



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

FACULTE : SCIENCES

DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : Biologie

OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE

# **MEMOIRE DE MASTER**

Présenté par :

❖ BEN YAHIA Zineb.

❖ ATIA Chaima.

### Thème

**Potentielle bioinsécticide des extraits bruts de plante médicinale  
Locale « *Hammada elegans boatch* »**

Jury de soutenance :

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
LABOUKH Mouad		Président
HAMIDA Amine		Examineur
CHAIBI Rachid		Rapporteur
AOUIR Fatima Zahra		Co-encadreur

**Promotion : 2022/2023**

## **Dédicace :**

*Je dédie ce modeste travail :*

A mes Parent, qui ont la place la plus précieuse dans mon cœur,

Mes chers frères et mes chères sœurs,

A l'ensemble de ma famille,

Et a tous mes amis de promotion de **MASTER II** du département de biologie et plus spécialement de biochimie appliquée.

**ZINEB BENYAHIA**

## **Dédicace :**

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mon Père **MADANI** « Allah yarhmo » que Dieu ait pitié de lui et fasse de sa maison unparadis, ô Seigneur.*

*A ceux qui m'ont donné la vie, l'amour et le courage à ma chère mère **REUGIA** et grand-mère **Khadra**, toutes leurs joies, leur amour et leur gratitude, que Dieu les protège et leur donne longue vie.*

*A mes chères frères et sœurs, chacun par son nom :*

***Abdel Malek, Mohamed, Taher, djoheina.***

*A toute ma **famille**, grande et petite*

*Qui m'ont supporté durant ces dernières années.*

*Chez qui j'ai trouvé, l'entente dont j'avais besoin*

*A tous que j'aime et qui m'aiment*

*Et a tous mes amis de promotion de **MASTER II** du département de biologie et plus spécialement de biochimie appliquée.*

**CHAIMA ATTIA**

## Remerciement :

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu Tout-Puissant et Miséricordieux, qui nous a donné la force d'accomplir ce travail, qui représente le fruit de toutes les années d'études.

*Tout d'abord, Je tiens à remercier très chaleureusement Mr. Chaibi Rachid et madame Ouire Fatima pour sa patience, ses conseils très compétences, et ses orientations très précieuses qui aident moi à comprendre les différents aspects de ce travail. Et surtout ses bonnes qualités humaines.*

*Je remercie également les membres de jury de cette soutenance, présidée par Mr LABOUKH Mouad HAMIDAmine et examinée par Mr HAMIDAmine, pour avoir accepté d'examiner ce travail*

J'exprime toute ma gratitude, ma reconnaissance, et mon respect à tous les enseignants du département de Biologie de l'université de LAGHOUAT qui ont contribué à ma formation tout au long de la période des années d'étude universitaire.

Je n'oublierai jamais à remercier tous mes enseignants du primaire au lycée qui affectent moi positivement.

En fin, Je tiens à remercier tous les personnes, qui m'ont aidé, de près ou de loin, à concrétiser ce travail.

**BENYAHIA ZINEB**

**ATIA CHAIMA**

*Table des matières :*

Introduction .....	1
<b>Chapitre 1: Partie expérimentale</b>	
1.Présentation de la zone d'étude .....	3
1.1.Les critères de choix .....	3
1.2. Situation géographique de la région d'étude .....	3
2.Protocoles expérimentaux .....	4
2.1.Matériel utilisé .....	6
2.1.1. Matériel biologique végétal (Hammada elegans Boatsch).....	6
2.1.1.1. Choix du matériel végétal .....	6
2.1.1.2.Systématique .....	6
2.1.1.3. Description botanique .....	6
2.1.1.4.Répartition géographique .....	7
2.1.2.Matériel biologique animal .....	8
2.1.2.1. Choix du matériel animal (Tribolium castaneum) .....	8
2.1.2.2. Systématique .....	8
2.1.2.3. Description .....	8
2.1.2.4. Origine et répartition géographique .....	10
2.2.Méthodologie .....	10
2.2.1. Récolte et élevage de <i>Tribolium castaneum</i> .....	10
2.2.2. Récolte et préparation de la plante .....	11
2.2.3. Préparation des extraits .....	11
2.2.3.1. Macération.....	11
2.2.3.2. Filtration et évaporation .....	13
2.2.3. Rendement d'extraction .....	14
2.5. Criblage photochimique .....	14
2.5.1. Les tanins .....	15
2.5.2. Les flavonoïdes .....	15
2.5.3. Les anthocyanes .....	15
2.5.4. Saponines .....	15
2.5.5. Les dérivés anthracéniques libres .....	15

---

2.5.6. Les dérivés anthracéniques combinés .....	16
2.5.7. Les composés réducteurs .....	16
2.6. Evaluation de l'activité insecticide in vitro .....	16
2.6.1. Préparation des doses des extraits et de l'insecticide .....	17
2.6.2. Bio essais de la toxicité par répulsion .....	18
2.6.3. Bio essais de la toxicité par contact .....	18
2.6.4. Bio essais de la toxicité par inhalation .....	20
2.7. Méthodes d'analyse des résultats .....	20
2.7.1. Pourcentage de la répulsion .....	20
2.7.2. Doses médianes de répulsif (RD50) .....	21
2.7.3. Evaluation du taux de mortalité .....	21
2.7.4. Correction de la mortalité .....	22
2.7.5. Détermination de la DL50 .....	22
2.7.6. Détermination de la TL50 .....	22
<b>Chapitre 2: Résultats et discussion</b>	
3. Rendement d'extraction et caractéristiques des extraits .....	23
4. Analyse photochimique des extraits .....	25
5. Evaluation de la toxicité des extraits et du produit chimique sur les adultes de <i>T. castaneum</i> .....	27
5.1. Evaluation de l'effet répulsif des différents extraits et de l'insecticide .....	27
5.2. Evaluation de l'activité insecticide par contact des différents extraits et de l'insecticide .....	35
5.2.1. Cinétique de mortalité .....	35
5.2. Evaluation de l'activité insecticide par inhalation des différents extraits et de l'insecticide .....	40
Conclusion.....	49
Références .....	50
Résumé .....	57
Annexe .....	59

Liste de figure :

<b>Figure 1 :</b> La situation géographique du site d'étude. ....	4
<b>Figure 2 :</b> Organigramme expliquant les différentes étapes dans ce travail .....	5
<b>Figure 3 :</b> Partie aérienne de <i>Hammada elegans</i> boatsch (Sidi Makhloof-Laghouat) .....	
<b>Figure 4 :</b> Carte de la répartition africaine de <i>Hammada elegans</i> (La base de données des plantes d'Afrique) .....	7
<b>Figure 5 :</b> Cycle de vie de <i>Tribolium castaneum</i> .....	9
<b>Figure 6 :</b> Élevage de <i>Tribolium castaneum</i> .....	10
<b>Figure 7 :</b> Préparation de la partie aérienne de la plante .....	11
<b>Figure 8 :</b> Démarche méthodologique pour macérer la plante <i>Hammada elegans</i> Boatsch ..	12
<b>Figure 9 :</b> Différentes étapes de préparation des extraits .....	13
<b>Figure 10 :</b> Calcule de la masse d'extrait sec .....	14
<b>Figure 11 :</b> La réalisation du bio-essai par répulsion .....	19
<b>Figure 12 :</b> La réalisation du bio-essai par contact .....	20
<b>Figure 13 :</b> La réalisation du bio-essai par inhalation .....	20
<b>Figure 14:</b> Rendement d'extraction de différents extraits organiques de la plante étudiée ...	24
<b>Figure 15 :</b> Cinétique de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par de l'extrait hexanique de la plante étudiée. ....	28
<b>Figure 16 :</b> Cinétique de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par de l'extrait dichlorométhanique de la plante étudiée .....	29
<b>Figure 17 :</b> Cinétique de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par de l'extrait acétonique de la plante étudiée.....	30
<b>Figure 18:</b> Cinétique de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par de l'extrait méthanolique de la plante étudiée .....	31
<b>Figure 19:</b> Cinétique de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par l'insecticide chimique .....	32
<b>Figure 20 :</b> Comparaison des taux de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par les différents extraits et l'insecticide chimique après 24 heures de traitement .....	33

<b>Figure 21</b> : Toxicité par contact de l'extrait hexanique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	37
<b>Figure 22</b> : Toxicité par contact de l'extrait dichlorométhanique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	37
<b>Figure 23</b> : Toxicité par contact de l'extrait acétonique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	38
<b>Figure 24</b> : Toxicité par contact de l'extrait méthanolique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	38
<b>Figure 25</b> : Toxicité par contact de l'insecticide chimique sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	39
<b>Figure 26</b> : Toxicité par inhalation de l'extrait hexanique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	43
<b>Figure 27</b> : Toxicité par inhalation de l'extrait dichlorométhanique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	44
<b>Figure 28</b> : Toxicité par inhalation de l'extrait acétonique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	45
<b>Figure 29</b> : Toxicité par inhalation de l'extrait méthanolique de la plante étudiée sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	46
<b>Figure 30</b> : Toxicité par inhalation de l'insecticide chimique sur le <i>Tribolium castaneum</i> ...	47

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau 1 :</b> Systématique de <i>Hammada elegans boatsch</i> .....	7
<b>Tableau 2 :</b> Systématique de <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst).....	9
<b>Tableau 3 :</b> Différentes doses des extraits et d'insecticide préparées .....	18
<b>Tableau 4 :</b> Différentes classe de répulsion .....	22
<b>Tableau 5 :</b> Couleur et rendement d'extraction de 4 extraits .....	25
<b>Tableau 6 :</b> Résultats du screening photochimique.....	27
<b>Tableau 7 :</b> Classification et pourcentage de la répulsion des différents extraits et l'insecticide sur le <i>Tribolium castaneum</i> .....	29
<b>Tableau 8 :</b> Classification de la répulsion des différents extraits et l'insecticide chimique....	36
<b>Tableau 9 :</b> Mortalité corrigée de <i>Tribolium castaneum</i> traités avec les extraits et l'insecticide par effet contact.....	37
<b>Tableau 10 :</b> Mortalité corrigée de <i>Tribolium castaneum</i> traités avec les extraits et l'insecticide par effet inhalation.....	41
<b>Tableau 11:</b> Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées dans le monde .....	65
<b>Tableau 12:</b> Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie.....	65
<b>Tableau 13:</b> Quelques travaux récents sur l'activité biologique des extraits de différentes plantes sur les insectes ravageurs des denrées stockées .....	66

### Liste des abréviations

**A** : Extrait acétonique.

**A** : la ponte.

**D** : Extrait dichlorométhanique

**DL50** : Dose létale pour 50% de mortalité des individus

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**H** : Extrait hexanique.

**M1** : pourcentage de mortalité dans le lot témoin

**M2** : pourcentage de mortalité dans le lot traité

**MC%** : pourcentage de mortalité corrigée

**M1** : pourcentage de mortalité dans le lot témoin

**M2** : pourcentage de mortalité dans le lot traité

**M** : Extrait méthanolique

**PR** : Pourcentage de la répulsion %

**R(%)** : Rendement d'extraction

**(RD50)** : Doses médianes de répulsif

**TL50** : Temps létale pour 50% de mortalité des individus

**X** : logarithme décimal de la concentration

**Y** : Probit de mortalité corrigée

+++ : Fortement présent

++ : Moyennement présent

+ : Faiblement présent

(-) : Test négatif.

# Introduction

## INTRODUCTION

L'agriculture est un facteur important de l'économie algérienne et les céréales sont les principales productions végétales dans cette agriculture, qui constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'Homme et des animaux domestiques. En Algérie, la production céréalière a enregistré un record au cours de la campagne agricole 2017/2018, récoltant 6,1 millions de tonnes de céréales contre 3,5 millions de tonnes récoltés durant la campagne précédente, soit une augmentation de 74%. (**Algerie economie web**).

Le blé constitue la principale culture céréalière dans le monde. Sa consommation évolue progressivement d'une année à une autre pour atteindre en 2006 près de 690 millions de tonnes dans le monde et 30 millions de tonnes en Afrique du Nord (**Kellou, 2008**).

En Algérie principalement le blé, occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La consommation a atteint 201 Kg/tête d'habitant durant l'année 2003 (**Djaouti, 2010**). Pour assurer un approvisionnement régulier en blé aux consommateurs, le stockage est devenu une nécessité et le seul moyen de régulation du marché durant toutes les saisons. Mais, malheureusement au cours du stockage, ce produit céréalier est le plus souvent soumis à des attaques par des rongeurs, des champignons, des acariens et des insectes. Des pertes pouvant dépassées 35% sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales. Chez les insectes, les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de Coléoptères et de Lépidoptères (**Delobel, 1993 ; Fleurat –Lessard, 1994, Tripathi,2001 ; Christine, 2001**)). Tableau 10 annexe.

En Algérie Un nombre important d'insectes des stocks ont été recensées sur les grains de céréales stockées dans différentes régions d'Algérie. **Mebarkia et al, 2001; Tazerouti et al, 2001** rapportent que parmi les espèces les plus rencontrées sur les céréales stockées viennent en premier lieu *Tribolium castaneum* avec 30 % suivi de *Sitophilus granarius* avec 20 % et ensuite *Trogoderma granarium* avec 10 %. Tableau 2 annexe.

La présence de ces ravageurs au niveau des unités de stockage peut causer une détérioration du grain et par conséquent des pertes sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif (**Gwinner et al, 1996**).

A l'heure actuelle, la lutte chimique et l'utilisation des pesticides est la plus utilisée à grande échelle que ce soit sur les sols de culture ou dans les bâtiments de stockage. Mais plusieurs recherches de toxicologie, révèlent la répercussion de ces produits dangereux sur la santé humaine et sur l'environnement (**Taibi et al., 2003 ; Delimi et al., 2015**). Ces dangers ont conduit l'OMS à interdire l'usage de certains insecticides chimiques. De plus, ces pesticides

chimiques dans les stocks a conduit à l'apparition de sérieux problèmes comme la résistance des ravageurs, leur effet létal sur les organismes non ciblés et leur résidus toxicité sur le consommateur (**Guarrera, 1999; Yildirim et al, 2001 ; Isman, 2006 ; Mohan et al, 2010**). Face à ces divers problèmes relatifs à l'utilisation des pesticides chimiques, l'utilisation des bio-pesticides est susceptible d'offrir une solution alternative.

Plusieurs études récentes ont déterminé les efficacités et les propriétés insecticides de nombreuses espèces de plantes aromatiques utilisées sous différentes formes (huiles essentielles, extrait de plantes, partie de plante sèche) et de leurs composés bioactifs sur divers insectes ravageurs (Tableau 3 annexe.) (**Rahman et al,2016 ; Bouzeraa et al., 2018, ;2019 ; Djidel et al,2018 ; Kanana et al,2018 ; Kellouche et al,2019 ; Kumar et al., 2019; Maqsood et al., 2020**).

L'Algérie a des potentialités importantes dans les plantes aromatiques et médicinales en raison de la flore spontanée, qui est particulièrement riche en plantes utiles. Plusieurs études récentes ont utilisé des plantes indigènes à destination pharmaceutique ou agricole (comme insecticide) (**sahi et al, 2016 ; Begaa et al, 2019 ; Benchabane et al,2019 ; choukry et al,2020 ; Ben Salah et al, 2020**). La valorisation des plantes aromatiques à effet insecticide prend de plus en plus de l'ampleur au niveau des programmes de recherches dans le monde entier et particulièrement en Algérie. C'est dans cette optique que se situe notre travail de mémoire qui s'attèle à l'étude photochimique de la plante *Hammada elegans* poussant à l'état spontané dans la région de Laghouat et à évaluer l'activité insecticide de leurs extraits vis-à-vis *Tribolium Castaneum* (un ravageur des denrées stockées). Le programme de recherche s'articule autour de deux axes principaux. Le premier axe porte sur l'étude photochimique des différents extraits issus de la partie aérienne de la plante Tandis que, le second axe sera focalisé sur l'examen de l'activité insecticide de ces extraits par trois méthodes : contacte, répulsif et inhalation.

Le but de ce travail est l'évolution en laboratoire de l'activité insecticide des extraits de plante *Hammada elegans boatch* sur l'insecte *Tribolium castaneum* pour assurer la meilleure production possible en diminuant les dégâts causés par ce dévastateur et de réduire l'utilisation des produits chimiques.

Dans le premier chapitre, les matériels et les méthodes utiliser dans ce travail. Dans le deuxième chapitre, les résultats ont été commentés soigneusement, la discussion a fait l'objet de comparaison avec les résultats obtenus d'insecticide industrielle. Nous avons clôturé notre travail par une conclusion générale avec quelques perspectives.

# Partie expérimentale

I. Partie expérimentale :

➤ **L'objectif de l'étape de travail :**

- Dans le but de valoriser et exploiter les substances naturelles, cette partie du mémoire trait trois principaux axes:

1. Le premier s'intéresse par l'extraction des molécules bioactives de la plantes étudiée (*Hammada elegans boatsch*).
2. Le deuxième par le screening phyto-chimiques des différents extraits.
3. Le troisième et le dernier point, s'intéresse par l'évaluation de l'activité insecticide de la plante étudiée vis-à-vis le *Tribolium castaneum* (ravageur des denrées stockés), et de comparer-la avec l'efficacité d'un insecticide de synthèse.

**1. Présentation de la zone d'étude :**

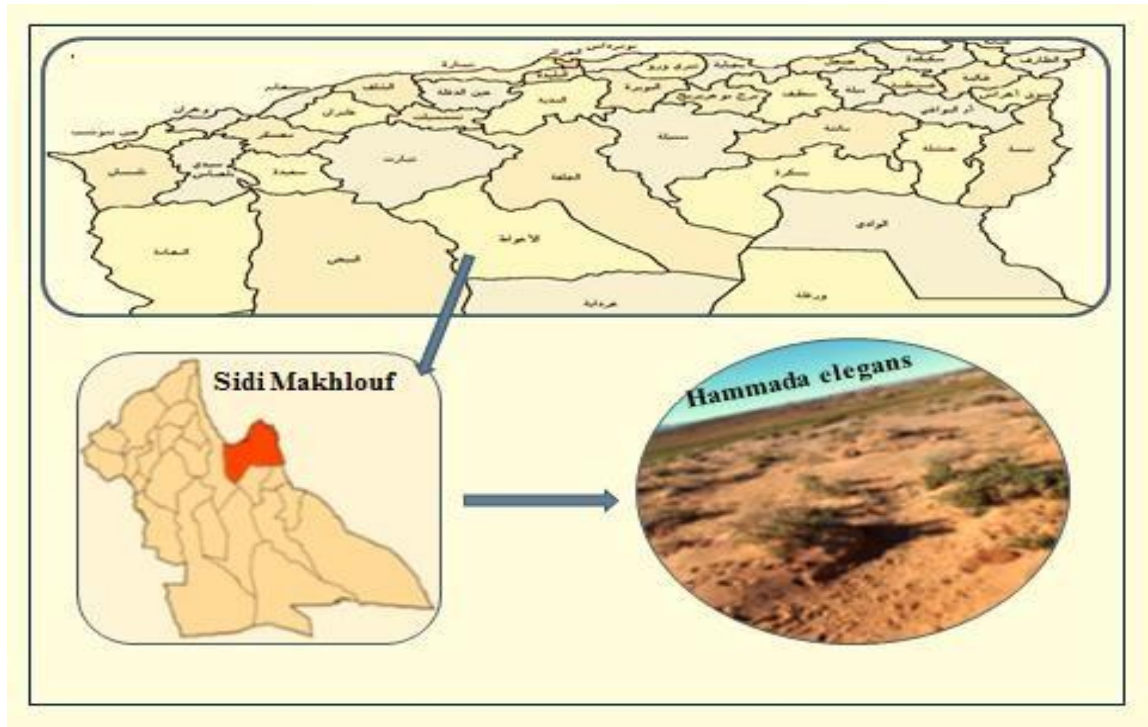
**1.1. Les critères de choix :**

Notre choix est répondu aux critères suivants :

1. La richesse de la région en plantes médicinales.
2. La proximité de la région et l'accès facile.

**1.2. Situation géographique de la région d'étude :**

La plante a été récoltée dans la région de Sidi Makhloof. Elle est l'une des communes de la wilaya de Laghouat, à environ 40 km du Nord-est du centre-ville de la wilaya de Laghouat et à 62 km de la wilaya de Djelfa au nord. Elle est située dans la partie nord de la wilaya. Elle est bordée au sud par Laghouat, au nord-est et à l'ouest par la wilaya de Djelfa (commune de Taadmit et la commune d'Ain al-Shuhada), et au sud-est par al-Assafiya et aux confins sud-ouest de la commune de Tajmout. Il a une superficie de 1420 km<sup>2</sup>. (**Fig 1**)



**Figure 1 :** La situation géographique du site d'étude.

## **2. Protocoles expérimentaux :**

### **2.1. Matériel utilisé :**

Les détails concernant tous les appareils, les verreries et les solutions utilisées sont notés dans l'annexe.

