

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة محمد بوقرة بومرداس

Université M'Hamed Bougera de Boumerdes

Faculté des Sciences

Département d'Agronomie



## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

**Thème :**

**Evaluation de l'activité bio-insecticide des huiles essentielles  
et des extraits bruts de *Lavandula stoechas* et *Ammoides  
verticillata***

Présenté par : TALAHARI Nesrine & BOUBAKEUR Sara

Devant le jury :

Noms	Grade	Etablissement
Promotrice : Mme ACHEUK	Professeur	UMBB
Président : Mr. BENHAMANNA M.	MAA	UMBB
Examinatrice : Mme HENNEB M.	MCA	UMBB

Année universitaire : 2022-2023

# *Remerciements*

Nous remercions tout d'abord *ALLAH*, le tout-puissant de nous avoir donné la santé, la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Nous témoignons en premier lieu notre énorme gratitude à notre promotrice *ACHÉUK Fatma*, professeure à *l'université M'Hamed Bougera de Boumerdes*, qui a accepté de diriger ce travail, sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils.

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury, *Mme HENNEB .M* et *Mr. BNHAMANNA M* qui ont bien voulu accepter d'évaluer notre travail.

*Nous ne saurions oublier de remercier toutes les personnes qui de près ou de loin, nous ont aidés à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

لحمد لله الذي ماتم جهد ولا ختم سعي الا بفضلہ

*Cher Papa, Chère Maman*

Pour tous vos sacrifices, votre amour, aucun mot ou dévouement ne peut exprimer mon respect, et mon amour pour les sacrifices que vous avez faits pour mon éducation et mon bien-être. *Merci,*

Je dédie ce travail et ma réussite à *mon mari Abed Ssamed* qui m'a beaucoup encouragée *MERCI.*

À ma chère frère *Side Ahmed* et ma belle-sœur *khawela* et ces enfants *Wassim* et *Ania*, pour tout votre soutien, vos encouragements et votre aide illimitée tout au long de mes études. Puisse dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite.

A toute ma famille et ma belle-famille, mes amis, mes proches et tous ceux que j'aime très fort.

À mes copines *Sarah, Wissam, meriam,* et *Noura* que notre amitié dure à jamais.

À l'ensemble de mes enseignants, mes camarades, de la faculté des sciences.

*Nesrine*

# *Dédicaces*

الحمد لله الذي ماتم جهد ولا ختم سعي الا بفضلہ

*Je dédie ce modeste travail :*

A mes chers parents, pour leur endurance et  
leurs sacrifices sans limites

A mes sœurs de cœur

A mes frères

A tous mes proches, surtout ma cousine Hadjira

A mes amis

A mes camarades de promotion

A tous mes enseignants

*Sara*

## Liste des abréviations

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (EL Harrach).

% : Pourcentage.

°C : Degré Celsius.

g : gramme.

mL : Millilitre.

mg : Milligramme

cm : Centimètre.

µL : Microlitre.

h : Heure.

Sig : Significatif.

HE : Huile essentielle.

HEs : Les huiles essentielles

DL50 : Dose létale de 50% de population traitée.

Fig : Figure

## Liste des tableaux

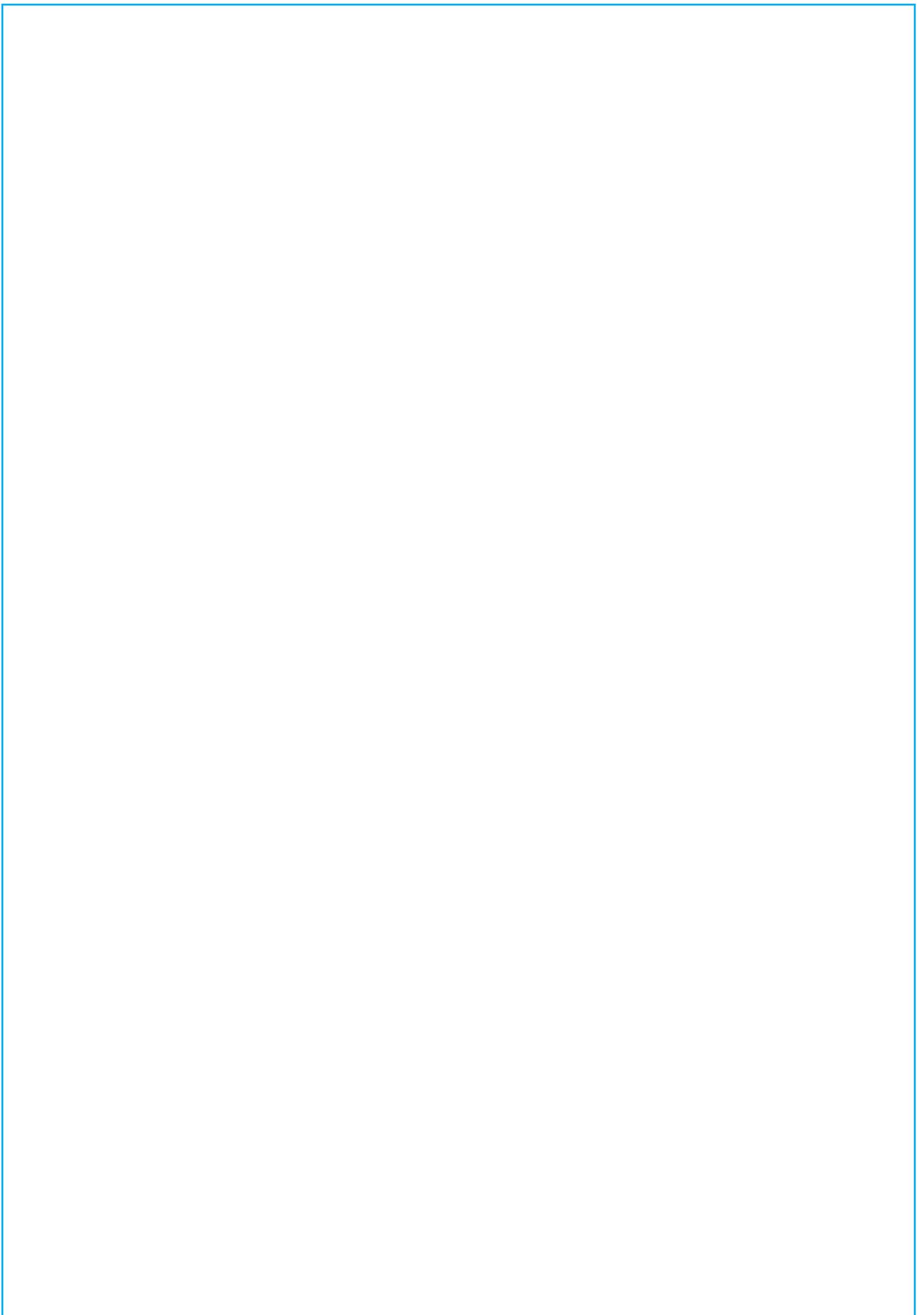
<b>Tableau n°1</b> : Taxonomie de <i>Lavendula stoechas</i> (Benabdelkader, 2012) .....	10
<b>Tableau n°2</b> : Classification botanique d' <i>A. verticillata</i> . (Bekhechi, 2008).....	14
<b>Tableau n°3</b> : Classification de <i>T. castaneum</i> .....	18
<b>Tableau n°4</b> : Pourcentages de répulsion selon le classement de Mc Donald et al. (1970) .....	35
<b>Tableau n°5</b> : Pourcentage du rendement en huiles essentielles de 2 plants <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> .....	39
<b>Tableau n°6</b> : Toxicité de contact (valeur de la DL50) de l'huile essentielle <i>L. stoechas</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> , après le traitement.....	40
<b>Tableau n°7</b> : Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (1, 2, 4, 8 et 10%) de l'HEs <i>L. stoechas</i> par effet contact.....	40
<b>Tableau n°8</b> : Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (1, 2, 4, 8 et 10%) de l'HE <i>A. verticillata</i> par effet contact.....	42
<b>Tableau n°9</b> : Activité répulsive d'huile essentielle <i>L. stoechas</i> contre les adultes de <i>T.</i> <i>castaneum</i> à différents temps d'exposition.....	42
<b>Tableau n°10</b> : Activité répulsive d'huile essentielle <i>A. verticillata</i> contre les adultes de <i>T.</i> <i>castaneum</i> à différents temps d'exposition.....	42
<b>Tableau n°11</b> : Toxicité de fumigation (valeur de DL50) de l'huile essentielle <i>L. stoechas</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> après le traitement.....	45
<b>Tableau n°12</b> : Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (100, 200, 400, 800 et 1000 µl/l) de l'HE <i>L. stoechas</i> par effet fumigation.....	45
<b>Tableau n°13</b> : Toxicité par fumigation (valeur de DL50) de l'huile essentielle de <i>A.</i> <i>verticillata</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> après le traitement.....	46
<b>Tableau n°14</b> : Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (100, 200, 400, 800 et 1000 µl/l) de l'HE <i>A. verticillata</i> par effet fumigation .....	47

<b>Tableau n°15 :</b> Toxicité par contact (valeur de DL50) d'extrait de <i>L. stoechas</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> après le traitement.....	48
<b>Tableau n°16 :</b> Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (1, 2.5, 5, 10 et 20 mg/ml) de l'extrait <i>L. stoechas</i> par effet contact .....	48
<b>Tableau n°17 :</b> Toxicité par contact (valeur de DL50) d'extrait d' <i>A. verticillata</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> après le traitement.....	49
<b>Tableau n°18 :</b> Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (1, 2.5, 5, 10 et 20mg/ml) de l'extrait <i>A. verticillata</i> par effet contact.....	49
<b>Tableau n°19 :</b> Activité répulsive d'extrait de <i>L. stoechas</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> à différents temps d'exposition.....	50
<b>Tableau n°20 :</b> Activité répulsive de l'extrait de <i>A. verticillata</i> contre les adultes de <i>T. castaneum</i> à différents temps d'exposition.....	50

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b> <i>Lavendula stoechas</i> .....	8
<b>Figure 02 :</b> Photos d'archives liées à l'utilisation et la récolte des lavandes .....	9
<b>Figure 03 :</b> Distribution géographique de <i>L.stoechas</i> .....	10
<b>Figure 04 :</b> Morphologie de la fleur <i>L. stoechas</i> . .....	11
<b>Figure 05 :</b> Résultats du screening phytochimique de <i>L. stoechas</i> .....	13
<b>Figure 06 :</b> Les régions de localisation d' <i>A. verticillata</i> dans le monde.....	15
<b>Figure 07 :</b> Description d' <i>A. verticillata</i> .....	16
<b>Figure 08 :</b> Adulte (A) et larve (B) de <i>Tribolium castaneum</i> sous la loupe binoculaire.....	18
<b>Figure 09 :</b> Cycle biologique de <i>T. castaneum</i> .....	19
<b>Figure 10 :</b> Dégâts causée par le <i>T. castaneum</i> .....	20
<b>Figure 11 :</b> Plant <i>L. stoechas</i> après séchage et coupage .....	25
<b>Figure 12 :</b> Dispositif expérimental d'élevage de <i>T. castanum</i> .....	26
<b>Figure 13 :</b> Hydrodistillation de type clevenger .....	27
<b>Figure 14 :</b> Extracteur de Soxhlet.....	29
<b>Figure 15 :</b> Les différentes doses de l'extrait brut des plantes testées. ....	30
<b>Figure 16 :</b> Les différentes concentrations des d'huiles essentielles.....	31
<b>Figure 17 :</b> L'homogénéation des dilutions.....	31
<b>Figure 18 :</b> Préparation des insectes <i>T. castanum</i> dans les piluliers.....	32
<b>Figure 19 :</b> Préparation des insectes <i>T. castanum</i> dans les boîtes de pétri en verre .....	32
<b>Figure 20 :</b> L'application des dilutions dans la zone traitée et d'acétone dans la zone témoin. .....	33

<b>Figure 21 :</b> Le ressemblent des deux parties des disque (témoin et traité) au moyen d'une bande adhésive.....	34
<b>Figure 22 :</b> L'application des délutions des huiles essentielles sur les disques de papier buvard .....	36
<b>Figure 23 :</b> La disposition du disque de papier buvard au niveau d'ouverture du pilulie....	36
<b>Figure 24 :</b> Le dispositif expérimental de test de fumigation.....	36
<b>Figure 25 :</b> L'application du 1 µl de chaque dilution sur le thorax de chaque insecte. ....	37
<b>Figure 26 :</b> Cinétique de mortalités des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'huile essentielle de <i>L. stoechas</i> en fonction du temps et des doses (effet contact).....	40
<b>Figure 27 :</b> Cinétique de mortalité des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'huile essentielle <i>A. verticillata</i> en fonction du temps et des doses (effet contact).....	41
<b>Figure 28 :</b> Pourcentage de répulsion de l'huiles essentielles de la plante <i>L.stoechas</i> en vers les adultes de <i>T. castaneum</i> .....	43
<b>Figure 29 :</b> Pourcentage de répulsion de l'huiles essentielles de la plante <i>A. verticillata</i> en vers les adultes de <i>T. castaneum</i> .....	43
<b>Figure 30 :</b> Cinétique de mortalité des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'huile Essentielle <i>L. stoechas</i> en fonction du temps et des doses (effet fumigation) .....	44
<b>Figure 31 :</b> Cinétique de mortalité des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'huile essentiell d' <i>A. verticillata</i> en fonction du temps et des doses (effet fumigation) .....	46
<b>Figure 32 :</b> Cinétique de mortalité des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'extrait de <i>L. stoechas</i> en fonction du temps et des doses (effet contact) .....	47
<b>Figure 33 :</b> Cinétique de mortalité des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'extrait de <i>A. verticillata</i> en fonction du temps et des doses (effet contact) .....	49
<b>Figure 34 :</b> Taux de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'extrait de <i>L. stoechas</i> en fonction du temps et des doses (effet répulsion) .....	50
<b>Figure 35 :</b> Taux de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'extrait de <i>A. verticillata</i> en fonction du temps et des doses (effet répulsion) .....	51



# TABLE DES MATIERS

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des abréviations**

**Liste des tableaux**

**Listes des figures**

**Introduction.....1**

## **CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

**1 Les Extraits végétaux.....4**

1.1 Définition.....4

1.2 Les Principes actifs.....4

1.2.1 Les Huiles essentielles.....4

1.2.2 Les polyphénols.....6

1.2.3 Les flavonoïdes.....6

1.2.4 Les tanins.....6

1.2.5 Les alcaloïdes.....7

1.2.6 Les saponosides.....7

**2 Présentation des espèces végétales étudiées.....7**

2.1 L'espèce *Lavendula stoechas*.....7

2.1.1 Condensé historique .....8

2.1.2 Classification.....9

2.1.3 Distribution géographique .....10

2.1.4 Description botanique .....11

2.1.5	Position écologique .....	12
2.1.6	Utilisation .....	12
2.1.7	Screening phytochimique .....	13
2.1.8	Le pouvoir insecticide de <i>Lavendula stoechas</i> .....	13
2.2	L'espèce <i>Ammoides verticillata</i> .....	14
2.2.1	La Systématique d' <i>Ammoides verticillata</i> .....	14
2.2.2	Noms vernaculaires.....	15
2.2.3	Distribution géographique .....	15
2.2.4	Description botanique .....	16
2.2.5	Utilisations d' <i>A. verticillata</i> .....	16
2.2.6	Screening phytochimique .....	17
3	Présentation de <i>Tribolium castaneum</i> .....	17
3.1	Description.....	17
3.2	Systématique .....	18
3.3	Cycle de vie.....	19
3.4	Dégâts et régime alimentaire.....	19
4	Moyens de lutte utilisés contre les insectes nuisible .....	20
4.1	Moyens préventifs .....	20
4.2	Moyens curatifs .....	21
4.2.1	La lutte physique .....	21
4.2.2	La lutte chimique .....	21
4.2.3	La lutte biologique .....	21
4.2.3.1	Les biopesticides d'origines végétales .....	22

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

Objectifs .....	25
1 Matériel .....	25
1.1 Matériel végétal .....	26
1.2 Matériel animale .....	26
1.3 Matériels de laboratoire .....	26
2 Méthodes .....	26
2.1 Elevage de masse .....	26
2.2 Extraction des huiles essentielles la préparation de l'extrait méthanolique bruts .....	27
2.2.1 Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation.....	27
2.2.2 Préparation des extraits alcooliques bruts <i>Soxhlet</i> .....	28
2.3 L'évaluation de la toxicité et de l'activité répulsive des huiles essentielles et extraits Brutes de <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	30
2.3.1 Évaluation de l'activité répulsive des huiles essentielles et des extraits bruts Vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	32
2.3.2 L'évaluation de la toxicité des huiles essentielles par fumigation des deux plantes vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	35
2.3.3 L'évaluation de la toxicité des huiles essentielles et des extraits bruts par Contact vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	36

### **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

Résultats.....	39
1.1 Rendement en huiles essentielles des plantes <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> .....	39

1.2 Résultats des tests bio-insecticides .....	39
1.2.1 Évaluation de la toxicité aiguë par contact des HEs de <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	39
1.2.1.1 Huile essentielle de <i>L. stoechas</i> .....	39
1.2.1.2 Huile essentielle de <i>A. verticillata</i> .....	41
1.2.2 Évaluation de la toxicité aiguë par répulsion des HEs de <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	42
1.2.3 Évaluation de la toxicité aiguë par fumigation des HEs de <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	44
1.2.3.1 Huile essentielle de <i>L. stoechas</i> .....	44
1.2.3.2 Huile essentielle de <i>A. verticillata</i> .....	45
1.3.1 Évaluation de la toxicité aiguë par contact des extraits de <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	47
1.3.1.1 Extrait de <i>L. stoechas</i> .....	47
1.3.1.2 Extrait de <i>A. verticillata</i> .....	48
1.3.2 Évaluation de la toxicité aiguë par répulsion pour des extraits de <i>L. stoechas</i> et <i>A. verticillata</i> vis-à-vis des adultes de <i>T. castaneum</i> .....	50
1.3.2.1 Extrait de <i>L. stoechas</i> .....	50
1.3.2.2 Extrait de <i>A. verticillata</i> .....	51
1.4 Discussion .....	52

**Conclusion**

**Références bibliographiques**

**Annexes**

**Résumé**

### Introduction

Un des défis les plus importants de notre temps est la sécurité alimentaire mondiale ainsi que la disponibilité des aliments. Les céréales et leurs dérivées sont un aliment de base dans de nombreux pays sous-développés, particulièrement dans les pays maghrébins (Laaboudi et al, 2016).

En Algérie, la sécurité alimentaire de la population dépend en grande partie des céréales, et notamment du blé (El Mezoued, 2019). Bien que l'agriculture occupe environ 80% de la superficie agricole utile du pays, la superficie emblavée annuellement en céréales ne contribue qu'à 20% des besoins en consommation nationale, le blé dur étant un élément essentiel dans la structure de la consommation de ces céréales. Pour garantir un approvisionnement régulier en blé aux consommateurs, le stock est devenu une nécessité et le seul moyen de régulation du marché tout au long des saisons. Cependant, lors du stockage, il arrive souvent que ces produits céréaliers soient attaqués par des rongeurs, des champignons, des acariens et des insectes. (Gwinner et al, 1996).

La FAO a estimé qu'entre 10 et 25 % de la nourriture récoltée dans le monde est perdue chaque année. Les insectes et les rongeurs nuisibles sont la principale cause de la détérioration des céréales stockées et des produits transformés en réduisant leur poids sec et leur valeur nutritionnelle. (Irikannu et al, 2015).

Selon Mebarkia (2001), *Tribolium castaneum* est l'une des espèces les plus courantes rencontrées sur les céréales stockées, représentant environ 30% des cas, Les larves et les adultes endommagent les grains cassés et moulus très finement, causant des dommages importants aux semences. Si ces insectes ne sont pas contrôlés de façon adéquate, ils peuvent entraîner des pertes économiques considérables car leur taux de reproduction est très élevé. D'après (Mahmoud & Sabbour, 2020), fin d'éviter ces pertes, les responsables ont souvent recours à la lutte chimique. (Carlos, 2006).

