



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



الإخوة منتوري 1 جامعة قسنطينة

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : de biologie animale

مسق : بиология الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques / Biotechnologies / Écologie et Environnement

Spécialité : Biologie et contrôle des populations des insectes

N° d'ordre : N°

de série :

Intitulé :

Evaluation de l'effet insecticide des extraits de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*, Asso, 1779) sur le tribolium rouge de la farine

***Tribolium castaneum* (Herpest, 1797)**

Présenté par : ZAIER Norhane

SID Aya

Le : 28/06/2025

Jury d'évaluation :

Président : Pr BENKENANA Naima Pr - Université de Constantine 1 les Frères Mentouri

Examinateur(s): Pr KOHIL Karima Pr - Université de Constantine 1 Frères Mentouri

Encadrant : Dr BETINA Sara Imène MCA- Université de Constantine 1 Frères Mentouri

Année universitaire 2024 - 2025

Dédicace

Tout d'abord je remercie mon dieu "Allah" le Tout-Puissant et qui m'a accordé la force et la patience pour accomplir ce travail, avec Sa permission سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى et qui m'a aidé et m'a protégé tout au long du parcours académique

_ A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, à la prunelle de mes yeux mon adorable maman "**Souad**", mon paradis et ma force, elle m'a soutenu tous les jours de ma vie, je suis la personne que je suis aujourd'hui grâce à toi

_ A mon père "**Mohamed**", pilier de ma vie, source de force et d'inspiration, toujours là sans jamais demander, tu as toujours mon soutien et ma fierté

_ A mon adorable sœur "**Amira**", ma deuxième mère qui n'ont pas cessé de ma conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études

_ A mes frères "**Zaki**" et "**Isshek**" merci d'être toujours à mes côtés, merci pour votre soutien

_ A mon neveu "**Ayssem anas**" et ma nièce "**Zamzam arinas**"
Petits rayons de lumière dans ma vie

_ A ma belle-sœur "**nada**" pour leur chaleur et leur gentillesse

_ A ma grand-mère maternelle "**Zohra**" mon exemple à suivre, ma source de force et de sagesse

_ A mon cher oncle "**Fateh**" merci pour les conseils et le soutien sincère que tu m'as offerts à toutes les étapes de ma vie

_ A ma chère encadrante Mme "**Bétina Sara Iméne**" pour leur conseil, leur présence et leur patience.

_ A mes meilleurs amis qui je les trouve toujours derrière moi surtout dans les moments les plus difficiles "**Selma, Afnane, Rihab, Ines, Nouara, Romaissa...**"

_ A mon binôme "**Nada**" j'ai partagée avec elle les joies et les difficultés au suivre de notre travail

Je dédie ce travail à ma famille ZAIER.

Norhane

DÉDICACE :

Louange à dieu, Seigneur de l'univers, qui m'a aidée, soutenue à chaque étape, et m'a donné la force et la patience pour arriver à cette accomplissement

À mon cher père

Toi qui as été ma première source de foi, de confiance et de soutien, ce diplôme est un geste d'amour et de reconnaissance. Tu as toujours cru en moi, et je te dois tant.

À ma tendre mère

Dont les prières ont été la clé de ma réussite et l'amour, le fondement de ma force. Tout succès est le fruit de ton éducation et de ton amour.

À mes frères et ma sœur

Khalil, Karim et Nesrine : vous êtes ma force, ma joie et mon refuge. Merci pour votre amour et votre soutien constant.

À mes cousines chères, Chaïma et Ikram, exemples d'amitié et de sororité sincères. Je vous aime en Dieu.

À Aya, l'épouse de mon frère, devenue une sœur par le cœur, merci pour ta douceur et ta présence lumineuse dans nos vies.

À mes amies précieuses, Chaïma, Chaïma, Roudaina vous avez été mon soutien, ma joie et mes prières exaucées. Que Dieu vous protège.

À Louay, mon frère de cœur, merci d'avoir été toujours là, avec ton rire, ta sagesse et ton grand cœur.

À Ma binôme Norhane, avec qui j'ai partagé les difficultés, merci. Je te souhaite plein de succès dans ta carrière.

Ce succès est le vôtre autant que le mien. Que Dieu bénisse notre avenir et vous garde tous, où que vous soyez.

AYA

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, nous remercieront avant tout Dieu le tout puissant qui a éclairé nos chemins tout au long de nos études.

En premier lieu nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche.

Nos sincères remerciements sont exprimés à notre encadrante docteur BETINA Sara Iméne et maître de conférences -A- à L'université de Constantine 1 : les frères Mentouri pour avoir acceptée de diriger et suivre ce travail, pour la facilité du travail qu'elle nous a procuré, les précieux conseils qu'elle nous a prodigué tout au long de notre travail, pour sa patience et sa bienveillance.

Nos remerciements les plus respectueux vont au Professeur BENKENANA Naima directrice de laboratoire de biosystématique et écologie des arthropodes à l'université de Constantine 1 les Frères Mentouri pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire. Qu'elle trouve ici l'expression de nos profondes reconnaissances.

Nous adressons toutes nos gratitude à Pr. KOHIL Karima Vous avez fait preuve de simplicité en acceptant d'être l'un des juges de notre mémoire.

Nos remerciements vont à IDIMBIO pour son aide et pour avoir facilité notre travail.

À tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à accomplir ce travail, merci du fond du cœur.

Liste des Figures

Numéro	Titre	Page
Fig.01	Différents variétés des denrées stockées	05
Fig.02	Production de blé dans le monde en 2017-2018	06
Fig.03	Stockage en sac	08
Fig.04	Stockage en vrac	08

Fig.05	Silo métallique	09
Fig.06	Silo en béton	10
Fig.07	Le stockage de blé en gerbes	10
Fig.08	Le stockage de blé en épis	11
Fig.09	<i>Aspergillus niger</i>	12
Fig.10	Etourneau sansonnet (<i>Sturnus vulgaris</i>)	13
Fig.11	Vue dorso-latérale du <i>Tribolium castaneum</i>	15
Fig.12	OEuf de <i>Tribolium castaneum</i>	16
Fig.13	Larve de <i>Tribolium castaneum</i>	17
Fig.14	La nymphe de <i>Tribolium castaneum</i>	17
Fig.15	Cycle Biologique de <i>Tribolium castaneum</i>	18
Fig.16	Les dégâts causés par <i>Tribolium castaneum</i>	20
Fig.17	Plante d' <i>Artemisia herba-alba</i>	23
Fig.18	Répartition géographique d' <i>Artemisia herba-alba</i> en Algérie	26
Fig.19	<i>Artemisia herba-alba</i> en Atlas-Sahara	27
Fig.20	Les aliments infectés	29
Fig.21	L'Armoise blanche dans la région de carrière	30
Fig.22	Les étapes d'hydro-distillation	32
Fig.23	Le matériel utilisé au niveau de laboratoire	33
Fig.24	Les flacons contenant de l'huile essentielle	34
Fig.25	Les flacons contenant d'hydrolat	35
Fig.26	Répartition des flacons de mélange huile et acétone et leur observation	36
Fig.27	L'huile essentielle et l'hydrolat obtenus dans l'hydro-distillation	39
Fig.28	l'effet de l'huile essentielle sur les individus de <i>Tribolium castaneum</i> à travers le temps	40
Fig.29	l'effet de l'hydrolat sur les individus de <i>Tribolium castaneum</i> à travers le temps	41
Fig.30	l'effet d'un mélange d'acétone et d'huile essentielle sur les individus de <i>Tribolium castaneum</i> à travers le temps	42

Résumé :

Les denrées stockées comme légumineuses, les céréales et leurs produits dérivés (farine, semoule, orge, blé, blé dur) représentent une source alimentaire essentielle, surtout dans les régions où les ressources sont limitées. Toutefois, elles sont exposées à des insectes nuisibles comme *Tribolium castaneum*, qui altèrent leur qualité pendant le stockage.

L'objectif de ce travail est de mener une étude expérimentale afin de trouver une solution naturelle pour lutter contre *Tribolium castaneum*, un insecte qui endommage les denrées alimentaires stockées, tout en évitant l'usage de pesticides chimiques, afin de préserver la qualité des aliments et de réduire les risques pour la santé et l'environnement.

L'huile essentielle et l'hydrolat ont été extraits de l'Armoise blanche par hydrodistillation. Dans cette étude, nous avons utilisé deux méthodes de traitement :

par inhalation et par contact, afin d'évaluer leur efficacité sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum*

Les résultats ont montré que l'huile essentielle est plus efficace que l'hydrolat et le traitement par contact, notamment lorsqu'elle est utilisée par inhalation.

Nous concluons que l'huile essentielle peut être utilisée comme moyen efficace de lutte biologique contre *Tribolium castaneum*, en raison de sa grande efficacité comparée à celle de l'hydrolat, dont l'efficacité reste limitée.

Mots clés :

Blé, blé dur, *Tribolium castaneum*, l'Armoise blanche, l'huile essentielle

تعد الأغذية المخزنة مثل البقول والحبوب ومنتجاتها الثانوية (الدقيق والسميد والشعير والقمح والقمح الصلب) فإنها تتعرض للحشرات الضارة مثل محدودة الموارد. ومع ذلك، قطانملايف ف صالح ، أي سيئ اي ناذع ار دصم يهدف هذا العمل (*Tribolium castaneum*) (*Tribolium castaneum*) أثناء التخزين، مما يغير جودتها إلى إجراء دراسة تجريبية بهدف إيجاد حل طبيعي لمحاربة حشرة التي تضر بالأغذية المخزنة، مع تجنب استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية، وذلك لحفظ على جودة الغذاء وتقليل المخاطر الصحية والبيئية

الأساسي والماء العطري من الشيح الأبيض عن طريق التقطير المائي. استخدمنا في هذه تم استخلاص الزيت لتنقييم فعاليتها على معدل وفيات الدراسة طرفيتين للعلاج: الاستنشاق والاتصال، خاصة (*Tribolium castaneum*) ، عند استخدامه عن وأظهرت النتائج أن الزيت الأساسي أكثر فعالية من الماء العطري والعلاج التلامسي طريق الاستنشاق.

ونستنتج أن الزيت الأساسي يمكن استخدامه كوسيلة فعالة للمكافحة البيولوجية ضد (*Tribolium castaneum*) ، بسبب كفاءته العالية مقارنة بكافأة الماء العطري، الذي تظل فعاليته محدودة.

الكلمات المفتاحية:

القمح، القمح الصلب(*Tribolium castaneum*)، الشيح الأبيض، الزي

Summary

Stored food such as pulses, cereals and their by-products (flour, meal, barley, wheat and durum wheat) are a key food source, especially in regions with limited resources. However, they are exposed to harmful insects such as *Tribolium castaneum*, which alter their quality during storage.

The objective of this work is to conduct an experimental study in order to find a natural solution to fight against *Tribolium castaneum*, an insect that damages stored food, while avoiding the use of chemical pesticides, in order to preserve the quality of food and reduce health and environmental risks.

The essential oil and hydrosol were extracted from white wormwood by hydrodistillation. In this study, we used two treatment methods: inhalation and contact, to evaluate their effectiveness on the mortality rate of *Tribolium castaneum*.

The results showed that essential oil is more effective than hydrosol and contact treatment, especially when used by inhalation.

We conclude that the essential oil can be used as an effective means of biological control against *Tribolium castaneum*, because of its high efficiency compared to that of the hydrosol, whose effectiveness remains limite.

Key words

Wheat, durum wheat, *Tribolium castaneum*, white wormwood, essential oil

Sommaire :

TITRE	PAGE
Dédicace	
Remerciement	
Liste des figures	
Résumé en français	
Résumé en arabe	
Résumé en anglais	
Introduction	01
Chapitre 01 : Synthèse bibliographique	04
Partie 01 : Les denrées stockées	05
1. Généralité sur les denrées stockées	05
2. Les différents types des denrées stockées	05
2.1 Les céréales	05
2.2 Les légumineuses	06
3. Les types de stockage des denrées stockées	07
3.1 Le stockage traditionnel	07
3.2 Stockage moderne	09
4. D'autres méthodes de stockage	10
4.1 Stockage en gerbes	10
4.2 Stockage en épis	11
4.3 Stockage des grains avec leurs balles	11
5. Les ennemis naturels des denrées stockées	11
5.1 Les micro-organismes	12

5.2 Les vertébrés	12
5.3 Les invertébrés	13
Partie 02 : Le matériel biologique <i>Tribolium castaneum</i>	15
1. Caractéristiques générales de <i>Tribolium castaneum</i> (Herbest 1797)	15
2. La position systématique	15
3. Description des différents stades du <i>Tribolium castaneum</i>	16
3.1 Oeuf	16
3.2 Larve	16
3.3 Nymphe	17
3.4 Adulte	17
4. Cycle de développement	18
5. Ecologie	19
5.1 Mobilité	19
5.2 Régime alimentaire	19
6. Les Dégâts causés par <i>Tribolium castaneum</i>	19
7. Méthode de lutte contre <i>Tribolium castaneum</i>	20
7.1 Lutte chimique	20
7.2 Lutte traditionnelle	21
7.3 Lutte par irradiation	21
Chapitre 02 : Matériels et méthodes	22
Partie 01 : Synthèse sur l'armoise Blanche	23

1. Nomenclature et étymologie de l'armoise blanche (Xénophone, IV ^e siècle)	23
2. Systématique	23
3. Description botanique d' <i>Artemisia herba-alba</i>	24
4. Anatomie	24
4.1 Partie souterraine	24
4.2 Partie aérienne	24
5. Plantation et climat	25
6. Phénologie et adaptation	25
7. Répartition géographique	26
8. Effet thérapeutique	27
9. Effet alimentaire	28
10. Toxicité	28
Partie 02 : Le site d'étude	28
1. Récupération des individus <i>Tribolium castaneum</i>	28
2. Le site d'étude	30
3. Travail sur terrain	31
4. Travail sur l'hydro-distillation	31
4.1 Le matériel utilisé	31
4.2 La méthode de distillation	32
5. Etude de l'effet des extraits d'armoise blanche sur les individus du <i>Tribolium castaneum</i>	33

