algerian *Rosmarinus officinalis* L. extracts. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*. 18(3): 654-665.

-P-

PRETTY, J. & HINE, R. (2005). Pesticide use and the environment in the pesticide detox - Towards a More Sustainable Agriculture. EARTHSCAN: London, Sterling, VA; p 293.

PAPACHRISTOS, D. P. & STAMOPOULOS, D. C. (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*. 38(2): 117-128.

PAVELA, R. (2004). Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*. 75(7-8): 745-749.

PAVELA, R. (2005). Insecticidal activity of some essential oils against larvae of *Spodoptera littoralis*. *Fitoterapia*. 76(7-8): 691-696.

PRETTY, J. & HINE, R. (2005). Capacity Building Study 3. Organic and sustainable agriculture and food security in East Africa, dans Promoting Production and Trading Opportunities for Organic Agricultural Products in Africa, Colchester, Essex, University of Essex Publications, 34 p.

PRIYA, A., TRUPTI, S., MIRA, R. & APARNA, S. (2016).Control of *Rhyzopertha dominica* by various solvents extracts of fruits of *Zanthoxyulum rhetsa* Roxb dc (Rutaceae). International Journal of Recent Scientific Research. 7(6): 12061-12070.

-R-

RAMBABU, J. P. & RAO, M. B. (1994). Effect of an organochlorine and three organophosphatespesticides on glucose, glycogen, lipid, and protein contents in tissues of the freshwater snail *Bellamya dissimilis* (Müller). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 53(1):142-148.

REGNAULT-ROGER, C. &HAMRAOUI, A.(1995).Fumigant toxic activity and reproduction inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Stored Products Research.1: 291-299.

ROKHAYA, F., SALIOU, N., ABDOULAYE, S., MBACKÉ, S. (2017).Activité insecticide par fumigation des huiles essentielles de *Callistemon viminalis*, *Melaleuca leucadendron* et *Hyptis suaveolens* contre *Sitophilus spp.*, ravageur du maïs. Journal de la Société Ouest-africaine de Chimie. 43: 31- 36.

-S-

SAK, O., UÇKAN, F. & ERGIN, E. (2006). Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein, and lipid contents of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Belgian Journal of Zoology. 136(1): 53-58.

SHARMA, P., MOHAN, L., DUA, K. K. & SRIVASTAVA, C. N. (2011). Status of carbohydrate, protein and lipid profile in the mosquito larvae treated with certain phytoextracts. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 4(4): 301-304.

SHIBKO, S., KOIVISTOINEN, P., TRATNYEK, C.A., NEWHALL, A.R. &FRIEDMAN, L. (1966). A method for sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, DNA, Lipid, and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. Analytical Biochemistry. 19 : 514 – 528.

SIGAUT, F. (1978). Les réserves des grains à long terme. Technique de conservation et fabrication sociales dans l'histoire. Ed. Maison de science de l'homme. Université de Till III. PP 3-43.

STEELE, J.E. (1981). The role of carbohydrate metabolism in physiological function. Energy Metabolism in Insects. Springer. 101- 133.

STEELE, J.E. (1985). Hormonal modulation of Carbohydrate and lipid metabolism in fat body. Insect Biology in future, Academic Press. 253-271.

-T-

TALEB-TOUDERT, K. (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae).Thèse de Doctorat d'Etat en Science Biologique. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 160p.

TAPONDJOU, A., ADLER, C., FONTEM, D., BOUDA, H. & REICHMUTH, C. (2002). Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val. Journal of Stored Products Research. 41: 91-102.

TCHOUMBOUGNANG, F., DONGMO, J.M.P., SAMEZA, L.M., M'BAMDJO, N.G.E., FOTSO,T.B.G. (2004).Activité Lavicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles éssentielles extraites de quatres plantes cultivées au Cameroun. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. 13(1) : 77-87.

TIGRINE-KORDJANI, N., MEKLATI, B.Y., CHEMAT, F. & GUEZIL, F.Z. (2012).Kinetic investigation of rosemary essential oil by two methods: solvent-free microwave extraction and hydrodistillation. Food Analytical Methods. 5:596-603.

TINE, S., HALAIMIA, A., CHECHOU, J. & TINE-DJEBBAR, F. (2017). Fumigant Toxicity and repellent effect of azadirachtin against the lesser grain beetle, *Rhyzopertha dominica* (F.) (Col.: Bostrichidae). Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration. 399-401.

-W-

WIENS, A. W. & GILBERT, L. I. (1967). The phosphorylase system of the silkworm, *Hyalophora cecropia*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 21(1): 145-159.

-Y-

YAZDANI, E., SENDI, J. J. & HAJIZADEH, J. (2014). Effect of *Thymus vulgaris* L. and *Origanum vulgare* L. essential oils on toxicity, food consumption, and biochemical properties of lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Protection Research*. 54(1): 53-61.

-Z-

ZAOUALI, Y., BOUZAINE, T. & BOUSSAID, M. (2010). Essential oils composition in two *Rosmarinus officinalis* L. varieties and incidence for antimicrobial and antioxidant activities. *Food and Chemical Toxicology*. 48: 3144-3152.

ZCAN, M.M.O. & CHALCHAT, J.C. (2008). Chemical composition and antifungal activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oil from Turkey. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 59(7-8): 691- 698.

ZEGHIB, F.(2022). Efficacité comparée des extraits de quelques plantes médicinales sur une espèce de moustique *Culex pipiens* : Aspect toxicologique, biochimique et biomarqueurs. Thèse Doctorat en Biologie Animale, Université Badji-Mokhtar, Annaba. 110 p.

ZOUBIRI, S. & BAALIOUAMER, A. (2011). Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. *Food Chemistry*. 129 :179-182.