L'usage répété d'insecticides synthétiques engendr divers problèmes, tels que la sélection de souches résistantes chez les insectes et l'accumulation de résidus de pesticides dans les aliments stockés. (Menceur, 2015).

Face à ce problème, Il est donc nécessaire d'avoir un programme de contrôle alternatif et de chercher de nouveaux produits, d'une part, pour assurer une protection efficace de la production agricole, et d'autre part, pour contribuer à une gestion durable de

## Introduction

---

l'environnement. (Benoufella-Kitous et al, 2022). Selon Menceur (2015), les recherches se sont récemment penchées sur les produits naturels d'origine végétale, qui apparaissent comme une alternative prometteuse pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées et pourraient jouer un rôle efficace dans la régulation des populations d'insectes dans les stocks alimentaires. (Benoufella-Kitous et al, 2022).

Les végétaux produisant des composés secondaires et qui, sont utilisés en tant que *biopesticides* dans la protection des grains stockés contre les insectes ravageurs et offrent un alternatif plus sain. (Arthur, 1996).

L'Algérie est caractérisée par une flore végétale abondante, riche et variée. Cette flore regorge de nombreuses espèces aromatiques capables de produire des huiles essentielles. (Fekih, 2014) ; ils sont estimés à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, dont 15% sont endémiques et restent très peu explorés. (Daira, Maazi, et Cherfour, 2016).

Dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, nous sommes intéressés aux deux plantes aromatiques, une espèce d'*Apiaceae Ammoides verticillata* provenant de la wilaya de Mascara, et une espèce de *Lamiaceae lavendula stoechas* récoltée de la région de Boumerdes.

L'objectif de notre expérience est d'évaluer l'activité bio-insecticide extraits bruts et les huiles essentielles extraites ces deux plantes sur le *tribolium castanum*, et de les comparer, dans le but de remplacer les insecticides chimiques de synthèse couramment utilisés contre les insectes des stocks et des denrées alimentaires et qui peuvent nuire à la santé humaine et à l'environnement.

Notre travail comporte une synthèse bibliographique comme premier chapitre, une description de la méthodologie de travail, et troisième chapitre la partie résultats et discussion. Le travail est clôturé par une conclusion générale synthétisant l'ensemble des résultats obtenus.

**Chapitre I :**  
**Synthèse bibliographique**

**1. Les Extraits végétaux****1.1 Définition**

Les Extraits végétaux sont des préparations liquides, obtenues à partir de drogues végétales généralement à l'état sec. Un extrait végétal est un ensemble composé de molécules Volatiles, odorantes, renfermées dans les organes producteurs de certains végétaux, ils sont extraits de plante par différentes méthodes d'extraction. Ces substances se trouvent dans les feuilles et les fleurs, mais également dans les graines, les racines et les écorces des plantes. (Bonzi, 2007).

**1.2 Les Principes actifs**

Les plantes aromatiques ont une grande valeur dans notre vie quotidienne grâce à leurs nombreuses utilisations dans des différents domaines tels que l'agroalimentaire, la parfumerie, la cosmétique et la médecine. Cette importance est attribuable en grande partie à leur teneur en substances biologiquement actives provenant de leurs métabolites secondaires. (Menceur, 2015).

Selon Ouis (2015), La composition chimique d'une plante diffère selon l'organe utilisé, les facteurs climatiques, la nature du sol, les pratiques culturales et le mode d'extraction, les principes actifs capitaux des plantes sont : les phénols, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes : les anthocyanes, les coumarines, les vitamines, les minéraux et les huiles essentielles. (Khodjet El Khil, 2015).

**1.2.1 Les huiles essentielles**

Les huiles essentielles (HE) sont des mélanges naturels complexes des métabolites secondaires volatils, isolées des plantes par plusieurs techniques. L'hydrodistillation et l'entraînement à la vapeur d'eau restent les moyens les plus employés pour produire les HE, en particulier à des fins commerciales. Le volume d'HE récupéré est variable, chez une même plante, en fonction de plusieurs facteurs biotiques et abiotiques. (Benabdelkader, 2012).

Les huiles essentielles sont présentes presque exclusivement dans les végétaux et peuvent être stockées dans toutes les parties des plantes aromatiques. (Fekih, 2014).

Les HEs se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante et se forment dans le cytoplasme de certaines cellules végétales spécialisés. Elles peuvent être stockées et emmagasinées dans diverses structures de la plante telles que les poils sécréteurs ou les trichomes, les cellules épidermiques, les cellules sécrétrices internes, les poches sécrétrices et les canaux sécréteurs. (Farhat, 2010).

- **Fonction**

Dans les plantes, les huiles essentielles ont une fonction écologique, elles permettent une protection contre les prédateurs. (Gainard et Chèze, 2016) ; En outre. Les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique des plantes aromatiques qui est importante pour attirer les insectes pollinisateurs de graines (Croteau, 1992). Elles Offrent aussi un caractère de toxicité pour la plante vis-à-vis des herbivores potentiels avant même que ces derniers fassent une morsure d'essai. (Menceur, 2015).

- **Propriétés physiques**

Les huiles essentielles sont des liquides volatils qui se trouvent à l'état liquide à température ambiante.

-Leur densité est généralement inférieure à celle de l'eau. Elles sont solubles dans les solvants lipidiques mais peu solubles dans l'eau. (Bachiri et al, 2016)

elles sont très altérables et sensibles à l'oxydation mais ne rancissent pas.

-Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides, très odorantes et volatiles. (Aouis, 2015).

- **Composition chimique**

Selon Teisseire (1991), les constituants des HEs peuvent être classés en trois groupes selon les trois voies de biosynthèse distinctes.

- Les terpénoïdes
- Les dérivés du phénylpropane
- Les composés d'origines divers.

**1.2.2 Les polyphénols**

Les polyphénols sont des composés chimiques présents dans les tissus superficiels des plantes, avec au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils jouent un rôle clé dans la vie de la plante en la défendant contre les pathogènes et les rayons UV. Les polyphénols contrôlent également la croissance des plantes et sont utilisés dans l'industrie agro-alimentaire comme additifs, colorants, arômes ou agents de conservation. Les acides phénols, flavonoïdes, lignines et tanins sont les principales sous-classes de polyphénols. (Bruneton,1999).

**1.2.3 Les flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont des composés à faible poids moléculaire qui contribuent à la couleur des plantes et contiennent plusieurs cycles aromatiques. Ils agissent comme des agents antibactériens et peuvent être utilisés dans l'industrie alimentaire, cosmétique et pharmaceutique. Certains flavonoïdes ont des propriétés anti-inflammatoires et antivirales et sont utilisés pour traiter les rhumes et la grippe en réduisant les sécrétions nasales. Les flavonoïdes peuvent être présents sous forme libre ou sous forme d'hétérosides. (Bruneton. J,1999).

**1.2.4 Les tanins**

Selon Paoulini et Dorchie, (2003). Les tanins sont présents dans toutes les parties des végétaux et ont des propriétés antibactériennes, antivirales, anti-inflammatoires et antimutagènes. Ils sont également utilisés pour traiter les infections, faciliter le transit intestinal et favoriser la guérison des tissus endommagés. Cependant, leur consommation en grande quantité peut causer des effets secondaires indésirables. Les tanins sont classés en deux catégories : les tanins hydrolysables et les tanins condensés, qui ont des structures chimiques variables mais contiennent tous une partie poly-phénolique.

**1.2.5 Les alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des molécules d'origine naturelle. On les trouve principalement chez les végétaux, ils constituent avec les hétérosides, la majorité des principes actifs des plantes médicinales. La plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et sont

fortement toxiques, ils forment un groupe hétérogène du point de vue de leur structure, de leurs propriétés et de leurs effets biologiques. (Bruneton, 1999).

### **1.2.6 Les saponosides**

On entend par *saponosides* mot latin « sapons », savon ; « saponaire », l'herbe à savon, des hétérosides à aglycones de structure stéroïde ou *triterpénique* qui tiennent une grande place parmi les substances d'origine végétale. (Robinet, 1951).

## **2. Présentation des espèces végétales étudiées**

### **2.1 L'espèce *Lavandula stoechas***

La famille des *Lamiaceae* est cruciale dans la région méditerranéenne en raison de ses propriétés médicinales et de son potentiel économique dans les industries alimentaires et des parfums. (Generosa et al, 2013). La caractérisation biologique et chimique de leurs espèces végétales suscite un intérêt considérable, elle est caractérisée par les lèvres en forme de labium de ses fleurs, ces plantes dicotylédones comprenant environ 7200 espèces et jusqu'à 236 genres, se divisent en 7 ou 8 sous-familles et sont principalement *herbacées* (figure n°1). (Benabdelkader, 2012).

Le genre *Lavandula* est un membre de la grande famille botanique des *lamiaceae*, appartient à la sous-famille des *nepetoideae*, en raison de la structure *hexaperturée* des grains de pollen de cette plante. (Guitton et Legendre, 2012).

Selon Upson et Andrews (2004), il existe environ 39 espèces, de nombreux hybrides et près de 400 cultivars enregistrés dans le genre *Lavandula*. Les lavandes sont célèbres pour leurs huiles essentielles contenant une grande quantité de terpènes. Avec des applications courantes en aromathérapie, en cosmétologie ainsi qu'en pharmacopée, telle que la *lavande stoechade* (*Lavandula stoechas*). (Despinasse, 2015).



Figure 01 : *Lavandula stoechas*. (Photo original, 2023)

### 2.1.1 Condensé historique

Il y a six mille ans, plusieurs civilisations anciennes comme l'Égypte, la Chine et l'Inde actuelles ont commencé à utiliser des plantes aromatiques et médicinales pour traiter des maladies et à des fins spirituelles. (Ezzoubi et al, 2020).

Différents types de lavande étaient utilisés dans la Rome antique. Le terme lavande vient du latin « *lavando* » fait partie de l'infinitif « *lavare* » (se baigner), car il est fréquemment utilisé dans les bains en raison de sa fragrance. On lui prêtait aussi des vertus contre la bronchite et les problèmes intestinaux. (Lis-balchin, 2002) la première description de l'utilisation médicinale de la lavande a été faite au premier siècle de notre ère ; (Farsam et al, 2016), Au moyen âge, *L. stoechas* est communément appelée 'lavande française', 'lavande italienne', 'lavande espagnole', 'lavande des *stoechades*', 'lavande maritime', 'lavande papillon' ou 'lavande à toupet'. (Benabdelkader, 2012).

En 1960, l'industrialisation de la production de lavande commence avec l'apparition des premières entreprises de distillation, notamment Souline et Monsieur Propre (figure n°2). (Despinasse, 2015).



Figure 02 : Photos d'archives liées à l'utilisation et la récolte des lavandes (Lis-balchin, 2002).

### 2.1.2 Classification

En 1937, Chaytor a établi l'une des premières classifications modernes importantes du genre *Lavandula* dans son ouvrage « A Taxonomic Study of the Genus *Lavandula* ». Cette révision a identifié 28 espèces ainsi que plusieurs taxons infraspécifiques répartis en 5 sections : *Stoechas*, *Spica*, *Subnudae*, *Pterostoechas* et *Chaetostachys*. Les formes les plus

largement cultivées et commercialisées se trouvent dans les sections *Stoechas* et *Spica*. (Benabdelkader, 2012).

Tableau n°1 : Taxonomie de *Lavandula stoechas* (Benabdelkader, 2012)

<b>Régné</b>	<b>Plantal</b>
<b>Embranchement</b>	<i>Spermatophytes</i>
<b>Sous Embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Classe</b>	<i>Dicotylédones</i>
<b>Ordre</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Famille</b>	<i>lamiacéae</i>
<b>Sous famille</b>	<i>Nepetoideae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Ocimeae</i>
<b>Genre</b>	<i>Lavandula</i>
<b>Section</b>	<i>Stoechas</i>
<b>Espèce</b>	<i>L. stoechas</i>

### 2.1.3 Distribution géographique

*L. Stoechas* est répartie sur trois continents : l'Afrique, l'Europe et l'Asie. Elle est particulièrement prolifique dans la région méditerranéenne et on peut la retrouver dans de nombreux pays tels que le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, l'Espagne, la Grèce, la France, l'Italie et la Turquie, ainsi qu'en Arabie Saoudite et en Iran (figure n°3). (Ezzoubi et al ;2020).

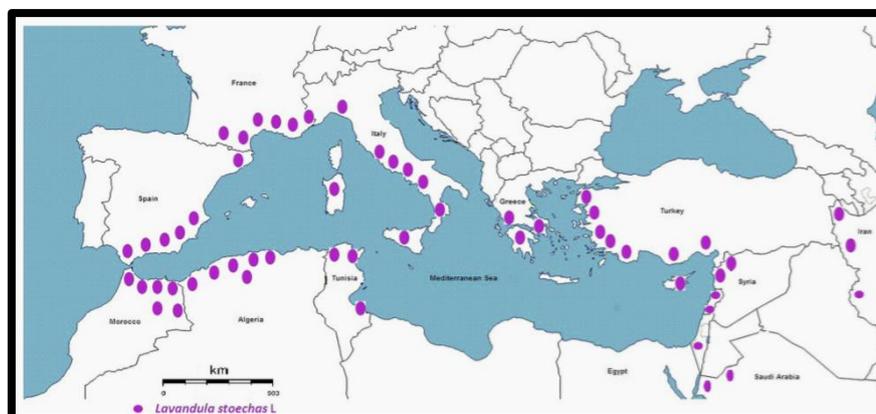


Figure 03 : Distribution géographique de *L. stoechas*. (Ezzoubi et al, 2020)

### 2.1.4 Description botanique

D'après Upson et Andrews (2004), les caractéristiques distinctives des différentes espèces sont principalement leur morphologie feuillue, la forme de leur inflorescence, et la structure de leur bractée, calice et corolle. Toutefois, d'autres caractéristiques plus subtiles telles que le nombre de chromosomes et la forme des grains de pollen sont également prises en compte lors de l'identification de chaque espèce (figure n°4). (Guitton et Legendre, 2012). Les Critères morphologiques principaux distinctifs de *L. stoechas*. Selon Bachiri, et al, 2015 sont:

**Feuille :** Simples, entières de 2-3 cm de long, lancéolées et de couleur vert-grisâtre.

**Bractée :** Les fertiles, de couleur violette, largement ovales et brièvement acuminées ; les stériles très saillantes valant à l'espèce le nom de lavande papillon.

**Inflorescence :** Compacte, à pédoncule court et moins long que la masse florale ; les fleurs sont de couleur violet foncé. (Bachiri, et al, 2015). Elles ; ont une corolle tubulaire et sécrètent une petite quantité de nectar riche en sucre. (Herrera, 1991).

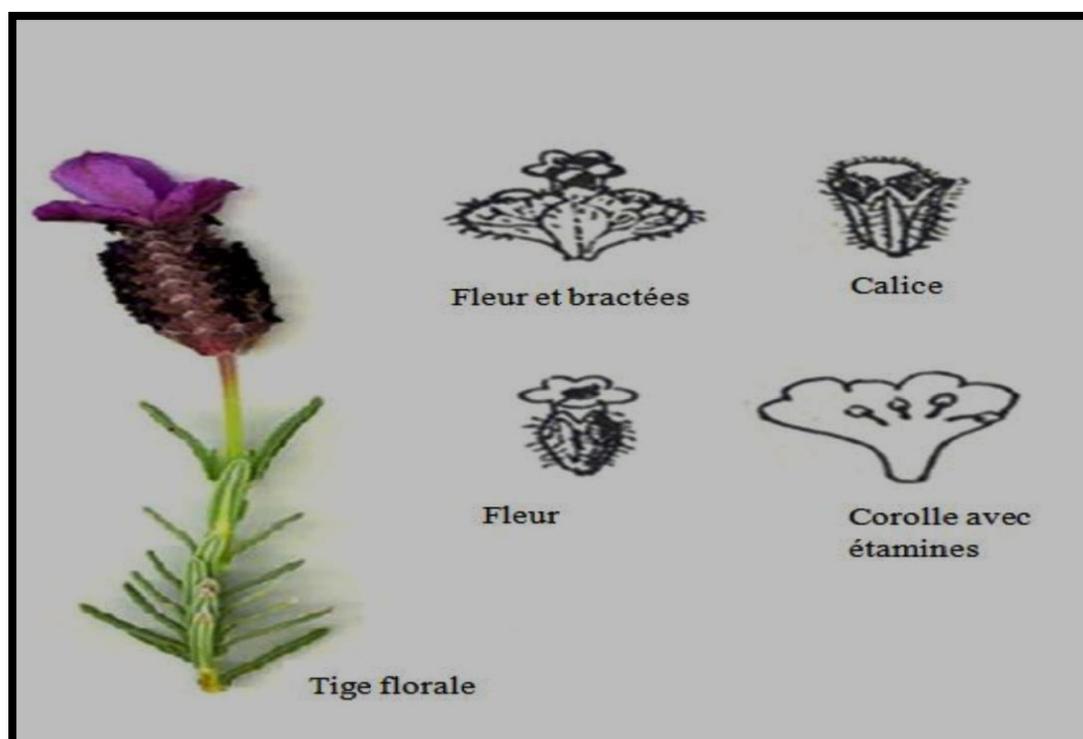


Figure 04 : Morphologie de la fleur *L. stoechas* (benabdelkader, 2012).

### 2.1.5 Position écologique

On peut trouver *Lavandula stoechas* dans les zones climatiques allant du subhumide au semi-aride. Cette plante pousse dans des régions où la quantité de précipitations annuelles varie entre 500 et 1200 mm, à des altitudes situées entre 200 et 800 mètres. Le sol dans lequel elle prospère est principalement calcaire, mais peut également être silico-argileux. (Souihi et al, 2017). Pour une croissance optimale, les différentes espèces de lavande nécessitent une bonne aération dans les zones humides. L'humidité excessive est un facteur de risque majeur pour leur développement. (Benabdelkader, 2012).

### 2.1.6 Utilisation

L'évaluation thérapeutique des produits à base de plantes a pris de l'importance en vue des effets indésirables que peuvent produire des médicaments. (Mohammedi et Atik, 2012).

Les espèces du genre *Lavandula* sont des plantes médicinales et aromatiques importantes. Ses espèces sont utilisées en médecine traditionnelle comme traitement de l'anxiété et de l'insomnie et pour améliorer la qualité du sommeil depuis longtemps. La lavande est couramment utilisée dans les parfums, les savons, les poudres pour le bain et les sachets parfumés. Il peut aromatiser des thés ou des aliments même à faible concentration. Plusieurs études ethnopharmacologiques sur les lavandes ont démontré son utilisation dans le traitement de plusieurs maladies ; elle possède des activités anti-inflammatoires, antioxydantes, antispasmodiques, sédatives, insecticides, antimicrobiennes et antifongiques. (Ezzoubi et al, 2020). Il a été mentionné que certaines lavandes sont utiles dans l'agriculture biologique comme bio-insecticides. Elles constituent des cultures de choix dans les terres arides. (Benabdelkader, 2012).

En Algérie, la médecine traditionnelle utilise souvent les parties aériennes de *L. stoechas*, notamment les inflorescences, pour leurs propriétés antiseptiques et stimulantes. (Maarfia, 2019).

### 2.1.7 Screening phytochimique

Un screening phytochimique a été réalisée par Bachir et al (2018), et qui a mis en évidence la présence de différents composants chimiques tels que les flavonoïdes, les saponines, les tanins, les alcaloïdes, les anthocyanes, les terpènes et les composés réducteurs.

Métabolites secondaires		<i>L.stoechas</i>	
Alcaloïdes		-	
Tanins	Catéchiques	+++	
	Galliques	+++	
Flavonoïdes	Anthocyanes	+++	
	Flavones	+++	
	Flavanones	-	
	Flavanonols	-	
	Leucoanthocyanes	-	
	Catéchols	+++	
Dérivés anthracéniques	Anthracéniques libres	-	
	Anthracéniques combinés	O-hétérosides	-
		C-hétérosides	+++
Composés réducteurs	Oses et holosides	-	
	Mucilages	-	
	Hétérosides cyanogénétiques	-	
Terpénoïdes	Stérols et triterpènes	++++	
	Saponosides	-	

Figure 05 : Résultats du screening phytochimique de *L. stoechas* (Bachir et al, 2018).