5.1 Matériel utilisé dans l'étude	33
5.2 Protocole experimental	34
5.2.1 Étude de l'effet de l'huile essentielle	35
5.2.2 Étude de l'effet de L'hydrolat	35
5.2.3 Étude l'effet du mélange d'huile essentiel et d'Acétone	36
6. Calcule du rendement en huile essentielle	37
7. Correction de la mortalité	37
Chapitre 0 3 : Résultats	38
1. Résultat de l'hydro-distillation	39
2. Résultat du rendement	39
3. Résultats d'inhalation pendant à travers le temps	39
3.1 Résultats d'inhalation de l'huile essentielle	39
3.2 Résultats d'inhalation de l'hydrolat	40
4. Résultats du contact pendant à travers le temps	41
4.1 Résultats d'un mélange d'acétone et d'huile essentielle	41
5. Comparaison de l'efficacité des effets par inhalation et par contact (24 heures)	42
5.1 Effet par inhalation	42
5.2 Effet par contact	42
5.3 Conclusion générale	42
6. Comparaison de l'efficacité des effets par inhalation et par contact (48 heures)	43
6.1 Effet par inhalation	43
6.2 Effet par contact	43
6.3 Conclusion générale	43
Discussion	45
Conclusion et perspectives	50
Référence bibliographique	

Introduction

Introduction

Les denrées alimentaires stockées représentent une part importante, voire majoritaire de l'alimentation humaine, notamment dans les pays en développement. Parmi ces denrées : le blé, la semoule, la farine, l'orge, le son de blé, le maïs, la farine de maïs ainsi que diverses céréales, qu'elles soient entreposées sous forme de grains entiers ou de graines conservées. (**ANONYME, in AMRANI 2018**)

Les céréales et les légumineuses alimentaires subissent, durant la période de stockage, des altérations dues à des facteurs physico-chimiques tels que la température et l'humidité relative, ainsi qu'à des agents biotiques comme les insectes et les micro-organismes. Ces agressions entraînent des pertes quantitatives importantes, en plus d'une dégradation notable des qualités agronomiques et organoleptiques des produits stockés. (**NDIAYE, 1999**)

Les insectes sont considérés comme l'une des sources de contamination les plus graves, Leur présence seule quel que soit leur nombre, rend le stock impropre à l'usage et lui fait perdre toute valeur. (**KHELLAF, 2020**). La majorité des dommages enregistrés sont attribués aux insectes, représentés par les ravageurs primaires et secondaires appartenant principalement aux ordres des coléoptères et des lépidoptères. (**HAMZAOUI, 2021**)

D'après (**KHELLAF, 2020**) Les insectes de stockage sont classés en deux catégories : les ravageurs primaires et les ravageurs secondaires.

Les ravageurs primaires sont des insectes capables d'attaquer les grains sains en perçant leur enveloppe dure pour s'en nourrir et s'y reproduire. Ils peuvent infester les cultures dès le champ, avant la récolte, ce qui en fait une menace majeure pour les stocks alimentaires dès le début de la production.

Les ravageurs secondaires ciblent les grains déjà endommagés ou attaqués par les ravageurs primaires dans les entrepôts.

Tribolium castaneum (**HERBST**) est considéré comme un ravageur secondaire qui cause d'importants dommages aux stocks de nombreuses denrées riches en amidon, notamment les farines de céréales. (**BONNETON, 2010**). Comment faire face cette infestation et limiter ses impacts sans nuire à la santé humaine ni à l'environnement?

L'usage excessif des pesticides a entraîné des dommages environnementaux, des problèmes de santé et une perte de biodiversité. Il devient donc essentiel de recourir à des alternatives naturelles telles que les huiles essentielles pour réduire ces effets nocifs. (**ANONYME, in KABRI 2022**)

Les huiles essentielles des plantes attirent beaucoup d'intérêt en raison de leurs propriétés biologiques remarquables. (**CHERIFI, 2019**)

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'effet de l'huile essentielle et de l'hydrolat extraits de la plante *Artemisia herba-alba* sur l'insecte *Tribolium castaneum* et tester leur efficacité en tant que solutions naturelles et écologiques pour lutter contre ce ravageur des denrées stockées.

Notre étude est divisée en deux parties principales: une partie théorique composée d'un seul chapitre qui divise lui-même en deux parties, la première partie traite des généralités sur les denrées stockées, incluant les types de stockage ainsi que les ennemis naturels de ces denrées. La deuxième partie est consacrée au matériel biologique étudié à savoir *Tribolium castaneum*. La partie pratique comprend un chapitre de Matériel et méthodes suivi par les résultats, conclusion et discussions.

Chapitre 01 :

Données

Bibliographique

PARTIE 01 : LES DENREES STOCKEES



1. Généralité sur les denrées stockées

D'après (**LAURENT 2003, in BELOUAER 2020**), Le stockage est un processus qui consiste à entreposer les produits dans un lieu spécifique pour une durée déterminée, afin d'assurer leur conservation dans des conditions optimal. Parmi ces produits ils y à les céréales, les légumineuses et d'autres denrées alimentaires qui constituent de nos jours la principales base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens et joué un rôle sociale et économique dans le monde entier.

2. Les différents types des denrées stockées

Selon (**BACHARIA, 2024**) les denrées stockées peuvent inclure des légumes secs, des fruits secs, des huiles végétales, des laits secs, des œufs secs, les pâtes, les viandes (**Fig.01**). Parmi les plus répété sont les céréales et les légumineuses.

Fig.01 : Différents variétés des denrées stockées (**ANONYME, 2024**)

2.1. Les céréales

Les céréales constituent une source principale d'énergie dans le régime alimentaire humain, fournissant 45% des besoins énergétiques. Elles sont divisées en

trois groupes : Le premier comprend le blé, l'orge, le seigle et l'avoine ; le deuxième repose sur le maïs ; tandis que le troisième est centré sur le riz. (**CLERGET 2011, in BELOUAER 2020**)

. Importance économique des céréales

. Dans le monde

La culture des céréales est un secteur économique important à l'échelle mondiale (**Fig.02**). Les superficies cultivées à travers les continents se mesurent en millions d'hectares, tandis que les récoltes sont estimées en millions de tonnes.

(**BELOUAER, 2020**)

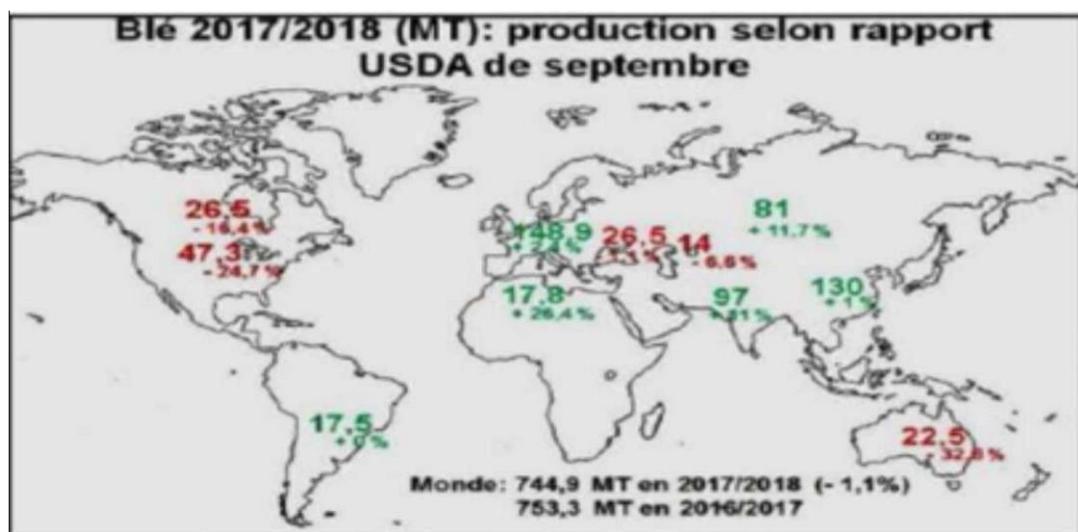


Fig. 02: Production du blé dans le monde en 2017-2018 (**BOLOUAER, 2020**)

. En Algérie

Jusqu'à la fin du XIXE siècle, l'orge était la principale céréale en Algérie, utilisée à la fois pour l'alimentation humaine et comme complément fourrager pour le bétail, notamment dans les régions steppiques où l'élevage était une activité majeure tout au long de l'année. (**HAKIMI 1993, in RAHAL 2015**)

2.2. Les légumineuses

D'après (**DUC et al ., 2010**), Il existe deux types : Les légumineuses à graines et fourragères. Les légumineuses à graines comptent parmi les premières cultures domestiquées, utilisées depuis 12000 ans. Les principales espèces cultivées incluent les

haricots, les lentilles, les pois et le lupin, qui devait être trempé pour éliminer son amertume. Ces légumineuses constituent une source nutritionnelle essentielle pour l'homme et l'animal. Pour les légumineuses fourragères comme l'espèce *Medicago sativa ssp sativa*, sont essentielles en agriculture pour leur valeur nutritive et leur rôle écologique.

3. Les types de stockage des denrées stockées

Pour protéger les denrées stockées contre les dommages et les ravageurs comme le *Tribolium castaneum* il existe deux principales méthodes de stockage, le stockage traditionnel et le stockage moderne

3.1. Le stockage traditionnel

D'après (**DOUMANDJI et al., 2003**) c'est une méthode utilisé en plusieurs pays. Les agriculteurs y construisent des greniers hermétiques afin de protéger les produits des insectes et des rongeurs c'est ce qu'on appelle "El Matmour". Une autre méthode consiste à stocker les céréales (riz, blé, maïs....) dans des sacs en jute. Pour garantir le succès de cette technique, l'environnement doit être adapté, notamment en étant exempt d'excès d'humidité et en évitant l'infiltration d'eau dans le sol, afin de prévenir la fermentation bactérienne et la formation de moisissures.

Le stockage traditionnel remonte à la plus haute antiquité et utilisé dans les hautes plateaux algérien. Et pour cela il existe deux types de stockage traditionnel stockage en sac et stockage en vrac (**DIAWARA et al., 1989**)

➤ Le stockage en sac

C'est une méthode utilisé pour assurer une bonne conservation des grains. On utilise des sacs fabriqués en toile de jute doublé en plastique. Dans le cas de traitement chimique ces sacs permettent le passage des substances qui affectent le système respiration des insectes. (**DOUMANDJI et al., 2003, in KHELLAF 2020**). D'après (**NDIAYE, 1999**), Les graines stockées doit être secs et les sacs intacts bien fermé, c'est le cas de stockage des graines de blé (**fig.03**). Il existe d'autres méthodes de stockage incluent l'utilisation des plates-formes basses et de bâches en plastique.



Fig.03: Stockage en sac (ANONYME, 2025)

➤ Stockage en vrac

Même si la conservation des semences est plus complexe, la facilité du transport et de l'échange des grains en vrac a toujours favorisé leur stockage sous cette forme

(MULTON, 1982). Dans ce cas, les grains sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts (Fig.04) et le stockage des contaminations sont possibles spécialement que la présence des nombreux espaces électroniques à l'intérieur des murs et du toit, ce qui permet le libre passage des oiseaux, des rongeurs et des insectes. Par ailleurs l'influence des conditions et des facteurs climatiques reste assez forte. (DOUMANDJI *et al.*, 2003).



Fig. 04: Stockage en vrac (ANONYME, 1978)

3.2. Stockage moderne

Selon (DURON, 1999), C'est un type de stockage utilisant des techniques modernes comme les silos, qui sont des réservoirs cylindriques en béton armé ou en métal inoxydable, conçus pour stocker de grandes quantités de matériaux en vrac (céréales, aliments pour animaux ou d'autre produits). Ces silos réduisent la main-d'œuvre, augmentant la capacité de stockage et éliminent l'utilisation des sacs onéreux.. En distingue deux types de silo

➤ Silo en métal

Ce type de silo est constitué de cellules formées de plaques en tôles ondulées et d'une épaisseur bien déterminée (Fig.05). Ces cellules sont destinées pour les céréales sèches de 12 à 13% d'humidité. (BOUZIANE, 2021).



Fig.05 : Silo métallique (ANONYME, 2021)

➤ **Silo en béton**

C'est un moyen de stockage le plus recherché, en raison de ces propriétés il est plus résistant aux chocs que les silos métalliques. Généralement de forme cylindrique mesurent 20 à 22 mètres de hauteur (**Fig.06**), construite en béton armé ce qui en fait un choix privilégié pour le stockage à long terme .l'humidité du grain contenu ne doit pas dépasser 11%. (**CHENIKI, 1994**).



Fig.06 : silo en béton (ANONYME, 2024)

4. D'autres méthodes de stockage

4.1. Stockage en gerbes

D'après (**MULTON, 1982**), C'est une méthode traditionnelle appliquée depuis le haut moyen âge presque dans tout l'Europe non méditerranéenne. En peut entasser les gerbes en plein air le grain est à l'abri de l'échauffement et du charançon. (**Fig.07**)

**Fig.07: Le stockage de blé en gerbes (BENTATA, 2021)**

4.2 Stockage en épis

C'est une technique très répandue pour les céréales, car il demande bien moins de volume que le stockage en gerbes ce qui conduit à réduire les coûts donc le stockage devient plus facile. (**GODON, 1991**). D'où un coût moindre en bâtiments et surtout un contrôle plus facile de l'ambiance de stockage. En effet avec cette méthode deux procédés bien distincts émergent : le confinement et l'aération. C'est le cas de certaines régions d'Indonésie et surtout d'Afrique noire et d'Amérique tropicale. Mais ce fut aussi le cas dans l'Europe ancienne. Le stockage des graines en épi (**Fig.08**) était plus efficace que leur conservation en vrac, c'est pourquoi cette méthode a joué un rôle important dans l'agriculture ancienne (**MULTON, 1982**).



Fig.08 : Le stockage de blé en épis (**BENTATA, 2021**)

4.3. Stockage des grains avec leurs balles

Cette méthode n'est pas courante, mais cela ne veut pas dire qu'elle n'est pas utile. Il se concentre sur l'utilisation de balles, qui à leur tour ralentissent la propagation des insectes. Le mélange grains-balles est parfois stocké en grenier comme cela en vrac. (**MULTON, 1982**).