La figure suivante résume les différentes étapes de démarche méthodologique suivie pendant la réalisation de ce travail :

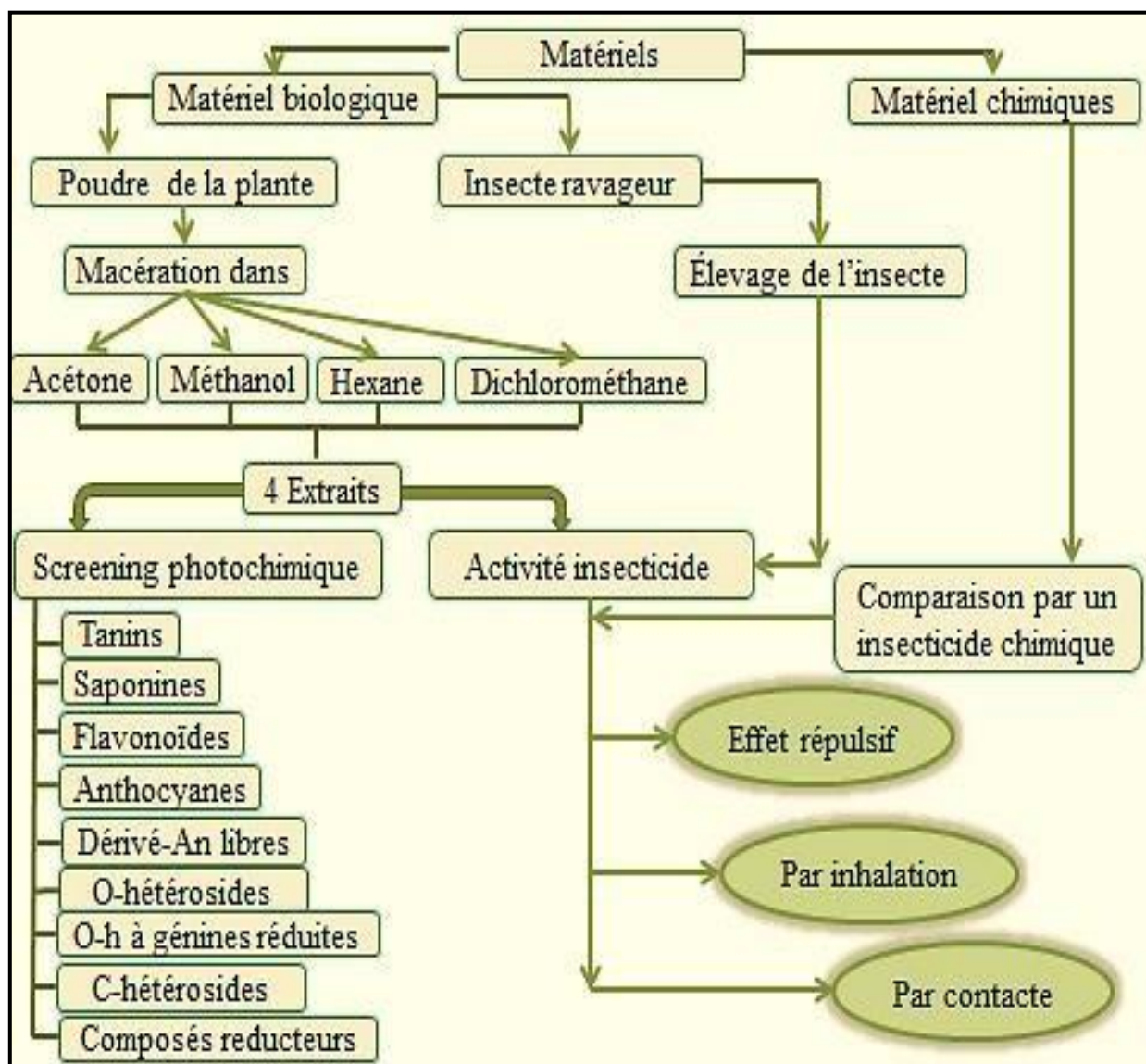


Figure 2 : Organigramme expliquant les différentes étapes dans ce travail.

### 2.1.1. Matériel biologique végétal (*Hammada elegans Boatsch*):

#### 2.1.1.1. Choix du matériel végétal :

En ce qui concerne les critères de choix du matériel biologique végétal (*Hammada elegans boatsch*), nous rappelons que le choix repose sur la disponibilité de la plante, son utilisation phytothérapeutique et culinaire comme plantes aromatiques par les familles algériennes en plus: l'étude de cette plante est encore rare et fragmentaire et elle n'a jamais été étudiée auparavant du point de vue insecticide.

## 2.1.1.2. Systématique :

Tableau 1 : Systématique de *Hammada elegans boatsch* (Guy, 1979).

Régne	Plantes
Sous-règne	Plantes vasculaire
Dévision	Tracheophytes
Sous -dévision	Angiospermes
Classe	Dicotyledones
Sous-Classe	Caryophyllales
Ordre	Caryophyllales
Famille	Chenopodiacees
Genre	Hammada
Espèce	<i>Hammada elegans</i>
Sous-espèce	<i>Hammada elegans boatsch</i>
Nom vernaculaire	El Ajram (العجرم)

## 2.1.1.3. Description botanique :

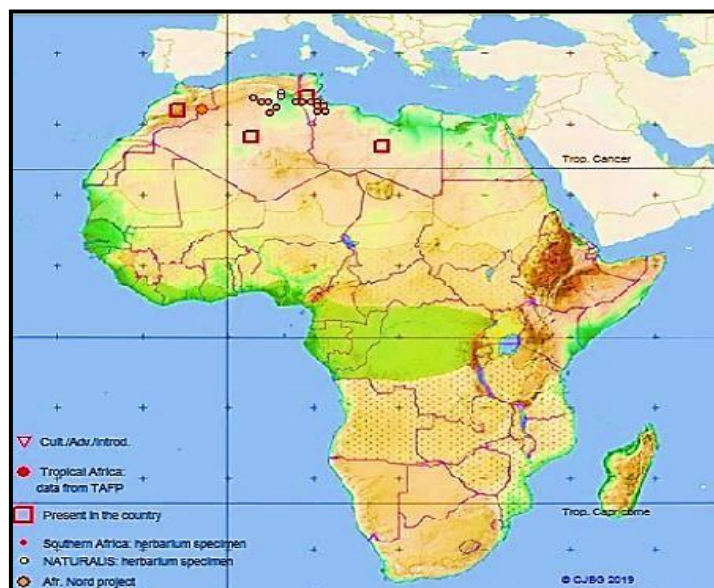
*Hammada elegans* (Fig 3) est un arbrisseau de hauteur de 20 à 40 cm, à rameaux dressés, vert dans la jeunesse, devenant blanchâtre avec l'âge, articulé, cylindrique, à article minces et fragiles de 10-12 Ø 2mm. Feuilles opposées soudées en cupule très courte à marges ciliolées, réduites à 2 pointes cuspidée, à aisselle brièvement ciliées-laineuses. Feuilles solitaires ♀♂ à aisselle de fleurs supérieures pourvues de 2 bractéoles courtes de 1-1,2 mm ≤ fleur, scarieuses, noyées dans le tomerntum. Périanthe globuleux à 5 sépales membraneux de 1,5-2 mm, étamines 5+5 staminodes obtus laineux sur le dos de 0,5 mm ; ovaire pailleux, style à 2 stigmates (Baba Aissa, 2000).



**Figure 3** : Partie aérienne de *Hammada elegans* boatsch (Sidi Makhloof-Laghouat).

#### 2.1.1.4. Répartition géographique :

Le genre de *Hammada* est largement distribué dans le bassin méditerranéen, en Europe et en Afrique du nord (Libye, Tunisie, Algérie et Maroc). En Algérie, il est localisé dans la région est et sud est et au grand Sahara (**Baba Aissa, 2000**).



**Figure 4** : Carte de la répartition africaine de *Hammada elegans* (La base de données des plantes d'Afrique) <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>.

### 2.1.2. Matériel biologique animal :

#### 2.1.2.1. Choix du matériel animal (*Tribolium castaneum*) :

La capacité de *Tribolium* rouge de la farine à trouver sa nourriture et à coloniser le milieu infesté et son aptitude à persister dans de petites quantités d'aliment, lui attribuent son statut de ravageur (**Campbell et Hagstrum, 2002**), il est un des insectes des stocks le plus ubiquiste et le plus polyphage. Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvrent la porte (**Camara, 2009**). Il peut facilement infester les denrées amylacées notamment le blé et les farines de céréales (**Bonneton, 2010 ; Farrell, 2010**). Selon un rapport de la FAO (**1976 IN DELOBEL ET TRAN, 1993**), il s'agit de l'un des deux insectes les plus nuisibles aux produits céréalier usinés. Le choix se justifie par l'importance des dégâts de ce ravageur sur les denrées stockées d'importance économique. Ainsi, son élevage est facilement réalisé au laboratoire.

#### 2.1.2.2. Systématique :

**Tableau 2** : Systématique de *Tribolium castaneum* (Herbst) (**PERRIER (1961 ,1964) et WEIDNER et RACK (1984)**).

Règne	Animalia
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous Embranchement</b>	Antennates
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Sous Classe</b>	Ptérygotes
<b>Ordre</b>	Coléoptère
<b>Sous ordre</b>	Polyphaga
<b>Famille</b>	<i>Tenebrionidae</i>
<b>Genre</b>	<i>Tribolium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)

#### 2.1.2.3. Description :

C'est une espèce très prolifique, au cours de leur vie les femelles peuvent pondre plus de 1.000 œufs (2 à 10 œufs/ jour) directement dans le substrat alimentaire (**Rees, 2004**). Entre 3 à 12 jours post-oviposition, les œufs vont éclore en petites larves actives, mais qui restent

généralement cachées à l'intérieur de l'aliment, loin de la lumière (Abdelsamad et al, 1988 ; Mason, 2003). Elles se nourrissent dans le milieu, subissant 5 à 11 mues (fonction des conditions individuelles, environnementales et la disponibilité de source d'alimentation) avant de se métamorphoser en une nymphe nue. La durée du stade larvaire varie de 22 à plus de 100 jours selon la température ambiante, quant au stade nymphal il dure huit jours, après cela les imagos vont émerger. Les premiers accouplements auront lieu après deux jours de l'émergence des imagos et dureront 3 à 15 minutes (Scotti, 1978). Leur longévité peut atteindre près de trois ans (Mason 2003). La durée du cycle complet varie généralement entre 7 semaines à 3 mois. La température favorisant le développement de ces insectes est de 20 à 37°C avec 60 à 80% d'humidité relative. Dans ces conditions, la durée d'une génération peut être de 27 à 35 jours (Shazali et Smith, 1986). *Tribolium castaneum* ne se développe pas au-dessous de 18°C (Bennett, 2003; Khelloul et al, 2020). Egalement, à une d'humidité relative de 10% le développement de cette espèce peut se faire à 25-28°C et il est impossible à 35°-38° (Delobel et Tran, 1993) (Fig 4).

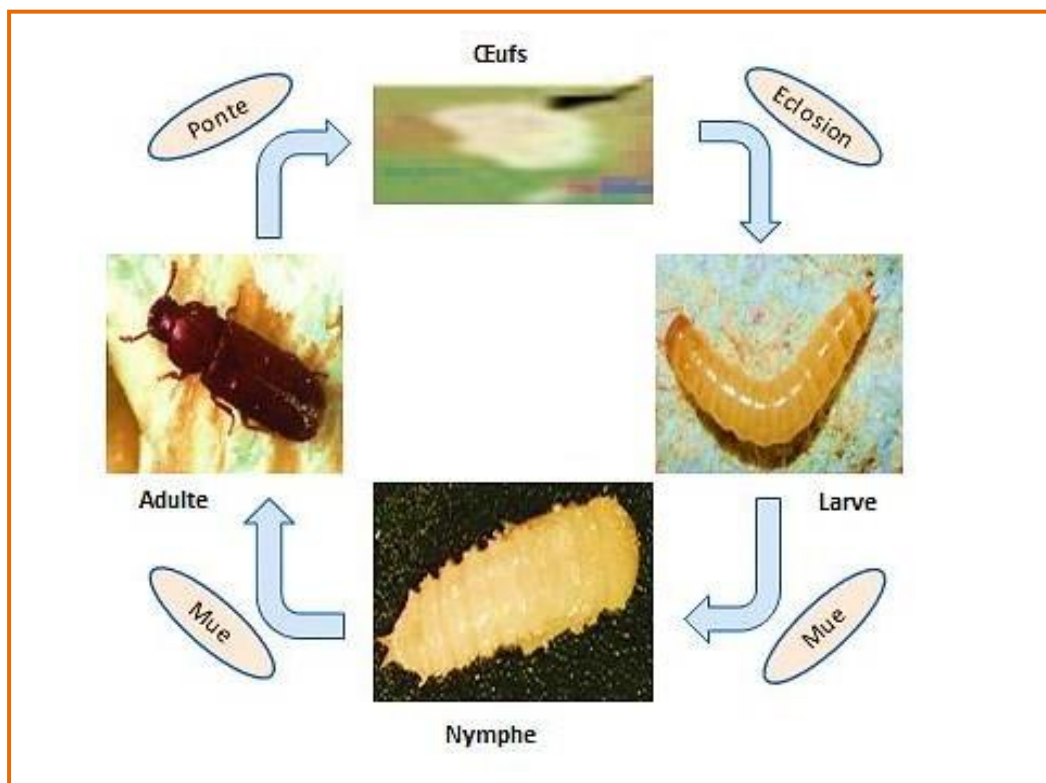


Figure 5 : Cycle de vie de *Tribolium castaneum*.

#### 2.1.2.4. Origine et répartition géographique :

L'origine de cette espèce est à chercher vraisemblablement en Afrique ; elle semble avoir été nuisible en Egypte antique dès la 6ème dynastie. C'est un ravageur doté d'une grande faculté d'adaptation, présente actuellement une distribution cosmopolite. Il est plus fréquent sous les climats chauds notamment les tropiques (Delobel et Tran, 1993).

L'habitat originel connu du *Tribolium castaneum*, est sous les écorces des arbres ou les branches en décomposition, ayant pu par la suite infester les structures anthropogéniques utilisées dans les processus d'entreposage des denrées alimentaires (Good, 1936).

### 2.2. Méthodologie :

#### 2.2.1. Récolte et élevage de *Tribolium castaneum* :

Les échantillons de blé dur infesté par *Tribolium castaneum* contaminés d'insectes prélevés au niveau des coopératives de stockage des céréales et des légumes secs de Laghouat durant la période d'avril à mai 2022, sont placés dans des bocaux en verre contenant un milieu d'élevage composé à 95% de farine commerciale et à 5% de levure de bière, ensuite recouverts par un tissu à mailles fines pour l'aération et maintenue par un élastique. L'élevage a été maintenu dans un étuve à une température de  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$  et une humidité voisine de 50%, pendant 2 semaines. L'élevage a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de biologie et agronomie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie -université Amar Telidji-Laghouat (Fig 5).

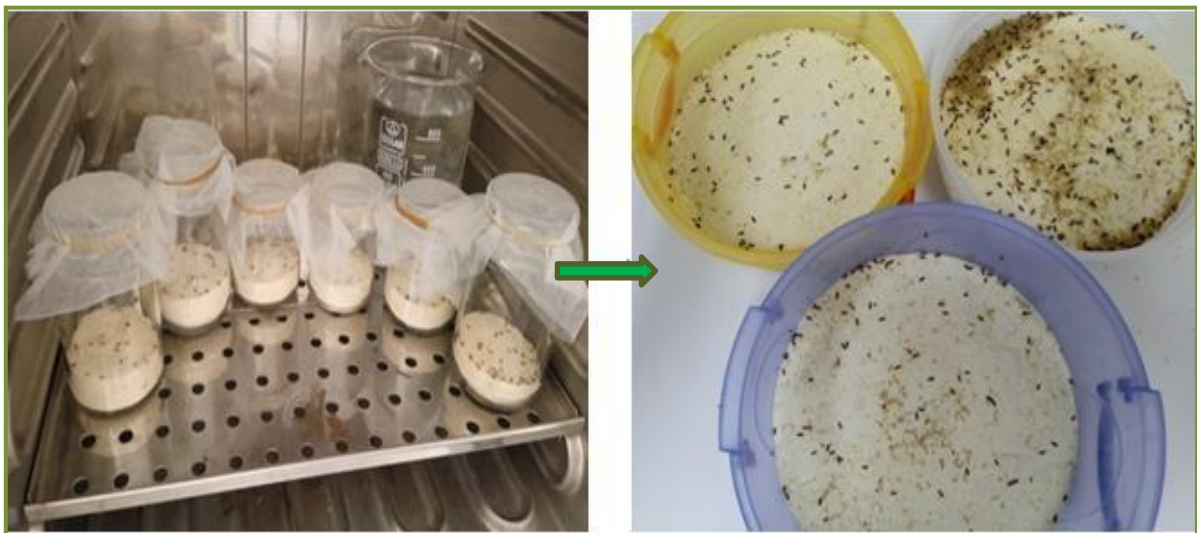


Figure 6 : Élevage de *Tribolium castaneum*.

### 2.2.2. Récolte et préparation de la plante :

La plante a été récoltée au mois d'avril-mai 2022. Elle est lavée puis séchée à l'abri de la lumière pendant 1 mois à température ambiante pour conserver la matière active. Après le séchage, le matériel végétal est finement broyé et conservé dans des sacs en papier jusqu'à leur extraction (Asseli et al, 2021) (Fig 6).

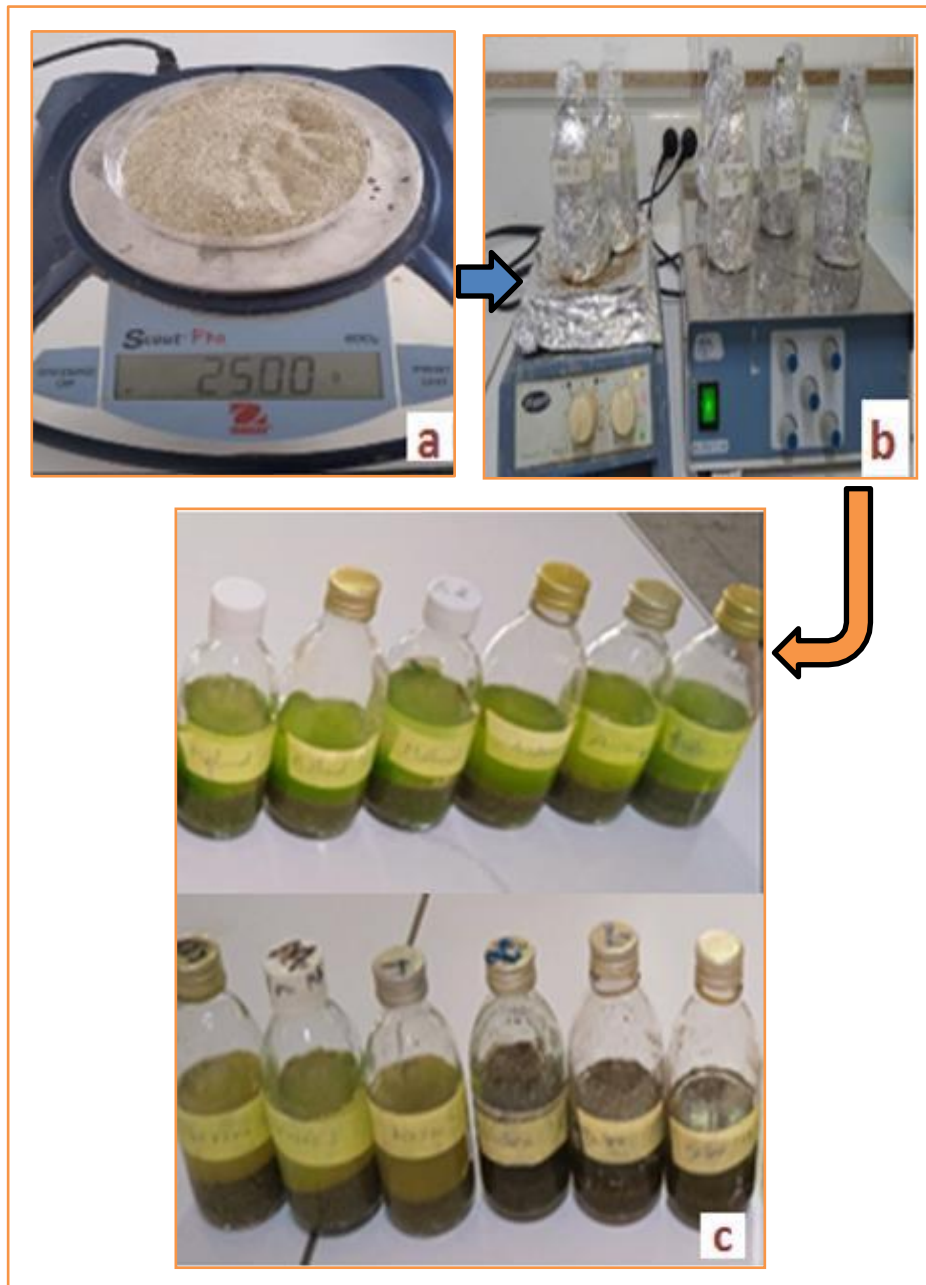


Figure 7 : Préparation de la partie aérienne de la plante.