### 2.1.8 Le pouvoir insecticide de *Lavandula stoechas*

L'huile essentielle de la lavande papillon est hautement toxique pour les quatre stades de développement des larves de *Orgyia trigotephras*, un papillon qui endommage les chênes. La présence de monoterpènes dans la composition de la lavande papillon est expliquée comme étant à l'origine de ses propriétés insecticides. (Gainard et Chèze, 2016).

L'huile essentielle de *L. stoechas* a un effet insecticide positif contre anophèles la branchiae, un vecteur de transmission du paludisme. (El Ouali et al, 2016). Le camphre, qui est l'un des principaux composants détectés dans l'huile essentielle de *L. stoechas*, est connu pour avoir des activités insecticides. En effet, le camphre a montré une activité anti

leishmanienne intéressante. Le camphène et le 1,8-cinéole, qui sont des constituants majeurs des huiles essentielles de *L. stoechas*, ont été signalés comme étant toxiques pour plusieurs espèces d'insectes. De plus, le 1,8-cinéole a montré une bonne activité larvicide contre *Aedes aegypti*. (Ezzoubi et al, 2020).

## 2.2 L'espèce *A. verticillata*

*L'Ammoides* est une plante qui appartient à la famille des *apiaceae*. La saveur de cette plante est fortement aromatique et piquante, son odeur agréable, diffusible, intense et balsamique est persistante même après dessiccation ; les arômes intenses des graines de cette plante les rendent très populaire dans la cuisine, où elles sont souvent utilisées dans la préparation de pain, de rôtis, légumes et de soupes. (Bekhechi, 2009).

La famille des *Apiaceae*. Est très abondante, elle comprend plus de 3000 espèces avec 55 genres représentés en algérie (Quézel et santa, 1963) ; il s'agit d'une plante à la fois aromatique et médicinale, de type annuel, avec une souche filiforme et des tiges très ramifiées mesurant entre 10 et 4 cm de hauteur ; elle connaît un cycle dynamique tardif allant de mai à juillet. (Felidj et al, 2010).

### 2.2.1 La Systématique d'*A. verticillata*

D'après Quézel et Santa (1963), *A. verticillata* est classée selon la clé de détermination botanique comme suit (Bekhechi, 2008) :

Tableau n°2 : Classification botanique d'*A. verticillata*. (Bekhechi, 2008).

<b>Règne</b>	<b>Plantal</b>
<b>Embranchement</b>	<i>Phanérogames ou Spermaphytes</i>
<b>Sous Embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Classe</b>	<i>Eudicots</i>
<b>Sous classe</b>	<i>Astéridées</i>
<b>Ordre</b>	<i>Apiales</i>
<b>Famille</b>	<i>Apiaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Ammoïdes</i>
<b>Espèce</b>	<i>Ammoïdes (ou Ptychotis)</i> <i>verticillata</i>

### 2.2.2 Noms vernaculaires

La désignation populaire de cette espèce est connue sous les noms vulgaires *Nounkha*, *Nunkha* et *Nanoukha*. Mais, elle est surtout connue dans le monde sous le nom suivant : scientifiques *Ammoïdes* ou *Ptychotis verticillata* ; *Trachyspermum ammi. L* ; et le nom français *Ajowan*.

### 2.2.3 Distribution géographique

Dans le monde : *A. verticillata* est une plante odorante qui pousse spontanément dans le nord d'Afrique comme le Maroc, L'Algérie et la Tunisie ainsi qu'en Asie ; Inde et Pakistan ; Afghanistan. On la trouve généralement dans les champs, les pelouses les montagnes et dans les forêts. (Quézel et santa, 1963). Elle s'étend également dans la région méditerranéenne (figure n°6). (Daira et al.,2016).

En Algérie : C'est une espèce algérienne endémique. *A. verticillata* est une plante médicinale poussant dans la région de Tlemcen l'Nord-ouest d'Algérie ; et dans la région d'Adrar au Sud-ouest d'Algérie (Quézel et santa, 1963). D'après (Bouazza et al, 2004). Ces régions sont caractérisées par des sols calcaires, l'espèce est abondante dans les champs, les pelouses ou dans les forêts et sur les altitudes montagneuses d'environ 1190m.



Figure 06 : Les régions de localisation d'*A. verticillata* dans le monde (Hafiane et Ounnas, 2018).

### 2.2.4 Description botanique

C'est une plante herbacée aromatique annuelle avec des feuilles ressemblant à des plumes et inflorescence composée d'ombelles avec 16 colonnes, chacune contenant jusqu'à 16 roses blanches et de petite fruits ovoïdes de moins de 1 mm de long, de couleur brun grisâtre. Elle pousse dans les sols arides et semi-arides et même avec des niveaux élevés de sels. (Tefiani, et al, 2015) l'*A. verticillata* connaît un cycle dynamique tardif allant de mai à juillet (figure n°7). (Felidj et al, 2010).

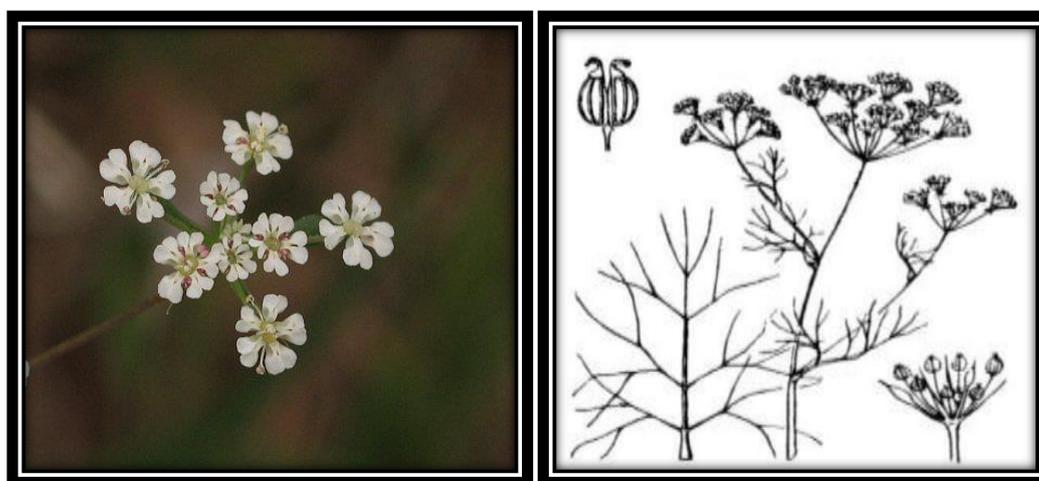


Figure 07 : Description d'*A. verticillata* (Benoît, 2012).

### 2.2.5 Utilisations d'*A. verticillata*

Cette espèce était traditionnellement utilisée pour ses propriétés culinaires et médicinales. (Toubal et al, 2012).

En effet, c'est une espèce aromatique utilisée comme fébrifuge et conseillée contre la grippe et possède des propriétés thérapeutiques contre l'hypertension et/ou le diabète. (Ambasta et al, 1986), elle est cultivée en Inde pour son huile essentielle qui est utilisée dans la fabrication des bains de bouche et des dentifrices parce qu'elle est très riche en thymol. Ce dernier est également très utilisé en médecine contre la toux, l'irritation de la gorge et dans des cas de choléra. (Bekhechi, 2009).

Cette plante possède également des propriétés antiallergiques, anthelminthique, antibactérienne majeure à large spectre d'action, antifongique. Elle est utilisée comme appétitif, emménagogue et dans le traitement du vitiligo en Egypte. En outre, les graines

d'*A. verticillata* sont utilisées communément comme remède en cas de colique, de diarrhée, de dyspepsie, d'hypertension et de complications hépato-biliaires, (Baba Aïssa, 1991). En plus de son goût savoureux, cette plante possède des propriétés antioxydantes intéressantes. Elle est ainsi considérée comme une source naturelle d'antioxydants, qui des piègent radicaux libres responsables du vieillissement et de certaines maladies.

En Algérie, elle est largement utilisée dans la préparation de la soupe d'escargot et dans la cuisine traditionnelle en général. (Tefiani, 2015).

### 2.2.6 Screening phytochimique

Les tests phytochimique réalisés par (Daira et al, 2016) sur les différentes préparations des parties aériennes d'*A. verticillata* récoltées au niveau de six stations, ont révélé la richesse de cette plante en composés phénoliques : (tanins caté-chiques, flavonoïdes, flavonoïdes libres (flavones), leuco-anthocyanes, coumarines, anthocyanes et quinones libres), en composés terpéniques : (saponosides, stéroïdes, stérols et tri-erpènes Et les huiles essentielles), en composés azotés : alcaloïdes, ainsi qu'en anti-oxydants naturels (caroténoïdes).

## 3. Présentation de *Tribolium castaneum*

### 3.1 Description

Le *Tribolium castaneum* est un insecte appartenant à la famille des ténébrionidés. L'adulte mesure de 3à4mm de couleur uniformément brun rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bord parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. Les 3 derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants. Dès l'âge de 3 jours, la femelle pond entre 500 à 800 œufs (Gueye et al, 1997). Les œufs sont de forme ovoïde, uniformes, mesurant presque 0.6 mm de longueur. Au moment de la ponte, ils sont de couleur blanche, recouvertes par une graisse visqueuse, qui lui permet de se coller aux particules de nourritures et d'autres débris (Balachowsky et Mesnil, 1936). L'éclosion de l'œuf donne naissance à une larve *néonate* de couleur blanche et de petite taille mesure 6mm, avec latéralement quelque courte soie jaune. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (figure n°8). (Camara, 2009).

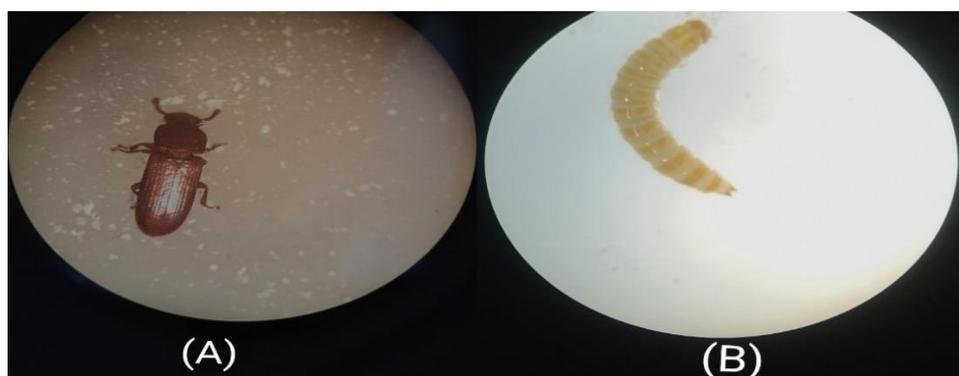


Figure 08 : Adulte (A) et larve (B) de *T.castaneum* sous la loupe binoculaire (Photo original, 2023).

### 3.2 Systématique

Le genre *Tribolium* est constitué de 36 espèces, parmi lesquelles quatre sont présentes à travers le monde (Angelini et Jockusch, 2008), Le *T. castaneum* est considéré parmi les insectes des stocks le plus ubiquiste et polyphage. (Gueye et al, 1997). Selon Weidner et Rack (1984) la classification de ce ravageur se résume comme suit :

Tableau n°3 : Classification de *T.castanum*

<b>Règne</b>	<i>Animalia</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Arthropodes</i>
<b>Classe</b>	<i>Insectes</i>
<b>Ordre</b>	<i>Coléoptères</i>
<b>Sous-ordre</b>	<i>Polyphaga</i>
<b>Famille</b>	<i>Tenebrionidae</i>
<b>Genre</b>	<i>Tribolium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Tribolium castaneum (Herbst)</i>
<b>Nom commun</b>	<i>Tribolium rouge de la farine, red flour beetle.</i>

### 3.3 Cycle de vie

Le cycle de reproduction des *Coléoptères* comporte quatre stades distincts, œuf, larve, pupa (nymph) et adulte (figure n°9). (Delobel et Tran, 1993).

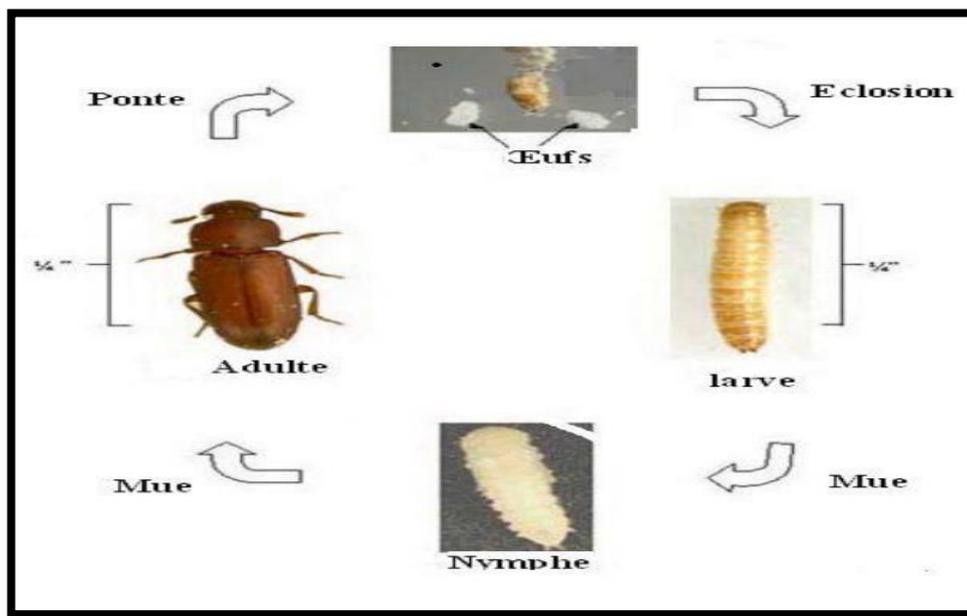


Figure 9 : Cycle biologique de *T. castaneum* (Arab, 2012).

### 3.4 Dégâts et régime alimentaire

Le *Tribolium* rouge de la farine attaque les produits céréaliers stockés tels que la farine, le riz, le blé, la farine de riz et de blé, maïs, orge, sorgho, millet, manioc, tapioca et farine de manioc, fruits séchés, etc... (Delobel et Tran, 1993). Son régime alimentaire d'origine est xylophage. Il s'est ensuite adapté à un régime cléthrophone. Ses attaques n'intéressent pas les grains déjà détruits. (Amllal, 1980) (figure n°10). Les denrées contaminées perdent de leur valeur commerciale par :

1. Modification de l'aspect extérieur.
2. Changement de couleur par jaunissement et noircissement.
3. Modification d'odeur qui devient rance et putride.



Figure 10 : Dégâts causés par le *T. castaneum* (Didier, 2004).

#### 4. Moyens de lutte utilisés contre les insectes nuisible

##### 4.1. Moyens préventifs

La protection consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des installations de manutention, des locaux de stockage, 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 :

✓ **Protection des locaux de stockage** : Avant la mise en stock il faut nettoyer correctement les structures de stockage par exemple ; balayage correcte des locaux, toutes les balayures et détritiques 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, (Belmouzar, 2004). Utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé, ou en coton que les insectes sont incapables de percer. (Amari, 2014).

✓ **Protection de la denrée** : Avant la mise en stock, le blé doit être 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. (Amari, 2014).

## **4.2 Moyens curatifs**

Les traitements curatifs ont pour but d'empêcher le développement des ravageurs des céréales en cas d'infestation et avant d'arriver à des stades plus complexes. (De-Groot, 2004).

### **4.2.1 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). Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre les stocks sains, qui consiste en l'utilisation de la température basse (froid) ou haute (chaud). (Arrab, 2016).

### **4.2.2 La lutte chimique**

Le recours aux produits chimiques est le principal procédé pour lutter contre les organismes nuisibles, mais cette méthode présente à la fois des avantages et des inconvénients. (Maubeuge et al, 1998).

Les insecticides sont classés en deux catégories : les insecticides organiques, tels que les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthrinoïdes, qui sont des composés organiques de synthèse largement utilisés, ainsi que les insecticides inorganiques à base d'arsenic ou de fluosilicate, qui étaient couramment utilisés mais maintenant interdits. (Regnault-Roger et Philogène, 2005).

### **4.2.3 La lutte biologique**

Ces dernières années, des méthodes moins nocives ont émergé pour limiter l'impact toxique sur l'environnement. Ces techniques, appelées techniques de lutte biologique, consistent à éradiquer les insectes nuisibles en exploitant leurs prédateurs naturels issus du règne animal ou végétal. (Balachowsky, 1951). Qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que les insecticides d'origine botanique. (Tapondjou et al, 2003 ; Kellouche, 2005). L'exploitation des principes actifs de certaines

plantes constitue une des alternatives les plus prometteuses aux méthodes de lutte conventionnelles. (Isman et al, 2006 ; Rattan, 2010).

#### 4.2.3.1 Les biopesticides d'origines végétales

Il est connu depuis longtemps que les extraits de plantes peuvent être utilisés comme insecticides. Par exemple, le pyrèthre, la nicotine et la roténone ont déjà été identifiés comme des agents efficaces dans la lutte contre les insectes. (Crosby et al., 1966). Les plantes renferment des substances issues du métabolisme secondaire, dites substances sémi-chimiques, synthétisées par des tissus spécialisés à des stades précis du développement de la plante, leur action est déterminante pour l'adaptation de la plante à son milieu naturel. Plus de cent mille métabolites secondaires ayant des propriétés insecticides ont été identifiées dans près de deux cents mille espèces de plantes à travers le monde. (Potenza et al, 2004). Selon Regnault-Roger (1997), les biopesticides d'origines végétales est l'une des méthodes où des produits issus des plantes souvent sous forme des huiles essentiels ou des extraits végétaux sont utilisés afin de lutter contre un ravageur ces produits naturels présentent un réel avantage du fait de leur faible rémanence, leur faible toxicité pour les organismes non cibles et leur mode d'action sur les ravageurs. Toutefois, certaines plantes dont les huiles ou les extraits sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs ne sont pas indiquées pour l'alimentation humaine, non seulement du fait de leur toxicité mais de leur goût ou de leur senteur. (Koul et al, 2008).

#### • Méthodes d'application

Plusieurs techniques sont employées pour l'application des produits botaniques pour la protection des denrées stockées. (Chomchalow, 2003).

-Le traitement de surface par contact qui consiste à l'application des extraits de plantes sur la surface des denrées (feuilles, fleurs, tiges, poudres...).

-L'admixture avec les produits stockés qui consiste à incorporer les extraits de plantes aux denrées stockés.

-Le traitement en profondeur par contact qui s'applique en plaçant les matériaux botaniques au fond des containers ou des silos et en versant par-dessus les denrées à stocker.

- **Modes d'action**

Les études axées sur les propriétés insecticides des extraits des plantes visent à proposer des alternatives aux insecticides synthétiques. (Govindarajan et al, 2013).

Selon Acheuk et al (2022) Les effets toxiques des composés bioactifs des plantes sont influencés par plusieurs facteurs tels que la composition chimique, le type de peste d'insectes et le stade de développement de l'insecte.

La Toxicité des huiles essentielles s'explique principalement par leur action sur les récepteurs et canaux du système nerveux des insectes, notamment sur les canaux de chlorure et sodium contrôlés par l'acide  $\gamma$ -aminobutyrique (*GABA*), l'*acétylcholinestérase (AChE)*, les récepteurs nicotiques pour l'*acétylcholine (nAChR)* ainsi que les récepteurs d'octopamine et de tyramine.

Après traitement avec certaines plantes alternatives, on constate un changement de comportement sexuel ou de diminution de la capacité de reproduction pouvant aller jusqu'à la stérilité complète de l'insecte.

Plusieurs recherches antérieures ont indiqué que des huiles essentielles provenant de différentes espèces ont un impact significatif sur la reproduction des insectes. Ces substances peuvent réduire le poids des adultes, la longévité des femelles, la capacité de reproduction, la fécondité, la fertilité et la viabilité des œufs, ou bien augmenter la mortalité des larves nouvellement écloses.

**Chapitre II :**  
**Matériel et méthodes**

---

**Objectifs**

Ce travail a été effectuée au niveau du laboratoire de recherche VALCORE et au laboratoire du département d’Agronomie à l’université M’Hamed Bougera de Boumerdes, faculté des Sciences.