5. Les ennemis naturels des denrées stockées

Depuis l'Antiquité, le stockage des denrées attaqué par des divers ravageurs tels que les oiseaux, les rongeurs, les insectes et d'autres ennemis.

5.1. Les micro-organismes

D'après (**CORAF, 2007**) Le stocks des denrées alimentaires comme les céréales abrite divers micro-organisme, notamment des bactéries (**Fig.09**), des moisissures et des champignons, qui représentent un ennemi difficile à détecter en raison de leur faible visibilité, présents sous forme de spores à la surface des grains, ces micro-organismes se développent lorsque la température et l'humidité deviennent favorables.

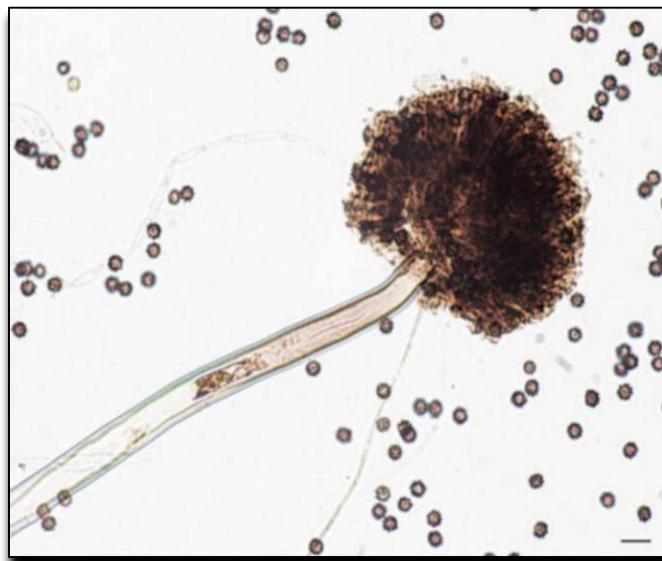


Fig.09 : *Aspergillus niger* (ANONYME, 2025)

5.2. Les vertébrées

➤ Les oiseaux

D'après (**BELL, 2000**) la présence des oiseaux dans les lieux de stockage et aux alentours est souvent le signe d'un mauvais entretien et d'un manque d'hygiène. Ils provoquent des pertes de grains en les consommant, mais aussi une détérioration de leur qualité due à la contamination par leurs fientes, leurs plumes et les restes de cadavres. De plus, ils laissent des débris végétaux utilisés pour la construction des nids.

Certaines espèces d'oiseaux (**Fig.10**) ont un impact négatif sur la qualité des grains stockés. Les principaux responsables sont les moineaux, les pigeons (*Columba Livia*), les tourterelles (*Streptopelia decaocto*) et parfois les étourneaux (*Sturnus vulgaris*).

(**BERHAUT et al., 2003**)



Fig.10 : Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) (ANONYME, 2019)

➤ Les rongeurs

Les rongeurs entraînent des pertes considérables dans les cultures et les stocks alimentaires. Ils se nourrissent des grains et envahissent les entrepôts où ils trouvent des conditions favorables à leur prolifération. En plus de consommer les denrées, ils détériorent les matériaux d'emballage, ce qui accentue les pertes (**BERHAUT et al., 2003**).

Le rat gris (*Rattus norvegicus*), le rat noir (*Rattus rattus*) et la souris domestique (*Mus musculus*) représentent les principaux prédateurs des denrées stockées.

Leurs dégâts ne se limitent pas à la consommation des grains, mais s'étendent également à la contamination des aliments, favorisant ainsi la transmission de maladies à l'homme. (**BELAITH, 2022**)

5.3. Les invertébrés

➤ Les acariens

Les acariens également appelés acariens des denrées alimentaires stockées ils appartiennent aux familles Acaridae et Glycyphagidae. Sont des organismes microscopiques qui préfèrent se nourrir de produits alimentaires conservés dans des environnements humides, ils se nourrissent principalement de moisissures. Les acariens sont de très petite taille, ne dépassant généralement pas un millimètre de longueur. (**BESSOT et al., 2011**)

D'après (**LAKHIAL, 2018**) La propagation des acariens dans les stocks peut endommager les produits alimentaires, entraînant des altérations de couleur telles que la décoloration, le rougissement ou l'apparition de taches brunes sur les fruits et les feuilles, ce qui affecte la qualité et la sécurité des aliments.

➤ Les insectes

(**BAUDOIN et al., 2001**) Dite que Les insectes sont parmi les contraintes biotiques qui causent fréquemment la détérioration des récoltes et menacent leur stabilité dans les cultures agricoles. Ils attaquent en grande quantité les grains. Parmi ces insectes, *Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum* sont considérés comme les plus dangereux, car ils infestent les denrées stockées dans le monde entier et provoquent des pertes importantes.

D'après (**AIDANI, 2015**) les insectes ravageur des denrées stockées sont catégorisés soit:

➤ Des ravageurs primaires

Ce sont des insectes capables d'infester directement les grains intacts et non endommagés par exemple Charançon des grains (*Sitophilus granarius*), Charançon des riz (*Sitophilus oryzae*). Entraînant ainsi leur détérioration et une perte de qualité. Ces ravageurs commencent généralement leur attaque dans les champs avant la récolte.

➤ Des ravageurs secondaires

Ce sont des insectes qui se nourrissent de grains mais ne peuvent pas infester les grains intacts. Ils s'attaquent plutôt aux grains déjà endommagés ou infestés par le ravageur primaire exemple *Tribolium* rouge de la farine (*Tribolium castaneum*). Ces ravageurs peuvent également lancer leurs attaques dans les entrepôts en s'établissant dans les grains détériorés ou contaminés.

PARTIE 02 : LE MATERIEL BIOLOGIQUE : *Tribolium castaneum*

1. Caractéristiques générales de *Tribolium castaneum* (HERBEST 1797)

Selon (TELLI, 2021) La famille des *Tenebrionidae* qui est l'une des plus grandes familles de coléoptères, comprend un grand nombre d'espèces documentées. Parmi elles, *Tribolium castaneum* se distingue par son impact négatif sur les produits stockés. L'adulte présente une couleur sombre et une grande diversité de formes, tandis que les larves possèdent une forme cylindrique avec un exosquelette rigide. Cet insecte est considéré comme l'un des ravageurs les plus nuisibles aux stocks de céréales, se nourrissant principalement de matières organiques en décomposition.



Fig.11 : vue dorso-latérale du *Tribolium castaneum* (ANONYME, 2006)

2. La position systématique

Selon (BUGGUIDE, 2017), *Tribolium castaneum* également connu sous le nom de *tribolium* rouge de la farine, appartient à l'ordre des Coléoptères et à la famille des Ténébrionidés. Le nom de l'espèce *Tribolium castaneum* vient du grec.

3. Description Des différents stades du *Tribolium castaneum*

Le *Tribolium castaneum* subit une métamorphose complète passé par quatre stades successifs : œuf, larve, nymphe, et adulte.

3.1. Œuf

Les œufs sont de couleur blanchâtre ou incolore (**Fig.12**), de très petite taille ce qui le rend microscopiques et difficiles à détecter. Ils sont souvent recouverts de particules de nourriture, ce qui les aide à se camoufler parmi les grains et les denrées stockées.(CHRISTINE, 2001).

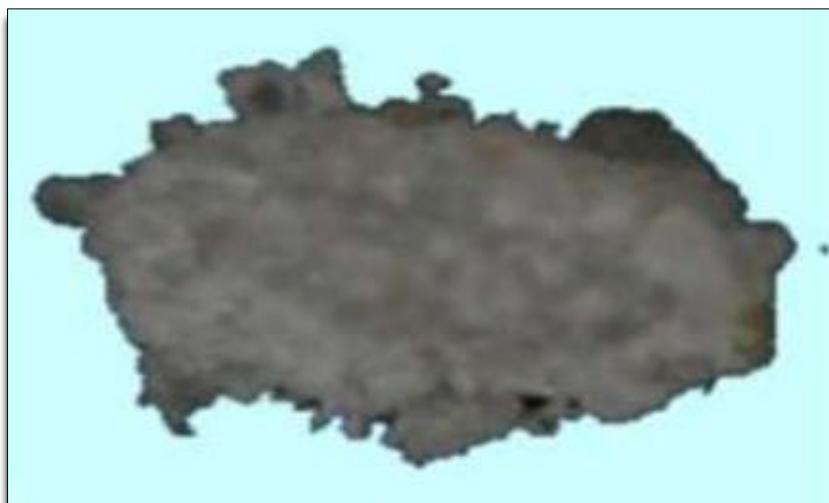


Fig.12 : Œuf de *Tribolium castaneum* (G \times 60) (LEELAJA et al., 2007)

3.2. Larve

D'après (**GODON, 1998**), Les larves ont une forme vermiformes (**Fig.13**) et sont munies de pattes, à l'extrémité du dernier segment abdominal, elles possèdent également une paire de courts appendices appelés les urogomphes. La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale présentent une teinte légèrement rougeâtre.



Fig.13 : larve de *Tribolium castaneum* (MADENE, 2014)

3.3. Nymphé

La nymphe présente une forme cylindrique et arbore une teinte blanchâtre qui tend vers le jaune (**Fig.14**). L'extrémité de son abdomen est dotée de deux épines. (CHRISTINE, 2001)



Fig.14 : La nymphe de *Tribolium castaneum* (MADENE, 2014)

3.4. Adulte

L'adulte d'une taille de 3 à 4 mm, est uniformément brun rougeâtre. Son corps étroit, allongé et présent des bords parallèles. Le dernier segment des antennes est

légèrement renflé, le prothorax a généralement des bords tranchants et les ailes sont fréquemment réduites, les tarses antérieurs et moyens comportent 5 articulations, alors que les tarses postérieurs n'en ont que quatre. Les angles sont simples mais denticulés. Téguments sont presque toujours très robustes et de teinte foncée (**CHRISTINE, 2001**).

Il est très difficile de différencier les mâles des femelles sauf au stade nymphal. Selon (**HINTON, 1948**) On rapporte qu'il est possible de distinguer par la présence chez le mâle d'une épine à soie au niveau des pattes.

4. Cycle de développement

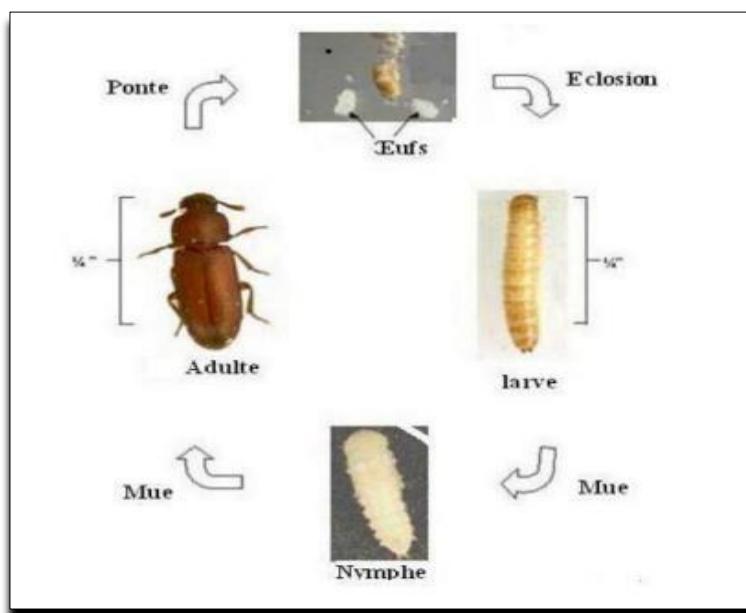


Fig.15 : Cycle Biologique de *Tribolium castaneum* (**ARAB, 2012**)

Selon (**GUEYE et al., 1997**) le *Tribolium castaneum* est considéré parmi les insectes des stocks les plus ubiquiste, Polyphage et le plus redoutable. La température optimale du développement de *Tribolium castaneum* est comprise entre 25 à 38 °C. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond entre 500 à 800 œufs. Les larves sont mobiles et se nourrissent. Ils sont d'une teinte blanche avec du jaune et passent par 5 à 11 mues avant d'atteindre 5 mm à la fin de leur croissance. Au terme de stade larvaire, les larves s'immobilisent, cessent de se nourrir et se transforment en nymphes immobiles. Ce processus s'étend sur 3 à 9 semaines.

Les nymphes se retrouvent nues dans les mêmes aliments que les larves. Elles sont blanches au départ mais leur couleur s'assombrit graduellement avant de devenir

adultes. 9 à 17 jours plus tard, les adultes se nourrissent des mêmes aliments que les larves et vivent entre 15 et 20 mois. On peut rencontrer cinq générations par an.

5. Ecologie

5.1. Mobilité

Le *Tribolium* rouge de la farine est un insecte très réactif aux perturbations, avec une grande capacité de vol utilisée principalement pour rechercher des ressources alimentaires lorsque celles-ci se raréfient ou se dégradent. Les déplacements ont lieu en fin d'après-midi sous des conditions chaudes et calmes. Les adultes peuvent voler dès 48 heures après leur émergence, mais les femelles jeunes (2 à 10 jours) volent plus fréquemment que les mâles, qui privilégient l'accouplement dans le substrat. (**PEREZMENDOZA, 2007**).

5.2. Régime alimentaire

Le *Tribolium* rouge de la farine a un régime alimentaire varié, il est psichophage, mycophage, nécrophage occasionnel et prédateur d'autres insectes. (**SOKOLOFF, 1974**). Il vit dans des milieux humides comme les pourritures ou les écorces d'arbres. Dans les minoteries, usines alimentaires, boulangeries et habitations, adultes et larves consomment surtout des farines de céréales et produits de mouture, profitant des lésions sur les grains pour accéder au germe (**DELOBEL, 1993**). Il peut également infester divers produits comme les pâtes, légumineuses, noix, épices, chocolat, résidus d'huile, graines oléagineuses et collections d'insectes.

6. Les dégâts causés par *Tribolium castaneum*

Selon (**AIDANI, 2015**), Ils attaquent les grains endommagés (**Fig.16**) et se nourrissent également des champignons qui envahissent le stock. Le *Tribolium castaneum* provoque aussi des divers dégâts :

- **Perte de poids** : Les insectes, en se nourrissant constamment, provoquent des pertes variables selon la denrée, la région et les techniques d'entreposage.
- **Perte de qualité et de valeur marchande** : Un produit infesté est altéré par les déchets d'insectes et une augmentation de la teneur en poussière. Les grains

deviennent perforés et décolorés, ce qui dégrade leur apparence. De plus un aliment issu de ces produits peut dégager une odeur ou un goût désagréable.