### 2.3. Préparation des extraits :

#### a. Macération :

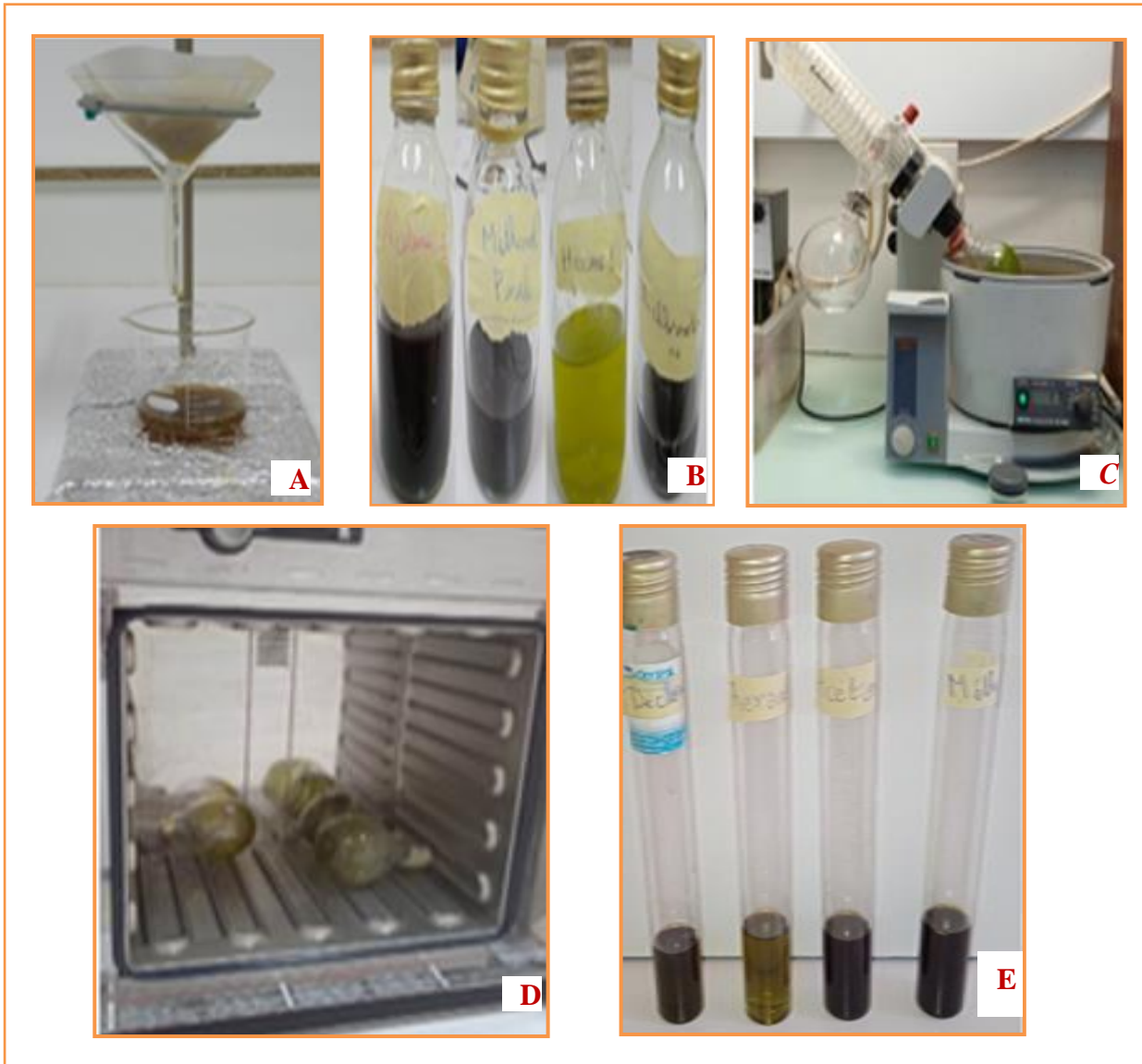
Les extraits végétaux utilisés pour les tests de toxicité ont été préparés par l'utilisation de la technique de la macération au froid. Après avoir broyé finement la partie aérienne de la plante, une masse d'environ **25g** (Fig 7 a) a été macéré dans **125ml** de 4 solvants (Fig 7 b) de polarité croissante : hexane (100%), Dichlorométhane (100%), acétone (100%) et méthanol (100%), pour une durée de 24 heures et à température ambiante sous agitation (Fig 7 c) (Rouari, 2022).



**Figure 8** : Démarche méthodologique pour macérer la plante *Hammada elegans* Boatsch.

**b. Evaporation :**

Ensuite, chaque mélange est filtré (**Fig 8 a**) dont nous avons obtenu alors 4 extraits différents (**Fig 8 b**). Ces derniers ont été évaporés à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif (**Fig 8 c**) jusqu'à obtention d'extrait sec (**Fig 8 d**) qui a été conservé à 4°C et à l'abri de la lumière pour être utilisés pour les différentes analyses (**Fig 8 e**). (**Rouari, 2022**).



**Figure 9:** Différentes étapes de préparation des extraits.

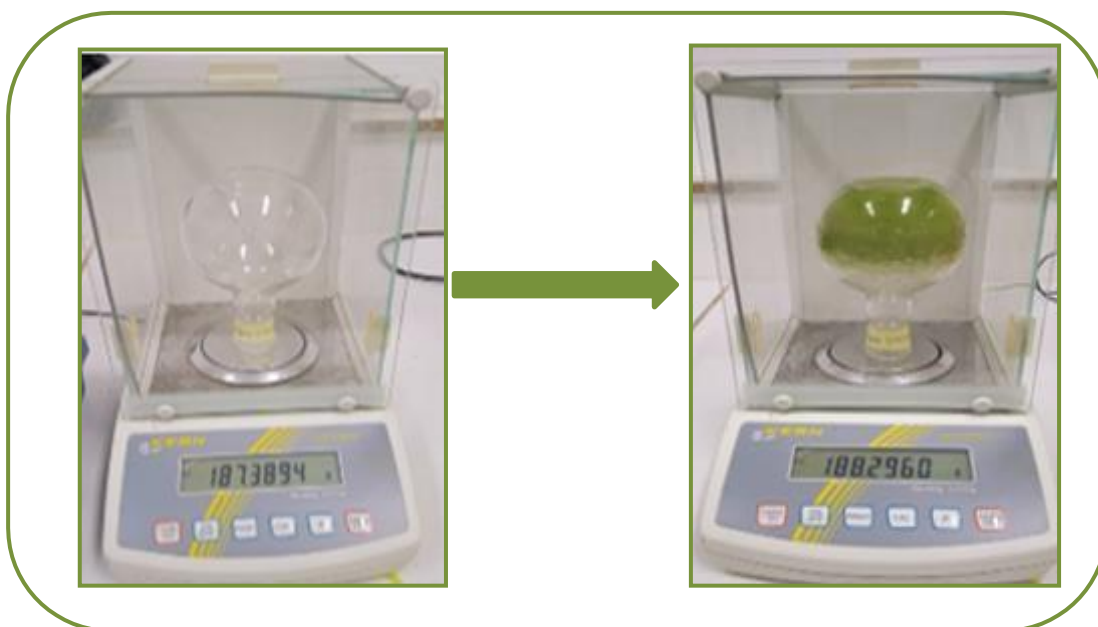
#### 2.4. Rendement d'extraction :

Le rendement des extraits des plantes est exprimé par rapport au pourcentage du principe actif dissout dans le solvant organique utilisé pour l'extraction par rapport au poids du végétal, sont estimés en fonction de la masse du végétal utilisée pour l'extraction.

Le rendement d'extraction (%) est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$R (\%) = \left( \frac{\text{Masse d'extrait sec}}{\text{Masse de matière végétale utilisée}} \right) \times 100$$

**Masse d'extrait sec = la masse du ballon avec l'extrait- la masse du ballon vide (Fig 09).**



**Figure 10 :** Calcule de la masse d'extrait sec.

#### 2.5. Criblage photochimique :

Le criblage photochimique se représente par une analyse photochimique qualitative des extraits végétaux organique. Les résultats des tests photochimiques sont montrés par les réactions de coloration ou de précipitation pour déterminer la présence de groupes de familles chimiques qui appartenant aux métabolismes secondaires des plantes (**Bendif, 2017 ; Lerato et al, 2017 ; El-Haoud et al, 2018**). Les résultats des tests sont représentés sous forme de suites :

- +++ : **Fortement présent ;**
- ++ : **Moyennement présent;**
- + : **Faiblement présent ;**
- (-) : **Test négatif.**

#### **2.5.1. Les tanins :**

2 ml d'une solution diluée des extraits de concentration 1 g/L a été placée dans un tube à essai. Ensuite, on ajoute quelques gouttes du chlorure ferrique (1%) à l'extrait diluée. En présence de tanins galliques on observe une coloration bleue noire alors qu'en présence de tanins catéchiques cette coloration est brune verdâtre (**Rizak, 1982**) ou l'apparition d'une couleur vert foncé indique la présence de tanins catéchétiques et l'apparition d'une couleur bleu-vert indique la présence de tanins galliques (**EL-Haoud et al, 2018**).

#### **2.5.2. Les flavonoïdes :**

La réaction de détection des flavonoïdes consiste à traiter 1 ml de l'extrait diluée (1g/L) avec 1 ml d' $\text{AlCl}_3$  (2%). Après 15 min d'incubation à la température ambiante les flavonoïdes sont mis en évidence si une couleur jaune s'apparait (**Paris, 1969 ; Debray, 1971**). Ou par le traitement de 3 ml de chaque extrait avec un volume de 1 ml d'une solution de NaOH à 10 %. Elle est déterminée par la formation d'une couleur jaune intense (**Lerato et al, 2017**).

#### **2.5.3. Les anthocyanes :**

2mL de solution d'HCl (2N) a été ajouté à 1mL d'extraits diluée de concentration 1g/L. Ensuite, on ajoute quelques gouttes d'ammoniac concentré. En présence des anthocyanes on observe une coloration rose ou rouge qui vire au bleu-violacé (**Debray, 1971 ; Lerato et al, 2017**).

#### **2.5.4. Saponines :**

Pour mettre en évidence les saponines, nous avons introduit 2mL de la solution diluée (1g/l) de chacun d'extraits dans des tubes à essais. Chaque tube est agité pendant 15 secondes puis, laissé au repos pendant 15 min. Une hauteur de mousse persistante supérieure à 1cm indique la présence des saponines (**Trease et Evans, 1987**).

#### **2.5.5. Les dérivés anthracéniques libres :**

1ml de chacun d'extraits dilués de concentration de 1 g/L est ajouté à 1ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  10 fois diluée. Après l'agitation pendant 15 secondes, la coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthracéniques libres (**Boizot et Charpentier, 2006**).

### 2.5.6. Les dérivés anthracéniques combinés :

#### a- O-hétérosides :

On ajoute 2mL de chloroforme à 2mL de chaque extrait dilué de concentration (1g/L). Ensuite, on soutire la phase organique et on l'introduire dans un tube à essai puis on ajoute 1mL de NH<sub>4</sub>OH 10 fois dilué. Après l'agitation, la présence d'antraquinones est relevée par la coloration rouge plus ou moins intense (**Boizot et Charpentier, 2006**).

#### b- O-hétérosides à génines réduites :

3 à 4 gouttes de FeCl<sub>3</sub> à 10% a été ajouté à 1mL de chaque extrait dilué de concentration 1g/L ; puis, on chauffe pendant 5 min au bain marie à 100 C°. Après refroidissement, on ajoute 2ml de chloroforme. Ensuite, on ajoute 1mL de NH<sub>4</sub>OH 10 fois dilué à la phase organique. En présence de produits d'oxydation des anthranols ou des anthrones, une coloration rouge intense apparaît (**Boizot et Charpentier, 2006**).

#### c- C-hétérosides :

On reprend la phase aqueuse qui a été conservé au cours de la caractérisation des O- hétérosides par 1mL d'eau distillée et on ajoute 1ml de FeCl<sub>3</sub> à 10%. Ensuite, on introduit les tubes à essai dans un bain marie bouillant pendant 30 min, puis on laisse à refroidir et on ajoute ensuite 1mL de chloroforme. Après, on ajoute 1mL de NH<sub>4</sub>OH 10 fois dilué. Une coloration rouge plus ou moins intense indique la présence de génines de C-hétérosides (**Boizot et Charpentier, 2006**).

### 2.5.7. Les composés réducteurs :

A 1 ml de la solution à analyser de concentration 1g/L, on ajoute 20 gouttes de réactifs de Fehling puis on chauffe dans un bain marie à 100 °C pendant 1h. L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence de composés réducteurs (**Trease et Evans, 1987**).

### 2.6. Evaluation de l'activité insecticide in vitro :

D'après **Regnault-Roger et Hamraoui (1997)**, il apparait que les plantes aromatiques recelant un véritable arsenal moléculaire de substances insecticides ou insectifuges capables d'induire une protection végétale. En effet, elles diminuent les populations d'insectes phytophages par une double action par une toxicité inhalatrice exercée sur les adultes ainsi qu'une inhibition de la reproduction.

A cote de l'activité des composés allelochimiques volatiles, un effet antinutritionnel à caractère larvicide est produit par les huiles essentielles. L'utilisation des molécules allelochimiques des plantes aromatiques dans des formulations aptes à contrôler les insectes et qui pourrait constituer une approche alternative complémentaire aux traitements insecticides classiques.

L'ensemble des bio-essais ont été conduit suivant trois types de mode d'actions: répulsif, contact et inhalation. L'expérimentation a été menée dans un dispositif complètement aléatoire avec 3 répétitions pour chaque dilution de chaque extrait et d'insecticide chimique ainsi que pour les témoins.

### 2.6.1. Préparation des doses des extraits et de l'insecticide :

A partir des quatre extraits obtenus de la plante étudiée et l'insecticide chimique, les dilutions sont préparées comme il est indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau 3 :** Différentes doses des extraits et d'insecticide préparées.

Méthode	Dose	Extrait	Insecticide de synthèse
<b>Répulsif</b>	<b>25%</b>	On introduit 0,062 ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,187 ml DMSO	On introduit 0,0625g produit dans un tube eppendorf contenant 0,25 ml ED
	<b>50%</b>	On introduit 0,125ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,125 ml DMSO	On introduit 0,125g produit dans un tube eppendorf contenant 0,25 ml ED
	<b>75%</b>	On introduit 0,187ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,062 ml DMSO	On introduit 0,187g produit dans un tube eppendorf contenant 0,25 ml ED
	<b>100%</b>	On introduit 0,250ml extrait	On introduit 0,25g produit dans un tube eppendorf contenant 0,25 ml ED
<b>Contact</b>	<b>25%</b>	On introduit 0,125ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,375 ml DMSO	On introduit 0,125g produit dans un tube eppendorf contenant 0,5 ml ED
	<b>50%</b>	On introduit 0,125ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,125 ml DMSO	On introduit 0,25g produit dans un tube eppendorf contenant 0,5 ml ED
	<b>75%</b>	On introduit 0,375ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,125 ml DMSO	On introduit 0,375g produit dans un tube eppendorf contenant 0,5 ml ED

	<b>100%</b>	On introduit 0,5ml extrait	On introduit 0,5g produit dans un tube eppendorf contenant 0,5 ml ED
<b>Inhalation</b>	<b>25%</b>	On introduit 0,025ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,075 ml DMSO	On introduit 0,025g produit dans un tube eppendorf contenant 0,1 ml ED
	<b>50%</b>	On introduit 0,05ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,05 ml DMSO	On introduit 0,05g produit dans un tube eppendorf contenant 0,1 ml ED
	<b>75%</b>	On introduit 0,075ml extrait dans un tube eppendorf contenant 0,025 ml DMSO	On introduit 0,075g produit dans un tube eppendorf contenant 0,1 ml ED
	<b>100%</b>	On introduit 0,10ml extrait	On introduit 0,1g produit dans un tube eppendorf contenant 0,1 ml ED

### 2.6.2. Bio essais de la toxicité par répulsion :

Effet répulsif des différents extraits de *Hammada elegans* sur les adultes de *Tribolium castaneum* Herbst a été évaluée selon la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrit par (McDonald's ,1970 cité dans Najem et al, 2020), dans les mêmes conditions que celles utilisées pour l'élevage en masse.

Disques en papier filtre (9 cm de diamètre) ont été divisés en deux parts égales. Les quatre pourcentages testés d'extrait ou de l'insecticide de synthèse ont été déposés séparément sur une moitié du disque aussi uniformément que possible à l'aide d'une micropipette. L'autre moitié du papier filtre a été traitée avec de l'acétone seule comme contrôle.

Les demi-disques traités et témoins ont été séchés à l'air pour évaporer le solvant complètement. Les moitiés traitées et non traitées ont été attachées à leurs opposés à l'aide de ruban adhésif et placés dans des boîtes de pétri.

Dix insectes adultes non sexués (sans séparation entre mâles et femelle) ont été libérés au centre du papier filtre et la boîte de Pétri a ensuite été recouverte d'un couvercle. Trois répétitions ont été utilisées pour chaque concentration. (Fig.10). Le comptage des insectes présents sur chaque partie du disque a été effectué après 1, 3, 5 et 25 h pour chaque concentration testée.

### 2.6.3. Bio essais de la toxicité par contact :

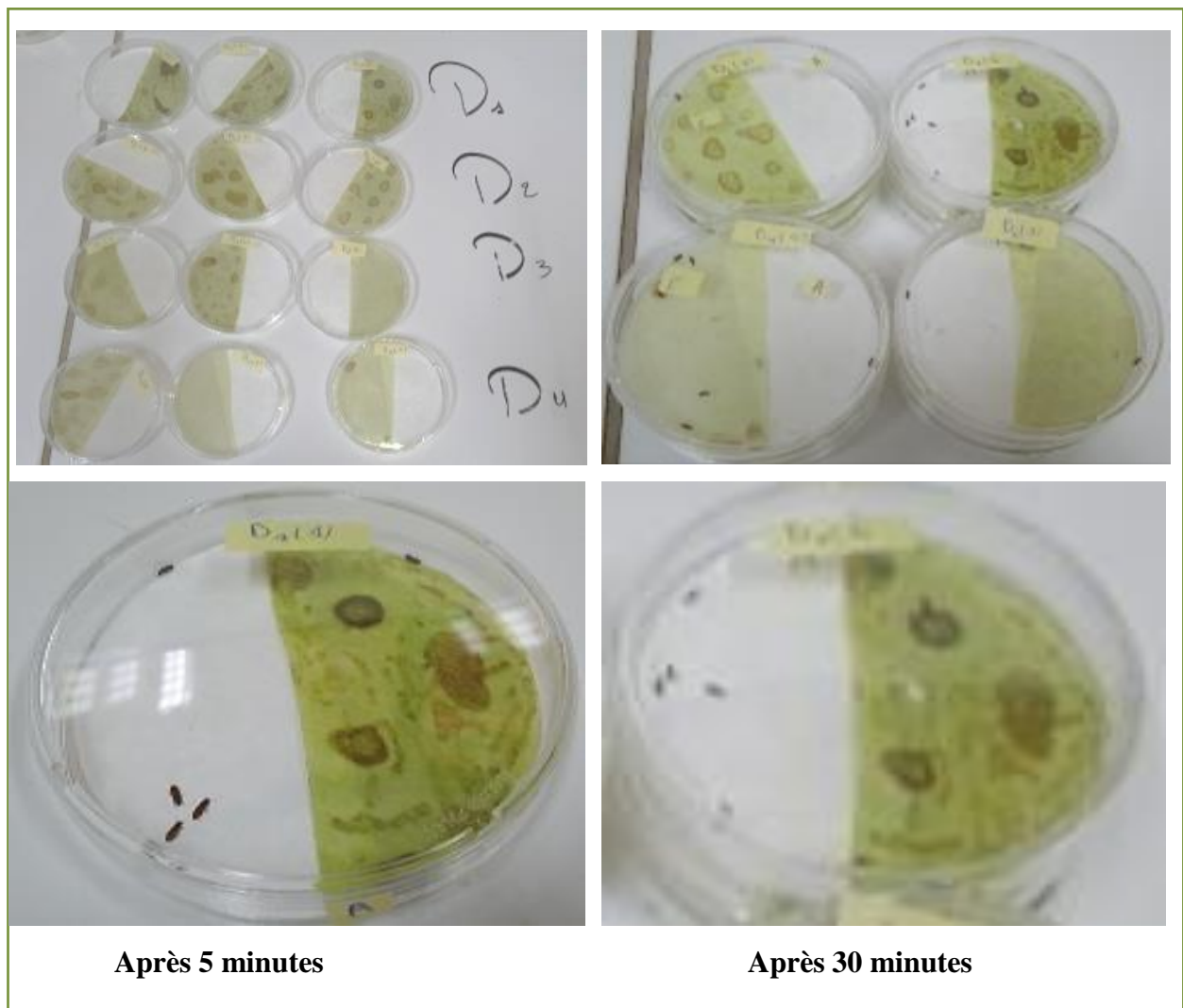
L'évaluation de la toxicité par contact des extraits aqueux ainsi que l'insecticide est déterminé par application directe sur papier wattman (Salunke et al,2005) (Fig. 11).