L’objectif de notre travail consiste à déterminer et à extraire les huiles essentielles et l’extrait de deux différentes plants *L. stoechas* et *A. verticillata* pour déterminer et comparer l’effet répulsif et l’effet insecticides de ces HEs et ces extraits bruts contre les adultes de *T.castaneum*. La toxicité a été étudiée par contact direct, répulsion et inhalation. L’observation des mortalités a été suivie sous des conditions contrôlées.

**1. Matériel****1.1 Matériel végétal**

Les extraits brutes et Les huiles essentielles étudiées sont extraits à partir de la partie aérienne des deux espèces végétales récoltées des différentes régions ; *A. verticillata* de la région du Mascara et *L. stoechas* de la région de Boumerdes, qu’elle a été identifiée au laboratoire de botanique ENSA-EL Harrach par Monsieur Abdelkrimi hacen, Professeur en botanique à cette école.

Les parties aériennes des plantes ont ensuite été séchées naturellement pendant une semaine, à l’abri de la lumière et de l’humidité. Les feuilles ont été découpées en petits morceaux et conservées en vue de l’extraction des huiles essentielles et la préparation de l’extrait alcoolique brut. (Figure n°11).

L’extraction a têt faite au laboratoire VALCORE. La Faculté des Sciences, Université M’Hamed Bougera de Boumerdes.



Figure n°11 : Plant *L. stoechas* après séchage et coupage (Photo originale, 2023).

## 1.2 Matériel animal

L'espèce étudiée est *T. castaneum*, ravageur des denrées stockées. Obtenue à partir des élevages en masse réalisés au niveau du laboratoire.

Les insectes adultes de *T. castaneum* utilisés pour les études de toxicité ont été identifiées.

## 1.3 Matériels de Laboratoire

Le matériel utilisé (verrerie et appareillage) pour la réalisation de ce travail est regroupé dans le tableau en annexe 1.

## 2 Méthodes

### 2.1 Elevage de masse

L'Elevage de masse de *T. castaneum* consiste à mettre en contact les *Tribolium* adultes mâles et femelles avec la farine ou la semoule dans des boucaux en verre recouverts dans l'ouverture par une moustiquaire et fixé par un bracelet élastique (figure n°12). Les boucaux sont placés dans une étuve à une température de 28° C, afin de produire un nombre suffisant d'adultes pour les différents essais.



Figure 12 : Dispositif expérimental d'élevage de *T. castaneum*. (Photo originale, 2023)

## 2.2 Extraction des huiles essentielles et la préparation de l'extrait alcoolique brut

Les techniques d'extraction sont : Hydrodistillation de type *Clevenger* pour les huiles essentielles et par *Soxhlet* pour les extraits *méthanolique* bruts.

### 2.2.1 Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation

C'est une technique d'extraction d'huiles essentielles basée sur le principe de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau (figure n°13).



Figure 13 : Hydrodistillation de type Clevenger (Photo original, 2023).

- **Mode opératoire**

Pour commencer le processus, il faut immerger 100g de la matière première végétale coupée en petits morceaux et séchée dans un ballon rempli de 700mL d'eau distillée. Le ballon est chauffé et la vapeur d'eau qui s'échappe de l'échantillon de plante est récupérée. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Les huiles essentielles obtenues sont conservées dans des flacons en verre enveloppés avec papier aluminium, à une température de 4°C, pour éviter toutes dégradations.

- **Rendement des huiles essentielles :**

Le rendement en l'huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse sèche du matériel végétal à traiter.

$$R = (M1 / M2) \times 100$$

R : rendement en huiles essentielles exprimé en (%).

M1 : masse des huiles essentielles en (g).

M2 : masse de l'échantillon en (g).

### 2.2.2 Préparation des extraits alcooliques bruts par *Soxhlet*

L'extraction par solvant organique à chaud est actuellement largement utilisée. Le principe de cette méthode consiste à faire tremper les plantes dans un solvant organique volatil à chaud, soit pour obtenir des produits que l'on ne peut extraire par un autre procédé, soit en vue de rendements plus élevés. Dans l'appareillage *Soxhlet* un système de régénération interne du solvant permet de mettre en contact en permanence le végétal avec du solvant pur. Le choix du solvant est influencé par des paramètres techniques et économiques : sélectivité, stabilité, inertie chimique et température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale. (Bruneton, 1999).

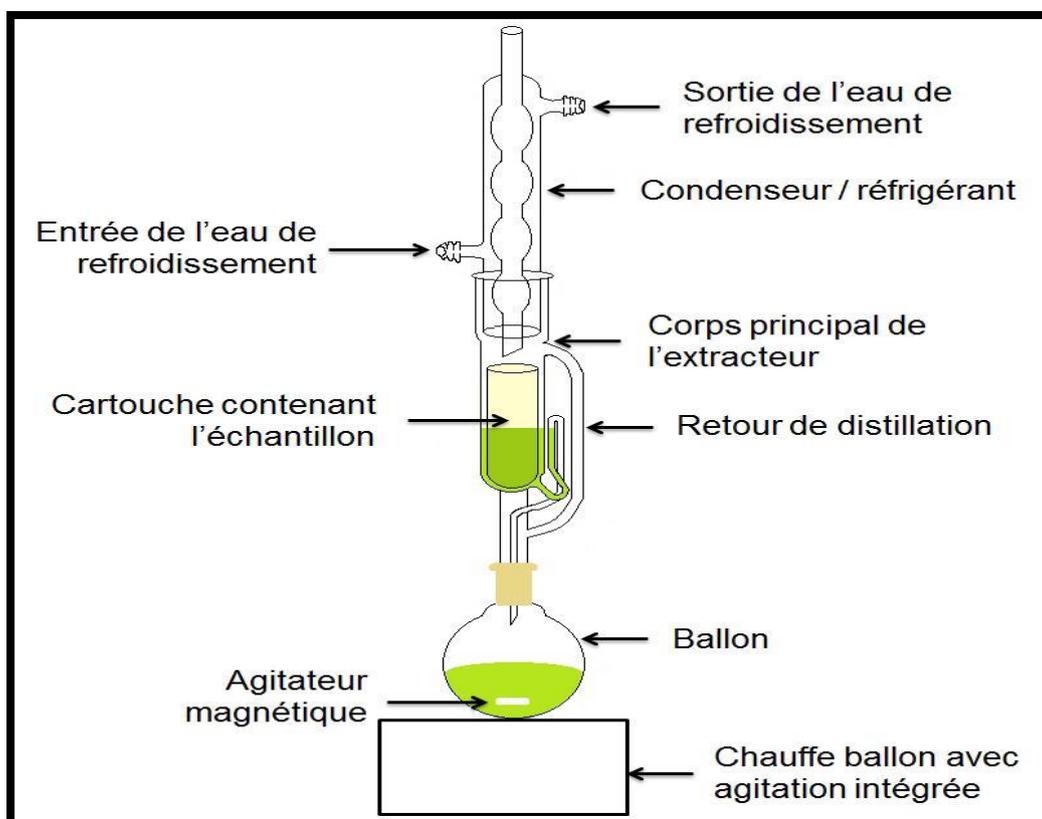


Figure 14 : Extracteur de *Soxhlet*. (Tiên, 2016).

- **Mode opératoire :**

L'extrait *méthanolique* brut de la partie aérienne des plantes sélectionnées a été préparé, en utilisant la méthode de *Soxhlet*. Une petite quantité d'échantillon sec (100 g) est placée dans une cartouche à *Soxhlet*, fermée avec du coton. La cartouche est placée ensuite dans le distillateur du *Soxhlet*. Le solvant méthanol (700 ml) est versé dans un ballon de distillation, puis chauffé jusqu'à son évaporation. Après avoir atteint le niveau plein, la solution *méthanolique* est aspirée par un siphon. Le siphon décharge la solution dans le ballon de distillation. Cette solution transporte les solutés extraits dans le liquide en vrac. Le soluté reste dans le ballon de distillation et le solvant retourne au lit solide de la plante. Le processus s'exécute à plusieurs reprises jusqu'à ce que l'extraction soit terminée. Le méthanol est évaporé ensuite à 40°C à l'aide d'un rotavapor. L'extrait séché a été conservé à 4 °C jusqu'à son utilisation ultérieure.

### 2.3 L'évaluation de la toxicité et l'activité répulsive des huiles essentielles et extraits brutes de *L. stoechas* et *A. verticillata* vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*

Cette expérience consiste à tester la toxicité et l'activité répulsive des huiles essentielles et des extraits brutes de *A. verticillata* et *L. stoechas* par contact, fumigation (pour les huiles essentielles seulement) et répulsion pour les deux.

- L'acétone a été utilisé comme solvant, pour la préparation des différentes concentrations des HEs 1, 2, 4, 8, 10%, pour chaque plante.
- Pour l'essai par fumigation par les HEs, cette gamme de doses va permettre d'avoir les concentrations suivantes : , 100, 200, 400, 800 et 1000  $\mu\text{L/L}$  d'air.
- Pour les extraits ; les doses suivantes ont été préparées : 1, 2,5, 5, 10 et 20 mg/ml% pour chaque extrait brut.
- Les différentes dilutions et doses (Figures n° 15 et 16) ont été homogénéisées en utilisant un mélangeur vortex. (Figure n°17).

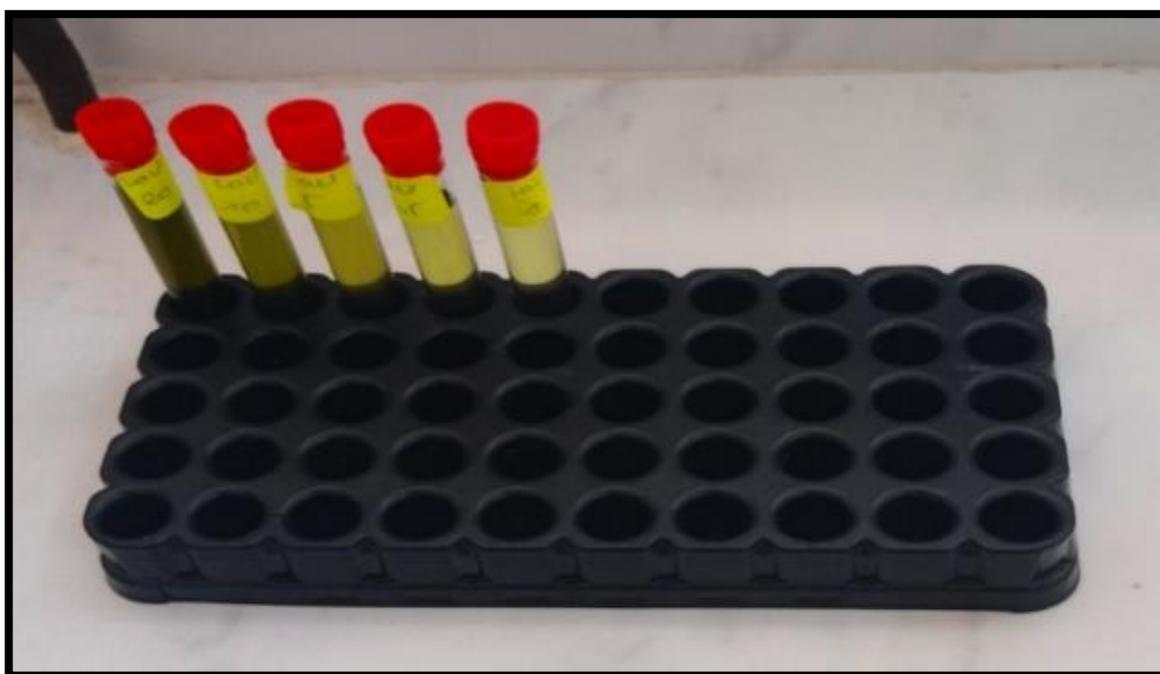


Figure 15 : Les différentes doses de l'extrait brut des plantes testées. (Original,2023).



Figure 16 : Les différentes concentrations des d'huiles essentielles (Photo original, 2023).



Figure 17 : L'homogénéisation des dilutions. (Photo original, 2023)

Nous avons considéré comme unité expérimentale des boîtes de pétri pour les tests de contact et répulsion et des piluliers pour le test de fumigation, à l'intérieure des quels on a placé 20 adultes de *T. castaneum* par répétition. (Figures n°18 et 19).

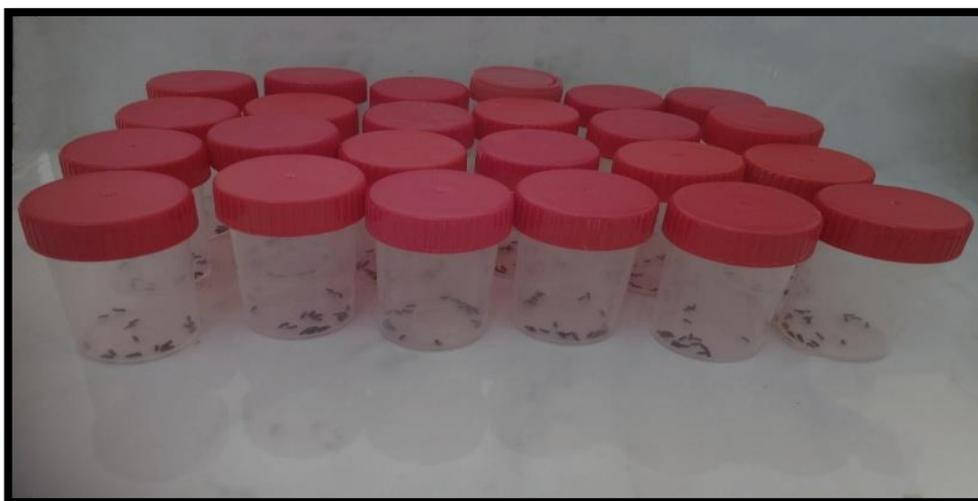


Figure 18 : Préparation des insectes *T. castanum* dans les piluliers. (Photo original,2023).

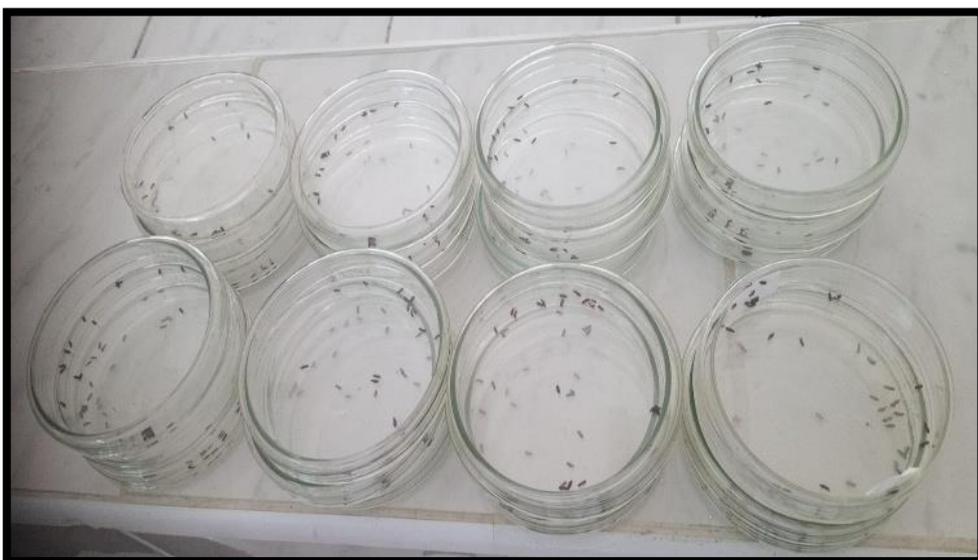


Figure 19 : Préparation des insectes *T. castanum* dans les boîtes de pétri en verre (Photo original,2023).

### 2.3.1 **Évaluation de l'activité répulsive des huiles essentielles et des extraits bruts des deux plantes vis -à- vis des adultes de *T. castaneum***

Ce test a pour objectif de mesurer le taux de répulsion d'une huile essentielle ou d'un extrait brut envers les adultes de *T. castaneum*. La méthode de la zone préférentielle sur papier warmann est utilisée. Les étapes suivantes ont été suivies :

- Des disques de papier Warmann de 8,5 cm de diamètre ont été découpés en deux parties égales. 4,5 cm de diamètre chacune.
- En utilisant une micropipette de 1000  $\mu\text{L}$ , 500  $\mu\text{L}$  de chaque dilution a été uniformément répartie sur une moitié du papier, tandis que l'autre moitié a été traitée avec de l'acétone.
- Après évaporation complète, les deux parties (traitées et non traitées) ont été rassemblées au moyen d'une bande adhésive et placées dans une boîte de pétri.
- Vingt adultes de *T. castaneum* ont été relâchés au centre de chaque papier filtrant et les boîtes ont été fermées.
- Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque concentration de chaque huile/extrait.
- Les boîtes ont été placés à l'étuve dans des conditions de température et d'humidité constantes 28°C et 70% HR pour toute la durée de L'expérimentation.
- Le nombre d'insectes sur chaque demi-disque a été dénombré et marqué après deux heures et à nouveau après quatre heures.



Figure 20 : L'application des dilutions dans la zone traitée et d'acétone dans la zone témoin. (Photo original, 2023).

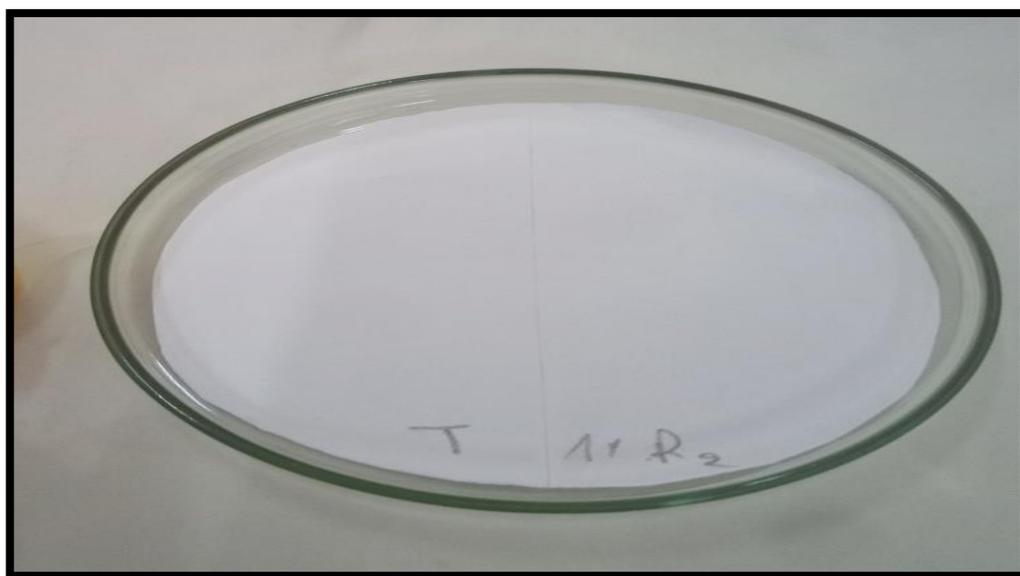


Figure 21 : Le ressemblent des deux parties des disque (témoin et traité) au moyen d'une bande adhésive. (Photo original, 2023).

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

$$\text{Pourcentage de répulsion (PR) \%} = \left[ \frac{(\text{NC}-\text{NT})}{(\text{NC}+\text{NT})} \right] \times 100$$

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

NT : nombre d'insectes présents sur le demi-disque traité avec la solution huileuse.

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile et extrait 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.

Tableau n°4 : Pourcentages de répulsion selon le classement de Mc Donald et al. (1970)

Classes	Intervalle 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

### 2.3.2 L'évaluation de la toxicité des huiles essentielles par fumigation des deux plantes vis-à-vis des adultes de *T. castaneum* de

Ce test est déterminé par la méthode de l'air Saturé (Zoubiri et Baaliouamer, 2011).