- **Formation de moisissures** : Dans un milieu humide et mal ventilé, les moisissures prolifèrent rapidement, causant des dommages importants.
- **Diminution de la germination** : Les ravageurs attaquent l'embryon des graines, réduisant leur capacité à germer.
- **Perte de valeur nutritive** : L'attaque des ravageurs, notamment sur le germe des grains, entraîne une diminution de leur teneur en protéines. Les principaux insectes responsables des dommages sur les grains stockés appartiennent aux familles des coléoptères et des lépidoptères (**BERHAUT et al ., 2003**).



Fig.16 : Les dégâts causés par *Tribolium castaneum* (**BENDJDILA, 2022**)

7. Méthode de lutte contre *Tribolium castaneum*

Selon (**SAHAF et al., 2008**), La lutte contre le *Tribolium* rouge de la farine peut être réalisée à l'aide de plusieurs méthodes, qui se divisent en :

7.1. Lutte chimique

Elle repose sur l'utilisation d'insecticides tels que la pyréthrine, le dichlorvos et le malathion. Bien que ces produits soient efficaces, ils présentent plusieurs inconvénients : Impact négatif sur l'environnement, coût élevé d'application, développement de la résistance des ravageurs aux insecticides, effets toxiques sur les organismes non ciblés.

7.2. Lutte traditionnelle

D'après (**TELLI, 2021**) Elle repose sur des méthodes naturelles autrefois utilisées par les agriculteurs, telles que : L'ajout de piments et de feuilles de plantes aux denrées stockées, l'utilisation d'huiles essentielles végétales.

Ces méthodes possèdent des propriétés répulsives contre les insectes, antifongiques et ovicides, mais elles ont été progressivement abandonnées au profit des techniques modernes.

7.3. Lutte par irradiation

Certaines études ont démontré la possibilité d'utiliser des radiations, comme les lasers, pour lutter contre les insectes des denrées stockées.

Les expériences ont prouvé que les lasers peuvent être efficaces pour limiter la propagation des ravageurs et réduire leur population. L'utilisation combinée de ces différentes méthodes est recommandée pour assurer une lutte efficace et durable contre *Tribolium castaneum*.

Chapitre 02 :

Matériels

Et

Méthodes

PARTIE 01 : SYNTHESE SUR L'ARMOISE BLANCHE**1. Nomenclature et étymologie d'Armoise blanche**

Selon (**MOHAMED et al., 2010**), l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) est une plante steppique qui pousse dans les régions arides et semi-arides d'Afrique du Nord (Algérie et autres), du Moyen-Orient ainsi qu'en Espagne.

D'après (**MESSAI, 2011**), L'armoise blanche est connue sous différents noms selon les régions : Chih ou Chih Khorasan en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, KAYSOUM au Maroc et AZKA en berbère. En anglais, elle est appelée Worm Wood. Elle est réputée pour ses propriétés vermifuges bénéfiques pour l'homme et le bétail.

L'armoise blanche (**Fig.17**) a été mentionnée pour la première fois au début du IV^e siècle par l'historien grec Xénophon, qui l'a décrite dans les steppes de Mésopotamie. Cette plante est reconnue comme un fourrage essentiel, largement utilisé comme pâture d'hiver apprécié par le bétail. (**MEDJADI, 2021**).



Fig.17 : Plante *d'Artemisia herba-alba* (**DUPONT, 1990**)

2. Systématique

D'après (**POTTIER, 1981**), L'armoise herbe blanche appartient à la famille des

Asteraceae ou Compositeae. C'est l'une des plus grandes familles de plantes à fleurs. Elle comprend environ 23000 espèces réparties en 1535 genres, représentant près de 10 % de la flore mondiale.

Selon (**RABIA, 2022**), l'espèce *Artemisia herba-alba* appartient à l'embranchement des Phanérogames et à la classe des Dicotylédones. Elle fait partie de l'ordre des ASTERLES. Cette espèce fait partie de la famille des Composées. Son genre est *Artemisia*.

3. Description botanique d'*Artemisia herba-alba*

D'après (**BENARAB, 2021**), *Artemisia herba-alba* est une plante herbacée vivace, atteignant une hauteur de 30 à 50 cm, avec des tiges ligneuses et des feuilles argentées de petite taille. Ses fleurs jaunes, disposées en grappes, fleurissent de juin jusqu'à la fin de l'été et produisent des fruits oblongs. Elle pousse en Afrique du Nord et au Moyen-Orient, s'adaptant à la sécheresse et aux sols salins, notamment dans les zones élevées et les plateaux d'Algérie. Elle est riche en huile essentielle contenant du thymol, ce qui lui confère une odeur forte et un goût amer.

4. Anatomie

La structure de cette plante est divisée en deux parties : partie souterraine et partie aérienne, comprenant :

4.1 Partie souterraine

L'armoise blanche possède une racine principale robuste et ligneuse, tandis que ses racines secondaires s'enfoncent dans le sol sous forme pivotante. Son système racinaire est superficiel, avec des ramifications latérales entre 2 et 5 cm de profondeur, reflétant son adaptation aux sols calcaires. Dans les environnements humides, ses racines peuvent atteindre une profondeur de 40 à 50 cm sans se ramifier en profondeur. (**POURRAT, 1974**)

4.2 Partie aérienne

Selon (**MEDJADI, 2021**), Elle comprend les parties ligneuses de la plante, notamment la tige, les feuilles et les fleurs.

. **Tige** : L'armoise possède une tige principale robuste et rougeâtre, qui se ramifie en plusieurs tiges secondaires de plus en plus fines. Chaque tige mesure entre 30 et 50 cm

. **Feuilles et rameaux** : Les feuilles sont courtes, blanches, laineuses et argentées. Elles sont également très petites et entières, ce qui réduit considérablement la surface transpirante et permet à la plante de mieux résister à la sécheresse

. **Fleur** : La floraison a lieu en automne, à partir de la mi-septembre. Les fleurs sont regroupées en inflorescences de type capitule et sont de très petite taille (1 à 1,5 mm). Elles possèdent des involucrés écailleux contenant entre 3 et 8 fleurs.

5. Plantation et climat

En général, l'armoise blanche s'adapte aux climats arides et semi-arides, avec des précipitations annuelles variant entre 150 et 350 mm et des hivers variables. Sa culture nécessite des techniques agricoles spécifiques pour optimiser sa croissance.

Selon (**ROMAN, 2021**), les régions steppiques où pousse l'armoise blanche sont classées en quatre catégories en fonction de la durée de la sécheresse. Les zones à sécheresse prolongée concernent Biskra et Laghouat, tandis que celles à sécheresse modérée incluent El Kantara. Certaines régions connaissent une sécheresse moyenne comme Mecheria, alors que d'autres se distinguent par une période plus courte notamment Djelfa, Aflou et Batna. En ce qui concerne le sol l'armoise blanche préfère les sols limono-sableux et argilo-sableux, s'adapte aux sols pauvres et rocheux superficiels, mais ne supporte pas les sols gypseux ou salins.

6. Phénologie et adaptation

L'Armoise blanche se distingue par sa grande capacité d'adaptation aux environnements arides, où elle a développé des stratégies physiologiques et morphologiques qui lui permettent de survivre, notamment en ajustant ses modes de croissance selon les saisons. En hiver,

Les bourgeons latéraux se développent à la base des rameaux lignifiés, où cela permet à la plante de profiter de l'humidité hivernale pour sa croissance. (**RODIN et al., 1970**,

in AIDOUD 1983). Pendant l'été la plante diminue son feuillage où cette stratégie réduit l'évapotranspiration et limite la perte d'eau. (HOUAMEL, 2018)

7. Répartition géographique

Selon (BOUGOUTAIA, 2018), L'armoise blanche est une espèce clé des écosystèmes steppiques en Algérie, s'étendant sur 1200 kilomètres, de la frontière tunisienne à la frontière marocaine et couvrant les Hautes Plaines steppiques, le bassin du HODNA et le plateau de Constantine. Cependant, la superficie couverte par cette plante a connu un déclin significatif, passant de 3 millions à 2 millions d'hectares, soit une diminution de 30 % par rapport à 1970 ne représentant plus que 10 % de la superficie totale des steppes algériennes (Fig.18)

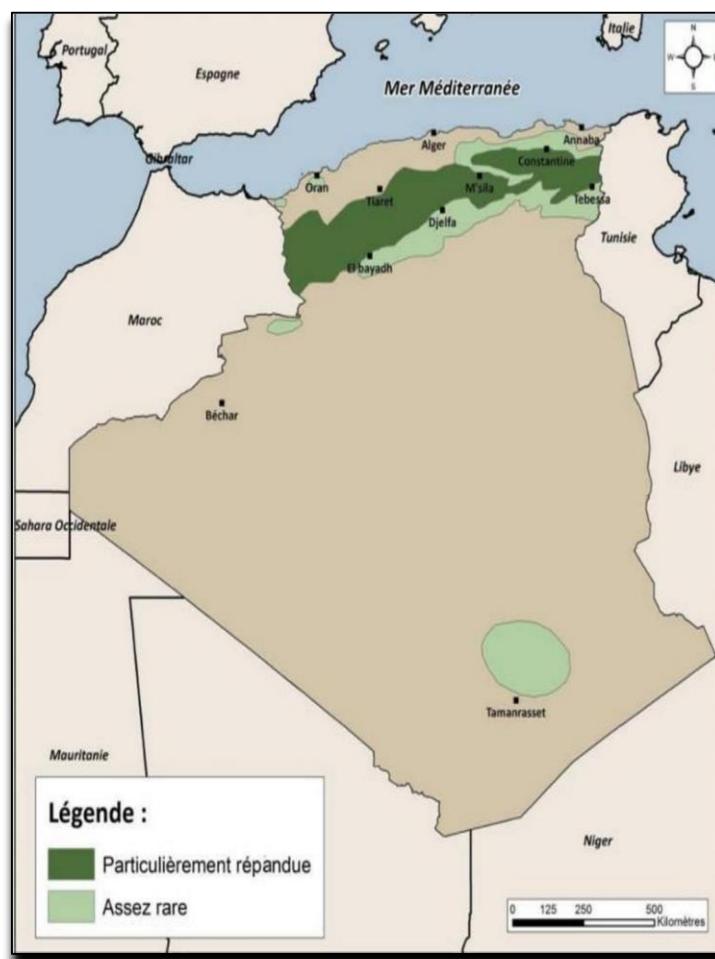


Fig.18: La Répartition géographique *d'Artemisia helba-alba* en Algérie
(BECHAR, 2023)

D'après (**LAHMAR-ZEMITI, 2016**), Cette plante qui constituait une ressource essentielle pour les pâturages steppiques a subi une dégradation sévère depuis les années 1980 en particulier dans les steppes occidentales. Les steppes dominées par l'armoise blanche forment un relief homogène entouré par les montagnes de l'Atlas saharien (**Fig.19**). Dans la partie sud-ouest de la région Oranaise, ces steppes recouvrent entre 80 et 90% de la surface. (**QUZEL, 1978**). Elle est présente dans trois principales régions du Sahara algérien : Nord-Est saharien (Ouargla), Nord saharien (El MENEA) et Nord-Ouest saharien. (**OZENDA, 1983**)



Fig.19: *Artemisia helba-alba* en Atlas-Sahara (**ANONYME, 2024**)

8. Effet thérapeutique

Selon (**FREIDMAN et al ., 1986**), L'armoise blanche est utilisée en médecine traditionnelle comme vermifuge notamment chez les mouton et pour soulager les troubles intestinaux tels que les douleurs abdominales et autres symptômes digestifs. En Irak, elle aide à réduire la dépendance à l'insuline chez les diabétiques.

D'après (**TEBBANI, 2023**) En Algérie, l'armoise blanche est un remède populaire largement utilisé pour faciliter la digestion, apaiser les maux d'estomac et traiter certains troubles hépatiques. Elle est aussi utilisée quotidiennement en infusion pour vermifuger, faciliter la digestion, soulager les règles et traiter les troubles nerveux ainsi que la faiblesse musculaire.

9. Effet alimentaire

La plante *Artemisia herba-alba* est utilisée comme arôme dans l'industrie alimentaire, notamment dans les boissons comme le café et le thé. Cependant, son usage comme ingrédient de base n'est pas recommandé. Elle contient de la beta thujone, une substance toxique au-delà de 5 mg/kg, pouvant nuire à la santé. (TEBBANI, 2023)

10. Toxicité

Les huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* ne sont pas dénuées de risques en phytothérapie. Comme tout produit naturel, leur origine ne garantit pas une innocuité totale pour l'organisme. À forte dose, l'armoise présente des propriétés abortives, neurotoxiques et hémorragiques. La THUYONE, principale substance toxique et bioactive de cette plante, se révèle particulièrement dangereuse sous sa forme alphaTHUYONE, qui possède des effets convulsifs. (BOUZIDI, 2016).

PARTIE 02 : TRAVAIL EXPERIMENTALE

1. Récupération des individus *Tribolium castaneum*

Afin de réaliser la présente étude, nous avons commencé identifier la présence de *Tribolium castaneum*, un insecte ravageur bien connu des produits stockés. Nous l'avons principalement retrouvé dans des denrées déjà infestées, aussi bien dans les habitations que dans certains locaux de stockage.

Ces insectes ont été observés dans des produits tels que le blé, chakhchoukha et semoule (**Fig.20**). Ce qui indique une contamination déjà bien installée.

Selon nos observations, leur présence remonte au mois de mars, suggérant qu'ils ont eu suffisamment de temps pour se développer et proliférer dans des conditions favorables, notamment en l'absence de mesures de contrôle appropriées. Il convient également de noter que la température de conservation de ces produits était élevée, ce qui a probablement favorisé la croissance de l'infestation, ce qui rend l'élevage de l'insecte très facile à réaliser.