L'unité expérimentale considéré est des boites de Pétri. Les 4 doses sont de l'ordre de 100%, 75%, 50% et 25%. On a introduit au fond de chaque boite séparément 10 adultes de *T.*

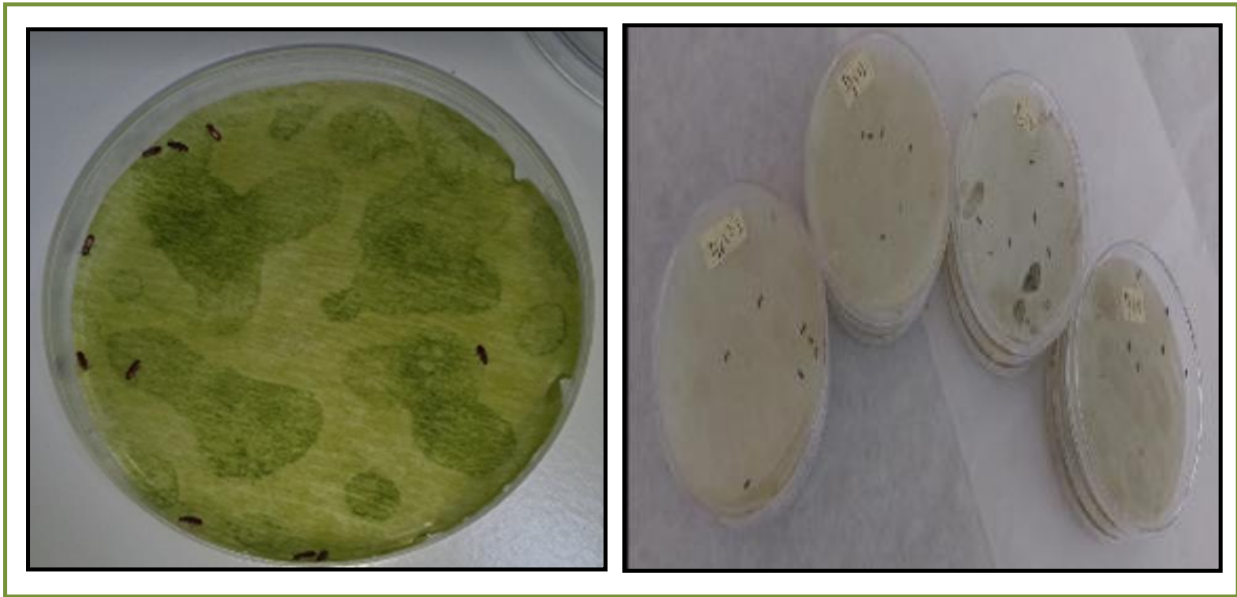
*castaneum* préalablement imbibé avec 500  $\mu$ l de la dilution correspondante et laissé sécher à l'aire libre pendant quelques minutes.

L'ensemble a mis dans des conditions de température et d'humidité constantes pour toute la durée de l'expérimentation. Les tests témoins menés dans des boîtes de pétri contenant des insectes adultes traité uniquement avec de l'eau distillée ou de l'acétone.

Trois répétitions ont été utilisées pour chaque concentration. On a considéré les insectes testés comme morts s'ils ne présentent aucun mouvement lorsque nous les touchons.



**Figure 11** : La réalisation du bio-essai par répulsion.



**Figure 12 :** La réalisation du bio-essai par contact.

#### **2.6.4. Bio essais de la toxicité par inhalation :**

Des papiers filtres d'un diamètre de 4 cm ont été imprégnés séparément par les différentes doses testées des extraits végétaux et d'insecticide. Par la suite, le papier des disques étaient fixés sur le couvercle des boîtes qui ont ensuite été couverts après l'introduction de 10 individus adultes non sexués. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose plus un témoin

Toutes les expérimentations ont été réalisées dans les mêmes conditions d'élevage en masse. Le comptage des insectes morts a été réalisé sur les boîtes de pétrie de 24h, 48h, 72h, 96h et 120h après le traitement. Les individus notés morts sont enregistrés dans un répertoire pour chaque dose, chaque temps et chaque répétition (**Fig.12**).



**Figure 13 :** La réalisation du bio-essai par inhalation.

## 2.7. Méthodes d'analyse des résultats :

### 2.7.1. Pourcentage de la répulsion :

Le pourcentage de la répulsion (PR) a été calculé selon (Nerio et al, 2009 et McDonald, 1970) par la formule suivante :

$$\text{PR (\%)} = \left( \frac{\text{Nc} - \text{Nt}}{\text{Nc} + \text{Nt}} \right) * 100$$

**Nt** : représente le nombre d'insectes présents sur le partie de papier filtre traitée à l'extrait.

**Nc** : représente le nombre de celles présentes sur la partie traitée uniquement avec l'acétone.

Le pourcentage moyen de répulsion pour l'extrait a été calculé et attribué selon la classification de McDonald, 1970.

**Tableau 4** : Différentes classe de répulsion.

Classe	Pourcentage de la répulsion
Classe 0	PR < 10 %
Classe I	PR = 10–20 %
Classe II	PR = 20,1–40 %
Classe III	PR = 40,1–60 %
Classe IV	PR = 60,1–80 %
Classe V	PR = 80,1–100 %

### 2.7.2. Doses médianes de répulsif (RD50):

Une analyse probité (Finney, 1971) a été utilisée pour calculer les doses médianes de répulsif (RD50) (doses ayant repoussé respectivement 50%) à 24h d'exposition (Salem et al, 2018).

### 2.7.3. Evaluation du taux de mortalité :

Le taux de mortalité des insectes témoins et traités est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité (\%)} = (\text{Nombre de mort} / \text{nombre totale d'individus}) * 100$$

**2.7.4. Correction de la mortalité :**

La mortalité observée a été corrigée par la formule d'Abbot (1925) :

$$Mc = (M_2 - M_1 / 100 - M_1) * 100$$

**M1** : pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

**M2** : pourcentage de mortalité dans le lot traité.

**%MC** : pourcentage de mortalité corrigée.

**2.7.5. Détermination de la DL50 :**

La dose létale 50 soit la dose létale pour 50% des individus est une valeur qui nous renseigne sur l'importance de l'effet toxique de l'extrait testé dans le temps. C'est un indicateur de la toxicité d'une substance.

La DL50 est calculée à partir de l'équation de la droite de régression des Probits des taux de mortalités corrigées en fonction des concentrations du traitement.

$$Y = a x + b$$

**Y** : Probit de mortalité corrigée.

**X** : logarithme décimal de la concentration.

**A** : la pente.

**2.7.6. Détermination de la TL50 :**

Pour estimer la TL50 soit le temps léthal au bout duquel 50% de mortalité sont obtenus, les droites de régression Probits sont tracées. Ainsi, les équations des droites de régression sont par la suite établies. A partir de celles-ci, les valeurs de la DL50 sont déterminées.

# Résultats et discussion

### I.1. Rendement d'extraction et caractéristiques des extraits :

Dans notre travail nous avons choisi l'extraction par macération, d'après des recherches antérieures la macération reste une des meilleures techniques pour extraire la majorité des groupements phénolique car le choix de la technique d'extraction est une étape très importante dans l'isolement et la récupération des composés photochimiques existants dans le matériel végétal. (Naczki et Shahidi ,2004)

Les extraits secs obtenus représentent un aspect visqueux avec d'odeur désagréable, et de couleurs différentes entre vert plus foncé et jaune claire. Tous d'abord, et dans un souci de simplicité nous avons proposé des codifications pour les extraits de la plante ainsi préparés :

**H** : Extrait hexanique.

**D** : Extrait dichlorométhanique.

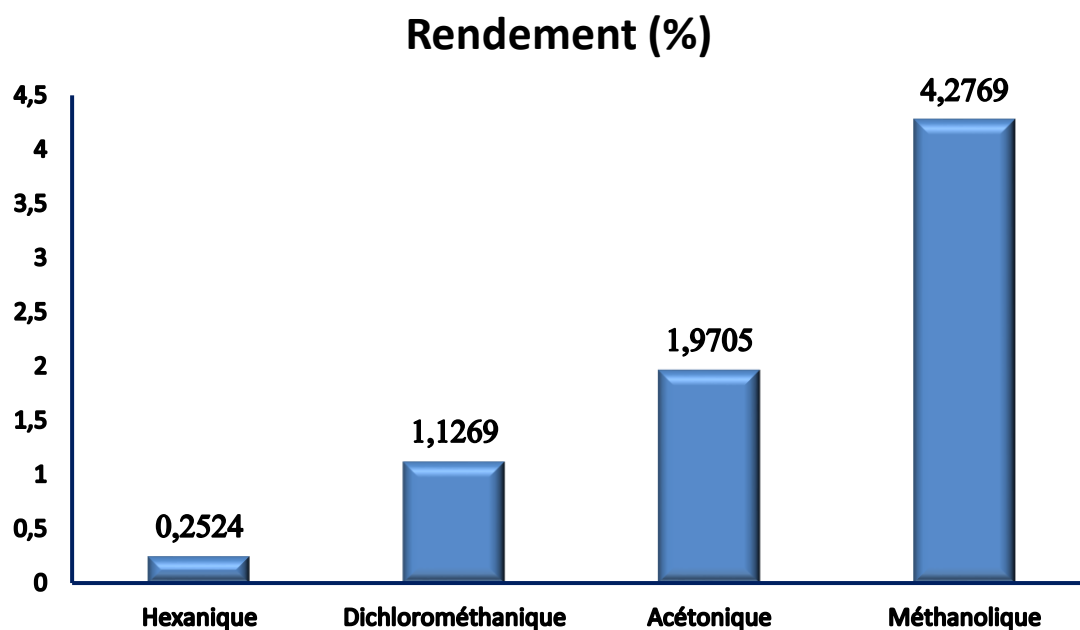
**A** : Extrait acétonique.

**M** : Extrait méthanolique.

Les couleurs et rendement d'extraction des extraits sont présentés dans le **Tableau 1**.

**Tableau 5** : Couleur et rendement d'extraction de 4 extraits.

Extrait	R1(%)	R2 (%)	R3(%)	Moyenne	Couleur
<b>Hexanique (H)</b>	0,2992	0,3724	0,0856	0,1490 ±0,149	jaune claire
<b>Dichlorométhanique (D)</b>	1,3752	1,0352	0,9704	1,1269 ±0,2174	vert plus foncé
<b>Acétonique (A)</b>	1,0248	2,4128	2,474	1,9705 ±0 123	vert plus foncé
<b>Méthanolique (M)</b>	5,5432	3,9656	3,322	4,2769 ±0,1579	vert plus foncé



**Figure 14** : Rendement d'extraction de différents extraits organiques de la plante étudiée.

La **figure14** présente les différentes valeurs de rendement des différents extraits organiques de *Hmmada elegans boatch* obtenus à partir la macération dans les quatre solvants. Elle montre que les valeurs de rendements varient entre 0,2524% et 4,2769% avec l'utilisation des solvants hexane et méthanol respectivement. On peut dit alors que le rendement est directement proportionnel à la polarité des solvants utilisés.

On constate que l'extrait méthanolique enregistre un fort rendement de l'ordre de 4,27% suivi par l'extrait acétonique à raison de 1,97%. De ce fait, on peut déduire que la plante étudiée renferme un matériel riche en composés à caractère polaire.

Le rendement d'extraction est varié en fonction de la richesse de l'espèce en métabolites, la nature du solvant utilisé dans l'extraction et de sa polarité, la taille des particules, la température, le temps d'extraction et le degré d'agitation.

**Labiodh (2020) et Bensafiddine (2019)** dans Laghouat trouvent presque les mêmes résultats avec le rendement élevé des extraits méthanolique et acétonique, alors que l'extrait hexanique présente le faible rendement.

### I.2. Analyse photochimique des extraits :

Le criblage photochimique a été réalisé sur les extraits obtenus par épuisement successif avec différents solvants à polarité croissante. Ainsi, nous avons obtenu 4 extraits.

Ce screening photochimique nous a permis de mettre en évidence la présence de certains métabolites au niveau des tissus végétaux de la partie aérienne de notre plante.

Les principaux groupes chimiques identifiés selon les méthodes classiques de caractérisation et d'identification sont consignés dans le **Tableau 6**.

**Tableau 6** : Résultats du screening photochimique.

Métabolite secondaire	H	D	A	M
Tanins	+++	-	+++	+++
Flavonoïdes	+++	++	+	+++
Anthocyanes	-	-	-	-
Saponines	-	-	-	-
Anthracéniques libres	-	-	-	-
O-hétérosides	+	-	-	-
O-hétérosides à génines réduites	-	+++	+++	+
C-hétérosides	++	++	++	++
Composés réducteurs	-	-	-	-

(+++) : Fortement présent ; (++) : Moyennement présent ; (+) : Faiblement présent ; (-) : test négative.

Les réactions de caractérisation ont permis de mettre en évidence plusieurs groupes chimiques et l'absence de certains métabolites dans la partie aérienne de la plante. Ainsi, les principaux résultats obtenus lors de cette analyse sont consignés dans les points suivants :

- Tout d'abord, on constate d'un test à l'autre que les flavonoïdes et c-hétérosides sont les groupes chimiques les plus fréquents, on les retrouve dans les différents extraits de la plante.
- En revanche, on note l'absence des anthocyanes, anthracéniques libres, O-hétérosides, composés réducteurs et saponines dans tous les extraits.
- Les flavonoïdes existent dans les quatre extraits de la plante. Ils sont en quantités plus importantes dans les extraits hexanique et méthanolique.
- La présence des tanins a été observée dans tous les extrais sauf l'extrait hexanique à des quantités plus importantes. En effet, les tanins manifestent les propriétés de la vitamine P. Ils renforcent les vaisseaux sanguins et contribuent à l'accumulation de la vitamine C dans l'organisme (**Aref et Heded, 2015**).
- Cependant, l'absence de certains principes actifs dans les différents extraits de la plante investigués comme les anthocyanes, anthracéniques libres, O-hétérosides, composés réducteurs et saponines ne justifie pas que cette plante est pauvre en ces composés mais, les méthodes d'extractions utilisées dans notre travail ne sont pas satisfaisantes pour l'extraction des métabolites désirés.

En conclusion, cette étude photochimique qualitative montre que tous les groupes chimiques identifiés au niveau de tous les extraits de la plante étudiée, leur confèrent des propriétés pharmacologiques remarquables, ce qui pourrait justifier ses multiples indications thérapeutiques et pour lesquelles elle est utilisée en tradithérapie. Toutefois, peu d'étude a été réalisées sur le plan photochimique de la plante *Hammada elegans boatch* (**Nait MBark et al, 1996**).

On note que les familles chimiques détectées dans notre étude viennent confirmer les travaux de **Bensafieddine et ses collaborateurs (2019)** et **Labiodh (2020)** sur la même espèce.

La teneur en principe actif varie beaucoup en fonction du cycle végétatif et de l'origine géographique (Ismail et al, 2005). En outre, la concentration en principe actif peut varier en fonction du stade de développement de la plante. Elle peut être maximale au début de la végétation (puis diminution et disparition en fin de croissance), au moment de la floraison et à la fin de la croissance (**Randrianarivelo, 2010**). Outre, il existe de variations de concentrations en métabolites secondaires en fonction de la phénologie.

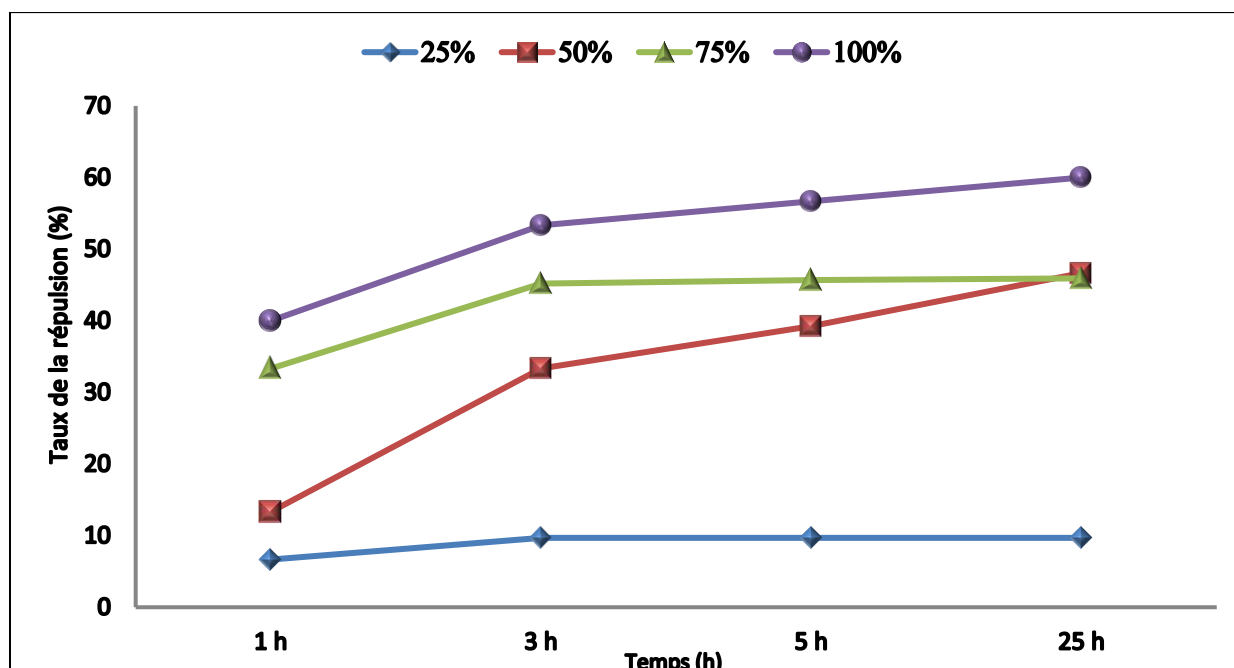
I.3. Evaluation de la toxicité des extraits et du produit chimique sur les adultes de *T.*

*castaneum* :

I.3.1. Evaluation de l'effet répulsif des différents extraits et de l'insecticide :

Tableau 7 : Classification et pourcentage de la répulsion des différents extraits et l'insecticide sur le *Tribolium castaneum*.

Traitement	Heure	Pourcentage de la répulsion % (PR)			
		25(%)	50(%)	75(%)	100(%)
Extrait H	1 h	6,66	13,33	33,33	40
	3 h	9,69	33,33	45,18	53,33
	5 h	9,69	39,25	45,70	56,66
	25 h	9,69	46,66	45,92	60
	Classe après 25h	0	III	III	III
Extrait D	1 h	46,66	29,69	33,33	45,45
	3 h	33,33	20	33,33	46,66
	5 h	33,33	46,66	26,66	20
	25h	20	60	26,66	20
	Classe après 25h	I	III	II	I
Extrait A	1 h	32,59	38,51	53,33	70
	3 h	23,70	33,33	36,29	40
	5 h	20	21,66	24,44	32,77
	25h	10,37	13,33	20	24,44
	Classe après 25h	I	I	I	II
Extrait M	1 h	46,66	35,89	20	53,33
	3 h	36,66	20	20,30	53,33
	5 h	26,66	33,33	26,66	70
	25h	26,66	40	26,66	46,66
	Classe après 25h	I	II	I	III
Insecticide	1 h	20	20	20	20
	3 h	40	20	46,66	40
	5 h	40	26,66	46,66	46,66
	25 h	40	26,66	53,33	46,66
	Classe après 25h	II	II	III	III

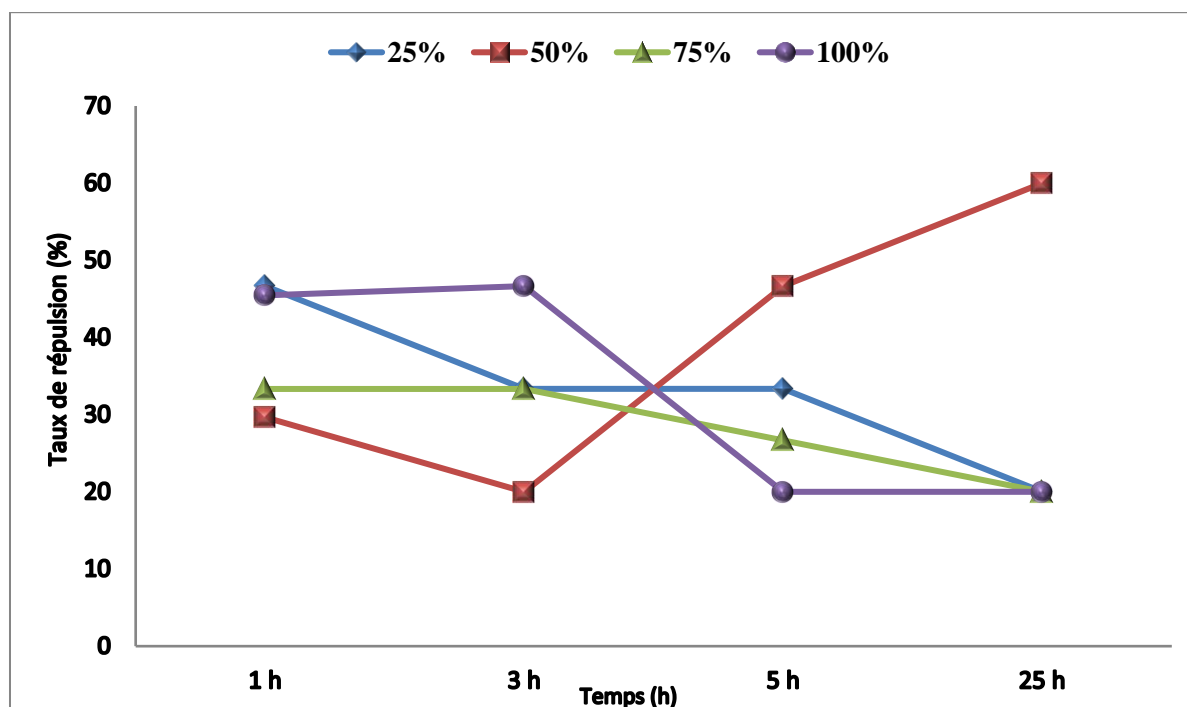


**Figure 15 :** Cinétique de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par de l'extrait hexanique de la plante étudiée.