- Nous avons préparé des disques de papier wattman de diamètre 4 cm fixée dans les bordures par deux fils croisés.
- Un papier wattman préalablement imbibé à l'aide d'une micropipette avec 200 µl de la dilution correspondant et laissé sécher à l'air libre, (Figure 22) Les tests témoins sont menés dans des piluliers surmontés de papier wattman traité uniquement avec l'acétone.
- Au niveau d'ouverture des piluliers nous avons déposé le disque de papier buvard ceci afin d'éviter le contact avec les insectes. Et les piluliers ont été fermées, (Figure 23 et 24).
- Les différents piluliers sont placés dans une étuve préalablement réglée à 28°C
- Le nombre d'insectes morts est compté après une durée de 24, 48, 72 et 96 h

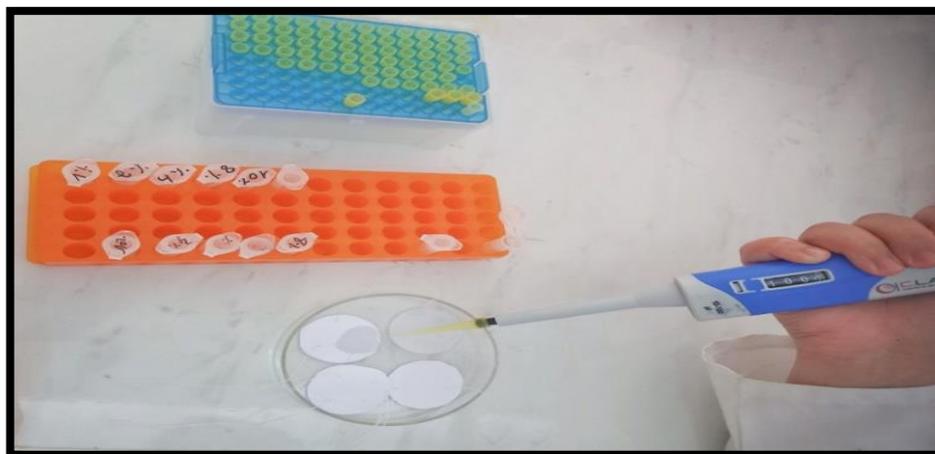


Figure 22 : L'application des dilutions des huiles essentielles sur les disques de papier buvard

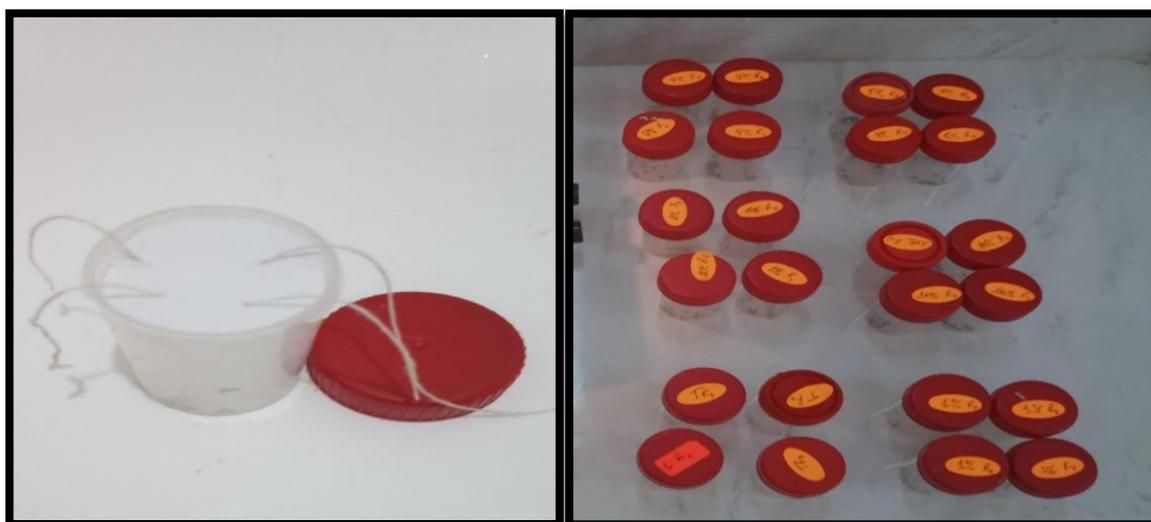


Figure 23 : La disposition du disque de papier buvard au niveau d'ouverture du pilulier. (Photo original, 2023).

Figure 24 : Le dispositif expérimental de test de fumigation. (Photo original, 2023).

### 2.3.3 L'évaluation de la toxicité des huiles essentielles et des extraits bruts par contact vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*

- Les insectes ont été placés au réfrigérateur pour diminuer leur activité afin de faciliter l'application des dilutions.
- Une application topique d'une dose diluée dans de l'acétone sur le thorax de l'adulte, pour ce faire, 1  $\mu$ l de la dilution a été prélevé à l'aide d'une micropipette et déposée

sur le thorax de l'insecte. Les tests ont été effectués pour des lots contenant 20 insectes et à raison de 4 répétitions par dose. En outre, 4 lots de 20 adultes traités par l'acétone seulement ont servi de témoin.

- Les boîtes de pétri sont placés dans une étuve préalablement réglée à 28°C.
- Le nombre d'insectes morts est compté après une durée de 24, 48, 72 et 96 h.



Figure 25 : L'application du 1  $\mu$ l de chaque dilution sur le thorax de chaque insecte. (Photo original, 2023).

**CHAPITRE III : RESULTATS  
ET DISCUSSION**

## Résultats

### 1.1 Rendement en huiles essentielles des plants *L. stoechas* et *A. verticillata*

Les rendements moyens en HE de deux espèces de plante *L. stoechas* récoltée de la région de Boumerdes et d'*A. verticillata* de la région Mascara ; ont été calculés en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne. Le tableau n°5 présente les résultats de ces rendements en huiles essentielles.

Tableau n°5 : Pourcentage du rendement en huiles essentielles de 2 plants *L. stoechas* et *A. verticillata*.

Plants	<i>L. stoechas</i>	<i>A. verticillata</i>
Rendement (%) en HE	0.52%	0.57%

Le rendement moyen obtenu des HE de la plante *L. stoechas* étudié il est estimé à environ (0.52%), proche de celui obtenu pour *A. verticillata* (0.57), est important de noter que d'autre facteur pouvant influencer la qualité et la composition des HEs produits par chaque plante, tels que les conditions de croissance, la récolte et la distillation.

### 1.2 Résultats des tests bio-insecticides

#### 1.2.1 Évaluation de la toxicité aiguë par contact des HEs de *L. stoechas* et *A. verticillata* vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*

##### 1.2.1.1 Huile essentielle *L. stoechas*

Les résultats de l'activité insecticide de l'HEs *L. stoechas* ont montré que l'HE testée avait une efficacité insecticide contre les adultes de *T. castaneum*. La toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition. Les résultats obtenus ont montré une mortalité de 47,5 % après 24 h de traitement avec la dose testée la plus élevée (10%), et une mortalité de 97,5% après 96 h de traitement avec la même dose. (Figure n°26). La DL50 calculée 96 h après le traitement était 2.44% (Tableau n°6).

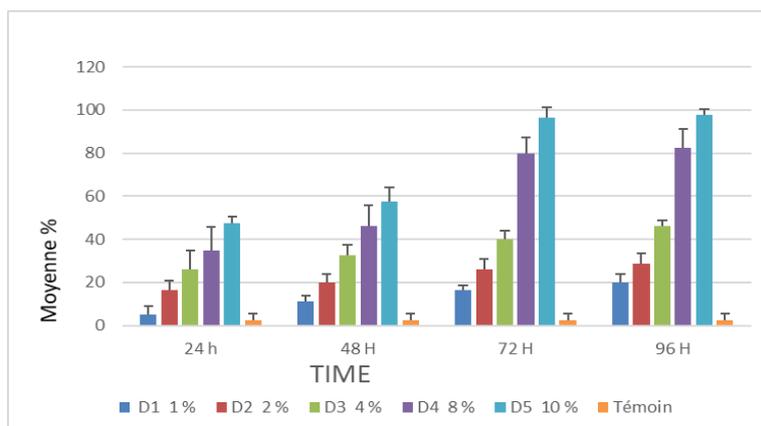


Figure 26 : Cinétique de mortalités des adultes de *T. castaneum* traités par l’huile essentielle de *L. stoechas* en fonction du temps et des doses (effet contact).

Tableau n°6 : Toxicité de contact (valeur de la DL50) de l’huile essentielle *L. stoechas* contre les adultes de *T. castaneum*, après le traitement.

La plante	Le temps (h)	LC <sub>50</sub> (LCL-UCL) (%)	LC <sub>90</sub> (LCL-UCL)(%)	Slope	Intercept	X <sup>2</sup>	df
Lavendula	<b>24</b>	20.01 (8.20-1976935.81)	311.18 (39.70-2.495E + 16)	1.03	-1.37	7.91	3
	<b>48</b>	10.14 (7.27-17.64)	201.68 (74.63-1401.48)	0.99	-0.99	4.48	3
	<b>72</b>	3.26 (1.14-7.62)	11.83 (5.77-730.75)	2.46	-1.18	26.61	3
	<b>96</b>	2.44 (0.26-5.78)	10.87 (4.94-15120.29)	2.26	-0.83	26.54	3

L’analyse statistique par la méthode de logit (Tableau n°7) a montré que le test est très hautement significatif (P=0,000, P<0,05) après 96 h du traitement pour les 5 doses, ce qui explique que l’HE de *L. stoechas* manifeste un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum* par contact.

Tableau n°7 : Analyse par la méthode de logit pour les 5 doses (1, 2, 4, 8 et 10%) de l’HEs *L. stoechas* par effet contact vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*.

Estimations des paramètres

	Paramètre	Estimation	Erreur standard	Z	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
LOGIT <sup>a</sup>	Dose	4,076	,294	13,869	,000	3,500	4,652
	Constante	-3,548	,186	-19,032	,000	-3,734	-3,361

a. Modèle LOGIT :  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$  (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

1.2.1.2 Huile essentielle *A. verticillata*

Les résultats de l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*A. verticillata* contre les adultes de *T. castaneum*, sont présentés dans la figure n°27. Les résultats obtenus montrèrent que l'HEs testée avait une efficacité insecticide contre les adultes de *T. castaneum*. La toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition. Les résultats donnèrent une mortalité de 100% après 24 h de traitement avec les deux doses testées les plus élevées (8% et 10%). La DL50 calculée 24 h après le traitement était de 4.27%.

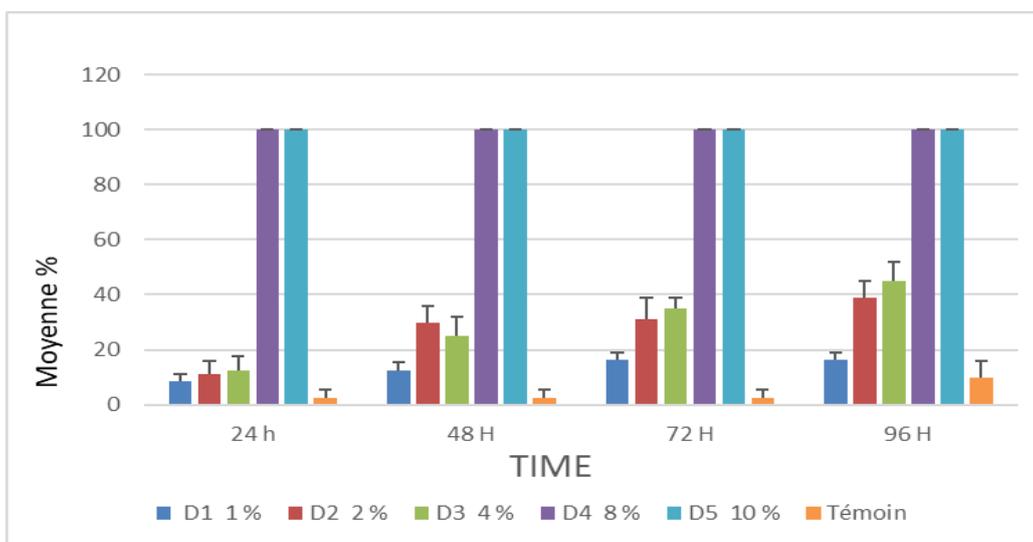


Figure 27 : Cinétique de mortalité des adultes de *T. castaneum* traités par l'huile essentielle *A. verticillata* en fonction du temps et des doses (effet contact).

Tableau n°6 : Toxicité de contact (valeur de la DL50) de l’huile essentielle A.verticillata contre les adultes de T. castaneum, après le traitement.

La plante	Le temps (h)	LC <sub>50</sub> (LCL-UCL) (%)	LC <sub>90</sub> (LCL-UCL)(%)	Slope	Intercept	X <sup>2</sup>	df
Ammoides	24	4.27	8.50	0.42	-1.5	177.59	3
	48	3.39	8.31	0.88	-1.13	85.19	3
	72	3.07	7.92	1.07	-1	67.16	3
	96	3.12 (0.72-9.89)	7.16 (3.84-3825.07)	1.99	-1.34	46.63	3

L’analyse statistique par la méthode de logit (Tableau n°8) a montré que le test est très hautement significatif (P=0,000, P<0,05) après 24h du traitement pour les 5 doses, ce qui explique que l’HE d’A. verticillata manifeste un effet insecticide sur les adultes de T. castaneum par contact.

Tableau n°8 : Analyse par la méthode de Logit pour les 5 doses (1, 2, 4, 8 et 10%) de l’HE A. verticillata : effet contact.

**Estimations des paramètres**

	Paramètre	Estimation	Erreur standard	Z	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
LOGIT <sup>a</sup>	Dose	14,242	,610	23,356	,000	13,047	15,437
	Constante	-8,626	,382	-22,563	,000	-9,008	-8,244

b. Modèle LOGIT :  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$  (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.

c.

**1.2.2 Évaluation de la toxicité aiguë par répulsion des HEs de L.stoechas et A. verticillata vis-à-vis des adultes de T. castaneum**

Les résultats de l’activité répulsive des deux huiles essentielles L.stoechas et A. verticillata contre les adultes de T. castaneum sont présenté dans les tableau n°9 et n°10 et

les figures n° 28 et 29, le pourcentage de répulsion était variable en fonction des doses et les périodes d'exposition (2 et 4 h).

Tableau n°9 : Activité répulsive de l'huiles essentielles *L. stoechas* et contre les adultes de *T. castaneum* à différents temps d'exposition.

	D1 1%		D2 2%		D4 4%		D8 8%		D10 10%	
	2H	4H	2H	4H	2H	4H	2H	4H	2H	4H
Répulsion %	87,5	90	72,5	62,5	52,5	15	47,5	35	-72,5	-83
Class	5	5	5	4	4	1	3	3	0	0

Tableau n°10 : Activité répulsive de l'huiles essentielles *A. verticillata* et contre les adultes de *T. castaneum* à différents temps d'exposition.

	D1 1%		D2 2%		D4 4%		D8 8%		D10 10%	
	2H	4H	2H	4H	2H	4H	2H	4H	2H	4H
Répulsion %	57,7	72,5	80	80	80	85	75	72,5	88	95
Class	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5

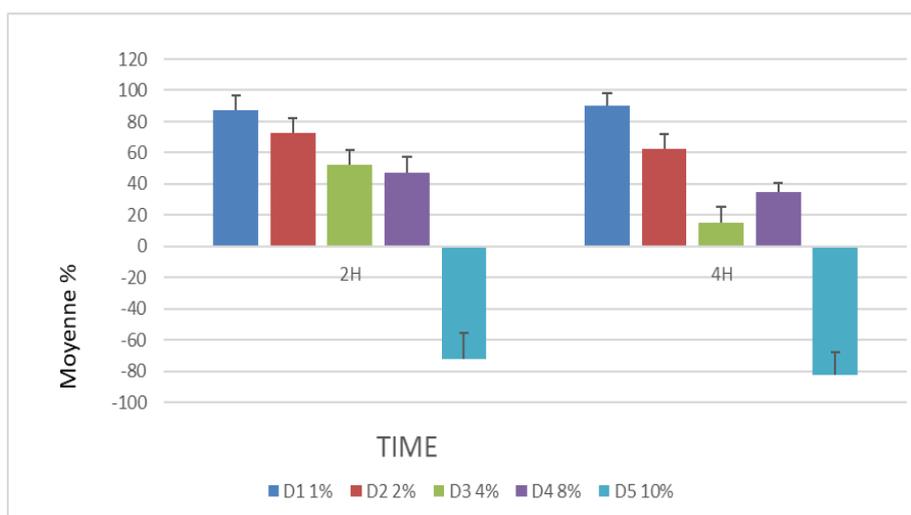


Figure 28 : Pourcentage de répulsion de l' huiles essentielle de la plante *L. stoechas* et en vers les adultes de *T. castaneum*

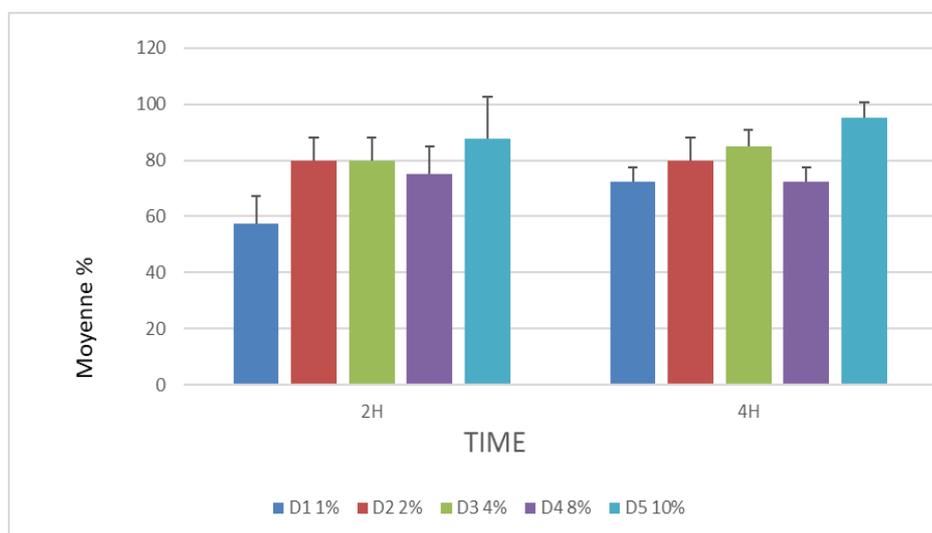


Figure 29 : Pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de la plante *A. verticillata* et en vers les adultes de *T. castaneum*.

Les données ont montré que les doses testées des huiles essentielles des deux plantes (*L. stoechas* et *A. verticillata*) présentaient un effet répulsif vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*. La plus forte activité répulsive de l'huile essentielle de *A. verticillata* a été obtenue par la dose 4 et 10%, après 2 h d'exposition ( $80 \pm 8.2$  et  $87.5 \pm 15$  (respectivement)). Par contre l'huile essentielle de *L. stoechas* a enregistré une activité plutôt attractive avec la dose la plus élevée 10% 2 et 4 h après l'exposition ( $-72,5$  et  $-82,5$ ). Ceux-ci montrent que l'activité répulsive de HE de la plante *A. verticillata* augmente proportionnellement avec la dose des huiles essentielles testées, par contre HE de la plante *L. stoechas* elle est très répulsive à faible dose 1% et attractive avec forte dose.

L'analyse statistique effectuée entre les séries témoins et traitées confirme que l'huile essentielle de *A. verticillata* plante semble présenter un effet répulsif contre les adultes de *T. castaneum*. L'effet est attractif par contre pour *L. stoechas* à forte dose.

### 1.2.3 Évaluation de la toxicité aiguë par fumigation des HEs de *L. stoechas* et *A. verticillata* vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*

1.2.3.1 Huile essentielle de *L. stoechas*

Les résultats de l'activité insecticide par fumigation de l'huile essentielle *L. stoechas* contre les adultes de *T. castaneum* sont représentés dans la figure 30 et le tableau n°11. Les résultats obtenus montrés que la toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition. Une mortalité de 96.25% a été enregistrée après une durée de 24 h avec la dose (800µl/l) et une mortalité de 100% enregistrée après une durée de 24 h avec la dose la plus élevée (1000 µl/l). La valeur de la DL50 est de 574µL/L d'air.