Fig.20 : Les aliments infectés (Photos originales, 2025)

2. Le site d'étude

La région d'étude se localise dans la wilaya de Mila (**Fig.21**), plus précisément dans la commune de Tadjenanet, choisie pour ses caractéristiques écologiques et climatiques favorables à ce type d'étude. Cette dernière se trouve à l'ouest de la wilaya et constitue l'une des communes les plus dynamiques grâce à sa position stratégique, reliant les wilayas de l'Est et du Centre algérien.

Le site est connu sous le nom de «Carrière», son nom vient d'un colon français qui était propriétaire de cette région. Se trouve à environ 10 km de Tadjenanet, L'altitude du site est d'environ 850 mètres au-dessus du niveau de la mer et d'une superficie d'environ 15 kilomètre carrés. Elle située dans La Route Nationale n°5 est adjacente à l'autoroute, entre Chelghoum el aid et Tadjenanet, étant plus proche de cette dernière.

Le sol du site d'étude est principalement de type sableux à sablo-limoneux, bien aéré et présentant un bon drainage. Il est généralement pauvre en matières organiques, mais riche en carbonates de calcium, ce qui lui confère une réaction basique à neutre (ph). Ce type de sol est particulièrement adapté aux plantes xérophiles, capables de s'adapter aux conditions climatiques difficiles et à la faible disponibilité en eau.

Parmi ces plantes, nous trouvons l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) et le pin d'Alep, appelé scientifiquement (*Pinus halepensis*).



Fig.21 :L'armoise blanche dans la région de Carrire (**Photos originales, 2025**)

3. Travail sur terrain

L'échantillon de l'Armoise blanche a été prélevé manuellement à l'aide d'un sécateur. Une plante mature a été choisie dans son habitat naturel, puis seule la tige a été coupée, sans arracher la racine, afin de préserver la croissance continue de la plante et de ne pas nuire à l'écosystème environnant. Après la coupe, l'échantillon a été placé dans un sac propre et transporté vers le lieu d'analyse ou d'étude. Après avoir récolté l'échantillon d'Armoise, nous l'avons placé sur un tissu propre dans un endroit sombre et bien aéré. Nous l'avons laissé pendant cinq jours sans exposition directe au soleil, afin qu'il sèche naturellement sans perdre ses propriétés, notamment ses composants actifs.

4. Travail sur l'hydro-distillation

4.1 Le matériel utilisé

- Appareil de distillation à la vapeur
- Source de chaleur
- Pompe à eau électrique
- Condenseur
- Eau froide ou glacée
- 3,2 kg d'armoise séchée

4.2 La méthode de distillation

Nous avons procédé à extraire l'huile essentielle d'armoise séchée par distillation à l'eau et à la vapeur. Nous avons d'abord mis environ 10 litres d'eau au fond de l'alambic, puis nous avons ajouté 3,2 kg de plante d'armoise séchée. Ensuite, nous avons bien fermé l'appareil et nous avons allumé la source de chaleur à feu doux.

Lorsque l'eau a commencé à bouillir, nous avons activé la pompe du condenseur électrique pour refroidir la vapeur qui sortait de l'alambic. Ce refroidissement a permis la condensation de la vapeur. L'eau distillée a commencé à couler goutte à goutte, et nous avons veillé à utiliser en permanence de l'eau froide ou glacée pour le condenseur. Le processus a duré environ 8 heures. (**Fig.22**)



Fig.22: Les étapes d'hydrodistillation (**Photos originale, 2025**)

5. Étude de l'effet des extraits d'Armoise blanche sur les individus de *Tribolium castaneum*

5.1 Matériels utilisé dans l'étude

⊕ Produits alimentaires

- Le blé (Grains)

- .Le semoule
- .Chkhchoukha (pâtes traditionnels) □ .Barboucha (Couscous)

Matériels de laboratoires

- Des flacons
- Micropipette
- Des boîtes pétris
- Des seringues
- Papier filtre
- Loupe binoculaire
- Ciseaux

Solutions expérimentales

- Acétone
- Huile essentielle
- L'hydrolat



Fig.23 : Le matériels utilisé au niveau de laboratoire (Photos originale, 2025)

5.2 Protocole expérimental

5.2.1. Étude de l'effet de l'huile essentielle

Dans la première phase de l'étude, l'effet de l'huile essentielle d'*Artemisia* sur les individus de *Tribolium castaneum* a été évalué par inhalation. Treize flacons ont été utilisés, chacun contenant les individus de l'insecte (**Fig.24**). Les flacons ont été répartis en trois groupes expérimentaux, chaque groupe comprenant quatre flacons, en plus d'un flacon témoin.

Dans le premier groupe, un papier filtre imprégné de 5 µL d'huile essentielle a été placé ; dans le deuxième groupe, la dose était de 10 µL, tandis que dans le troisième,

elle atteignait 15 µL. Quant au flacon témoin, aucun traitement n'y a été appliqué.

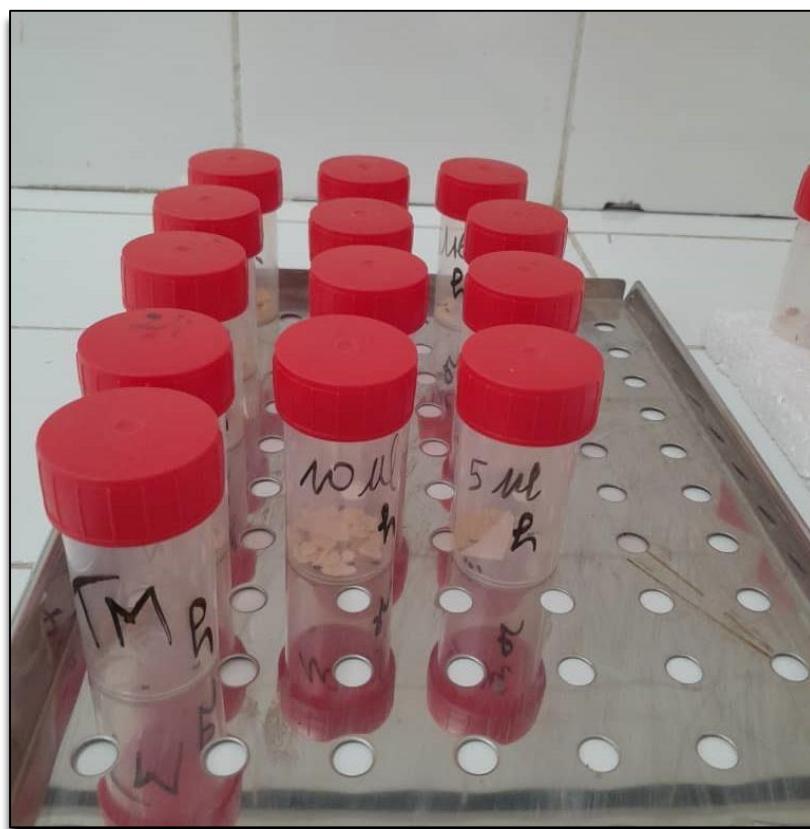


Fig.24: Les flacons contenant de l'huile essentielle (**Photo originale, 2025**)

5.2.2. Étude de l'effet de L'hydrolat

Dans la deuxième expérience, nous avons étudié l'effet de l'hydrolat par inhalation. Treize flacons ont été utilisés dans cette expérience, chacun contenant des individus de l'insecte (**Fig.25**). Les flacons ont été répartis en trois groupes, chaque groupe comprenant quatre flacons. Dans le premier groupe, un papier filtre imprégné de 5 µL d'hydrolat a été placé. Dans le deuxième groupe, le papier filtre contenait 10 µL, tandis que dans le troisième groupe, il était imprégné de 15 µL d'hydrolat. Un flacon témoin, dans lequel aucun produit n'a été ajouté.

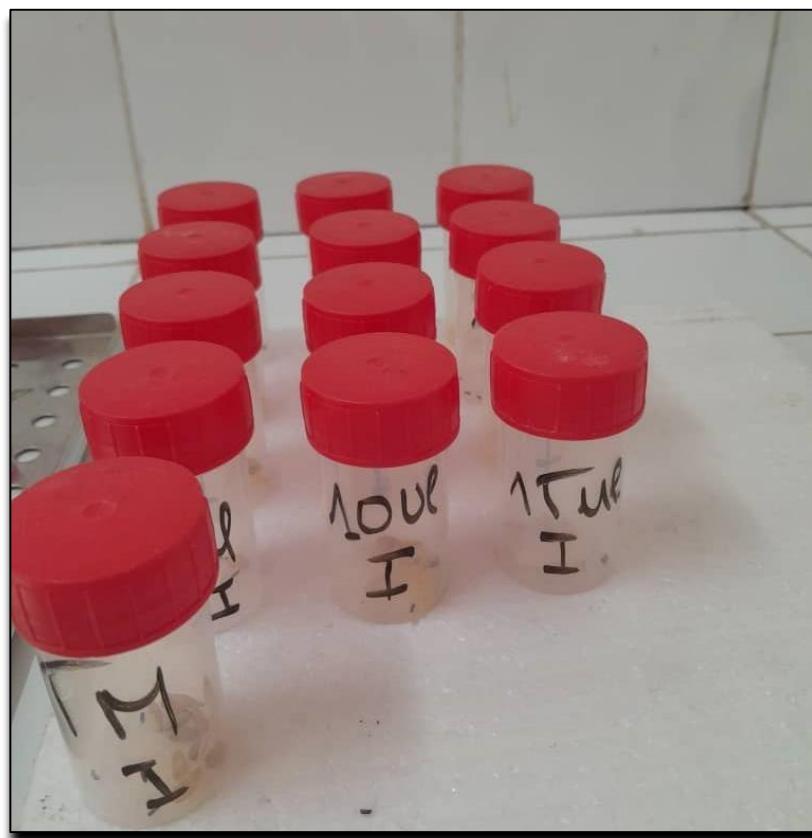


Fig.25: Les flacons contenant d'hydrolats (**Photo originale, 2025**)

5.2.3. Étude l'effet du mélange d'huile essentiel et d'Acétone

Lors de la troisième expérience, nous avons étudié l'effet par contact directe d'un mélange composé d'acétone et d'huiles essentielles d'*Artemisia* sur le comportement de *Tribolium castaneum*.

Trois concentrations différentes du mélange ont été préparées : 1 ml d'acétone avec 1 µl d'huile essentielle pour la première, 1 ml d'acétone avec 2 µl d'huile essentielle pour la deuxième, et 1 ml d'acétone avec 5 µl d'huile essentielle pour la troisième.

Les insectes ont été répartis sur 9 boîtes de Pétri.
Ensuite, chaque concentration du mélange a été appliquée directement sur l'ensemble du corps des insectes, afin d'observer et d'évaluer l'effet de chaque dosage sur leur mobilité comportementale. Dans cette expérience nous avons utilisé la loupe binoculaire pour observer les résultats. (**Fig.26**)



Fig.26: Répartition des flacons du mélange et leur observation

(Photos originales, 2025)

6. Calcule du rendement en huile essentielle

L'intérêt du calcul de rendement en huiles essentielles est à caractère économique et se résume dans la rentabilité d'utilisation de la plante d'armoise. Les rendements d'extraction sont calculés en tenant compte du taux de matière sèche de la plante (**KARAHACANE, 2015**).

$$R (\%) = [m_1 / m_2] \times 100$$

Où:

R (%): rendement en huile essentielle en %. m_1 :
masse en grammes d'huile essentielle. m_2 : masse en
grammes de la matière végétale sèche

7. Correction de la mortalité :

Le nombre d'individus démontrés morts dans les populations des lots traités ne reflète pas le nombre réel d'individus tués par traitement l'extrait aqueux ou l'insecticide. En effet, dans toutes populations existe une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le traitement administré. Les pourcentages de mortalité doivent être corrigés.

La formule de Schneider et la table des probits permettent de corriger la mortalité, cela équivaut à un changement de variable (**RAMADE, 2007**)

$$MC\% = [M2 - M1/100] \times 100$$

MC% : le pourcentage de mortalité corrigée (nouvelle variable)

M1 : le pourcentage de mortalité dans la population traitée

M2 : le pourcentage de mortalité dans la population témoin

Chapitre 03 :

Résultats

1. Résultats de l'hydro distillation :

Après la phase de refroidissement qui a duré environ huit heures, le mélange obtenu a été recueilli dans un récipient en verre approprié (**Fig. 27**). Il a été observé que l'huile essentielle s'est séparée du mélange et a flotté à la surface en raison de sa densité plus faible, tandis que l'eau aromatique plus lourde s'est déposée au fond. L'huile essentielle a été soigneusement extraite à l'aide d'une seringue, puis transférée dans un flacon en verre foncé et hermétiquement fermé afin de la protéger de la lumière et des facteurs externes pouvant altérer sa stabilité chimique. Après séparation les quantités obtenues ont été mesurées avec précision : 30 millilitres d'huile essentielle et 3 litres d'eau aromatique, ce qui reflète l'efficacité du procédé de distillation et les conditions d'extraction appliquées.



Fig.27:l'huile essentielle obtenue dans l'hydrodistillation (photo originale, 2025)

2. Résultats du rendement :

$$m_1 = 27 \text{ g} \quad m_2$$

$$= 3200 \text{ g}$$

$$R(\%) = [27/3200] \times 100$$

R(%)≈1.173 %

3. Résultats d'inhalation à travers le temps :

3.1 Résultats d'inhalation de l'huile essentielle

Les résultats présentés dans le graphique indiquent que toutes les concentrations d'huile essentielle (5, 10 et 15 µL) ont entraîné un taux de mortalité de 100 % dans 24, ce qui démontre une efficacité élevée et un effet rapide de l'huile. Aucune différence n'a été observée entre les concentrations, ce qui suggère que la plus faible concentration suffit à produire un effet létal complet.