La courbe au-dessus représente la cinétique de répulsion chez l'adulte de *T. castaneum* traité à l'extrait hexanique à différentes concentrations en fonction de temps, où :

- ✓ À 1 heure du début de l'expérience, nous avons enregistré les résultats d'aversion suivants, et c'est lors de l'utilisation de doses de 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de l'extrait, elle 6,6 %, 13,3 %, 33,3 %, et 40 %, respectivement.
- ✓ Les pourcentages d'aversion ont commencé à augmenter progressivement jusqu'à atteindre 9,6 %, 33,3 %, 45,1 % et 53,3 % aux heures 3. Ces ratios ont été enregistrés respectivement lors de l'utilisation des doses suivantes dans l'ordre 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de l'extrait, nous avons remarqué que le pourcentage répulsion augmentait avec l'augmentation de la dose utilisée.
- ✓ Le taux d'aversion s'est stabilisé à 9,6 % jusqu'à la fin de l'essai de 25 heures, lorsqu'une dose d'extrait d'hexane à 25 % a été utilisée.
- ✓ Après 3 heures, le pourcentage d'aversion a commencé à augmenter pour les trois doses, 50 %, 75 % et 100 %, jusqu'à 5 heures atteindre à 39,2 %, 45,7 % et 56,6 %, respectivement. À 25 heures, environ 45% a été enregistré lors de l'utilisation de chacune des deux doses de 50% et 75%, et il a atteint 60% lors de l'utilisation d'une dose de 100% de l'extrait à l'hexane.

- ⇒ Nous expliquons l'augmentation du pourcentage d'aversion en augmentant la dose utilisée d'extrait d'hexane.
- ⇒ Et on a remarqué que le RD50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 100% (extrait).

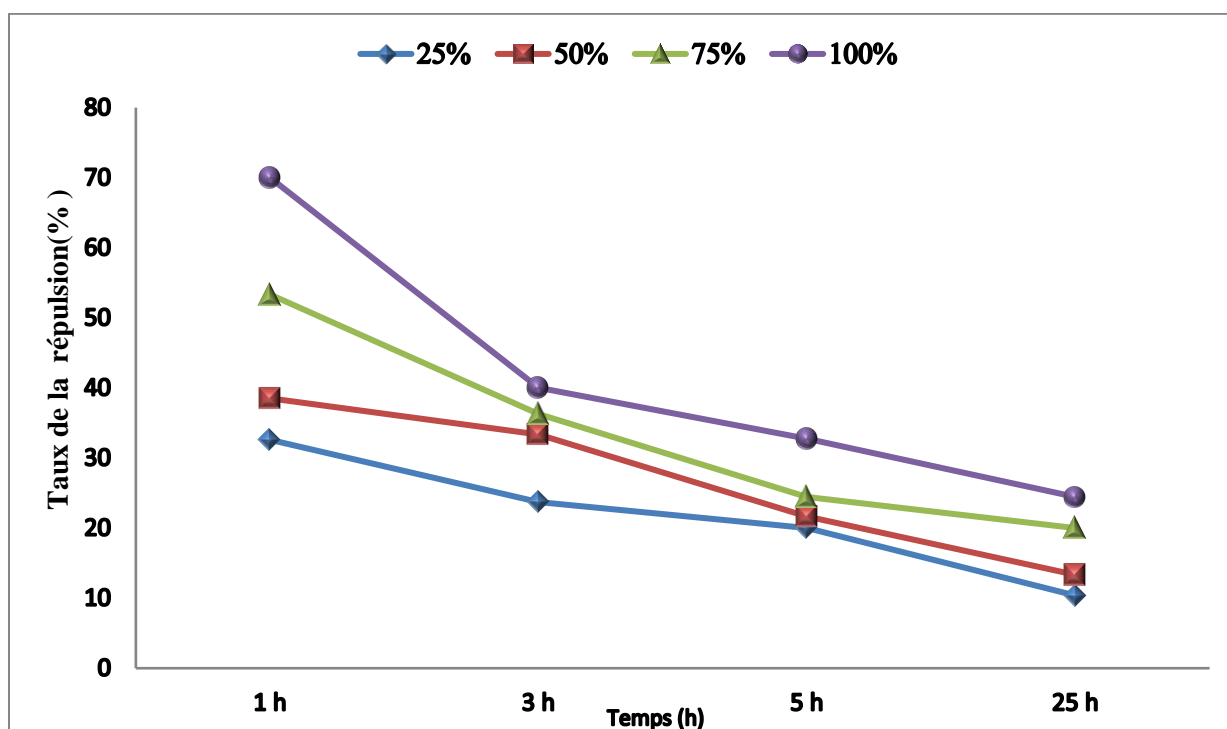


**Figure 16 :** Cinétique de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par de l'extrait dichlorométhanique de la plante étudiée.

La courbe 16 représente la cinétique de répulsion chez l'adulte de *Tribolium castaneum* traité à l'extrait dichlorométhanique à différentes concentrations en fonction de temps. Tell que :

- ✓ Après 3 heures à partir du début de l'expérience, un pourcentage de 20% a été enregistré lors du traitement du *Tribolium* avec une dose de 50% de l'extrait de dichlorométhane, et de 33,3% lors de l'utilisation de chacune des deux doses de 25% et 75% et 46,7% lors de l'utilisation d'une dose de 100% de l'extrait, et ces pourcentages ont commencé à diminuer progressivement avec le temps, sauf lors de l'utilisation d'une dose de 50% de l'extrait, qui a commencé à augmenter.
- ✓ Jusqu'à ce qu'il atteigne à la fin de l'expérience (25 heures) un pourcentage de 20% lors de l'utilisation de chaque dose de 25%, 75% et 100% de l'extrait, et qu'il atteigne 60% lors de l'utilisation d'une dose de 50% de l'extrait.

- ✓ Le meilleur taux d'expulsion a été enregistré lors du traitement de *Tribolium castaneum* avec une dose de 50 % d'extrait de dichlorométhane, par rapport à d'autres doses dont l'efficacité a diminué contre les populations de *Tribolium castaneum*. Cela pourrait être dû à des facteurs environnementaux dans le laboratoire tels que la température, qui pourrait affecter les résultats de cette expérience.
- ✓ Et on a remarqué que le RD50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 50% (extrait).



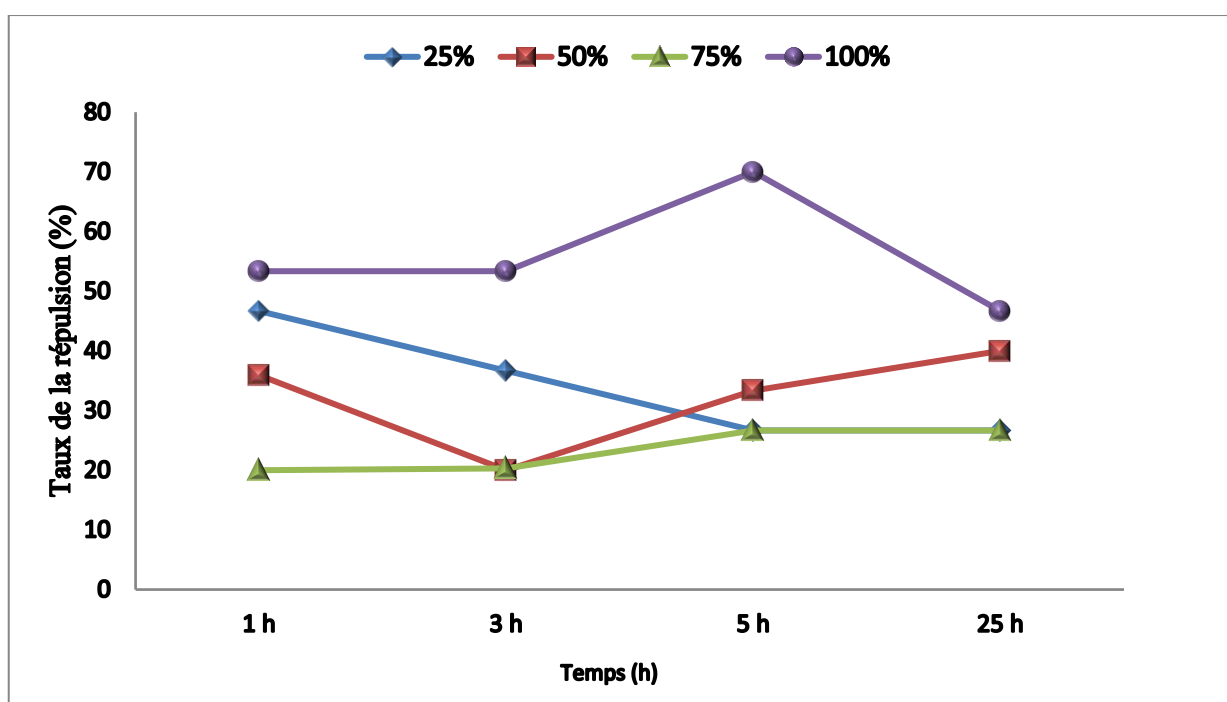
**Figure 17 :** Cinétique de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par de l'extrait acétonique de la plante étudiée.

La représentation de la cinétique de répulsion chez l'adulte de *Tribolium castaneum* traité à l'extrait acétonique à différentes concentrations en fonction de temps est déterminé dans la figure 17. L'analyse de ces résultats peut être exprimé comme suit :

- Une heure après le début de l'expérience, nous avons enregistré les résultats d'aversion suivants, et c'était en utilisant des doses de 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de l'extrait, 32, 5 %, 38,5 %, 53, 3 % et 70 %, respectivement. Les pourcentages enregistrés ont commencé à diminuer progressivement une heure après le début de l'expérience jusqu'à atteindre

respectivement 23,7 %, 33,3 %, 36,2 % et 40 %, en utilisant dans l'ordre les doses suivantes : 25 %, 50 %, 75 %, 100 % extrait d'acétone, après 3 heures de la début l'expérience.

- Malgré la diminution, sauf que qu'avec l'augmentation de la dose d'extrait d'acétone utilisée, le taux d'aversion augmentait.
- Nous expliquons la diminution des ratios d'aversion au fait que l'extrait d'acétone n'avait pas d'odeur forte ou toxique sur le *Tribolium castaneum* répulsion de l'autre côté, et cela peut être dû aux composants chimiques de cet extrait.
- ✓ Et on peut clarifier que le RD50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 75 % (extrait).



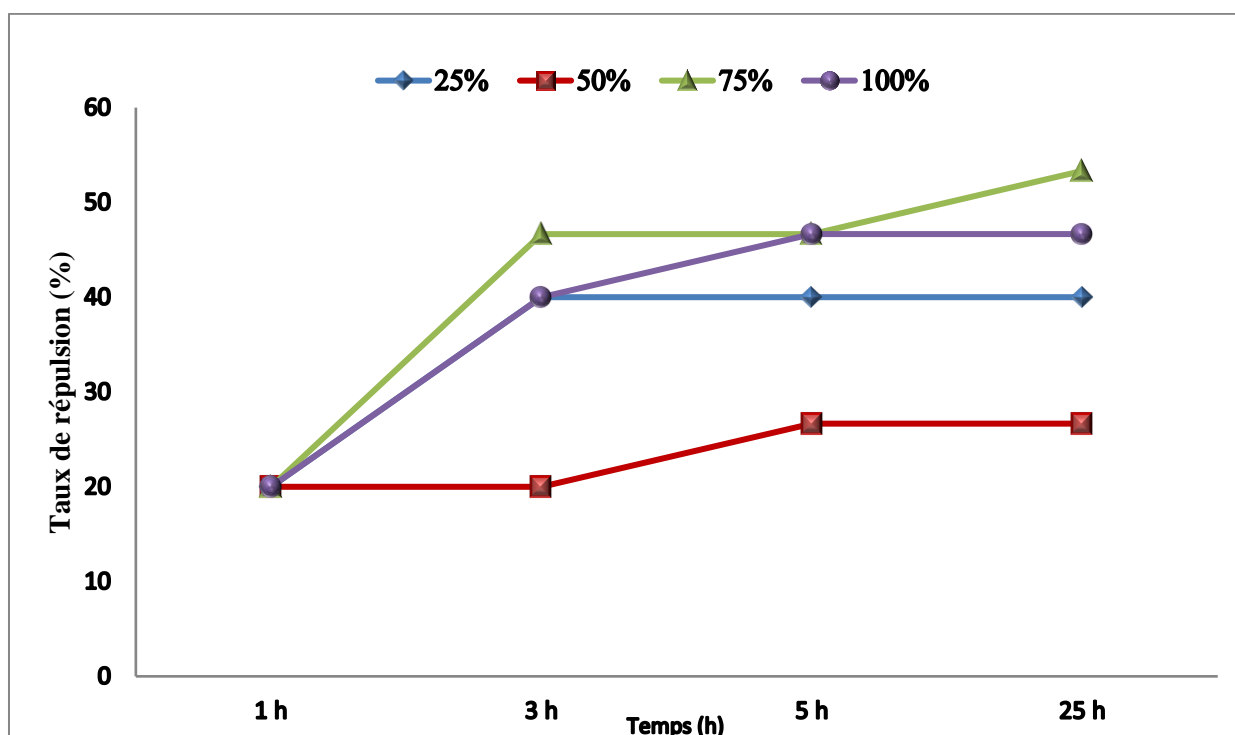
**Figure 18:** Cinétique de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par de l'extrait méthanolique de la plante étudiée.

La courbe 18 représente la cinétique de répulsion chez l'adulte de *Tribolium castaneum* traité à l'extrait méthanolique à différentes concentrations en fonction de temps. Où on remarque que :

- Après 1 heure depuis le début de l'expérience jusqu'à 3 heures, les pourcentages d'aversion étaient stables à 20 % et 53 %, lors de l'utilisation de chaque dose de 75 % de l'extrait et 100 % de l'extrait, respectivement, et diminuaient progressivement lors de l'utilisation de

chaque des doses de 50% et 25% Jusqu'à ce que le pourcentage d'aversion à 3 heures atteigne respectivement 20% et 36,6%.

- Quand on atteint 25 heures, le pourcentage d'aversion a atteint 26,6 % lors du traitement de *Tribolium castaneum* avec les deux doses de 25 % et 75 %, et il a atteint 40 % et 46,6 % lors de l'utilisation des deux doses de 50 % et 100 %, respectivement. Ces changements peuvent être dus à des changements atmosphériques liés au laboratoire.
- ✓ Et on a remarqué que le RD50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 100% (extrait).



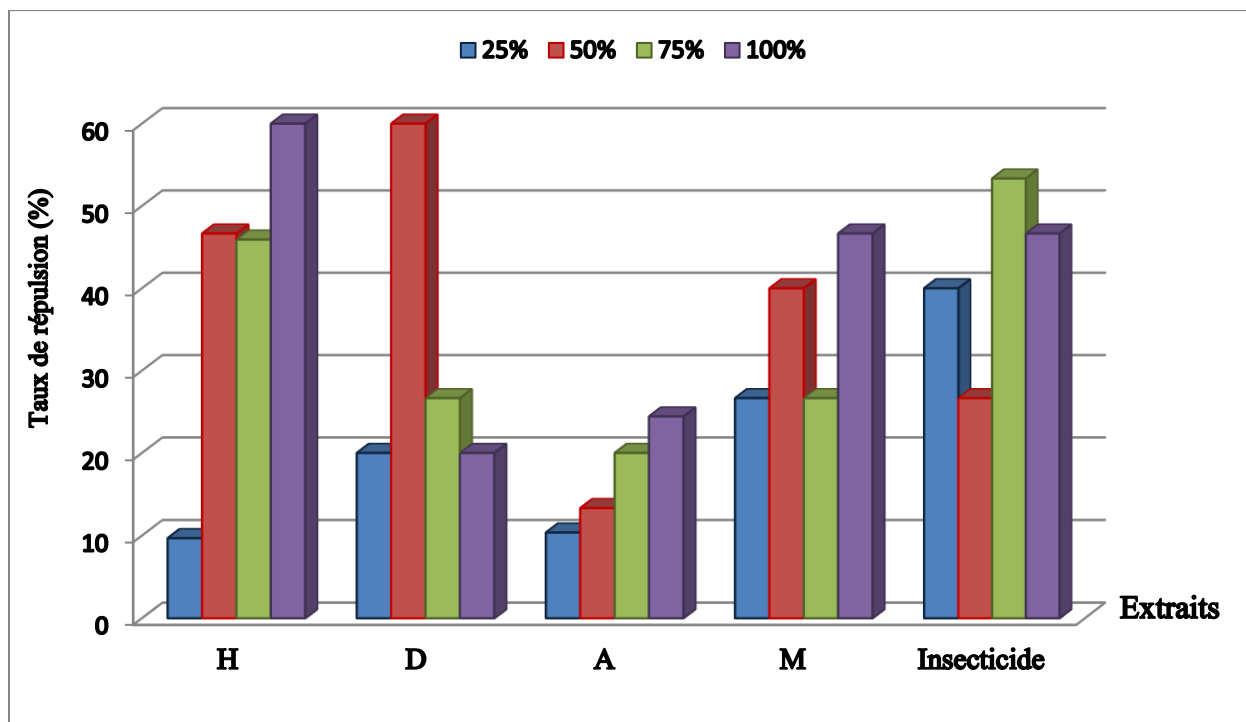
**Figure 19 :** Cinétique de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par l'insecticide chimique.

La courbe 19 donner la cinétique de répulsion chez l'adulte de *Tribolium castaneum* traité à insecticide chimique à différentes concentrations en fonction de temps, avec :

- ✓ À 1 heure, une d'un pourcentage est 20 % a été enregistrée lorsque les quatre doses de l'insecticide chimique ont été utilisées.
- ✓ Après 1 heure à partir du début de l'expérience, les pourcentages d'aversion ont commencé à augmenter jusqu'à atteindre 40 % à 3 heures lorsque chacune des doses à 25 % et à 100 % a été utilisée, et 46 % lors de l'utilisation d'une dose de 75 % d'un insecticide de synthèse,

Avec une stabilité de pourcentage 20% lors de l'utilisation d'une dose de 50% de l'insecticide chimique.

- ✓ Le taux d'expulsion le plus faible a été enregistré lors de l'utilisation d'une dose de 50 % de l'insecticide chimique. Cela peut être dû aux conditions de travail de l'expérience, qui n'ont peut-être pas été les conditions idéales pour appliquer cette expérience, ce qui peut avoir affecté le mouvement de *Tribolium castaneum* entre les deux côtés, ou qui aurait pu affecter le mélange utilisé à partir de cette dose, comme pour le reste des doses, avec l'augmentation de la dose utilisée du pesticide chimique, le taux d'aversion augmente, et le facteur d'augmentation est affecté au fil du temps.
- ✓ Et on peut conclure que le RD50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium Castaneum* sont 75 % (extrait). La courbe représente la cinétique de répulsion chez l'adulte de *Tribolium castaneum* traité à insecticide chimique à différentes concentrations en fonction de temps.



**Figure 20 :** Comparaison des taux de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités par les différents extraits et l'insecticide chimique après 24 heures de traitement.

Les graphiques à barres de la figure 20 représentent une comparaison des taux de répulsion adultes de *Tribolium castaneum* traités par déférents extraits et l'insecticide chimique à prés 25 heure de traitement. Alors et d'après l'expérience les résultats remarqués sont :

- ✓ Nous avons remarqué que le pesticide chimique avait un effet répulsif plus fort que celui extraits, où nous avons enregistré le taux de dissonance le plus élevé lors de l'utilisation. Les deux doses contenaient 25% et 75% des pesticides chimiques par rapport aux quatre extraits.
- ⇒ Le pourcentage enregistré pour cela lors de l'utilisation d'une dose de 25 % était d'environ 40 %, et lors de l'utilisation d'une dose de 75 % de l'extrait était d'environ 53 %. Grâce à cela, nous avons enregistré les deux doses les plus élevées sur quatre, Le taux d'expulsion le plus élevé enregistré que nous avons a été registrar utiliser une dose 50% d'extrait de dichlorométhane.
- ⇒ Et nous avons marqué plus haut taux d'éjection lors de l'utilisation d'une dose à 100% d'extrait d'hexane.

**Tableau 8 :** Classification de la répulsion des différents extraits et l'insecticide chimique

Extrait	Classe
H	0 et III
D	I, II et III
A	I et II
M	I, II et III
Insecticide	II et III

Le tableau montre que l'insecticide industriel est classé en classe II et III, ce qui est supérieur par rapport aux extraits qui comprenaient des variétés inférieures à la classe 0 et I, selon leur efficacité contre les insectes *Tribolium castaneum*. C'est selon son efficacité contre les insectes *Tribolium castaneum*.

L'étude de **Kouniki et al. (2007)**. A montré que les huiles essentielles d'*Annona (Annonaceae)*, *senegalensis* L, *Lippia rugosa* et *Hyptis spicigera* Lam (*Verbenaceae*) avaient un effet, en utilisant la méthode d'inhalation. *Lippia rugosa* et *Hyptis spicigera* ont été les plus efficaces, avec un taux de mortalité de 100 %, sur *Tribolium Castaneum*. Pour d'autres extraits, cela a également eu un effet mais pas très élevé.

**Nelson et Guy. (2010).** ont testé la toxicité et l'effet répulsif de 4 types d'huiles essentielles extraites des feuilles ainsi que des huiles extraites de l'écorce de *L. sempervirens* et *D. winteri* en appliquant différentes doses sur le grain stocké ravageur *Tribolium castaneum*. Ils ont obtenu des résultats répulsifs élevés lorsqu'ils ont utilisé les huiles essentielles extraites des feuilles et de l'écorce de la plante sempervirens. 43 à 93% et 47 à 97 %, respectivement, en appliquant des doses de 0,001 à 0,032 L/cm<sup>2</sup> dans les 4 heures suivant l'exposition. Et lors de l'application de doses allant de 0,02 à 0,20 L/cm<sup>2</sup>, les taux d'excrétion variaient de 50 à 97 %, et de 53 à 100%, respectivement, après 4 heures d'exposition, en utilisant l'huile essentielle extraite à partir des feuilles et de l'écorce de *D. winteri*.