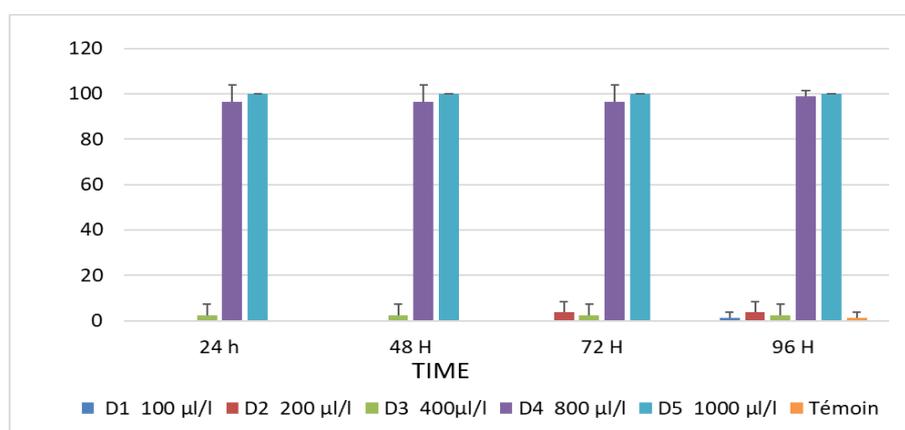


Figure 30 : Cinétique de mortalité des adultes de *T. castaneum* traités par l'huile Essentielle *L. stoechas* en fonction du temps et des doses (effet fumigation).

Tableau n°11 : Toxicité de fumigation (valeur de DL50) de l'huile essentielle *L. stoechas* contre les adultes de *T. castaneum* après le traitement.

La plante	Le temps (h)	LC <sub>50</sub> (LCL-UCL) (ug/mL)	LC <sub>90</sub> (LCL-UCL)(ug/mL)	Slope	Intercept	X <sup>2</sup>	df
Lavendula	24	574 (537.412-611.11)	726.08 (679.63-785.18)	12.43	-34.29	0.14	3
	48	574 (537.41-611.11)	726.08 (679.63-785.18)	12.43	-34.29	0.14	3
	72	530.67	770.06	5.91	-16.04	352.34	3
	96	534.06	733.89	6.96	-18.77	1721.58	3

L'analyse statistique par la méthode de logit (Tableau n°12) a montré que le test est très hautement significatif ( $P=0,000$ ,  $P<0,05$ ) après 24 h du traitement pour les 5 doses, ce qui explique que l'HE de *L. stoechas* manifeste un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum* par fumigation.

Tableau n°12 : Analyse par la méthode de logit pour les 5 doses (100, 200, 400, 800 et 1000 µl/l) de l'HE *L. stoechas* par effet fumigation.

**Estimations des paramètres**

	Paramètre	Estimation	Erreur standard	Z	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
LOGIT <sup>a</sup>	Dose	23,859	1,107	21,543	,000	21,688	26,029
	Constante	-15,259	,720	-21,181	,000	-15,979	-14,538

a. Modèle LOGIT :  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$  (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

**1.2.3.2 Huile essentielle de *A. verticillata***

Les résultats ont montré que la toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition. Des mortalités de 96.25% et 97.5% ont été enregistrées près une durée de 72 h et 96h respectivement avec la dose la plus élevée (100 µl/l) (Figure 31), et La valeur de la DL50 est de 244.84 µL/L (Tableau n°13). Ce qui implique que cette huile a une efficacité contre les adultes de *T. castaneum*.

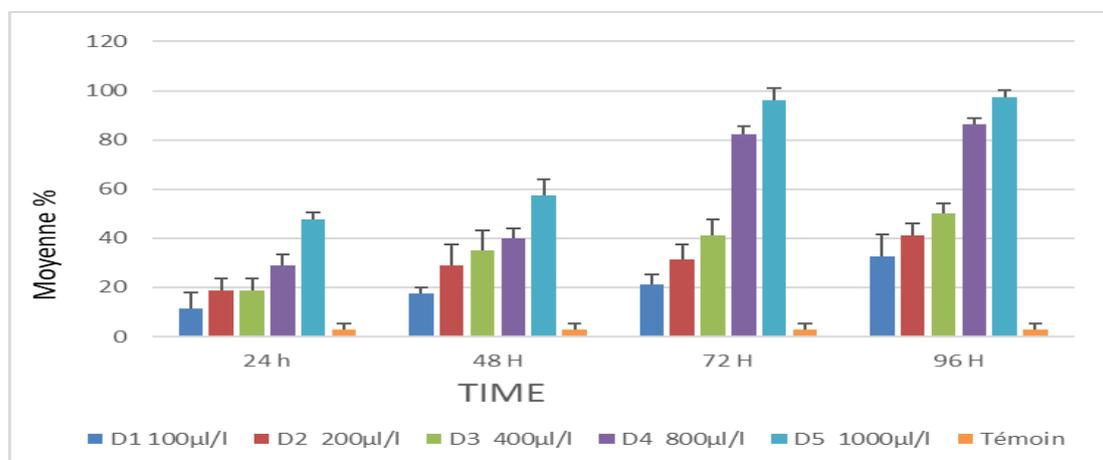


Figure 31 : Cinétique de mortalité des adultes de *T. castaneum* traités par l'huile essentielle de *A. verticillata* en fonction du temps et des doses (effet fumigation).

Tableau n°13 : Toxicité par fumigation (valeur de DL50) de l’huile essentielle de *A. verticillata* contre les adultes de *T. castaneum* après le traitement.

La plante	Le temps (h)	LC <sub>50</sub> (LCL-UCL) (ug/mL)	LC <sub>90</sub> (LCL-UCL)(ug/mL)	Slope	Intercept	X <sup>2</sup>	df
Ammoides	24	2000.98 (820.23-197702650.4)	31119.027 (3970.66-2.496E + 18)	1.03	-3.43	7.91	3
	48	1014.33 (727.62-1764.91)	20168.40 (7463.08-140147.92)	0.99	-2.97	4.48	3
	72	326.09 (114.00-762.08)	1183.22 (577.60-73077.27)	2.46	-6.1	26.61	3
	96	244.84 (26.93-578.17)	1087.76 (494.82-1512150.31)	2.26	-5.35	26.54	3

L’analyse statistique par la méthode de logit (Tableau n°14) a montré que le test est très hautement significatif (P=0,000, P<0,05) après 96 h du traitement pour les 5 doses, ce qui explique que l’HE de *A. verticillata* manifeste un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum* par fumigation.

Tableau n°14 : Analyse par la méthode de logit pour les 5 doses (100, 200, 400, 800 et 1000 µl/l) de l’HE d’*A. verticillata* par effet fumigation.

**Estimations des paramètres**

	Paramètre	Estimation	Erreur standard	Z	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
LOGIT <sup>a</sup>	Dose	4,076	,294	13,869	,000	3,500	4,652
	Constante	-3,548	,186	-19,032	,000	-3,734	-3,361

d. Modèle LOGIT :  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$  (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

1.3.1 Évaluation de la toxicité aiguë par contact des extraits de *L. stoechas* et *A. verticillata* vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*

1.3.1.1 Extrait *L. stoechas*

Les résultats de l'activité insecticide d'extrait de *L. stoechas* ont montré que l'extrait testé avait une efficacité insecticide contre les adultes de *T. castaneum*. La toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition. Les résultats ont montré une mortalité de 26,25% après 24 h de traitement avec la dose la plus élevée 20 mg/ml et une mortalité de 82,50 % après 96 h avec la même dose (Figure n°32). La DL50 calculée 24 h après le traitement était de 0.99 mg/ml, (Tableau n°15).

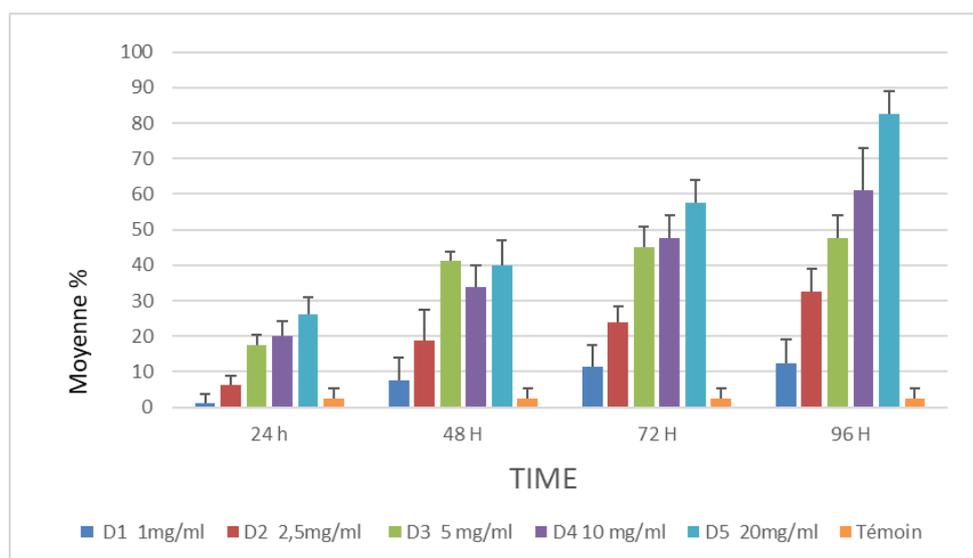


Figure 32 : Cinétique de mortalité des adultes de *T. castaneum* traités par l'extrait de *L. stoechas* en fonction du temps et des doses (effet contact).

Tableau n°15 : Toxicité par contact (valeur de DL50) d'extrait de *L. stoechas* contre les adultes de *T. castaneum* après le traitement.

	LC50(LCL-UCL) (mg/ml)			LC90(LCL-UCL)(mg/ml)			Slope	Intercept	X <sup>2</sup>	df
24 H	60,528	34,296	179,166	702,530	221,504	7001,546	1,1	-2,040	6,373	3
48 H	28,530			808,109			1,01	-1,410	15,587	3
72 H	11,596	8,871	16,650	164,309	81,142	519,617	1,16	-1,230	5,450	3
96 H	5,841	4,901	7,016	37,756	26,698	61,271	1,61	-1,230	1,478	3

L'analyse statistique par la méthode de Logit (Tableau n°16) a montré que le test est très hautement significatif ( $P=0,000$ ,  $P<0,05$ ) après 96 h du traitement pour les 5 doses, ce qui explique que l'extrait de *L. stoechas* manifeste un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum* par contact.

Tableau n°16 : Analyse par la méthode de logit pour les 5 doses (1, 2.5, 5, 10 et 20 mg/ml) de l'extrait *L. stoechas* par effet contact.

**Estimations des paramètres**

	Paramètre	Estimation	Erreur standard	Z	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
LOGIT <sup>a</sup>	Dose	4,652	,414	11,246	,000	3,841	5,463
	Constante	-4,629	,273	-16,938	,000	-4,902	-4,355

a. Modèle LOGIT :  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$  (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

**1.3.1.2 Extrait de *A. verticillata***

Les résultats de l'activité insecticide d'extrait de *A. verticillata* obtenu ont montré que l'extrait testée avait une efficacité insecticide contre les adultes de *T. castaneum*. La toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition. Les résultats ont montré une mortalité de 10 % après 24 h de traitement avec la dose la plus élevée 20 mg/ml et une mortalité de 13,75 et 15 % avec les dose (10 et 20 mg/ml) après 96 h (Figure n°33). La DL50 calculée 24h après le traitement était de 1.62 mg/ml, (Tableau n°17).

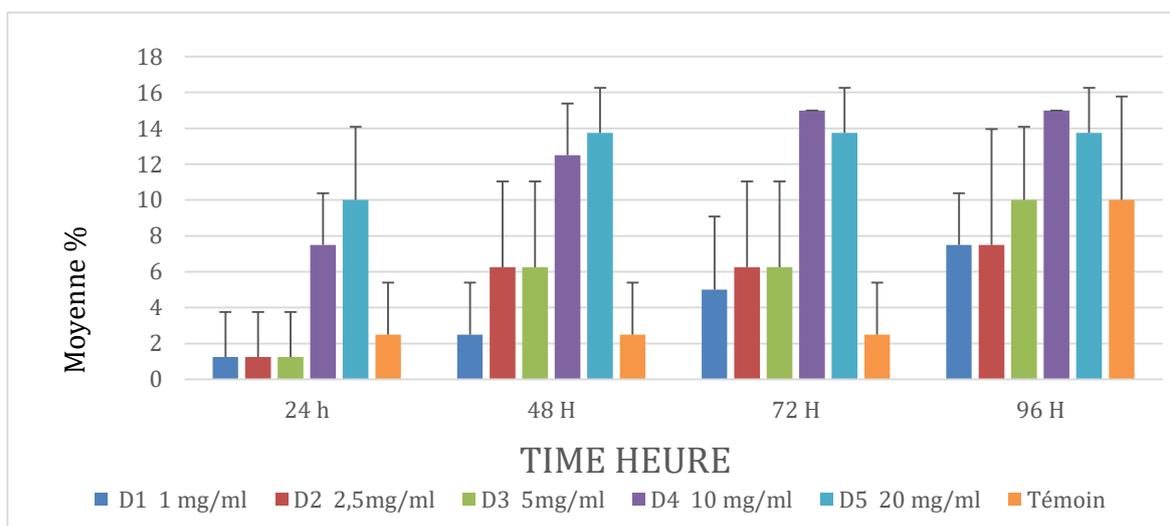


Figure 33 : Cinétique de mortalité des adultes de *T. castaneum* traités par l'extrait de *A. verticillata* en fonction du temps et des doses (effet contact).

Tableau n°17 : Toxicité par contact (valeur de DL50) d'extrait d'*A. verticillata* contre les adultes de *T. castaneum* après le traitement.

	LC50(LCL-UCL) (mg/ml)		LC90(LCL-UCL)(mg/ml)				Slope	Intercept	X <sup>2</sup>	df
24 H	101,853	45,449	2543,692	486,365	122,088	140102,933	0,69	-2,320	2,909	3,000
48 H	291,405	82,502	13053,384	6439,269	654,714	7290642,877	0,74	-2,130	2,804	3,000
72 H	874,355	134,740	1339371,511	64615,743	2033,363	<b>63041644788</b>	0,66	-2,010	2,850	3,000
96 H	237,884	64,704	732059,980	1870,687	217,495	1423705137,702	-0,46	-1,130	5,855	3,000

L'analyse statistique par la méthode de logit (Tableau n°18) a montré que le test est très hautement significatif (P=0,000, P<0,05) après 96h du traitement pour les 5 doses, ce qui explique que l'extrait *A. verticillata* a une bonne action insecticide par contact.

Tableau n°18 : Analyse par la méthode de logit pour les 5 doses (1, 2.5, 5, 10 et 20 mg/ml) de l'extrait *A. verticillata* par effet contact.

#### Estimations des paramètres

	Paramètre	Estimation	Erreur standard	Z	Sig.	Intervalle de confiance à 95 %	
						Borne inférieure	Borne supérieure
LOGIT <sup>a</sup>	Dose	2,985	,575	5,196	,000	1,859	4,111
	Constante	-4,846	,370	-13,094	,000	-5,216	-4,476

a. Modèle LOGIT :  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Constante} + \text{BX}$  (Les covariables X sont transformées à l'aide de l'algorithme de base 10,000.)

### 1.3.2 Évaluation de la toxicité aiguë par répulsion pour des extraits de *L. stoechas* et *A. verticillata* vis-à-vis des adultes de *T. castaneum*

#### 1.3.2.1 Extrait *lavandula stoechas*

Les résultats de l'activité insecticide d'extrait de *L. stoechas* ont montré que l'extrait testé avait une efficacité insecticide contre les adultes de *T. castaneum*. Les résultats ont montré

un taux de répulsion de 53.75% après 2 h d'exposition à la dose 1 mg/ml et une répulsion de -35 % avec la dose la plus élevée (20 mg/ml) après 4h de traitement.

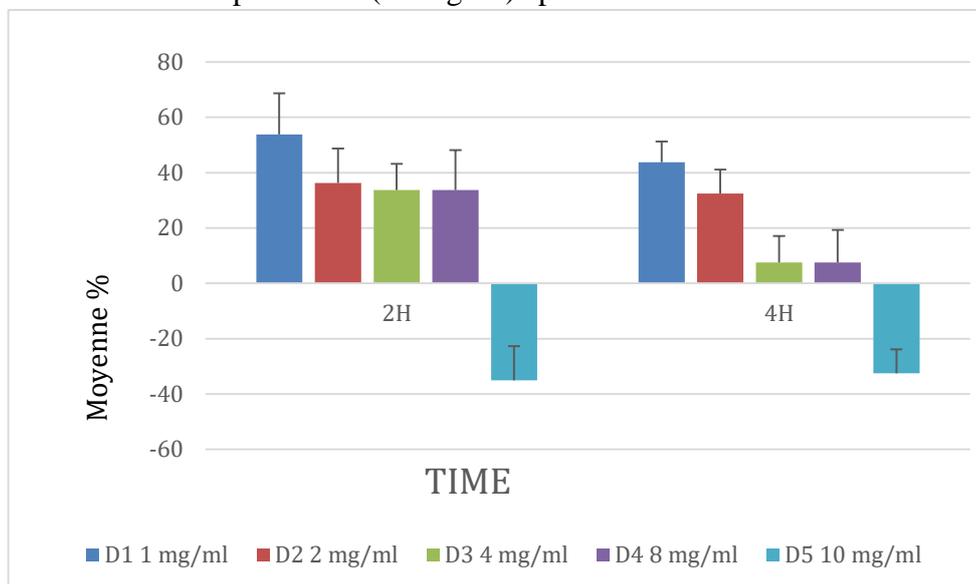


Figure 34 : Taux de répulsion des adultes de *T. castaneum* par l'extrait de *L. stoechas* en fonction du temps et des doses (effet répulsion).

Tableau n°19 : Activité répulsive d'extrait de *L. stoechas* contre les adultes de *T. castaneum* à différents temps d'exposition.

Dose		2 h	4 h
D1 1 mg/ml	Taux de répulsion	53,75±14,9	43,75±7,5
	Classe	3	3
D2 2 mg/ml	Taux de répulsion	36,25±12,5	32,5±8,7
	Classe	2	2
D3 4 mg/ml	Taux de répulsion	33,75±9,5	7,5±9,6
	Classe	2	1
D4 8 mg/ml	Taux de répulsion	22,5±14,4	18,75±11,8
	Classe	2	1
D5 10 mh/ml	Taux de répulsion	-35,2	-32,5
	Classe	0	0

1.3.2.2 Extrait de *A. verticillata*

Les résultats de l'activité insecticide d'extrait d'*A. verticillata* ont montré que l'extrait testé avait une efficacité insecticide contre les adultes de *T. castaneum*. La toxicité était très variable d'une dose à une autre en fonction du temps d'exposition. Les résultats montrent un taux de répulsion de -30% et 17.5% avec la dose 1 mg/ml après 2 h et 4 h de traitement et une répulsion de 92.5% et 97.5% avec la dose la plus élevée 20 mg/ml

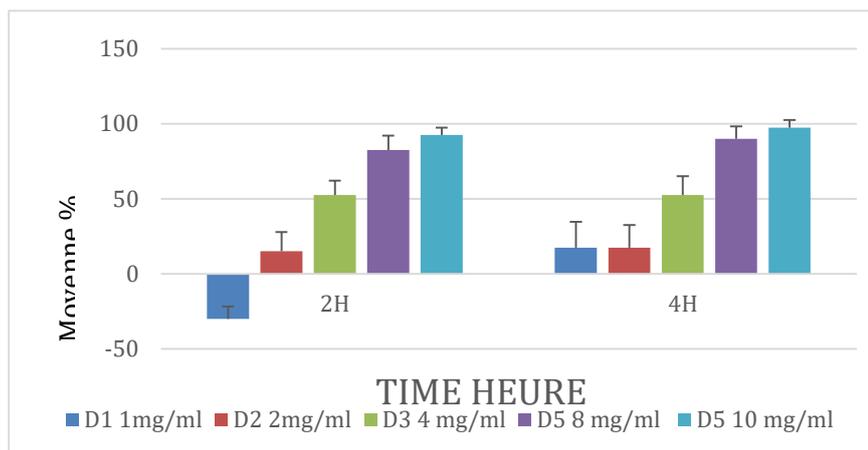


Figure 35 : Taux de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par l'extrait de *A. verticillata* en fonction du temps et des doses (effet répulsion).