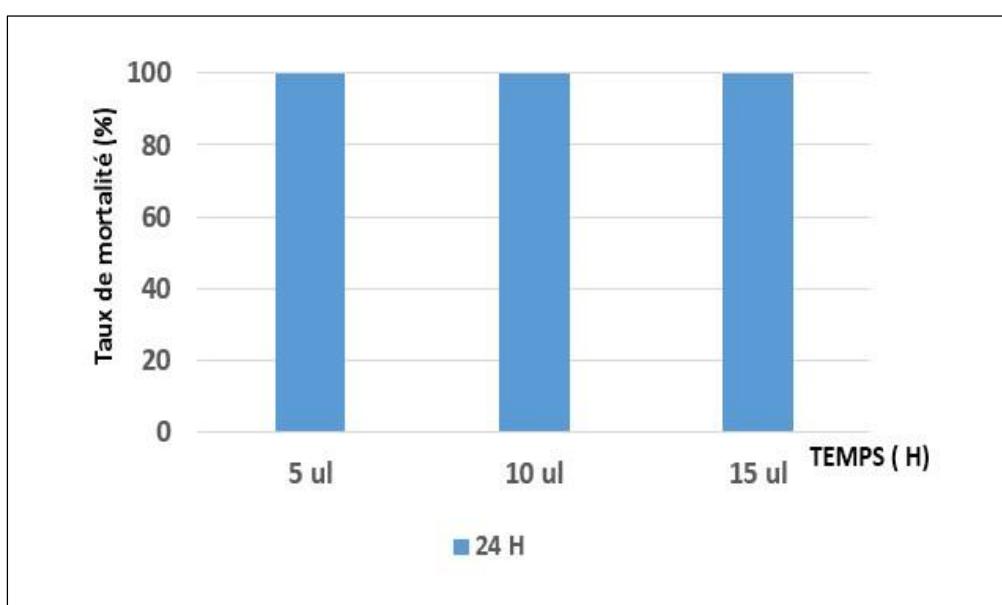


Fig.28 : l'effet de l'huile essentielle sur les individus de *Tribolium castaneum* dans 24 H

3.2 Résultats d'inhalation de l'hydrolat

Le graphique suivant représente le taux de mortalité d'inhalation de l'hydrolat pendant 24 h Et 48 h, Le taux de mortalité augmente avec la concentration et le temps. Après 24 heures, l'effet est faible à 5 µL, tandis qu'il est similaire (~21 %) à 10 et 15 µL. Après 48 heures, l'effet augmente à environ 33 % pour les concentrations de 5 et 15 µL, alors qu'il reste stable à 10 µL. Cela indique que la faible concentration a un effet cumulatif avec le temps, tandis que la concentration moyenne a un effet rapide mais non progressif

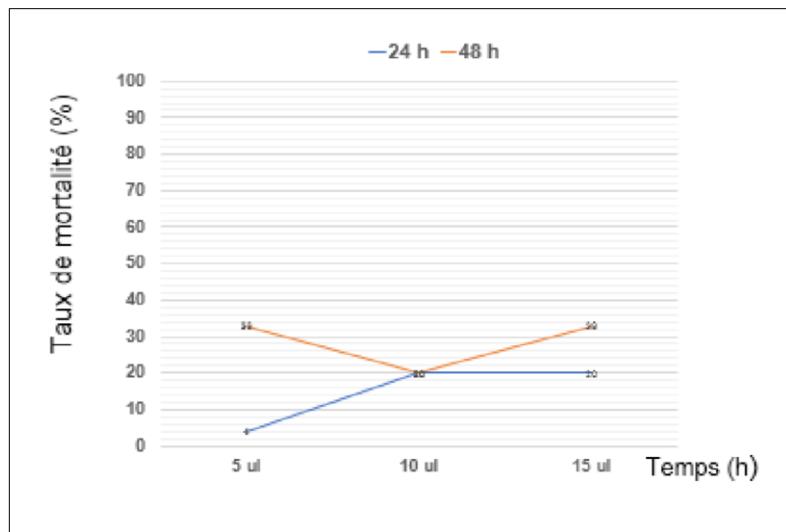


Fig.29 : l'effet de l'hydrolat sur les individus de *Tribolium castaneum* à travers le temps

4. Résultats du contact à travers le temps :

4.1 Résultats d'un mélange d'acétone et d'huile essentielle

Le graphique suivant représente le taux de mortalité du mélange acétone-huile essentielle après 24 et 48 heures, où l'on observe que à faibles concentrations (1 µL et 2 µL), le taux de mortalité reste limité (22,2 %) même après 48 heures, ce qui indique une efficacité modérée. En revanche, à une concentration de 5 µL, la mortalité augmente considérablement pour atteindre 66,7 %, reflétant ainsi une efficacité accrue du mélange à forte dose ainsi qu'un effet progressif dans le temps.

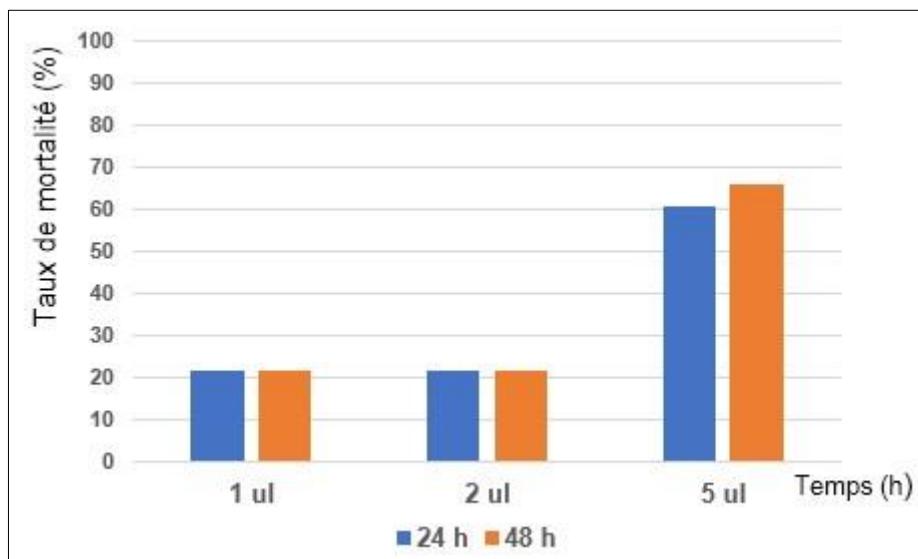


Fig.30 : l'effet d'un mélange d'acétone et d'huile essentielle' sur les individus de *Tribolium castaneum* à travers le temps

5. Comparaison de l'efficacité des effets d'inhalation et de contact (24 heures)

5.1. Effet par inhalation

L'inhalation de l'huile essentielle d'*Artemisia* a montré une efficacité très élevée, avec un taux de mortalité de 100 % pour toutes les doses testées (5, 10 et 15 µL), et ce dans tous les flacons (6/6 insectes morts à chaque fois). En revanche, l'hydrolat a présenté une efficacité plus faible, (12 morts sur 24 insectes), une action très limitée à 5 µL, modérée à 10 et 15 µL. Un seul décès a été observé dans les flacons témoins dans les deux cas, probablement d'origine naturelle.

5.2 Effet par contact

Lors de l'application par contact d'un mélange d'acétone et d'huile essentielle, l'efficacité a augmenté avec la concentration. À faible dose (1 µL + 1 µL), la mortalité était faible. À dose moyenne (1 µL + 2 µL), un léger effet toxique est apparu. À dose élevée (1 µL + 5 µL), la mortalité a atteint 3 à 5 insectes par boîte, indiquant une toxicité modérée, mais toujours inférieure à celle de l'inhalation.

5.3 Conclusion générale

Les résultats montrent que la voie d'inhalation de l'huile essentielle est la plus efficace, avec une mortalité de 100 % même à faible dose, indiquant un effet puissant et immédiat. En comparaison, l'hydrolat présente une efficacité partielle, et la voie de contact montre une toxicité modérée, qui augmente avec la concentration mais reste inférieure à celle de l'inhalation. On peut donc conclure que l'huile essentielle d'*Artemisia* est plus efficace en tant qu'insecticide lorsqu'elle est administrée par inhalation, comparée à l'hydrolat ou à l'application par contact.

6. Comparaison de l'efficacité des effets par inhalation et par contact (48 heures)

6.1 Effet par inhalation

Les résultats obtenus après 48 heures de traitement par inhalation avec l'huile essentielle d'*Artemisia* ont montré une efficacité très élevée. Un taux de mortalité de 100 % a été enregistré pour toutes les doses testées (5, 10 et 15 µL), avec 6 insectes morts dans chacun

des quatre flacons, ce qui indique un effet toxique rapide et persistant. En ce qui concerne l'inhalation de l'hydrolat, l'effet observé était faible à modéré. À la dose de 5 µL, la mortalité variait d'un flacon à l'autre, révélant une efficacité irrégulière. À 10 µL, la mortalité est restée faible, voire inexistante dans certains flacons. Une légère augmentation a été notée à 15 µL, mais l'effet est resté nettement inférieur à celui de l'huile essentielle. De plus, trois décès ont été enregistrés dans le flacon témoin, probablement dus à des causes naturelles.

6.2 Effet par contact

Pour l'application par contact (mélange d'acétone et d'huile essentielle), une relation dose-effet claire a été observée.

6.3 Conclusion général

Les résultats confirment que l'inhalation de l'huile essentielle d'*Artemisia* est la méthode la plus efficace, assurant une mortalité complète même à faible dose après 48 heures. L'hydrolat présente une efficacité limitée et irrégulière, tandis que l'application par contact montre une toxicité modérée, dépendante de la concentration, mais toujours inférieure à celle observée par inhalation. Par conséquent, l'huile essentielle d'*Artemisia* se révèle être le moyen le plus performant comme insecticide contre *Tribolium castaneum* lorsqu'elle est administrée par inhalation.

Discussions

Les denrées alimentaires stockées, telles que le blé, la semoule, la farine, l'orge, le son de blé, le maïs, la farine de maïs et d'autres céréales, représentent une part essentielle, voire majoritaire, de l'alimentation humaine, en particulier dans les pays en voie de développement. Ces produits, généralement conservés sous forme de grains ou de graines, sont vulnérables aux attaques de ravageurs. Ces derniers pénètrent à l'intérieur des stocks pour s'y nourrir, se reproduire, croître et sécréter des substances collantes et odorantes, contaminant ainsi l'ensemble du stock infesté.

Les ravageurs qui attaquent principalement les denrées alimentaires stockées sont essentiellement des insectes tels que les charançons, les petits coléoptères (*Tribolium*) et les teignes. Ces organismes nuisibles causent d'importants dégâts à la fois qualitatifs et quantitatifs. En plus de la détérioration des produits, ils favorisent la prolifération de moisissures toxiques et réduisent la valeur nutritionnelle et commerciale des denrées alimentaires.

Parmi ces ravageurs, *Tribolium castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict, responsable de dégâts importants dans les stocks de nombreuses denrées stockées, notamment les farines de céréales. Ce coléoptère des produits stockés appartient à la famille des Tenebrionidae. Il est très nuisible, surtout aux céréales, et se nourrit principalement de matières organiques en décomposition.

Afin d'étudier l'efficacité des extraits naturels de *l'Artemisia herba-alba* dans la lutte contre le ravageur *Tribolium*, nous avons réalisé trois expériences en laboratoire en utilisant l'huile essentielle et l'eau florale obtenues par distillation. Lors des première et deuxième expériences, les insectes ont été exposés aux vapeurs de l'huile essentielle et de l'hydrolat, par voie d'inhalation afin d'évaluer l'effet de chaque substance à travers l'air. Dans la troisième expérience, une méthode par contact a été utilisée : un mélange d'huile essentielle et d'acétone a été appliqué directement sur les insectes. Ces essais nous ont permis d'observer les différences d'efficacité selon les modes d'application et d'évaluer l'effet de chaque extrait dans la lutte contre ce ravageur.

Les expériences ont montré que l'huile essentielle d'Armoise possède une très grande efficacité contre les insectes, avec un taux de mortalité de 100 % pour toutes les concentrations testées, y compris la plus faible. Cela démontre sa puissance en tant

qu'insecticide naturel. En revanche, l'hydrolat a montré une efficacité limitée, avec des taux de mortalité faibles, n'atteignant pas le même niveau d'efficacité que l'huile essentielle

Dans le cadre de notre étude, nous avons évalué l'efficacité de l'huile essentielle *d'Artemisia herba-alba* contre *Tribolium castaneum*. Les résultats ont montré une forte activité insecticide, même à faible concentration, avec un taux de mortalité constant de 100 %. L'hydrolat en revanche, s'est révélé inefficace confirmant que l'activité est liée aux composés volatils de l'huile.

En comparaison, plusieurs chercheurs ont mené des travaux similaires en utilisant d'autres plantes :

BOUNECHADA et ARAB, 2011 ont testé les extraits aqueux de *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur les larves et adultes de *Tribolium castaneum*. *Peganum harmala* a provoqué 100 % de mortalité à 30 %, mais avec un TL50 long (6,8–7,4 jours). *Melia azedarach* a eu un effet plus modéré. Les deux extraits ont nécessité des concentrations élevées et une longue durée d'exposition, contrairement à notre huile de l'*Artemisia* qui a agi rapidement même à faible dose. Tandis que **BENCHEIKH Afaf, 2021** a évalué les huiles essentielles de *Mentha pulegium* et *Citrus aurantium* par inhalation. La menthe pouliot a atteint 100 % de mortalité après 48 h à 10 µl, tandis que le bigaradier n'a pas dépassé 80 %. Bien que les résultats soient prometteurs, des doses élevées et plus de temps étaient nécessaires par rapport à notre huile, efficace à 1 µl en 24 heures.

RAHABI Aya et al., 2023 ont également étudié *Citrus aurantium* sur *Tribolium castaneum* et *Ephestia kuehniella*, en extrayant l'huile par hydrodistillation et en l'appliquant par inhalation. Un effet rapide a été noté après 24 heures, mais l'efficacité variait selon les doses, ce qui n'a pas été le cas avec notre huile d'*Artemisia*, dont l'action s'est montrée constante.

En résumé, l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* se distingue par une efficacité rapide, stable et marquée, même à faible concentration. Elle représente une alternative naturelle prometteuse aux insecticides chimiques, et notre étude contribue à valoriser une plante encore peu étudiée contre *Tribolium castaneum*.

Nous constatons également que **DJILALI et IHDENE, 2018** ont réalisé une étude sur l'efficacité insecticide de la plante Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*) contre l'insecte *Tribolium castaneum*, dans des conditions de laboratoire contrôlées. Les huiles essentielles extraites des fleurs d'Asphodèle, ainsi que des extraits aqueux des feuilles et des tubercules, ont été testés à quatre concentrations différentes. Les traitements ont été appliqués soit par contact direct, soit par ingestion. Les résultats ont montré que l'extrait des tubercules présentait la plus forte toxicité, et que l'efficacité augmentait avec la concentration appliquée, atteignant un maximum après 72 heures, bien que l'effet reste limité à long terme.