**Sahana et al. (2012).** Ont testé la toxicité de la plante de *Toona sureni* sur le ravageur des céréales stockées *Tribolium castaneum* en dissolvant l'extrait de la plante de *Toona sureni* dans de l'acétone à différentes doses (0,5, 1,0, 2,5 et 5,0%), et en obtenant le taux de répulsion le plus élevé de 93,30% pour les insectes lors de l'utilisation d'une dose de 5 % après un jour, et le taux répulsion le plus faible est de 0 % lors de l'utilisation d'une dose de 0,5 % après 3 jours.

Une étude menée par **Aouina et Khelifi. (2018).** A démontré l'effet répulsif des huiles essentielles *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill. Contre l'insecte des grains stockés *Tribolium castaneum* in vitro. Les deux plantes ont un effet répulsif sur *Tribolium castaneum*, avec des taux de répulsion pour cet insecte allant de 75,02 % à 84,17 % pour les adultes.

**Tayeb bey et al (2022).** ont étudié l'effet répulsif de *d'Artemisia absinthium* L et *Thymus vulgaris* L. en utilisant différentes doses (2, 4, 6 et 8 µl) d'huile *Artemisia essential* L. provoque 76,69 %, 83,39 % et 70 %, respectivement, Taux de répulsion de 86,69% contre les insectes adultes de *Tribolium confusum*. Lors de l'utilisation de différentes doses (2, 4, 6 et 8 microlitres) d'huile de *Thymus vulgaris* L, ces pourcentages ont été obtenus, respectivement, 73,38%, 53,37%, 70%, 80%. Répulsion contre *Tribolium confusum*.

### **I.3.2. Evaluation de l'activité insecticide par contact des différents extraits et de l'insecticide :**

#### **I.3.2.1. Cinétique de mortalité :**

Les résultats des bio-essais portant sur l'efficacité des extraits organiques et de l'insecticide vis-à-vis des adultes de *T. castaneum* sont consignés dans le tableau 8 :

**Tableau 9 :** Mortalité corrigée de *Tribolium castaneum* traités avec les extraits et l'insecticide par effet contact.

Extrait	Heure	Mortalité (%)			
		25(%)	50(%)	75(%)	100(%)
Extrait H	6 h	93,33	100	100	100
	12 h	100	100	100	100
	18 h	100	100	100	100
	24 h	100	100	100	100
Extrait D	6 h	90	90	93,33	93,33
	12 h	93,33	100	100	100
	18 h	100	100	100	100
	24 h	100	100	100	100
Extrait A	6 h	93,33	100	100	100
	12 h	100	100	100	100
	18 h	100	100	100	100
	24 h	100	100	100	100
Extrait M	6 h	76,66	83,33	100	100
	12 h	86,66	93,33	100	100
	18 h	100	100	100	100
	24 h	100	100	100	100
Insecticide	6 h	66,66	66,66	70	100
	12 h	66,66	73,33	83,33	100
	18 h	93,33	93,33	83,33	100
	24 h	100	100	100	100

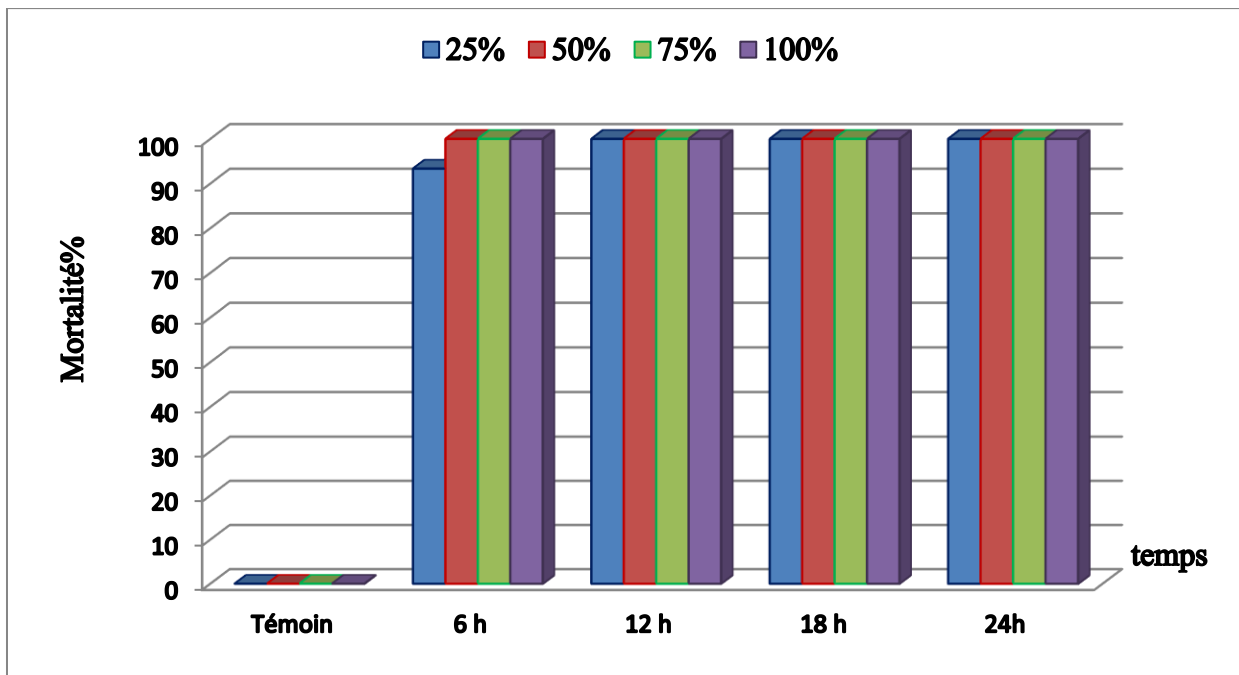


Figure 21 : Toxicité par contact de l'extrait hexanique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

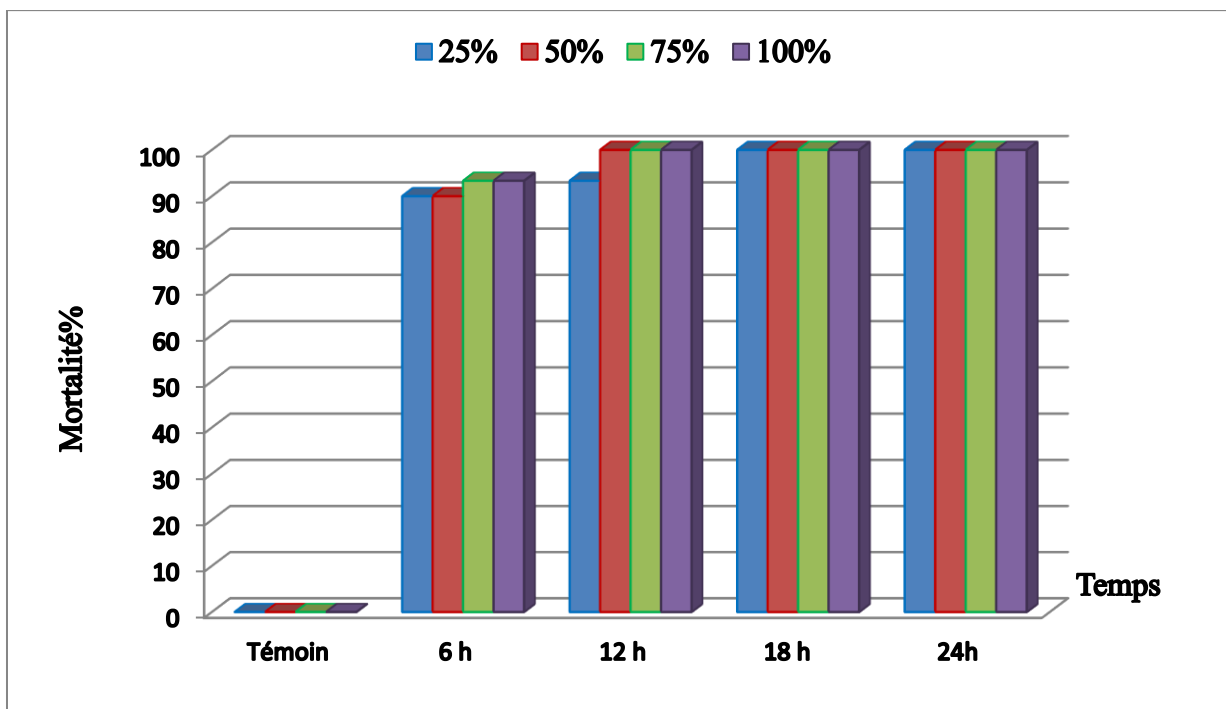


Figure 22 : Toxicité par contact de l'extrait dichlorométhane de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

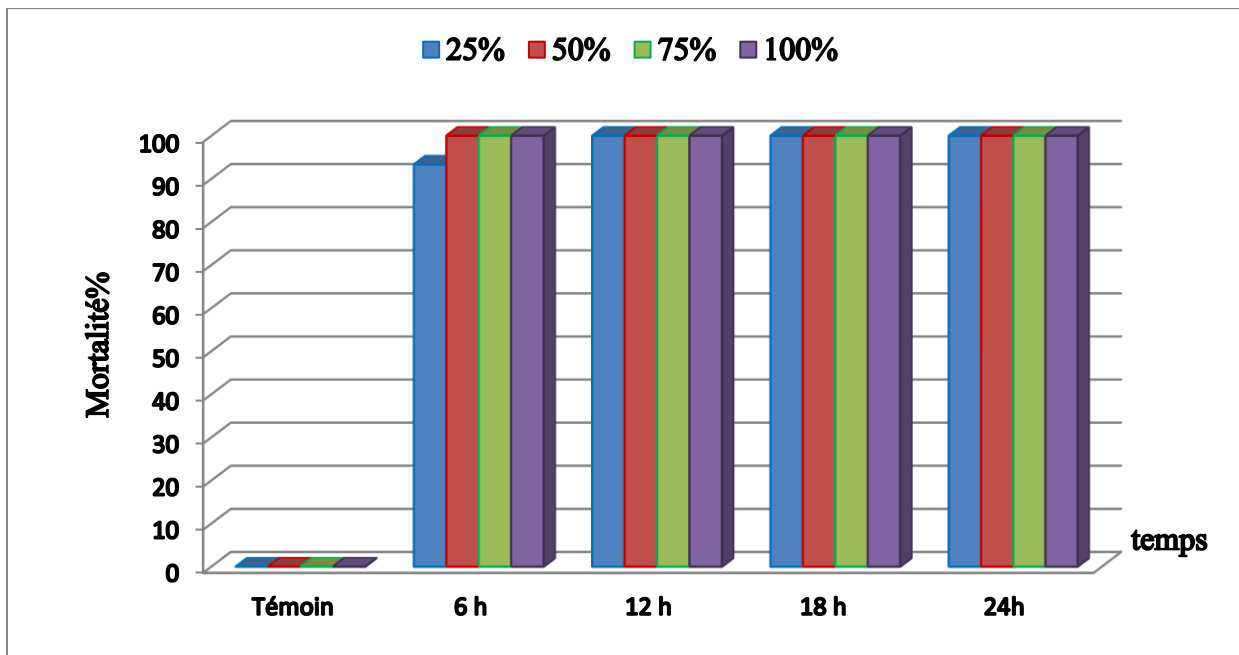


Figure 23 : Toxicité par contact de l'extrait acétonique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

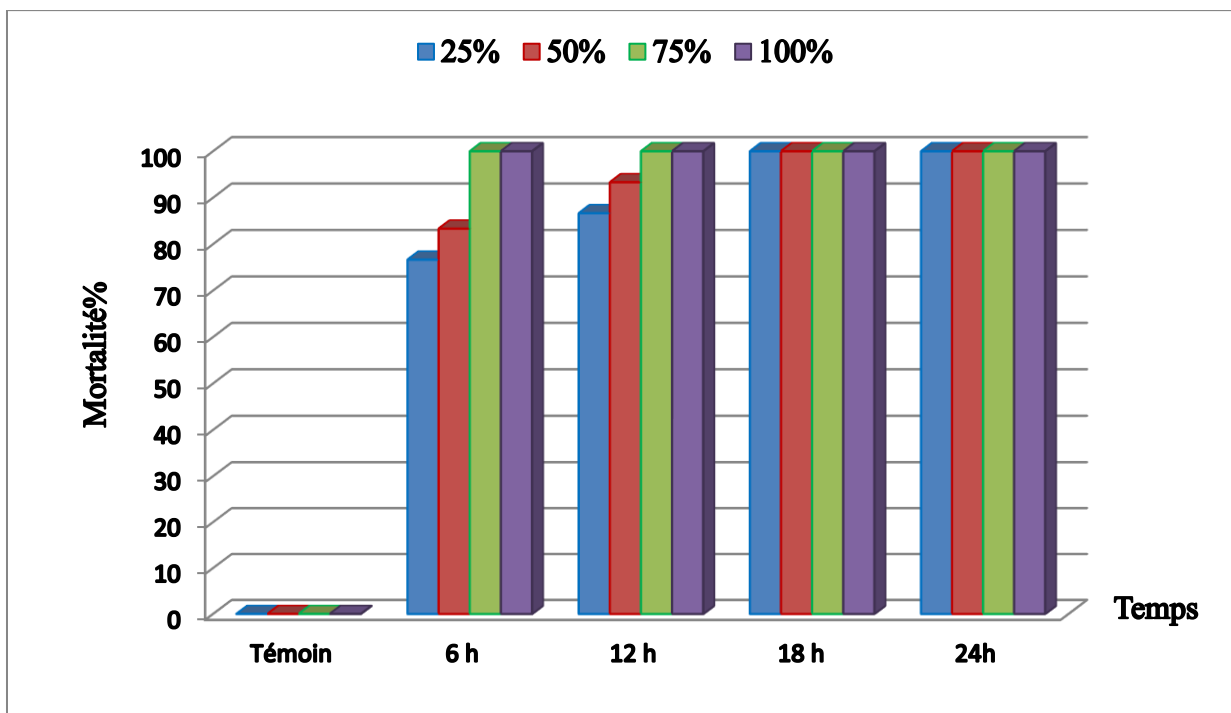
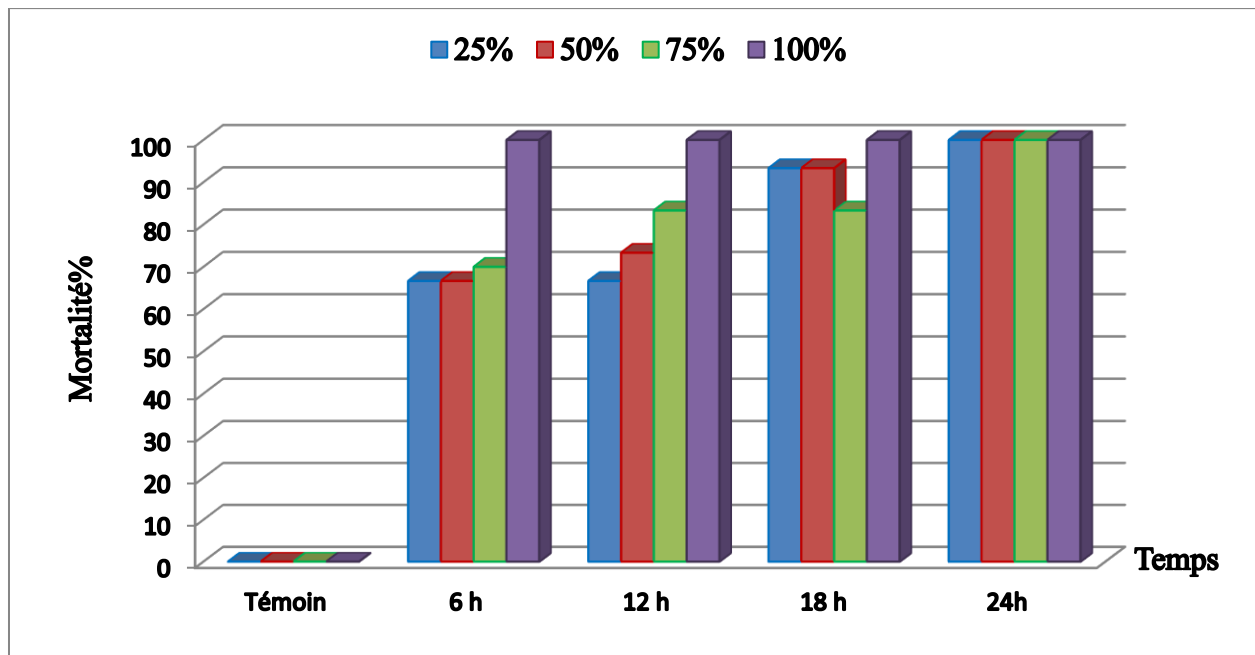


Figure 24 : Toxicité par contact de l'extrait méthanolique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.



**Figure 25:** Toxicité par contact de l'insecticide chimique sur le *Tribolium castaneum*.

Les graphiques à barres des figures 21, 22, 23, 24, et 25 représentent la toxicité par contact des extraits hexanique et dichlorométhanique et acétonique et méthanolique et l'insecticide chimique à différentes concentrations en fonction de temps. L'analyse de ces graphes nous permet de déduire que :

- ✓ *Tribolium castaneum* avait un taux de mortalité de 100 % après seulement 12 heures, c'est lors de l'application des quatre doses d'extraits d'hexane et d'acétone.
  - ✓ Un taux de mortalité de 100% a été enregistré 18 heures après le début de l'expérience dans une population de *Tribolium castaneum*, lorsque traités avec des extraits de dichlorométhane et de méthanol.
  - ✓ Le taux de mortalité était de 100 % après 24 heures lorsque *Tribolium castaneum* a été traité avec un insecticide chimique, et il était le moins efficace pour tuer *Tribolium castaneum* par rapport aux quatre extraits.
- ⇒ Et on a remarqué que le DL50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 25 % (extrait) et le TL 50 sont le 6 heures cette résultats sont donné pour les 4 extraits et pour l'insecticide chimique.

I.3.2. Evaluation de l'activité insecticide par inhalation des différents extraits et de l'insecticide :

**Tableau 10** : Mortalité corrigée de *Tribolium castaneum* traités avec les extraits et l'insecticide par effet inhalation.