Tableau n°20 : Activité répulsive de l'extrait de *A. verticillata* contre les adultes de *T. castaneum* à différents temps d'exposition.

Dose		2 h	4 h
D1 1 mg/ml	Taux de répulsion	-30	17,5
	Classe	0	1
D2 2 mg/ml	Taux de répulsion	15	17,5
	Classe	1	1
D3 4 mg/ml	Taux de répulsion	52,5	52,5
	Classe	3	3
D4 8 mg/ml	Taux de répulsion	82,5	90
	Classe	5	5
D5 10 mg/ml	Taux de répulsion	92,5	97,5
	Classe	5	5

---

**Discussion**

Les plantes médicinales et aromatiques sont une source exceptionnelle d'ingrédients actifs naturels pour des applications pratique diverses, et qui respectent l'environnement (Sassoui et al., 2020).

Les plantes utilisent la répulsion comme moyen de se défendre contre les insectes, un mécanisme de défense identifié par Jayakumar et ses collègues en 2017. Cette stratégie physiologique peut être utile pour prévenir les dommages causés par les insectes nuisibles.

Mann et Kaufman (2012) ont démontré que les composés phytochimiques ont un impact sur les fonctions métaboliques, biochimiques, physiologiques et comportementales des insectes, et peuvent bloquer leurs voies respiratoires, provoquant ainsi leur asphyxie et leur mort. Les substances répulsives ont une action locale ou distante, ce qui empêche les insectes de voler, d'atterrir ou de piquer les animaux ou l'homme. Cette activité est influencée par les principes actifs et autres composants chimiques présents dans les huiles (Sendi et Ebadollahi, 2013).

Les biopesticides à base d'extraits végétaux forment une classe d'insecticides intéressante car étant constituées de plusieurs composés à mécanismes d'action variés. En plus, elles ont des modes d'application multiples (Chiasson et Beloin, 2007).

Ce travail comporte l'étude de l'activité insecticide et répulsive de l'huile essentielle extraite par hydrodistillation et les extraits méthanoliques bruts extraits par Soxhlet de deux plantes différentes *L. stoechas* et *A. verticillata*, contre les adultes de *T. Castaneum*. Cette bio-activité a été évaluée par trois tests de toxicité : le contact, la répulsion et la fumigation (uniquement par les huiles essentielles).

Les huiles essentielles de *L. stoechas* et *A. verticillata* ont montré une propriété insecticide par fumigation et contact et même répulsive significative contre les adultes de *T. Castaneum*, le ravageur des denrées stockées. La toxicité augmente avec l'augmentation des doses et du temps d'exposition.

Par contact ; des mortalités de 47,5 % et 97.5% après 24 h et 96 h du traitement avec la dose la plus élevée 10% respectivement. Pour l'HEs de *L. stoechas* La valeur de la DL50 était de 2.44% après 96 h. L'huile de *A. verticillata* également enregistré des Taux de mortalité similaires de 100% après 24 h de traitement avec les dose les plus élevés 8% et 10%. La valeur de DL50 était de 4.27%.

Par fimugation ; une mortalité de 96.25% a été enregistrée après une durée de 24 h avec la dose (8 mg/ml) et une mortalité de 100% enregistrée après une durée de 24h avec la dose la plus élevée (1000 mg/ml) la valeur de la DL50 est de 574  $\mu$ l/l. Pour l'huile de *L. stoechas*, et d'*A. verticillata* enregistré un taux de mortalité de 96.25% et 97.5% après une durée de 72 h et 96 h respectivement avec la dose la plus élevée (10 mg/ml) avec une valeur de DL50 est de 244.84  $\mu$ l/l.

L'huile essentielle de *L. stoechas* a montré une activité répulsive considérable avec une dose de seulement 1% après 2 et 4 heures d'exposition ( $87,5 \pm 96$  et  $90 \pm 8,2$  respectivement), tandis que l'huile essentielle de *A. verticillata* a montré une forte activité répulsive avec une dose de 10% après 2 et 4 heures d'exposition ( $87,5 \pm 5$  et  $95 \pm 5,8$  respectivement). Selon le classement de MC Donald et al, (1970) huile de *A. verticillata* est en classe (5) donc il est très répulsive, par contre huile de *L.stoechas* et en classe (0) donc il est très faiblement répulsive.

L'activité répulsive de l'extrait de *L. stoechas* a montré une répulsion de 53,75% après 2 heures de traitement avec la dose de 1 mg/ml, et un taux de -35% après 2 heures avec la dose de 20 mg/ml. En revanche, l'extrait d'*A. verticillata* montré un taux de -30% après 2 heures d'exposition avec la dose de 1 mg/ml, et de 92,5% après 2 heures de traitement avec la dose de 20 mg/ml. Par conséquent, les tests ont montré que l'extrait de *A. verticillata* est plus répulsive que l'extrait de *L. stoechas*.

L'extrait de *L. stoechas*, par contact, a présenté un DL50 de 0,99% et un taux de répulsion de 82,50% après 96 heures de traitement, tandis que l'extrait d'*A. verticillata* a présenté un DL50 de 1,62% et une répulsion de 13,75%. L'activité répulsive de l'extrait de *L. stoechas* a montré une répulsion de 53,75% après 2 heures d'exposition avec la dose de 1 mg/ml, mais une répulsion de -35% après 2 heures avec la dose de 20 mg/ml. En revanche, l'extrait d'*A. verticillata* a montré une attraction de -30% après 2 heures de traitement avec la dose de 1 mg/ml, et de 92,5% après 2 heures de traitement avec la dose de 20 mg/ml. Par conséquent, les tests ont montré que l'extrait de *A. verticillata* est plus répulsif que l'extrait de *L. stoechas*. Selon le classement de MC Donald et al ,(1970) l'extrait de *A. verticillata* est en classe (5) donc il est très répulsive, par contre l'extrait de *L.stoechas* et en classe (0) donc il est très faiblement répulsive.

L'effet insecticide de l'huile essentielle extraite des plantes a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées par plusieurs chercheurs.

Une étude menée par Karahacane (2015) sur l'activité insecticide par (fumigation) de l'huile essentielle de la plante *L. stoechas* vis-à-vis des adultes de *T. castaneum* a montré aussi une toxicité contre cet insecte. Ils ont enregistré un pourcentage de 96.66% de mortalité par la dose qui causé la mortalité maximale D4 800 µL au 3 ème jour. Ce qui signifie que cette huile a des propriétés insecticides contre *T. castaneum*. La DL50 du test de l'huile était de 563.712 µL de HE pure.

Notre résultat est similaire avec ceux de Bachiri et al., 2018 ils ont mené une étude sur l'activité insecticide de l'huile essentielle de *L. stoechas* vis-à-vis de jeunes adultes de *T. castanum* par contact et répulsion. Ils ont observé des pourcentages de mortalité allant de 25% à 100% par contact. Les effets répulsifs de cette huile essentielle ont été évalués entre 46,67% et 93,33%.

Les travaux d'ebadollahi et al. (2010) ont démontré que l'huile essentielle de *L.stoechas* avait un effet fumigent important contre les adultes de *T. castaneum*. En ce qui concerne les pourcentages de mortalité, ils varient en fonction de l'augmentation des doses et des durées d'exposition, enregistrant des taux allant de 20% à 85%. Bounouira et al, (2022) ont évalué l'activité insecticide d'huile essentielles d'*A.verticillat*, Les pourcentages de répulsion des différentes doses de l'huile essentielle d'*A.verticillata* sur le *Sitophilus zeamais* ; qui est classé on ordre des coléoptères comme le *T. Castanum*.

Les résultats montrent une variation dans la réponse de *Sitophilus zeamais* à différentes doses.

Malgré les nombreuses études réalisées sur les huiles essentielles, leurs modes d'action restent encore à confirmer (Isman, 2000). Les mécanismes toxiques des huiles essentielles sur les insectes adultes sont principalement physiologiques ou physiques, selon Furet et Bellenot (2013). En outre, l'action rapide des huiles essentielles ou de leurs composants contre les insectes ravageurs indique une action neurotoxique (Kostyukovsky et al, 2002 ; Priesley et al, 2003 ; Isman et al, 2007).

Les HEs ont montré meilleures activités insecticides que les extraits méthanoliques bruts.

Le rendement moyen obtenu des huiles essentielles de la plante *L. stoechas* étudié il est estimé à environ (0.52%), proche de celui obtenu pour *A. verticillata* (0.57%), Par contre, notre résultat est inférieur à celui obtenu par Benabdelkader (2012) qui a obtenu un rendement (1,46 %) de la plante *L. stoechas*.

En outre les teneurs en huiles essentielles d'*A. verticillata* obtenu par Ashraf et Batty (1975) (3,5 à 5,2%) largement supérieures par rapport aux nôtres.

Ces différences des teneurs en HE peuvent être dues à plusieurs facteurs notamment le matériel et la technique d'extraction utilisé et la nature de la plante elle-même et son environnement (espèce, période de récolte, température, humidité, climat, type de sol).

# **CONCLUSION**

## Conclusion

---

### Conclusion

La difficulté à contrôler les populations des insectes ravageurs des grains stockés est renforcée par les limites et les conséquences liées à l'utilisation des pesticides de synthèse.

Notre étude rentre dans le cadre de la recherche de solutions alternatives qui permettent de réduire les pertes occasionnées par ces insectes nuisibles.

L'étude a été consacrée à l'évaluation des propriétés insecticides à l'égard du ravageur des grains stockés *T. castaneum* par contact, répulsion et inhalation de huiles essentielles de deux plantes : *L. stoechas* et *A. verticillata* appartenant respectivement aux familles des *apiaceae* et des *lamiaceae*, et aussi l'évaluation de l'effet insecticide des extraits méthanoliques des extraits de ces deux plantes contre le même insecte *T. castaneum*. En premier lieu, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes sèches par hydrodistillation par Clevenger, cette opération a conduit à l'obtention de bons rendements de 0,52 et 0,57% de l'huile essentielle de *L. stoechas* et *A. verticillata* respectivement.

Les tests insecticides au laboratoire ont indiqué que les deux huiles et même les extraits possèdent des propriétés insecticides, répulsives et fumigantes presque similaires et très intéressantes vis-à-vis les adultes de *T. castaneum*. Les résultats obtenus pour le traitement de contact direct après 24 h ont montré que l'huile *L. stoechas* a enregistré une mortalité de 47.5 et 97.5% après 24 h et 96 h pour la dose testée la plus élevée (10 %). La valeur de la DL50 était de 2.44 après 96 h. Tandis que l'huile de *A. verticillata* a enregistré une mortalité de 100% après 24 h avec les deux doses élevées (8% et 10%) et la valeur de la DL50 de 4.27% après 24 h du traitement, ce qui implique que l'huile essentielle des deux plantes s'est avérée toxique par contact. L'activité répulsive de l'huile essentielle de la plante *L. stoechas* a été obtenue par la dose (1 et 10%), 2 h après l'exposition ( $87.5 \pm 9.6$  et  $-75.5 \pm 17.1$  % respectivement), par contre l'huile de la plante *A. verticillata* a une forte activité répulsive avec la dose 10% 4 h après l'exposition ( $87.5 \pm 5.8$  %) ce qui suggère que l'huile *A. verticillata* possède une activité très répulsive que l'huile de la plante *L. stoechas* contre ce ravageur. Les résultats des tests de fumigation de l'huile essentielle de *L. stoechas* ont enregistré une mortalité de 96.25% avec la dose (800 µl/l) et 100% avec la dose (1000 µl/l) après 24 h.

## Conclusion

---

La valeur de la DL50 était de 574 µl/l. et pour l'huile *A. verticillata* enregistré une mortalité de 96.25 et 97.25% avec la dose la plus élevée (1000 µl/l) après 72 h et 96 h respectivement.

Les résultats des tests de contact de l'extrait *L. stoechas* ont donné une mortalité de 26.25 et 82.50% avec la dose la plus élevée (10 mg/ml) respectivement 24 h et 96 h après traitement, pour l'extrait *A. verticillata* ont obtenu une mortalité 10 et 15% avec la dose la plus élevée (20 mg/ml). Ces résultats montrent que l'extrait de la plante *L. stoechas* est plus efficace que l'extrait de la plante *A. verticillata* pour laquelle on a enregistré une faible activité insecticide contre ce ravageur.

L'activité répulsive de l'extrait de *L. stoechas* a montré une répulsion de 53,75% après 2 heures d'exposition avec la dose de 1 mg/ml, mais une répulsion de -35% après 2 heures avec la dose de 20 mg/ml. En revanche, l'extrait d'*A. verticillata* a montré une attraction de -30% après 2 heures de traitement avec la dose de 1 mg/ml, et de 92,5% après 2 heures de traitement avec la dose de 20 mg/ml. Par conséquent, les tests ont montré que l'extrait de *A. verticillata* est plus répulsif que l'extrait de *L. stoechas*.

L'évaluation de l'activité insecticide des extraits des plantes est un sujet important et intéressant dans le domaine de la lutte contre les insectes nuisibles.

Les résultats de cette étude peuvent fournir des informations précieuses sur l'efficacité des deux plantes dans la prévention et le contrôle des infestations des adultes de *T. castanum*. L'analyse des données montre que les extraits bruts de *L. stoechas* ont une activité insecticide modérée sur *T. castanum*, tandis que les huiles essentielles de *L. stoechas* et *A. verticillata* ont montré une activité insecticide très puissante. Ces résultats suggèrent que ces plantes peuvent être potentiellement utilisées pour contrôler les insectes nuisibles. Il est possible que les composés actifs présents dans les extraits bruts et les huiles de ces plantes affectent les systèmes nerveux des insectes, ce qui entraîne leur mort. Cependant, il convient également de noter que les résultats de cette étude ne peuvent pas être généralisés sans des études complémentaires sur un plus grand nombre d'espèces d'insectes. Néanmoins, ces résultats constituent une avancée importante dans la recherche de solutions alternatives et écologiques pour lutter contre les insectes des stocks alimentaires. Sachant que ces résultats se révèlent prometteurs et que chaque plante se caractérise par des

## Conclusion

---

molécules particulièrement intéressantes, qui demandent d'être exploitées, nous proposons à l'avenir de :

- Compléter l'étude avec des tests de toxicité de ces huiles essentielles sur les autres stades de développement de ce ravageur (le stade larvaire, les œufs et les nymphes).
- Réaliser une étude phytochimique et toxicologique de ces huiles et ces extraits.
- Réaliser des tests plus approfondis sur l'activité insecticides.
- Réaliser une étude de la variabilité géographique des huiles essentielles afin de déceler une éventuelle spécificité régionale en vue d'une valorisation commerciale.

**Références  
bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques :

1. Acheuk, F., Abedellaoui, K., Wassima, L., Dehliz, A., Ramdani, M., Barika, F., et al. (2017). Potentiel bio-insecticides de l'extrait brut de la plante saharienne artimisia judaica en lutte anti-vectorielle: cas du moustique commun culiseta longiareolata. *journal algérien des Région Aride (JARA)* (14), 109.
2. Acheuk, F., Basiouni, S., Shehata, A. A., Dick, K., Hajri, H., Lasram, S., et al. (2022). Startup and Prospects of Botanical Biopesticides in Europe and Mediterranean Countries. *biomolecules*, 10.
3. Amari N., 2014. Etude du choix de ponte du bruche du niébé callosobruchus masculatus en présence de différentes variétés d'haricot et pois chiche, et influence de quelque huiles essentielles (cèdre, ciste, Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte. Mémoire de magistère : pp23, 25
4. Ambasta, S., Ramachandran, K., Kashyapa, K., & Chand, R. (1986). The usefui plants of India. Publications and Information Directorate, CSIR, New Delhi, India.
5. Angelini D.R., Jockusch E.L., 2008. Relationships among pest flour beetles of the genus Tribolium (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. *Mol Phylogenet Evol* ; 46, 127-41.
6. Arab, R., 2012. Effet insecticide des plantes Melia azedarach L. et Peganum harmala L. sur l'insecte des céréales stockées Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera,Tenebrionidae).Thèse de Magister, Sétif : Algérie
7. Ashraf, M., & Bhatti, M. (1975). Studies on the essential oils of Pakistani species Of the family umbelliferae. Part I. Trachyspermum ammi (L.) Sprague (ajowan) seed ou. *Pakistan J. Pakistan*.
8. Baba Aïssa, F. (1991). Les plantes médicinales en Algérie. Bouchéne and Diwan.
9. Bachiri, L., Bouchelta, Y., Bouiamrine, E. H., Echchegadda, G., Ibjbijen, J., & Laila, N. (2018). Valorization as bioinsecticide of the essential oils of two indigenous lavender

## Références bibliographiques

---

- species in Morocco: *Lavandula stoechas* and *Lavandula pedunculata*. *International journal of herbal medicine.*, 06 (02), 86.
10. Bachiri, L., Bouchelta, Y., Bouiamrine, E. H., Echchegadda, G., Ibjibjen, J., & Nassiri, L. (2018). Valorization as bioinsecticide of the essential oils of two indigenous lavender species in Morocco: *Lavandula stoechas* and *Lavandula pedunculata*. *Int. J. Herb. Med*, 6, 86-90.
  11. Bachiri, L., Echchegadda, G., Ibjibjen, J., & Nassiri, L. (2016). Etude Phytochimique et Activité Antibactérienne De Deux Espèces De Lavande Autochtones Au Maroc : "*Lavandula Stoechas* L. et *Lavandula dentata* L. *European Scientific Journal*, 316.
  12. Bachiri, L., Labazi, N., Daoudi, A., Ibjibjen, J., Nassiri, L., Echchegada, G., et al. (2015). Etude ethnobotanique de quelques lavandes marocaines spontanées., *international journal of biological and chemical sciences* , 1313.
  13. Balachowsky A.S., 1951, La lutte contre les insectes : principes, méthodes, applications. Payot, Paris, 380 p.
  14. Bekhechi, C. (2008). Analyse (les huiles es essentielles de quelques espèces aromatique (le la région de Tlemcen par (PG, CP (, -S\I et RMN) et étude de leur pouboir antibactérien). Université Abou bakr Belkaïd - Tlemcen « Laboratoire des Produits Naturels (Laprona) », Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire.
  15. Bekhechi, C. (2009). Analyse (les huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par (PG, CP (, -S\I et RMN) et étude de leur pouvoir antibactérien. Université Abou bakr Belkaïd - Tlemcen, Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire « Laboratoire des Produits Naturels (Laprona) », Tlemcen.
  16. Belmouaz A., 2004. Contrôle phytosanitaire et surveillance des denrées stockées. Agréage et protection phytosanitaire. Ed. O.A.I.C (Office algérien interprofessionnel des céréales), P18- 34.
  17. Benoît, b. (2012). Nomenclature de la flore de la France. *Rev Tela Botanica BDNFF* v 4.02.:15.
  18. Benabdelkader, T. (2012). Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composé sterpéniques volatils des lavandes ailées, *Lavandula stoechas* sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. l'Ecole Normale Supérieure de Kouba-Alger, Algérie et de l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, France,

## Références bibliographiques

---

- Biologie et Ecophysiologie Végétale. Kouba : 2012. Récupéré sur <https://theses.hal.science/tel-00952695>
19. Benoufella-Kitous, K., Bouabida, N., Ait amar, S., Medjdoub-bensaad, F., & Graiche, F. (2022). Evaluation of biocidal activity of four lamiaceae leaves on the backe bean aphid *Aphis fabae scopoli*, 1763(Homoptera: Aphididae). *Acta agriculturae slovenica*.
  20. Bonzi, S., 2007- Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*Sorghum bicolor*(L) moench). Cas particulier *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sace.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Mémoire DEA, phytopathologie, Burkina Faso.39p.
  21. Bouazza, m., benabadj, n., loisel, r., & metge, g. (2004). Évolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie) *ecologia mediterranea*.
  22. Bouguerra, A. & Zerghou K., 2009. Etude des activités antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle extraite des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*, Mémoire d'ingénieur, INATAA, Université Mentouri, Constantine, 46p
  23. Bounouira, Y., Benyelles, N. G., Senouci, H., Benazzouz, F. Z., & Chaieb, I. (2022). The insecticidal activity of a formulation of *ammoides verticillata* essential oil and diatomaceous earth on *Sitophilus zeamais*.
  24. Brunton. J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes Médicinales. Techniques et Documentation. 3<sup>ème</sup> Ed Lavoisier, Paris.
  25. Camara A., 2009. Lutte contre *Sitophilus oryzae* L (coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* Herbst (coleoptera : Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse. Doct., Université de Québec., Montréal., 154p.
  26. Carlos J.S., 2006- Exposition humaine aux pesticides : Un facteur de risque pour le suicide au Brésil. Ed. Vertigo. Revu. Science de l'environ. Brésil. 18 p.
  27. Chiasson H., Beloin N., 2007, Les huiles essentielles, des biopesticides « Nouveau Genre ».
  28. Crosby DG. Natural pest control agents. In Gould, R.F. Natural Pest Control Agents. Adv. Chem. Ser. American Chem. Society : Washington ; 1966.
  29. Daira, N.-H., Maazi, M., & Chefrour, A. (2016). Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (*Ammoides verticillata* Desf. Briq.) de l'Est Algérien. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Département de Biologie, Faculté des