Nous avons aussi constaté que **LAIMECHE, 2018** a étudié l'efficacité de quatre plantes médicinales et aromatiques contre l'insecte des denrées stockées *Tribolium castaneum*, à savoir : *Tamarix gallica*, *Atriplex halimus*, *Zygophyllum cornutum* et *Sonchus oleraceus*. Cette étude a été réalisée dans des conditions de laboratoire contrôlées, où l'efficacité insecticide des extraits de ces plantes a été évaluée selon deux méthodes : par contact direct et par incorporation dans la nourriture. Les résultats ont montré que certaines de ces plantes présentent une activité insecticide notable, ce qui suggère leur potentiel en tant qu'alternatives naturelles aux insecticides chimiques.

D'autre étude fait par **KABRI, 2022** sur l'effet insecticide des huiles essentielles d'orange douce *Citrus sinensis* et de géranium *Pelargonium graveolens* contre *Tribolium castaneum*, en utilisant deux méthodes : l'inhalation et la répulsion. Pour le test d'inhalation, trois doses (2, 4, 6 µl) ont été utilisées dans des bocaux contenant trois insectes, et la mortalité a été enregistrée à différents intervalles. Pour le test de répulsion, l'huile a été appliquée sur la moitié d'un papier filtre dans une boîte de Pétri, l'autre moitié contenant de l'acétone. Trois insectes ont été introduits, et leur répartition après 30 minutes a permis d'évaluer l'effet répulsif. Les résultats ont montré que l'huile essentielle d'orange douce est très efficace et toxique contre *Tribolium castaneum*, notamment après 48 heures de traitement, tandis que l'huile de géranium a présenté un effet faible et constant dans le temps, ce qui confirme la supériorité marquée de l'huile d'orange en termes d'efficacité insecticide.

D'après **BOUZIANE et FASSOULI, 2021** dans leurs étude sur l'efficacité insecticide des extraits de *Melia azedarach* et de *Nerium oleander* contre *Tribolium castaneum*. Les composés actifs ont été extraits des feuilles à l'aide d'une solution

hydro-méthanolique et testés par pulvérisation directe à différentes concentrations. Les résultats ont montré que l'extrait de *Nerium oleander* est plus毒ique que celui de *Melia azedarach*, et que le taux de mortalité dépend de la dose et de la durée d'exposition, ce qui reflète l'effet dose-dépendant et la toxicité chronique.

Dans cette étude qui réalisé par **ABID, 2019** les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus L* et de *Globularia alypum L* ont été extraites par hydro-distillation, puis testées sur *Tribolium castaneum* par contact et inhalation. Les résultats ont révélé une activité insecticide notable, avec une mortalité croissante en fonction de la dose et du temps d'exposition. Les DL50 obtenues sont proches (7,76 µl/ml pour l'*Eucalyptus* et 7,24 µl/ml pour la *Globularia*), tandis que la *Globularia* a montré un effet plus rapide par inhalation (TL50 = 51,28 h) comparé à l'*Eucalyptus* (TL50 = 81,28 h).

D'autre expériences étude par **LOUNIS et SI FODIL, 2023** sur l'efficacité de l'huile essentielle extraite du zeste de citron *Citrus limon* contre l'insecte *Tribolium castaneum* à travers deux méthodes biologiques. La première est le test par inhalation, où les adultes de l'insecte ont été exposés aux vapeurs de l'huile dans des flacons hermétiquement fermés contenant des disques de papier filtre imprégnés de différentes doses (0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 µl). Le nombre d'individus vivants a été enregistré à plusieurs intervalles de temps (de 1 heure à 120 heures). La seconde méthode est le test de répulsion, basé sur l'utilisation de disques de papier filtre divisés en deux moitiés, dont une seule est traitée avec l'huile essentielle. Les insectes sont placés au centre pour observer leur préférence. Ces expériences visent à évaluer à la fois l'effet toxique et l'effet répulsif de l'huile essentielle de zeste de citron sur cet insecte nuisible. L'huile essentielle de *Citrus limon* présente une toxicité croissante par inhalation selon la dose, avec une mortalité maximale de 100 % à 8 µl après 72 h. En répulsion, elle montre un effet notable avec des taux allant jusqu'à 80 %

Conclusion

Et

Perspectives

En conclusion, les extraits d'Armoise ont montré une efficacité remarquable dans la lutte contre *Tribolium castaneum*, un insecte nuisible bien connu des denrées alimentaires stockées. L'huile essentielle s'est distinguée par un fort pouvoir insecticide, même à faibles concentrations, ce qui témoigne de sa grande efficacité. En revanche, l'hydrolat a présenté un effet limité, suggérant que les composés actifs responsables de l'activité insecticide sont principalement concentrés dans la phase huileuse.

De plus, le mélange d'huile essentielle avec l'acétone a révélé une relation doseréponse claire : l'augmentation de la concentration en huile entraîne une élévation du taux de mortalité des insectes, ce qui pourrait permettre d'optimiser l'utilisation pratique de ce traitement.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence le potentiel de l'Armoise comme alternative naturelle et écologique aux insecticides chimiques traditionnels. Elle pourrait jouer un rôle important dans les programmes de lutte intégrée contre les ravageurs, notamment dans les systèmes de stockage des produits agricoles, tout en réduisant les risques pour la santé humaine et l'environnement. Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires pour approfondir la compréhension de son mode d'action, sa stabilité, ainsi que son efficacité en conditions réelles d'application.

Les résultats obtenus ouvrent des perspectives prometteuses pour l'exploitation de l'huile essentielle d'Armoise comme alternative naturelle aux insecticides chimiques.

- ° Ils incitent à mener des essais en conditions réelles de stockage afin d'évaluer son efficacité sur le terrain.
- ° Ils soulignent la nécessité d'identifier les composés actifs responsables de l'activité insecticide pour mieux comprendre son mode d'action.
- ° Ils suggèrent le développement de formulations optimisées, telles que l'encapsulation, afin d'améliorer la stabilité et la persistance de l'effet.
- ° Ils appellent à une évaluation approfondie de la toxicité potentielle sur les organismes non ciblés et de l'innocuité pour l'homme.
- ° Ils encouragent à étudier la viabilité économique de son utilisation à grande échelle dans les programmes de lutte intégrée.

Conclusion et perspective

- ° Enfin, ils ouvrent la voie à l'exploration de l'efficacité de l'Armoise contre d'autres espèces d'insectes nuisibles.



51

Références Bibliographiques

Références bibliographique :

ABID S, 2019. Effet insecticide des huiles essentielles de *l'Eucalyptus globules L*, et *Globularia alypum L* sur *Tribolium castaneum herbest*. Mémoire de master 2: Protection des végétaux. Université Akli mouloud oulhadjebouira ,51 p

AIDANI H, 2015. Effet des attaques de Capucin des grains *Rhyzoperta dominica* sur les céréales stockées : « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif cas de blé dur dans la région de Tlemcen». Mémoire de master : Production et Amélioration des plantes. Tlemcen : Université Abou BEKR BELKAID, 82p.

AIDOUD A, 1983. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du SudOranais phytomasse, Productivité primaire et applications pastorales. Thèse 3ème cycle. Univ. Sci. Tech. H. Boumediène. 245 p. + ann

AMRANI T, 2018. Etude de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de Clous de Girofle (*Eugenia aromatica*) vis-à-vis d'un ravageur des denrées stockées (coléoptère; ténébrionidé) *Tribolium confusum*. Mémoire de master 2 : biologie de conservation. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 60 p

ANONYME 01, 2024 <https://www.ville-lesquin.fr/evenements/inscription-aide-alimentaire-2-94d00>

ANONYME 03, 2025 <https://bricoleurpro.ouest-france.fr/dossier-33-big-bag-solution-stockagepratique.html>

ANONYME 04, 1978 <https://frisomat.com/fr/batiments-metalliques/batiment-de-stockage-de-vrac-2/>

ANONYME 05, 2021 <https://www.roxell.com/fr/silo-de-stockage-daliments-galvanise>

ANONYME 06, 2024 <https://www.wolfsystem.fr/activites-wolf/constructions-beton/silos-industriels>

ANONYME 09, 2025

<https://www.inspq.qc.ca/moisisures/fiches/aspergillus-niger>

ANONYME 10, 2019
https://corniche-basque.eu/patrimoine_naturel/oiseaux/19-

[etourneau_sansonnet_sturnus_vulgaris_arabazozo_pikarta_eu_estornino_pinto_es](#)

ANONYME 11, 2025

<https://chicago.eater.com/venue/10672/chicago-o-hare-international-airport-ord>

ANONYME

12,

2006

https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D9%84%D9%81:Tribolium_castaneum.jpg

ANONYME 13, 2024

<https://atlas-sahara.org/Asteraceae/Artemisia%20herba-alba/Artemisia%20herbaalba.html?cat=Asteraceae>

AOUINTY B., OUFARA S., MELLOUKI F., MAHARI S.,

2006 .Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*RicinuscommunisL.*) et du bois de thuya (*Tetraclinisarticulata(Vahl) Mast.*) sur les larves de quatremustiques culicidés, *Culex pipiens* (Linné), *Aedescaspius* (Pallas), *Culisetalongiareolata* (Aitken) et *Anophelesmaculipennis* (Meigen). Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement (BASE), 10 (2), 67-71

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.

BACHARIA, N. A., 2024.Contribution à la connaissance des insectes des denrées entreposés au niveau de la coopérative des Céréales et Légumes Secs (CCLS) d'El- KHROUB, Constantine, Algérie. Mémoire de master 2 : Biologie et Contrôle des populations des insectes. Université Constantine 1 Frères MENTOURI, 60p.

BAILICHE CH, M., 2022. Régime alimentaire de l'étourneau sansonnet dans la région des ZIBAN pendant la période d'hivernation .Mémoire de master 2 : Protection des Végétaux. Université Mohamed KHIDER de Biskra, 53p.

BECHARA M, 2023. Culture ex-situ d'*Artemisia herba-Alba* dans la région d'Ain Skhouna-SAIDA. Mémoire de fin d'études : Écosystèmes steppique et saharien. Université Ibn KHALDOUN – Tiaret. 43 p.

BELAITH A., 2022. Bioactivité de deux extraits de plantes spontanées sur un ravageur de denrées stockées. Mémoire de master 2 : Protection des végétaux.

Université Mohamed KHIDER de Beskra ,46p.

BELL A., 2000 : Lutte contre les insectes des denrées stockées au Sénégal. Ed. Biotech. Agron., Soc.p60-61.

BELLAOUCHA W., SAIDI A., 2020. Activités biocide de l'extrait Méthanolique de *Melia azedarach* vis à vis *tribolium castaneum* (Coléoptère - Tenebrionidae). Mémoire de master 2 : parasitologie. Université Saad DAHLAB Blida, 60 p.

BELOUAER R, SELAHDJJA A., 2020. Synthèse bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master 2 : Protection des Végétaux. Université de Bordj Bou Arreridj, 26 P.

BENARAB H, 2021. Effet des huiles essentielles de l'Armoise blanche (*Artemisia herba_alba Asso*), l'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus Labill*) et le Harmel (*peganum hermala L*) sur la germination des graines des adventices des cultures. Thèse de doctorat: production végétale. Université Ferhat Abbas Sétif. 1,166p.

BENCHEIKH A., 2021. Effet de l'inhalation des huiles essentielles des deux plantes (Rutacée et Lamiacée) sur *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae). Mémoire de master 2 : Phytoprotection et environnement. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 73p.

BENDJDILA I., GHEZAL A., 2022. Pouvoir insecticide des extraits de quelques plantes de la région de Laghouat. Mémoire de master 2 : Écologie végétale et environnement. Université Amar TELLIDJI Laghouat, 8 P.

BENTATA M, NATECHE B., 2021. Etude de l'effet de la durée de stockage sur la viabilité et le déroulement de la phase de germination chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum desf*). Mémoire de master 2 : Prouduction végétale .Université de TISSEMSILT, 64P.

BERHAUT P., LE BRAS A., NIQUET G., GRIAUD P., 2003. Stockage et conservation des grains à la ferme (qualité- stockage), stockage à la ferme, (ARVALIS-institut du végétal) et JEAN-PIERRE CRIAUD (GRCETA de L'EVERCEUCIN), ARVALIS -institut du végétal.

BESSOT J.C., METZ-FAVRE C., BLAY F et PAULI G., 2011. Acariens de stockage et Acariens PYROGLYPHIDES ; ressemblances, différences et conséquences pratique. Revue Française d'allergologie 51 : p 607-621.

BONNETON F, 2010. The beetle by the name of *Tribolium* Typology and etymology of *Tribolium castaneum herbst*, 1797. Insect biochemistry and molecular Biology 38, description

BOUDOIN J., FOFANA B., JARDIN P., 2001. Genetic diversity in the Lima bean (*Phaseolus lunatus*) as revealed by chloroplast DNA (CP DNA) variations. Genetic Ressources and Corps Evolution, 48(5), 437-445p.

BOUGOUTAIA Y, 2018. Etude du complexe *Artemisia herba-alba* Asso d'algérie par des approches pluridisciplinaires: cytogénétique classique, cytogénétique moléculaire, phylogénie et phylogéographie. Thèse doctorat en sciences, université des sciences de la technologie d'Oran Boudiaf: 23-25p

BOUMAZA R, CH., 2023. EFFET DU STOCKAGE SUR LA QUALITE DU GRAIN DE BLE. Mémoire de master 2 : Biotechnologies et génomique végétale. Université frères MENTOURI Constantine 1, 99 P.

BOUNECHADA M., ARAB R, 2011. Effet insecticide des plantes *melia azedarach L* et *peganum harmala L* sur *tribolium castaneum herbest* (coleoptera; tenebrionidae). Université Ferhat abbas, 6 p

BOUZIANE N, FASSOULI Y., 2021. Effet insecticide des extraits hydrométhanolique de deux plantes médicinales sur les images de *Tribolium castaneum* (Coleoptera,Tenebrionidae).Mémoire de master 2 : PHYTOPROTECTION et environnement .Université KASDI MERBAH-Ouargla ,80 P.