Extrait	Jours	Mortalité (%)			
		25%	50%	75%	100%
<b>H</b>	6 h	0	0	0	0
	12h	0	3,33	6,66	0
	18h	3,33	3,33	10	13,33
	1 j	13,33	3,33	13,33	16,66
	2 j	20	10	16,66	20
	3j	40	23,33	30	30
	4 j	56,66	33,33	36,66	40
	5j	63,33	46,66	50	53,33
	6j	73,33	66,66	60	56,66
	7j	76,66	73,33	70	66,66
	8j	86,66	76,66	70	73,33
	9j	86,66	83,33	73,33	83,33
	10j	100	93,33	76,66	83,33
	11j	100	93,33	90	90
12j	100	93,33	96,66	90	
<b>D</b>	6h	0	0	0	6,66
	12h	0	0	3,33	10
	18h	6,66	0	10	16,66
	1j	13,33	10	20	20
	2j	20	16,66	30	23,33
	3j	30	23,33	40	30
	4j	40	40	50	36,33
	5j	53,33	50	53,33	43,33
	6j	56,66	53,33	56,66	66,66
	7j	73,33	63,33	76,66	70
	8j	93,33	86,66	90	93,33
	9j	96,66	93,33	96,66	100
	10j	96,66	96,66	96,66	100

## Chapitre II : Résultats et discussion

	<b>11j</b>	96,66	100	96,66	100
	<b>12j</b>	100	100	100	100
<b>A</b>	<b>6h</b>	0	0	0	0
	<b>12h</b>	0	0	0	0
	<b>18h</b>	0	0	0	3,33
	<b>1j</b>	0	0	3,33	6,66
	<b>2j</b>	13,33	13,33	6,66	13,33
	<b>3j</b>	13,33	20	26,66	16,66
	<b>4j</b>	33,33	30	30	20
	<b>5j</b>	36,66	36,66	36,66	43,33
	<b>6j</b>	73,33	40	63,33	56,66
	<b>7j</b>	76,66	53,33	60	73,33
	<b>8j</b>	76,66	56,66	63,33	83,33
	<b>9j</b>	80	60	70	93,33
	<b>10j</b>	86,66	73,33	73,33	96,66
	<b>11j</b>	90	83,33	76,66	100
	<b>12j</b>	90	83,33	80	100
<b>M</b>	<b>6h</b>	0	0	0	0
	<b>12h</b>	0	0	0	0
	<b>18h</b>	0	0	0	0
	<b>1j</b>	10	0	6,66	13,33
	<b>2j</b>	10	3,33	6,66	16,66
	<b>3j</b>	16,66	13,33	10	20
	<b>4j</b>	23,33	36,66	26,66	26,66
	<b>5j</b>	40	73,33	46,66	43,33
	<b>6j</b>	60	76,66	56,66	53,33
	<b>7j</b>	70	83,33	63,33	60
	<b>8j</b>	93,33	96,66	80	70
	<b>9j</b>	96,66	96,66	90	83,33
	<b>10j</b>	96,66	96,66	93,33	90
	<b>11j</b>	100	100	100	96,66
	<b>12j</b>	100	100	100	100
	<b>6h</b>	30	10	20	0
	<b>12h</b>	40	10	30	0
	<b>18h</b>	50	20	40	0
	<b>1j</b>	76,66	26,66	56,66	10

Insecticide	2j	80	36,66	70	20
	3j	90	50	80	30
	5j	96,66	60	100	50
	6j	100	66,66	100	56,66
	7j	100	70	100	60
	8j	100	80	100	80
	9j	100	86,66	100	93,33
	10j	100	100	100	96,66
	11j	100	100	100	100
	12j	100	100	100	100

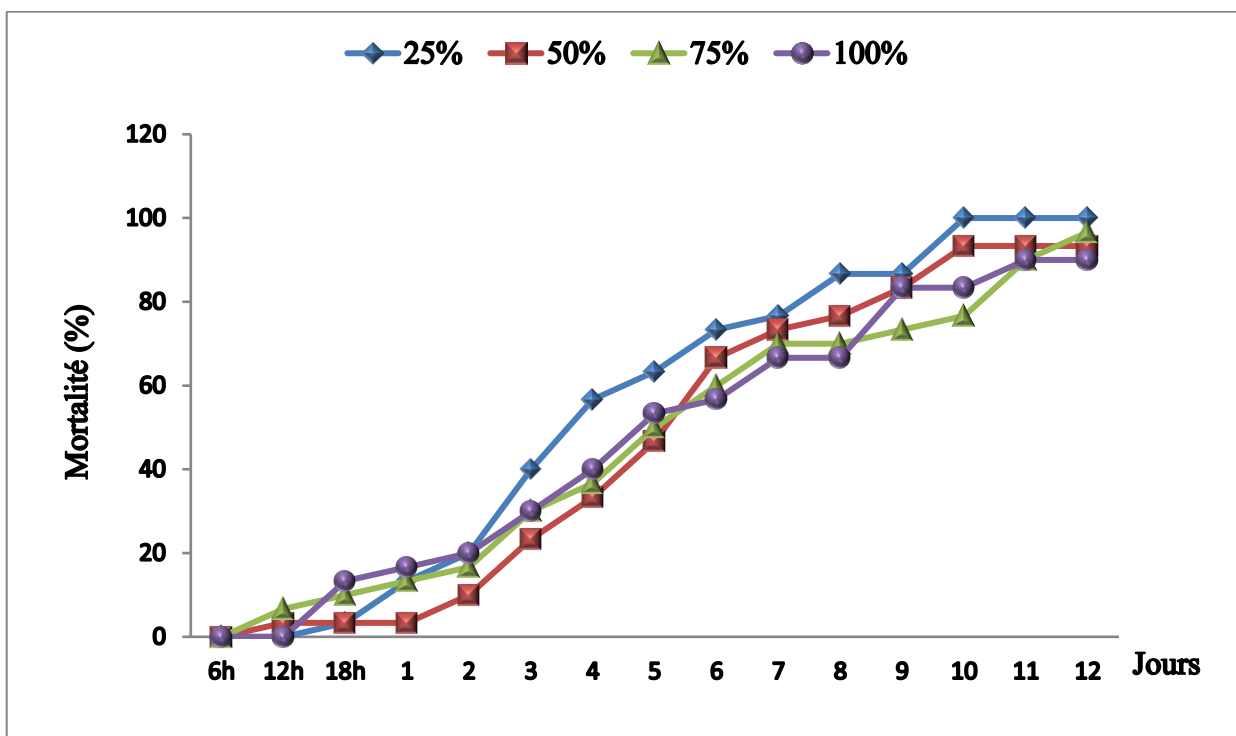
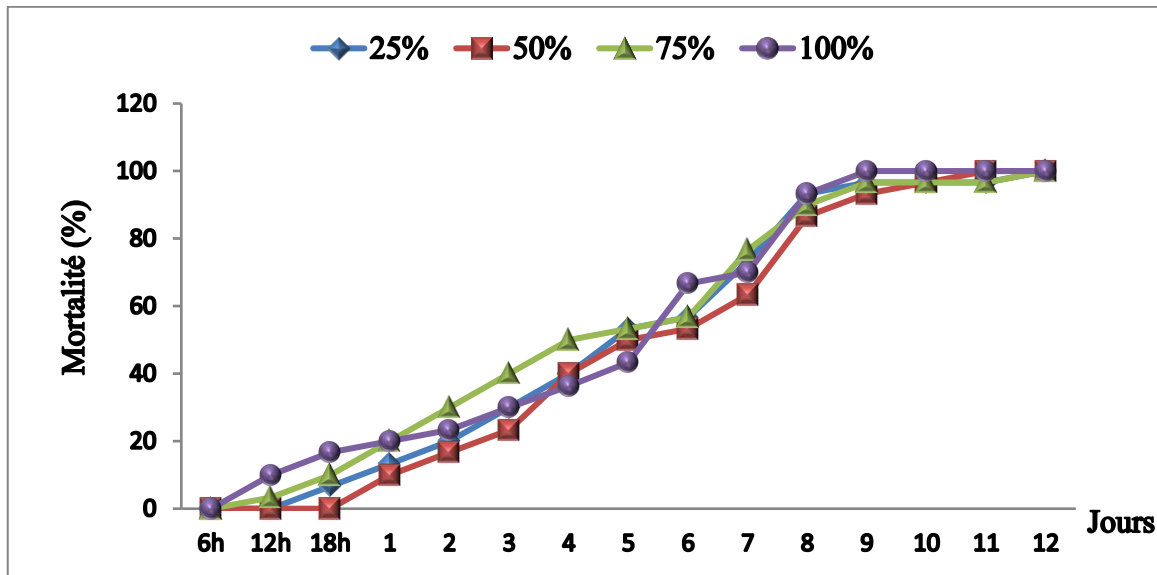


Figure 26 : Toxicité par inhalation de l'extrait hexanique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

La **figure 26** montre l'évolution de toxicité d'inhalation de l'extrait hexanique à différentes concentrations en fonction du temps :

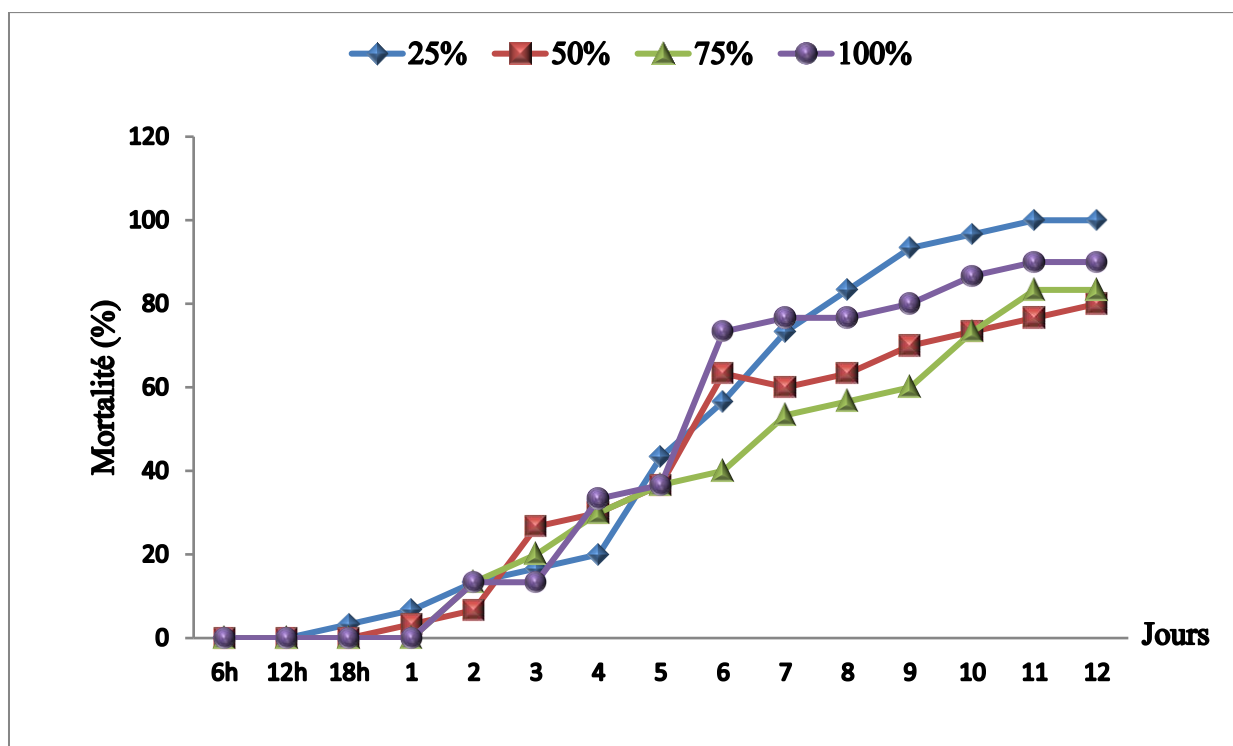
- ✓ Nous avons remarqué que 6 heures après le début de l'expérience, toutes les doses de l'extrait utilisé donnaient 0% de résultats en le nombre de décès *Tribolium castaneum*.
- ✓ Et il a commencé à augmenter progressivement jusqu'à la fin de la durée de l'expérience pour tous les doses utilisées de l'extrait à l'hexane, Alors qu'au 12ème jour, 100% du nombre de décès de *Tribolium castaneum* a été enregistré lors de l'utilisation d'une dose de 25% de l'extrait, qui est le pourcentage le plus élevé. Le taux de mortalité le plus bas a été enregistré lorsqu'une dose d'extrait à 100 % a été utilisée.
- ✓ Ainsi, plus le pourcentage utilisé pour l'extrait est faible, plus le nombre de décès de *Tribolium castaneum* est élevé.
- ⇒ Nous expliquons ceci qu'il peut y avoir des composés chimiques dans cet extrait s'il dépasse une certaine limite, ainsi, fonctionne à l'envers en sens inverse pour ne pas affecter négativement *Tribolium castaneum*, et il augmente avec l'augmentation de la dose utilisée de l'extrait, ce qui a entraîné une diminution du nombre de décès.
- ⇒ Et on déduire que le DL50 est dose 25 % (extrait) et le TL 50 est 3.5 jours.



**Figure 27** : Toxicité par inhalation de l'extrait dichlorométhanique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

- La figure 27 montre l'évolution de toxicité d'inhalation de l'extrait dichlorométhanique à différentes concentrations en fonction du temps :

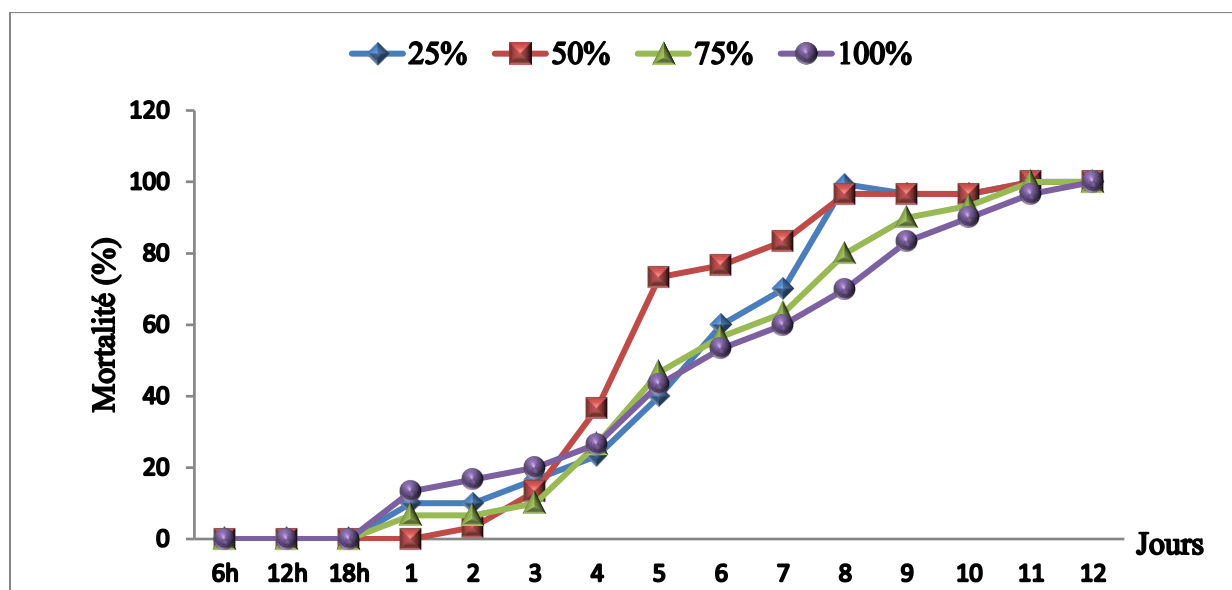
- A 6 heures, 0% de mortalité a été enregistré à toutes les doses utilisées de l'extrait de dichlrométhanolique.
- Le nombre de décès a commencé à augmenter progressivement 6 heures après le début de l'expérience lors du traitement de *Tribolium castaneum* avec une dose 100 % d'extrait, tandis que lors du traitement de *Tribolium castaneum* avec deux doses de 25 % de l'extrait et de 75 % de l'extrait, il a commencé à mourir 18 heures après le début de l'expérience et la mort a commencé dans le nombre de *Tribolium castaneum* après 1 jour lorsqu'il a été traité avec une dose d'extrait à 50%.
- Le taux de mortalité de *Tribolium castaneum* était de 100 % en neuvième jour, lors du traitement avec la dose de 100 % de l'extrait, un taux de mortalité de 100 % a été enregistré dans la population de *Tribolium castaneum* lorsque la dose de 50 % de l'extrait a été utilisée à près 11 jours du début de l'expérience.
- Après 12 jours, le taux de mortalité était de 100 % aux quatre doses de l'extrait utilisé.
- Le taux de mortalité a été affecté par la dose utilisée de l'extrait.
- ⇨ Et on résulte que le DL50 est dose 75 % (extrait) et le TL 50 est 4 jours.



**Figure 28:** Toxicité par inhalation de l'extrait acétonique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

La figure 28 montre l'évolution de toxicité d'inhalation de l'extrait acétonique à différentes concentrations en fonction du temps, l'explication des résultats est comme suit :

- Nous avons observé que pendant les 6 premières heures 0% des décès de *Tribolium castaneum* ont été enregistrés.
  - Le taux de mortalité a progressivement augmenté au fil du temps jusqu'à atteindre 100% lors de l'utilisation d'une dose de 25% de l'extrait environ 11 jours, moment auquel il atteint environ 90% de la mortalité de *Tribolium castaneum* lors de l'utilisation d'une dose de 100% de l'extrait.
  - Le taux de mortalité n'a pas été affecté par la dose utilisée de l'extrait, mais nous pouvons interpréter ces résultats obtenus car cela peut être dû à un défaut dans les conditions de travail de l'expérience.
- ⇒ Et ont vu que le DL50 est dose 25 % (extrait) et le TL 50 est 3.5 jours.

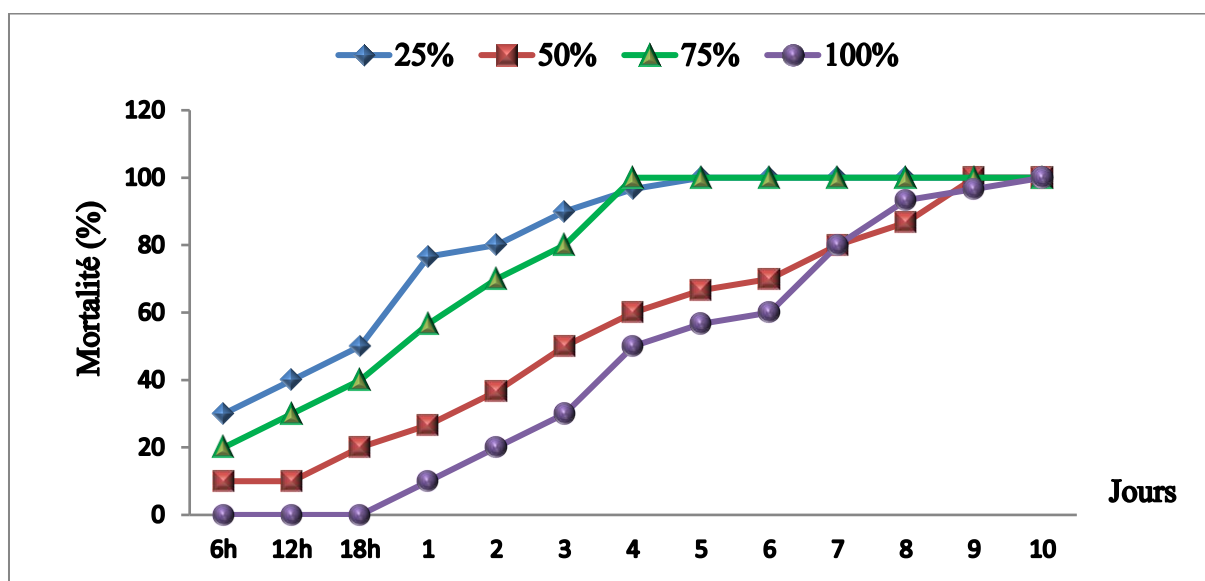


**Figure 29 :** Toxicité par inhalation de l'extrait méthanolique de la plante étudiée sur le *Tribolium castaneum*.

La figure 29 montre l'évolution de toxicité d'inhalation de l'extrait méthanolique à différentes concentrations en fonction du temps :

- ✓ Nous avons remarqué qu'avant les 18 premières heures nous n'avions enregistré aucun décès dans le groupe *Tribolium castaneum*, et les décès ont commencé dans le groupe *Tribolium castaneum* après 18 heures depuis le début de l'expérience lors de l'utilisation de chacune des doses 25% de l'extrait et 75% de l'extrait et 100% de l'extrait, et la mortalité a commencé dans le nombre de *Tribolium* utilisé après un jour depuis le début une expérience lors de l'utilisation d'une dose de 50% de l'extrait.
- ✓ Ces proportions Il a commencé à augmenter progressivement jusqu'à atteindre 100% après 11 jours de traitement insectes *Tribolium castaneum* avec des doses d'extrait de 25 %, d'extrait de 50 % et d'extrait de 75 %, et après 12 jours la mortalité totale a été enregistrée dans un certain nombre de *Tribolium castaneum* utilisés dans l'expérience lorsqu'ils étaient traités à un dosage de 100% d'extrait.
- ⇒ Toutes les doses d'extrait d'hexane ont donné un taux de mortalité de 100 % après 12 jours, mais il a donné des pourcentages variables avant le 12eme jour affectés par des facteurs de laboratoire dans lesquels l'expérience a été menée.

⇒ Et aussi que le DL50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 50% (extrait) et le TL 50 sont les 4,2 jours.



**Figure 30 :** Toxicité par inhalation de l'insecticide chimique sur le *Tribolium castaneum*.

La figure 30 montre l'évolution de toxicité d'inhalation de l'insecticide chimique à différentes concentrations en fonction du temps, tel que :

- Avant les 18 premières heures aucune inscription n'est faite décès dans le groupe *Tribolium castaneum*, lorsqu'il est traité avec une dose de 100% de l'insecticide chimique. Comme pour les autres doses, un début a été enregistré dans la mort du nombre de *Tribolium castaneum*, à partir des 6 premières heures du début de l'expérience.
- Le taux de mortalité a commencé à augmenter progressivement jusqu'à atteindre 100 % le cinquième jour où chacune des deux doses, 25 % et 75 % d'insecticide chimique a été utilisée.
- Le taux de mortalité du *Tribolium* utilisé était de 100% après 10 jours lorsqu'ils ont été traités avec les deux doses de 100% et 50% de l'insecticide chimique.

⇒ Nous expliquons cette fluctuation des résultats en raison des conditions de laboratoire dans lesquelles l'expérience a été menée.

⇒ Et alors le DL50 est dose la dose létale de la moitié de population de *Tribolium castaneum* sont 25 % (extrait) et le TL 50 sont les 18 heures.

# Conclusion

## CONCLUSION

Ce travail de recherche a permis d'apporter une contribution à l'étude de la biologie de *Tribolium* rouge de la farine *Tribolium castaneum* et fournit un ensemble d'éléments qui pourraient servir d'appui pour trouver des alternatives à la lutte par les insecticides chimiques contre ce ravageur potentiel des grains de céréales dans les stocks.

Aujourd'hui, les céréales stockées subissent des pertes de qualité très importantes qui peuvent dépasser les 20%. Ces pertes sont causées principalement par les insectes ravageurs. Des produits synthétiques ont été utilisés pour lutter contre ces ravageurs. Leur utilisation excessive a conduit à la perte d'efficacité, le développement de la résistance des insectes ravageurs ainsi que des dommages sur la santé humaine et environnementale, c'est pour cela que les chercheurs commencent à prendre conscience de l'importance du retour au naturel.