## Références bibliographiques

---

- Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Cherif Messaadia-Souk Ahras, 41000 (Algérie), Souk Ahr (Algérie).
30. De Groot I., 2004. Protection des céréales et des légumineuses stockées. Ed. Fonda. Agromisa., Pays bas., 74p.
31. Delobel A. et Tran M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chauds, Faune tropicale XXXII. Paris. 103-106 p
32. Despinasse, Y. (2015). *Diversité chimique et caractérisation de l'impact du stress hydrique chez les lavandes*. thèse, Ecole doctoral sciences Ingénierie santé (saint-etienne), (saint-etienne).
33. Didier Pol ; 2004. Le petit ver de farine *Tribolium castaneum* : élevage et utilisations, Planet Vie, consulte sur : <https://planet-vie.ens.fr/article/1528/petit-ver-farine-tribolium-castaneum-elevage-utilisa>
34. Ebadollahi, A. (2011). Antifeedant activity of essential oils from *Eucalyptus globulus* Labill and *Lavandula stoechas* L. on *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae). *Biharean Biologist*, 5(1), 8-10.
35. El Ouali Lalami, A., el-akhal, F., & Ezzoubi, Y. (2016). Chemical Constituents and Larvicidal Activity of Essential Oil of *Lavandula Stoechas* (Lamiacéae) From Morocco Against the Malaria Vector *Anopheles Labranchiae* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8 (3).
36. Ezzoubi, Y., Bousta, D., & Abdellah, F. (2020). Phytopharmacological review of a Mediterranean plant: *Lavandula stoechas* L. *Clinical Phytoscience*, 02.
37. Farhat, A. (2010). *Vapo-Diffusion assistée par Micro-ondes : Conception, Optimisation et Application*. Thèse, L'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & L'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès.
38. Farsam, H., Ahmadian Attari, S., Khalaj, A., Shahrokh, R., & Ahmadian-Attari, M. (2016). The Story of *stoechas*: from Antiquity to the present day. *Journal of Research on history of Medicine*, 5 (2).
39. Fekih, N. (2014). *propriétés chimique et biologique des huiles essentielles de trois especes du genre pinus poussant en algerie*. Thèse, Faculté des Sciences - Département de Chimie, Laboratoire des Substances Naturelles & Bioactives, Telemcen.
40. Felidj , M., Bouazza, M., & Ferouani, T. (2010). Note sur le cortège floristique et l'intérêt de la plante médicinale *Ammoides pussila* (*verticillata*) dans le Parc national des Monts

## Références bibliographiques

---

- de Tlemcen (Algérie occidentale). Parc National de Tlemcen situé dans le Nord-Ouest Algérien. Tlemcen.
41. Furet A. et Bellenot D., 2013. Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration. iteipmai (Institut technique interprofessionnel des plantes à parfums, médicinales et aromatiques), mars 2013, 8 p.
42. Gainard, A., & Chèze, C. (2016). *Lavandes et Lavandin, Utilisation en aromathérapie. Enquete aupres des Pharmaciens d'officine*. Thèse, Université de Bordeaux, Bordeaux.
43. Generosa, T., Corria, A. I., Vasconcelos, T., Feijão, D., & Madureira, A. M. (2013). *Lavandula stoechas* subsp. *Luisieri* e *L. Pendunculata*-estudo fitoquímico micromorfologia e histoquímica. *Lavandula stoechas* subsp. *luisieri* and *L. pedunculata* phytochemical study, micromorphology and histochemistry Teresa Vasconcelos<sup>3</sup>, Daniela Feijão and Ana Margarida Madureira , 36 (2), p. 221.
44. Gueye, A. Diome, T. Thiaw, CH. Sembene, M. Appl, 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*
45. Guitton, Y., & Legendre, L. (2012). *Diversité des composés terpéniques volatils au sein du genre Lavandula : aspects évolutifs et physiologiques*. Thèse, Saint-Etienne.
46. Haubruge E., Lognay G., Marlier M., Danhier P., Gilson J.C. et Gaspar C., 1998, Etude de la toxicité de cinq huiles essentielles extraites de *Citrus* sp. A l'égard de *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera, Curculionidae), *Prostiphanus truncatus* (Horn) (Col., Bstrychidae) et *Tribolium castaneum* *Herbest* (Coleoptera, Tenebrionidae). *Med. Fac. Landbouww. Rijkuniv. Cent 54/3b*, 1083-1093.
47. Haubruge, É., Francis, F., Verheugen, F., Gaspar, C., & Braekman, J.C. (1998). Chimie des phéromones et des allomones chez les insectes : outils pour la lutte biologique. *Annales de la Société Entomologique de France*, 34(3), 279-286.
48. Hafiane, N., & Ounnas, D. (2018). Contribution à la recherche de l'effet indésirable (hémolytique) de la patrie aérienne des trois plantes médicinales in vitro *Origanum Vulgare*, *Lavandula Steochas* et *Ammoides verticillata*.
49. Herrera, J. (1991). Allocation of reproductive resources within and among inflorescences of *lavandula stoechas* (Lamiaceae). *American journal of botany*, 78 (6), 790.

## Références bibliographiques

---

50. Irikannu, K. C. (2015). pesticidal activities of moringa oleifera seed oil extract to tribolium castaneum and tribolium confusum on milled maize. *Journal of global biosciences*, 4 (3), 1718\_ 1719.
51. Isman M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19,2000, pp 603 – 608
52. Isman M., Machial C., Miresmailli S. et Bainard L., 2007. Essential oil based pesticides:New Insights from Old Chemistry. In Ohkawa H., Miyagawa H. et Lee P.W., 2007. *Pesticide Chemistry: Crop Protection, Public Health, Environmental Safety*. Ed. John Wiley & Sons.8p.
53. Jaya kumar., Manickkam., Arivoli S., Raveen R. Tennyson S., 2017, Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology.Studies*. 5(2): 324-335.
54. Karahacane, T. (2015). *Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes de blé en post récolte*. Thèse, école national supérieur agronomique. P 84\_85.
55. Lis-balchin, M. (2002). *Lavender, The Genus lavandula*. London & New York: Taylor and Francis.doi: <https://doi.org/10.1201/9780203216521>
56. Maarfia, S. (2019). *study of essential oils and phenolic compounds; their changes and anticancer activity in some species belonging to asteraceae and lamiaceae families*. Thèse, larbi ben m'hidi university - oum el bouaghi faculty of exact sciences and life sciences and nature.
57. Mann R. S., E Kaufman P. E., 2012, Natural product pesticides: Their development, Delivery and use against insect vectors. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*. 9(2): 185-202.
58. Mahmoud, M., & Sabbour, A. (2020). bioassay essential oils on tribolium castaneum and tribolium confusum (coleoptera: tenebrionidae). *sumarienz.journal of biotechnology* , 3 (11), 106.
59. Mc Donald L.L., Guy RH. & Speirs R.D., 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as oxicans, repellents and attractants against stored product insects,marketing research report n° 882. Agriculture Research services, US Department of agriculture, Washington. 183p.

## Références bibliographiques

---

60. Mebarkia A., 2001, *Inventaire et estimation des dégâts causés par les insectes des stocks Dans la région de Bordj-Bou Arreridj. Bio écologie et effets des radiations ionisantes sur le Potentiel biotique de Rhyzoperta dominica.(Coleoptera:Bosrtrychidae)*.Thèse de Magister, option : production végétale et agriculture de conservation, Université de Farhat Abbas, Sétif, p67.
61. Menceur, F. (2015). *Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'érigeron, de la lavande et du genévrier*. thèse, école national supérieur agronomique el-harrach-alger.
62. Mohammedi, Z., & Atik, F. (2012). *Pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de Lavandula stoechas L*. Revue, Université Abou Bakr Belkaid, Laboratoire des Produits Naturels, Tlemcen.
63. Ouis N, 2015. Etude chimiques et biotiques des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et De persil, Thèse de Doctorat, Université de Ahmed ben Bella, Oran, 9p.
64. Panneton, B., Lafleur, G., Giroux, I., & Boivin, G. (2000). Prévention et lutte contre les insectes forestiers au Canada. *Foresterie Canadienne*, 130(2), 165-173.
65. Paoulini. V., PH. Dorchie, (2003) les tanins sont présents dans toutes les parties des végétaux et ont des propriétés antibactériennes.
66. Priestley C.M., Williamson E.M., Wafford K.A., Sattelle D.B, 2003. Thymol, a constituent of thyme essential oil, is a positive allosteric modulator of human GABA receptors and a homo-oligomeric GABA receptor from *Drosophila melanogaster*. *British Journal of Pharmacology*, 140, pp 1363-1327.
67. Quézel P. et Santa S., 1962. Nouvelle flor.
68. Philogène B.J.R., 2005, Effets non intentionnels des pesticides organiques de synthèse : Impact sur les écosystèmes et la faune. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et L'environnement ; (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition TEC Et DOC. Paris. 171-187 p.
69. Regnault-Roger, C. (1997). The potential of botanical essential oils for Insecte pest control. *Integrated Pest Management Reviews*, 2(1), 25-34.
70. Sendi J. J., Ebadollahi A., 2013, Biological Activities of Essential Oils on Insects. In: Govil, J. N. & Bhattacharya, S. *Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP): Essential Oils–II*. Studium Press LLC. India. P :138.

## Références bibliographiques

---

71. Souihi, M., Bousnina, A., Touati, B., Hassen, I., Rouissi, M., & Ben Brahim, N. (2017). Caractérisation morphologique et chimique de deux espèces de Lavande : *Lavandula stoechas* L. et *L. dentata* L. en Tunisie. *Annales de l'INRAT*, 90, 127.
72. Sylvain, S. 2010. Etude de la composition chimique D'huile essentielle et d'extraits de menthes de corse et de kumquats, Thèse de Doctorat, Université de Corse, département de Chimie Organique et Analytique.
73. styukovsky M., Rafaeli A., Gileadi C., Demchenko N., Shaaya E., 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests, *Pest. Manag. Sci*, 58, pp 1101-1106.
74. Tefiani, C. 2015. Les propriétés biologiques des huiles essentielles de *Curcuma longa*, *Ammoides verticillata* et *Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus*. L'Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, département d'agronomie, Mostaganem.
75. Tefiani, C., Riazi, A., Youcef, F., Aazza, S., Gago, C., Faleiro, M., Miguel, M. (2015). *Ammoides pusilla* (Apiaceae) and *Thymus munbyanus* (Lamiaceae) from Algeria essential oils: Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antiproliferative activities. *Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Tlemcen, Algérie, Département des Sciences Agronomique et des Forêts*. Taylor & Francis. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2015.1006739>
76. Teisseire P.J. 1991. *Chimie des substances odorantes*, Tec. &Doc. Lavoisier, Paris, 480 p.
77. Upson, T., & Andrews, S. (2004). *the genus lavandula*. Portland & oregon, USA: Timber press.
78. Weidner H. et Rack G., 1984. *Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds*, Eschborn, 80 p

# Annexes

**Annexe : Matériel et produit chimique utilisé au laboratoire**



**Loupe binoculaire**



**Acétone**



**Etuve**



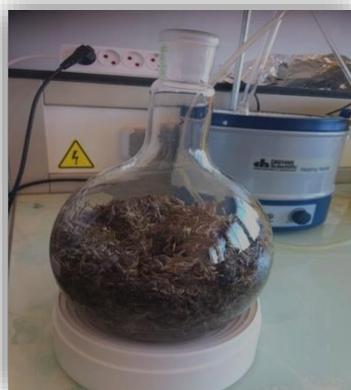
**boite à embouts**



**Tube Eppendorf**



**Micropipette**



**ballon de cleverger**



**Pinceaux, ciseau, passoire  
bande adhésive papier  
buvarde et papier de  
cuisine**

Annexe 1 : Tableau n°20 Le matériel utilisé dans laboratoire

Boites de Pétri en verre	Un solvant pour dilution (l'acétone).
Des piluliers en plastique de 4 cm De diamètre et 6,5 cm de hauteur.	Des micropipettes de de capacité : 2-20µl, 100µl, 500µl et 1000µl.
Un solvant pour dilution (l'acétone).	L'eau distillée.
Un solvant pour dilution (l'acétone).	Un mélangeur de vortex.
L'eau distillée.	Chauffe ballon et Clevenger.
L'eau distillée.	Appareil de Soxhlet
Des flacons pour le conditionnement des huiles	Des flacons pour le conditionnement des huiles
Un solvant pour dilution (l'acétone).	Balance et une loupe binoculaire.
Une étuve.	Papier buvard
Papier aluminium.	Pinceaux, ciseau et bande adhésive

# Résumé

## Résumé

---

### Résumé

Dans cette optique, l'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'activité insecticide et répulsive des huiles essentielles et d'extraits méthanoliques bruts de *L. stoechas* et *A. verticillata* dans des conditions de laboratoire sur l'un des insectes ravageurs des céréales stockées : le *Tribolium castaneum*.

Différentes doses des huiles essentielles ont été testées pour leur activité insecticide, par contact et fumigation, sur les adultes de *T. castaneum*. Les résultats ont montré une activité significative des deux huiles essentielles, avec une DL50 de 2,44% et une mortalité de 97,5% pour *L. stoechas*, et une DL50 de 4,27% et une mortalité de 100% pour *A. verticillata* après 24 heures de traitement. Pour le test de fumigation, une DL50 de 574 µl/l et une mortalité de 100% ont été observées après 24 heures de traitement avec l'huile de *lavendula stoechas*, tandis qu'une DL50 de 244,84% et une mortalité de 97,5% ont été observées après 24 heures de traitement avec l'huile d'*A. verticillata*. L'huile essentielle de *L. stoechas* a enregistré une forte activité répulsive avec la dose la moins élevée 1 mg /ml après 2 et 4 h après l'exposition ( $87.5 \pm 96$  et  $90 \pm 8.2$  respectivement). Une puissante activité répulsive de l'huile essentielle de *A. verticillata* avec la dose la plus élevée 10 mg/ml après 2 et 4 h d'exposition ( $87.5 \pm 5$  et  $95 \pm 5.8$  respectivement) a été obtenue aussi. Par ailleurs, les résultats de la toxicité par contact et répulsion des extraits des deux plantes ont montré une activité insecticide et répulsive satisfaisante.

Les huiles essentielles de *L. stoechas* et *A. verticillata* testées pour leur activité insecticide, contact, répulsive et fumigante sont dotés d'un potentiel bio-insecticide non négligeable et qui peut être utile pour promouvoir des méthodes alternatives à l'emploi à la place des insecticides chimiques pour la protection des denrées stockées.

**Mots clés :** *Lavendula stoechas*, *Ammoides verticillata*, *Tribolium castaneum*.

## Résumé

ملخص :

في هذا الصّدد، تهدف هذه الدراسة أساساً إلى تقييم تأثير الزيوت الأساسية و المستخلصات الميثانول ل لافندر ستوخاس و أمويدس فيرتيسيليتا على خنفساء الدقيق الصّدئية و هي واحدة من الحشرات الضارة للحبوب المخزّنة.

تم اختبار جرعات مختلفة من الزيوت الأساسية لتقييم نشاطها كمبيد حشري في المختبر، عن طريق التلامس والتدخين، على الكبار من خنفساء الدقيق الصّدئية. أظهرت النتائج فعالية ملحوظة لكلا الزيتين الأساسيين، بلغت نسبة  $DI_{50}:2,44$  % و نسبة وفيات قدرت ب  $97,5\%$  بالنسبة ل لافندر ستوخاس ، بالنسبة ل أمويدس فيرتيسيليتا بلغت نسبة :  $DI_{50} 4,27\%$  و نسبت وفيات  $100\%$  بعد 24 ساعة من المعالجة. بالنسبة لاختبار التدخين، قد لوحظ وجود قيمة بلغت  $574\mu\text{L/L}$  و نسبة وفيات  $100\%$  بعد 24 ساعة من المعالجة باستخدام زيت لافندر ستوخاس ،في حين بلغت نسبة :  $DI_{50} 244.84\mu\text{L/L}$  و نسبة وفيات :  $97.5\%$  بعد 24 ساعة من المعالجة باستخدام زيت أمويدس فيرتيسيليتا.

أظهر الزيت الأساسي ل لافندر ستوخاس نشاطاً طارداً قوياً مع أدنى الجرعات (  $1\%$  ) بعد 2 و 4 ساعات من التعرض (  $96 \pm 87.5$  و  $90 \pm 8.2$  ). و كذلك نشاطاً طارداً قوياً بالنسبة للزيت الأساسي لأمويدس فيرتيسيليتا مع الجرعة الأعلى  $10\%$  بعد الساعتين الثانية و الرابعة من التعرض (  $87.5 \pm 5$  و  $95 \pm 5.8$  ) على التوالي.

بالإضافة إلى ذلك، أظهر اختبار السمية بالتلامس والتدخين لمستخلص النبتتين خاصية مرضية ضد حشرات خنفساء الدقيق الصّدئية.

زيوت لافندر ستوخاس ومستخلص لافندر ستوخاس و أمويدس فيرتيسيليتا المختبرة لنشاطها المبيد الحشري من خلال التلامس ، التدخين ، والطرْد لها قدرة بيو-حشرية معتبرة والتي يمكن أن تكون مفيدة لتعزيز الطرق البديلة لاستخدام المبيدات الحشرية الكيميائية لحماية المواد المخزّنة.

**الكلمات المفتاحية :** لافندر ستوخاس، أمويدس فيرتيسيليتا ، خنفساء الدقيق الصّدئية .

## Résumé

---

### Abstract:

In this regard, the main objective of this study is to evaluate, under laboratory conditions, the insecticidal and the repellent activity of *L. stoechas* and *A. verticillata* essential oils and extracts methanolic on one of the cereal stored pests, *T. castaneum*.

Different doses of essential oils were tested for their insecticidal activity, through contact and fumigation, on adult *T. castaneum*. Results showed significant activity of both essential oils, with an LD50 of 2.44  $\mu\text{L/L}$  and mortality of 97.5% for *L. stoechas*, and an LD50 of 4.27% and mortality of 100% for *A. verticillata* after 24 hours of treatment. For the fumigation test, an LD50 of 574 was observed with a mortality of 100% after 24 hours of treatment with *L. stoechas* oil, while an LD50 of 244.84  $\mu\text{L/L}$  and mortality of 97.5% were observed after 24 hours of treatment with *A. verticillata* oil.

*L. stoechas* essential oil recorded a strong activity with the lowest dose of 1% after 2h exposure ( $87.5 \pm 96$  and  $90 \pm 8.2$ , % respectively). Additionally, a strong repellent activity of *A. verticillata* essential oil was observed with the highest dose of 10% at 2 h and 4 h after exposure ( $87.5 \pm 5$  and  $95 \pm 5.8$ ) respectively was also obtained.

In addition, HE results of the contact toxicity and repulsion of the extracts of the two plants showed satisfactory insecticidal and repellent activity against adults of *T. castaneum*.

The essential oils of *L. stoechas* and *A. verticillata*, tested for their insecticidal, contact, repellent and fumigant activity, possess a significant bio-insecticidal potential that can be useful in promoting alternative methods to the use of chemical insecticides for the protection of stored commodities.

**Keywords :** *Lavendula stoechas*, *Ammoides verticillata*, *Tribolium castaneum*.