BOUZIDI N, 2016. Etude des activités biologiques de l’huile essentielle de l‘armoise blanche« *Artemisia herba alba* Asso », thèse de Doctorat en Sciences de la Vie, Universite Mustapha Stambouli Mascara, 133p.

BUGGUIDE., 2017. Étude de l’activité insecticide de l’extrait *d’Inula viscosa* à l’égard de deux espèces d’insectes *Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*. 36p.

CHENIKI Z., YAHIA K, 1994. Biologie de *Tribolium confusum* (Coleoptera : *Tenebrionidae*) et *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : *Curculionidae*) sur blé. Effet de l’infestation de ces deux espèces sur la qualité technologique des blés attaqués. Th. ING. Argon. Institut .ALG. El Harrach, 112p.

CHERIFI F, GUEZOUT H, 2019. La lutte biologique contre la pourriture de l’inflorescence de la palmier dattier *Phoenix dactylifera* par les huiles essentielles dans la région de Biskra. Mémoire de master 02 : Biotechnologie et valorisation des plantes. Université Mohamed Khider de Biskra, 70p

CHRISTINE B., 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique.2ieme Édition, 124-154p.

CLERGET Y., 2011. Biodiversité des céréales Origine et évolution. In La biodiversité des céréales et leur utilisation par l’homme. Société d’Histoire Naturelle du pays de Montbéliard. Extrait de la vidéoconférence du Service éducatif du Muséum Cuvier de la Ville de Montbéliard « La biodiversité des céréales et leur utilisation par l’homme » publié dans le bulletin 2011 de la Société d’Histoire Naturelle du pays de Montbéliard 1-16p.

CRUZ, J, F., HOUNHOUGAN, D, J., FLEURAT-Lessard F., 2016 : La conservation des grains après récolte : Agriculture tropicales en poche. France, QUAE, 256p.

DELOBEL A., et TRAN M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposent dans la région chaude. 96/P.

DJILALI S, THDENE T, 2018. Effets des extraits de l'*Asphodéle* sur *Tribolium castaneum*. Mémoire de master 2 : Protection des végétaux. Université Akli mohand oulhradj ,59p

DIWARA B., RICHARD-MOLARD D et CAHAGNIER B, 1998.

Conservation des céréales humides sous atmosphère contrôlée. Limites Théoriques et pratiques. Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, EDS John LIBBEY EUROTEXT, Paris, 105-116.

DOUMANDJI A., DOUMANDJI S et DOUMANDJI B., 2003.

Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock (Cours de technologie des céréales). Ed : Office publications Universitaires, Alger, 68p

DUPONT P, 1990. Atlas partiel de la Flore de France, Secrétariat de la Faune et de la Flore, Paris.

DURON, B. s., 1999. Le transport Maritime des céréales. Mémoire de D.E.S.S. Université d'Aix-Marseille, 81p.

FEUERSTEIN I., MUELLER k., HOBERT A., SEGAL R., 1986, « Constitution of essential oils from *Artemisia herba-alba* populations of Sinai » , Phytochemistry. n°,2343-2347

FRIEDMAN J, VANİç İ DAFNI 4, Palewiteh. D., 1986. A pretiminiry classifications of Thehealingpotential of medicinal plants, based on a rational analysis of an Ethnopharmacological fieldsrieyamongBedouins- in the Negevdesert. J Ethno. Jun. ; 16(2-3) :275-8.7.

GODON B, 1991. Biotransformation des produits céréaliers. ED. Tec. Lavoisier .Paris, 688p.

GODON B. et WILLM C., 1998. Les industries de première transformation des céréales. *Lavoision tec*, doc Paris, 656-657p.

GUEYE, A., DIOME, T., THIAW, C., & SEMBENE, M. (1997). Évolution des paramètres biodémographiques des populations de *Tribolium castaneum* H. (Coléoptère, Ténébrionidae) inféodé dans le mil (*Pennisetum glaucum* Leek) et le maïs (*Zea mays L.*). *Journal of Applied Biosciences*, 90(1), 8361.<https://doi.org/10.4314/jab.v90i1.8>

HAKIMI M., 1993. L'évolution de la culture de l'orge : le calendrier climatique traditionnel et les données agro météorologiques modernes. In the agro meteorology of rainfed barley-based farming systems. Proceeding of an International symposium (6-10 march 1989, Tunis). Ed. Jones M., MARTHYS G; RIJKS D, 157166p.

HAMZAOUI Y, GHOUILA A, 2021. Effet insecticide et larvacide de deux poudres de plantes aromatiques (*Verbina officinalis* et *Borrago officinalis*) sur un redoutable ravageur de denrées stockées *E. Kuehniella*. Mémoire de master 2 : phytopharmacie et protection des végétaux. Université Mai 1945 Guelma, 43p

HINTON H.E., 1948. A Synopsis of the genus *Tribolium Macleay* with some remarks on the evolution of its species. *Bull. ENT. RES.*, 39, 13-55p.

HOUAMEL S, 2018. Les steppes d'armoise blanche (*Artemisia helba-alba* Asso) dans l'Est Algérien : répartition actuelle, biodiversité, dynamique et conditions de durabilité. Thèse de douctorat: sciences Agronomique. Université Mohamed Khider Biskra, 140p

KABRI L ., 2022. Lutte biologique de *Tribolium* rouge de la farine *Tribolium castaneum* par deux huiles essentielles ; l'huile d'oranger doux *Citrus sinensis* et l'huile de géranium rosat *Pelargonium graveolens*. Mémoire de master 2 : Biologie et contrôle de population d'insectes. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 87 p.

KHELLAF A, KERMICHE A., 2020 . Les insectes ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master 2 : Biologie et contrôle de populations d'insectes .Université de Frère MENTOURI Constantine 1, 79 P.

KHENNOUF S., IRTAIN N., HARZALLAH D., ARRAR L., 2010.

"Antioxidant and antibacterial activites of extracts from Artemisia herba-alba Asso, leaves and some phenolic compounds". Journal of Médicinal plant Research, V. 4. n°13, 1275-1278

LAHMAR-ZEMITI B et AIDOUD A, 2016. Suivi à long-terme dans la steppe d'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba Asso*) du Sud-Oranais (Algérie) : Facteurs et indicateurs de changements. Revue d'Ecologie (Terre et vie), 71(2), 168177p.

LAIMECHE W, 2018. Contribution à l'étude de la bioactivite des extraits de quatre plantes aromatiques et médicinales (*Tamarix gallica*, *Atriplex halimus L*, *Zygophyllum cornutum coss*, *Sonchus oleraceus L*) sur un ravageur de denrées stockées *Tribolium castaneum Herbst* (Coleoptera, Tenebrionidae). Mémoire de master 2 : Sciences agronomiques protection des végétaux. Université Mohamed khider de Biskra, 59p.

LAKHIAL S., 2018 : Inventaire des insectes et des maladies des denrées stockées ,9p .

LAURENT B., 2003 : de la récolte au stockage éclairages carphologiques sur les opérations de traitement des céréales à l'Age du bronze dans le sud de la France. Editions APDCA; Antibes.

LEELAJA B.C., RAJASHEKAR Y., Et RAJENDEAN S., 2007- Detection of eggs of stored product insects in flour with staining techniques. Journal of Stord Product Research, 43(3) : 206-210P.

LOUNIS S, SI FODIL A, 2023. Effet biocide de l'huile essentielle de Citrus limon à l'égard du *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae) ravageur de la farine du blé tendre. Mémoire de master 2 : Protection des végétaux. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou74 p

MADENE N.2014. Activité biologique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur *Sitophilus oryzae* (Coléoptère : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Ténébrionidae). Projet de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique EL-HARRACH-ALGER.

MEDJADI N., MALOUCI I, 2021. Evaluation phytochimique et biologique de la Plante médicinale "*Artemisia herba-alba*". Mémoire de master 2: Biochimie.

Université de frère MENTOURI Constantine 1,64p.

MESSAI L, 2011. Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'Est Algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse de Doctorat, Université Mentouri Constantine. 27p.

MOHAMED A.H., EI-SAYED M.A., MOHAMED N.S, 2010. Chemical constituents and Biological activities of *Artemisia herba-alba*. Records of natural products; 4: 1-25p.

MULTON J.L, 1982. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés ; Céréales, Oléagineuse, Protéagineuse, Aliments pour animaux. Ed. Tech. Et Document, LAVOISIER / A.P.R.I., Paris. 576p.

NDIAYE B., 1999. Manuel de stockage et de conservation des céréales et désoléagineu. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Thèse (Sénégal), n°100, 23p.

NDIAYE, Decole Sidy Baba., 1999 : Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Fonds Belge de Survie.

PEREZ-MENDOZA J., 2007. When do red flour beetles fly integrated pest Management, rev, IPM update, and USA. 233P.

POTTIER G, 1981. *Artemisia herba-alba*. Flore de la Tunisie: angiospermes— dicotylédones—gamopétales, 1012p.

POURRAT.Y, 1974. Propriétés éco-physiologiques associées à l'adaptation d'*Artémisia herba alba*, plante d'intérêt pastoral au milieu désertique, thèse du 3ème cycle à l'université de Paris.

QUEZEL P, 1978. Interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans le bassin méditerranéen oriental. Doc. Phytosoc. Lille, II, 329-352
ersité d'Aix-Marseille. 263p

RABIA R., DALAL M, 2022. Etude des activités antibactérienne et antifongique des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*. Mémoire de master 2:
Microbiologie appliquée. Université Mohamed KHIDER de Biskra. 51p.

RAHABI A., GHERIB B., BELAIFA A., 2023. Activité biologique de l'huile essentielle d'une plante aromatique sur deux insectes Ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master 2 : Biochimie Appliquée .Université 8 Mai 1945 Guelma, 94p.

RAHAL_BOUEIANE H., 2015. L'ORGE EN ALGERIE : PASSE, PRESENT ET IMPORTANCE POUR LA SECURITE ALIMENTAIRE, FACE AUX NOUVEAUX DEFIS. INRAA-Centre de recherche de Mehdi BOUALEM, 18p.

REZGOUN J, 2023. Bio activités de deux plantes spontané sahariennes sur un ravageur de denrées stockées. Mémoire de master 2: protection des végétaux.
Université Mouhamed Khider de Biskra

RODIN L.E., BOTSCHEV V., KALENOV H., MICROCHNITCHEV Y., PELT N. & VINOGRADOV B., 1970. Etudes géobotanique des pâturages du secteur ouest du département de Médéa. 124 p.

ROMANE A, DJEMAI H, 2021. Étude de l'activité antibactérienne d'huile essentielle de l'armoise blanche (*Artemisia Herba-Alba Asso*) de la région de chellala et la région de Meghila. Mémoire de fin d'étude : génétique et amélioration des plantes.
Université Ibn KHALDOUN-Tiaret.70 p.

SAHAF B., MOHARRAMPOUR S. ET HADI M., 2008- Meshkatalasadat Fumigant toxicity of essential oil from Vitex pseudo-negundo against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus oryzae* (L.), Journal of ASIA-Pacific. *Entomology*, 11: 175-179P.

SOKOLOFF A., 1974. The Biology of *Tribolium*: with special Emphasis on Genetic Aspects. Vol.2. CLARENDON PRESS. Oxford. 231P.

TEBBANI S., TEBAANE I, YAHIOUCHE I, 2023. Évaluation de l'activité antimicrobienne de quelques plantes médicinales : l'*Artemisia herba - alba*, *thymus sp.* Et *syzygium aromaticum*. Mémoire de master 2 : biotechnologie et biothérapie.

Université MENTOURI Constantine1. 91 p.

TELLI A., BENGOURINA B., 2021. Contribution à l'étude des propriétés insecticides de quelques espèces végétales steppiques spontanées dans le but de lutter contre les principaux ravageurs (du pin d'Alep et des céréales cultivées) dans la région de Djelfa. Mémoire de master 2 : Écologie animal. Université Ziane Achour _ Djelfa, 24-29p

Année universitaire : 2024 - 2025

Présenté par : ZAIER Norhane
SID Aya

Evaluation de l'effet des extraits de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*, Asso, 1779) sur le tribolium rouge de la farine *Tribolium castaneum* (Herbest, 1797)

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et contrôle des populations des insectes

Résumé

Les denrées stockées comme légumineuses, les céréales et leurs produits dérivés (farine, semoule, orge, blé, blé dur) représentent une source alimentaire essentielle, surtout dans les régions où les ressources sont limitées. Toutefois, elles sont exposées à des insectes nuisibles comme *Tribolium castaneum*, qui altèrent leur qualité pendant le stockage.

L'objectif de ce travail est de mener une étude expérimentale afin de trouver une solution naturelle pour lutter contre *Tribolium castaneum*, un insecte qui endommage les denrées alimentaires stockées, tout en évitant l'usage de pesticides chimiques, afin de préserver la qualité des aliments et de réduire les risques pour la santé et l'environnement.

L'huile essentielle et l'hydrolat ont été extraits de l'Armoise blanche par hydrodistillation. Dans cette étude, nous avons utilisé deux méthodes de traitement : par inhalation et par contact, afin d'évaluer leur efficacité sur le taux de mortalité de *Tribolium castaneum*.

Les résultats ont montré que l'huile essentielle est plus efficace que l'hydrolat et le traitement par contact, notamment lorsqu'elle est utilisée par inhalation.

Nous concluons que l'huile essentielle peut être utilisée comme moyen efficace de lutte biologique contre *Tribolium castaneum*, notamment par inhalation, en raison de sa grande efficacité comparée à celle de l'hydrolat, dont l'efficacité reste limitée.

Mots clés : Le blé, le blé dur, *Tribolium castaneum*, huile essentielle, l'Armoise blanche.

Laboratoires de recherche : laboratoire de Biosystématique et écologie des arthropodes (Université Constantine 1 Frères Mentouri).

Président : Pr BENKENANA Naima Pr - Université de Constantine 1 les Frères Mentouri
Examinateuse : Pr KOHIL Karima Pr - Université de Constantine 1 les Frères Mentouri
Encadrante : Dr BETINA Sara Imène MCA- Université de Constantine 1 Frères Mentouri