Les résultats expérimentations menées sur des extraits bruts de la plante *Hammada elegans boatch* que nous avons testé par trois modes de pénétrations par effet contact et par inhalation et répulsif semblent avoir toutes un effet insecticide sur les adultes de *T. castaneum*, mais le deux mode contact et répulsif ont donné les meilleurs résultats. Les valeurs obtenues montrent que l'activité insecticide des extraits bruts de *Hammada elegans boatch* qui en rapport avec la dose utilisée, où on a enregistré des pourcentages de mortalité allant de 100% pendant 12 h pour l'extrait de acétone et l'hexane et pour l'extrait de Dichlorométhane et méthanol pendant 24 h dans le test par effet contact , quant à la méthode de répulsif , elle a été efficace à un taux très élevé, surtout lors de l'utilisation de la première dose, et son efficacité diminue avec la diminution de la dose utilisée de l'extrait , L'efficacité de ces quatre extraits sur *T. castaneum* est en cours d'évaluation à des doses létales. Dans en effet, la dose que nous avons utilisée est de 500 UI lors de l'utilisation de la méthode par contact, il s'agit d'une dose létale, et 250 UI lors de l'utilisation de la méthode répulsif est considérée comme une dose suffisante pour expulser ces insectes, qui sont le *T. castaneum*, et pour la méthode de inhalation une dose de 100 UI n'est pas considérée comme une dose suffisante pour éliminer cet insecte en peu de temps.

L'ensemble des résultats obtenus lors de ce travail pourrait constituer des solutions alternatives ou complémentaires à l'utilisation des pesticides organiques de synthèse pour la protection des grains stockés de céréales. Le développement de bio insecticides extraits de plantes et la sélection de cultivars résistants à ce ravageur s'inscrit dans le cadre de l'agriculture et du développement durable. L'Algérie recèle une flore abondante et diversifiée susceptible de fournir de nouvelles sources de composés d'origine végétale à propriétés

# Références

### Références Bibliographiques :

**Abdelsamad R M. Elhag E A. Eltayeb. (1988).** Etudes sur la phénologie de *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae) dans la Gezira soudanaise. Journal de recherche sur les produits stockés. Vol 24 N° 2.101-105.

**Arab radhia.(2018).**Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera,Tenebrionidae). mémoire de magister.Université ferhat abbas-setif.Spécialité valorisation des ressources végétales.Pages 33 et 35.

**Aouina Aicha. Khelifa Nour-el-houda. (2018).**Evaluation de l'effet répulsif de *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Herbst). Université de mohamed Boudiaf de msila.Département de sciences et nature de la vie.biodiversité et physiologie végétale.Page :28 et 32.

**Aref M . et Heded M. (2015).** Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L. (Région d'Oued Souf). Mémoire de Master Académique. Université d'El Oued. 53.

**Asseli B. Djeridane A . Mahfoudi R . et Yousfi M.(2021).** Hautes activités anti-inflammatoires et antidiabétiques des extraits de *Hammada elegans* (Bge.)Botsch (Chenopodiaceae): une évaluation in vivo.Journal du diabète et des troubles métaboliques. Vol 20.427–438.

**Baba Aissa, F. 2000.** Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb ,substances végétales d'Afrique d'Orient et d'Occident. Edition Librairie Moderne Rouiba (Alger). Page : 368.

**Bensafiedine F. AssliI. Mahfoudi R. Djeridane. A. et Yousfi M. (2019).**Capacités antioxydantes élevées et effets anti-inflammatoires de *Hammada elegans* Botsch. Extraits : une évaluation in vitro. Courant. Enzyme. Inhib.Vol 15.

**Begaa Samir.et Mohammed Messaoudi . (2019).** Aspect toxicologique de quelques échantillons sélectionnés de plantes médicinales prélevés à Djelfa. région Algérie. Recherche sur les éléments traces biologiques.Vol 187 N 1. 301-306.

**Benchabane O. Aous W. Outaleb T. Hazzit M. Mouhouche F. Yekkour A. Baaliouamer A. (2019).** Huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. du Sahara algérien : variabilité chimique, propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et insecticides . Journal de recherche sur les huiles essentielles.Vol 31 N° 6.562-572.

**Bennett J M. Bennett M J.(2003).** Développer la sensibilité interculturelle.Manuel de formation interculturelle. pp : 147-165.

**Ben salah M K Nia I. et Adel L. (2020).** Activités insecticides et antioxydantes des extraits aqueux de deux plantes médicinales algériennes.Acta entologica sebica. Vol 25 N°1.

**Bendif H.(2017).** Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb. *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. et Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. Thèse de Doctorat : Option de Biotechnologies Végétales : L'Ecole Normale Supérieure De Kouba-Alger.

**Bencheikh Afaf. (2021).** Effet de l'inhalation des huiles essentielles des deux plantes (Rutacée et Lamiacée) sur *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae). Université kasdi merbah ouargla. Département des sciences agronomiques. Spécialité de Phytoprotection et environnement. Page: 38.

**Bonneton, 2010 Bonneton F., 2010.** Le coléoptère du nom de *Tribolium* Typologie et étymologie de *Tribolium castaneum* *Herbst*, 1797. Biochimie des insectes et biologie moléculaire. Vol 38. 377–379.

**Bouzeraa H. Bessila-Bouzeraa, M., & Labed, N. (2019).** Potentiel toxique répulsif et fumigant de trois huiles essentielles contre *Ephestia kuehniella*. Diversité des biosystèmes. Vol 27 N°4. 349-353.

**Bouzeraa, H., Bessila-Bouzeraa, M., Labed, N., Sedira, F., & Ramdani, L. (2018).** Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* contre *Plodia interpunctella* et *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). Journal d'études d'entomologie et de zoologie. Vol 6 N°5. 145-150.

**Boizot, N et Charpentier, J.P. 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques. PP 79–82.

**Camara. (2009).** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (colioptère : curculionidae) et *Tribolium castaneum herbest* (coleoptera : tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétale. Université québec à montréal, thèse de doctorat en sciences de l'environnement. Page 2-27.

**Campbell et Hagstrum. (2002).** Exploitation des patchs par *Tribolium castaneum*: schémas de déplacement, distribution et oviposition. Journal de recherche sur les produits stockés. Vol 38. 5568.

**Choukry K A Z I. (2020).** Neuf Espèces Végétales Anti-Epileptiques de la Flore d'Algérie. Journal d'algérienne des produits naturels. Comparaison avec l'hydrodistillation. Chimie alimentaire. Vol 106. 132-139.

**Christine B, 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2 ième Edition 124-154.

**Debray M. Jacquemin H. Razafindrambo, R R. Jacquemin R et Razafindrambo R. (1971).** Travaux et documents de l'ostm. Paris.

**Delimi A .Taibi F. Fissah A. Gherib S. Boukhari M. Cheffrou A. (2015).** Bio activité des huiles essentielles de l'armoise blanche *Artemessia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera). Afrique science. Vol 9 N°03. 82-90.

**Delobel A. et Tran M. (1993).** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. IRD Editions. Page : 275-280 et 345-346.

**Djaouti M. (2010).** Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréale en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de wilaya de Sétif Thèse. Maitrise de Sciences. CIHEAM-Montpellier. Page : 120.

- Djeridane A. Yousfi M. Nadjemi B. Boutassouna D. Stocker P. Vidal N. (2006).** Activité antioxydant de quelques extraits de plantes médicinales algériennes contenant des composés phénoliques. J. Chimie alimentaire. Vol 97.654-660.
- Djidel A., Daghbouche S., Benrima A. et Djazouli Z. E. (2018).** Évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux brut de la fabacae Cytises triflorus l'her à l'égard de *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Revue Agrobiologie. Vol 8 N °2. 1093-1102.
- EL-Haoud H. Boufellous M. Berrani A. Tazougart H. Bengueddour R. (2018).** Screening phytochimique d'une plante médicinale: *Mentha spicata* L. Journal américain de la recherche innovante et des sciences appliquées. Vol 7.226-233.
- Finney D J. (1971).** Analyse Probit. 3rd ed. Université de Cambridge: London. 261.
- Farrell. (2010).** Méthodes de diagnostic pour le *Tribolium* de la farine rouge rouille et le *Tribolium* de la farine confus *Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum* .Rev: PADIL-Plante Biosécurité. Toolbox: 10-27.
- Fleurat-Lessard. (1994).** Factures affectant la survie et le développement de *Sitophilus oryzae* L. dans le grain de riz, les couches du péricarpe. Dans : Highley, E., Wright, E. J, Banks, H. J, Champ, B. R. (Eds), Actes de la Sixième Conférence internationale de travail sur la protection des produits stockés. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.525-527.
- Gharsan Fatehia. Jubara Nihad. Alghamdi Lamya. Almakady Zahraa. Basndwh Eisha. (2018).**Toxicité de cinq huiles végétales pour les adultes *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) et *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). Journale de Bio One Complète. Vol 101.N° 4.592-596.
- Guarrera P M. (1999).** Utilisations traditionnelles antihelminthiques, antiparasitaires et répulsives des plantes en Italie centrale. Journal d'ethnopharmacologie. Vol 68. Page: 183-192.
- Guèye M T. Dogo S. Jean-Paul W et Georges L. (2011).** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale: synthèse bibliographique. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 183-194.
- Guy D. (1979).** Organisation et classification des plantes vasculaires: Systématique. Edition Sedes (Paris). Page :540.
- Good N E. (1936).** Les coléoptères de la farine du genre *Tribolium*. Bulletin technique de l'USDA. Vol 5. Page : 27-28.
- Gwinner J. Hamisch R et Muck O. (1996).** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ.Eschborn. Page :368.
- Ismail I S H. Selloum L. Bouriche H. Yoshida T. (2005).** Constituants des feuilles et rameaux de *Cleome arabica*. Médecine naturelle. 59. 53.
- Isman M B. (2006).** Insecticides botaniques, dissuasifs et répulsifs dans l'agriculture moderne et un monde de plus en plus réglementé. Revues annuelles. Vol 51.45-66.
- Kanana P T D. Muniengi B I. (2018).** Effet insecticide des poudres de quelques plantes sur la conservation des semences de maïs contre les charançons. *Sitophilus zeamais* Motsch. Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture. Vol 1 N°2. 10-13.

**Karahacane T, 2015.** Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie. El Harrach, Page: 115.

**Karahacane.T, 2015.** Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. IJASR. Page :204-209.

**Kellou R. (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréales françaises dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée le cas des coopératives Sud Céréales. Groupe. Coopératif. Occitan et aude coop. Thèse. Mast. C.I.H.E.A.M. I.A.M. Moontpelier. France. PP:47-48.

**Kellouche. Bounoua-Fraoucene S. et J F Debras. (2019).** Toxicity of four essential oils against two insect pests of stored grains, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). African Entomology .Vol 27 N°2.344-359.

**H Kouninki. LST Ngamo.T Hance. MB Ngassoum . (2007).** Potentiel d'utilisation des huiles essentielles de plantes locales camerounaises pour la lutte contre le charançon rouge de la farine *Tribolium castaneum*(Herbst)(Coleoptera:Tenebrionidae) .Journal Africain de l'Alimentation.Vol 7 N°5 .

**Kheloul. Lynda. (2020).** Toxicité fumigène de l'huile essentielle de *Lavandula spica* et du linalol à différents stades de la vie de *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae)." Journal d'entomologie Asie-Pacifique.Vol 23 N °2. 320-326.

**Kumar S V. Gowtham M. Shanthi M. Premalatha K. (2019).** Propriété insecticide des déchets de fruits de *Citrus sinensis* contre la cochenille du papayer *Paracoccus marginatus*. Journal indien d'entomologie.Vol 81 N °3.423-430.

**Lerato N M. Samkeliso T. Michael P.(2017).** Preliminary phytochemical screening of crude extracts from the leaves, stems, and roots of *Tulbaghia violacea*. International Journal of Pharmacognosy Phytochemistry Research.Vol 9. 1300-1308.

**L. L. McDonald, R. H. Guy, and R. D. Speirs, 1970 .** Évaluation préliminaire de nouveaux matériaux candidats en tant que substances toxiques, répulsives et attractives contre les insectes des produits stockés États-Unis », Service de recherche agricole. Vol 183.

**Madene N. (2014).** Activité biologique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). Thèse Magister. ENSA El-Harrach Alger. Page :158.

**Mason L J.(2003).** Fiche d'information sur les insectes des céréales E-224-W : *Tribolium* rouge et confus de la farine, *Tribolium castaneum* (Bhst.) et *Tribolium confusum* Duval. Université Purdue, Département d'entomologie.

**Maqsood Anwar. Naveed Akhtar. Et Shah Khalid. (2020).** Étude phytosociologique des mauvaises herbes de la culture du blé sous variation édaphique : une étude de cas du district de Swabi, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. Biologie pure et appliquée (PAB).Vol 9 N°1. 640-649.

**Mebarkia A. Khalfi O. et Guechi A. (2001).** Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach. 119-126.

**Mohammed N .(2011).** Dépistage biologique de la tige de zizyphus oxyphylla edgew. Pak. J. Bot.vol43 N°1. PP: 311-317.

**Mohan S. Pretheep-Kumar P. et Balasubramanian P. (2010).** Résistance aux insecticides, insectes des produits stockés.- LAP Lambert Academic Publishing.

**Nacz M. Shahidi F. (2004).** Extraction et analyse des composés phénoliques dans les aliments. J Chromatogr A.Vol 104. 95-111.

**A.Nait.M Bark. D Guillaume. O Kol. Z Charrouf.(1996).** Saponines triterpénoïdes de *Herniaria fontanesii*. Phytochimiepp. Vol 43.1075–7.

**Najem M. Bammou M. Bachiri L. Bouiamrine E H .Ibijbijen J et Nassiri L.(2020).** Ruta chalepensis L. Huile Essentielle à Potentiel Biologique de Lutte Naturelle contre le Ravageur des Denrées Stockées : *Tribolium castaneum* *Herbst*. Hindawi. Médecine complémentaire et alternative fondée sur des preuves.Page:11.

**Nelson. et guy. (2010).** Répulsion et toxicité des huiles essentielles des feuilles et de l'écorce de *Laurelia sempervirens* et *Drimys winteri* contre *Tribolium castaneum*. page d'accueil de la revue.Cultures et produits industriels .Vol 32 .405–410.

**Nerio L S. Olivero-Verbel J. Stashenko E.(2009).** Activité répulsive des huiles essentielles de sept plantes aromatiques cultivées en Colombie contre *Sitophilus Zeamais* *Motschulsky* (Coleoptera). J. Stocké Prod. Res. Vol 45. 212–214.

**N Salema. O Bachrouchb. J Sritia. K Msaadaa. S Khammassia. M Hammamia. S Selmia.E Boushihb. S Koorania. Abderrabac B. Marzouka F. Limama, et J M Ben Jemaa.(2018).** Potentiels fumigants et répulsifs des huiles essentielles *Ricinus communis* et *mentha pulegium* contre *Tribolium castaneum* et *Lasioderma serricorne*. Revue internanionale des propriétés alimentaires.

**Perrier R. (1961).** La faune de la France, coléoptères. Ed. Delagrave, Paris. Tome VI. Page: 215.

**Paris M.(1969).** Les flavonoïdes du fagara laurentiide sauvage isolement d'un flavonoïde identifié à l'hespéridoside. Plantes Médicinales et Phytothérapie. PP 3:123–31.

**Randrianarivelo R. (2010).** Etude de l'activite antimicrobienne d'une planteendémique de madagascar « *cinnamosma fragrans* », alternative aux antibiotiques en crevetticulture. Thèse de doctorat en Science. Université d'Antananarivo.

**RahmanS. NirmalC B. Tamanna F. et Sudhangshu K B. (2016).** Extrait de plante comme pesticide sélectif pour la lutte antiparasitaire intégrée. Recherches en biotechnologies.Vol 2 N°1. 6-10.

**Regnault-Roger C. & Hamraoui A. (1997).** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. *Acta Bot, Gallica*, Vol 144 N°4 .pp : 401-412.

**Rizak A.(1982).** Constituants de plantes poussant au Qatar. *Fitoterapia*. Vol 52.pp:35–42.

**L Rouari.H Gouzi. M Ghermaoui F. Benaceur A. Kemassi B. Merabti I. Messahli A. Rezzoug A. Rouari R. Chaibi.(2022).** Première étude de l'activité larvicide des extraits algériens d'*Oudneya Africana* contre les larves de *Culex pipiens*. *Journal ukrainien d'écologie*.Vol 12 N°1. 65-70.

**Salunke B K. Kotkar H M. Mendki P S. Upasani S M. et Maheshwari V L.(2005).** Efficacité des flavonoïdes dans le contrôle de *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera : Bruchidae), un ravageur post-récolte des légumineuses à grains. *Protection des cultures*.Vol 24. 888-893.

**Sahana Parvin. Xin-Nian Zeng. Touhidul Islam (2012) .** Bioactivité de l'acajou d'Indonésie, *Toona sureni* (Blume)(Meliaceae), contre le *Tribolium* rouge de la farine, *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae). *Journale de Revista Brasileira de Entomologia*. Vol 56 .354-358.

**Sahi L. Ilbert H. Hoxha V. Courivaud A. Chailan C. (2016).** Le marché des plantes aromatiques et médicinales: analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie.

**Scotti G.(1978).** Les insectes et les acariens des céréales stockées. *AFNOR-I.T.F.C* .Page:238.

**Susana beatriz padine. Cecilia beatriz fusé. Maria Inés urrutia. Gustavo dal Bello. (2013).**Toxicité et répulsion de neuf plantes médicinales contre *Tribolium castaneum* dans le blé stocké.*Alma Mater Studiorum, Université de Bologne. Bulletin d'Insectologie*.Vol 66 N°1. 4549.ISSN 1721-8861.

**Shazali M E H. et Smith R H. (1986).** Études du cycle biologique des ravageurs du sorgho stocké par alimentation externe : *Corcyra cephalonica* (Staint.) et *Tribolium castaneum* (HBST). *Journal de recherche sur les produits stockés*.Vol 22 N°2. 55-61.

**Taibi F. SMAGGHE G. Amrani L. et Soltani- Mazouni N. (2003).** Effet de l'agoniste de l'ecdysone RH-0345 sur la reproduction du ver de farine, *Tenebrio molitor*. *Partie biochimie et physiologie compares*.Vol 135 . 257-267.

**Tazerouti-Bendiffallah L. Bakour K. et Kellouch AEK.(2001).** Etat sanitaire des denrées entreposées dans les unités de stockage de Draa Ben Khedda, Bouira et ain Bessam. *Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires*.12 et 13 Nov. MAP, INPV El- Harrach. 355-360.

**Tayeb Bey lamia .,Titraoui Isra Salma Hadjer, Arab Radia.(2022).**L 'effet répulsif des huiles essentielles et des poudres de *Thymus vulgaris* L. et *Artemisia absinthium* L. sur *Tribolium confusum*. *Université de Mohamed Boudiaf de Msila .Département de sciences et nature de la vie. Biotechnologie végétale*. Page : 22 et 23.

**E Trease. WEvans.(1987).** *Pharmacognosie*. 13 edition.Balliere Tindall.London. PP: 61–62.

**Tripathi A K. Prajapati V. Aggarwal K. Kumar S. (2001).** Toxicité, dissuasion alimentaire et effet de l'activité du 1,8 cinéole d'*Artemisia annua* sur la production de descendance de *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). *J. Econ. Entomol.* Vol 94.979–983.

**Weidner H. et Rack G. (1984).** Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds. Eschborn. 80 p. méridionales. Tome II. Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 325 p.

**Yildirim, E., Ozbek, H., Aslan, I., (2001).** Ravageurs des produits stockés. Presse de la faculté d'agriculture de l'Université Atatürkno. Vol 191. PP 117.

**Reference électronique:**

<https://www.algerie-eco.com/2018/11/18/la-hausse-de-la-production-agricole-rapprochelalgerie-de-la-securite-alimentaire>.

<http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/>

# **Annexes**

**Tableau 11:** Principaux insectes déprédateurs des céréales stockées dans le monde (Christine, 2001).

Espèce	Nom commun	Céréales attaquées
<b>Ordre des Coléoptères</b>		
<i>Sitophilus oryzae</i> L.	Charançon du riz	Blé orge, riz, maïs, sorgho, mil, millet
<i>Sitophilus zeamais</i> M.	Charançon du maïs	Blé, maïs
<i>Sitophilus granarius</i> L.	Charançon du blé	Blé
<i>Rhizopertha dominica</i> F.	Capucin des grains	Millet, orge, riz maïs, sorgho
<i>Trogoderma granarium</i> (Everst)	Dermeste des grains	Millet, riz, blé
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.	Silvain	Blé, maïs, millet
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Tribolium roux	Blé, maïs, riz, orge, sorgho, mil, millet
<i>Tribolium confusum</i> (Duval)	Tribolium sombre	Riz, millet
<i>Tenebroides mauritanicus</i>	Cadelle	Blé, maïs
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Stephens)	petit cucujide plat	Blé
<i>Prostphanus truncatus</i> (Horn)	Grand capucin des grains	Maïs
<i>Carpophilus dimidiatus</i> F.	Carpophile des grains	Maïs
<i>Sitotroga cerealella</i> (Oliv.)	Alucite des grains	Maïs, blé
<i>A. leavigatus</i> (F.)	ténébrion du champignon	Maïs
<i>Alphitobius diaperinus</i> (Panz)	Petit ténébrion mat	Maïs
<i>Corcyra cephalonica</i> (Staint)	Pyrale du riz	Riz
<b>Ordre des Lépidoptères</b>		
<i>Sitotroga cerealella</i> (olivier)	Alucite	Orge, blé, riz, mil, sorgho, millet
<i>Ephestia cautella</i> walker.	Pyrale des amandes	Millet, riz
<i>Ephestia kuehnella</i> (zaller)	Mite de la farine	Maïs
<i>Plodia interpunctella</i>	Pyrale des fruits secs	Riz, maïs, sorgho, mil
<i>Corcyra cephalonica</i> (staniton)	Mite du riz blé	Maïs, riz, sorgho, millet
<i>Pyralis farinalis</i> L	Pyrale de la farine	Blé

**Tableau 12:** Insectes les plus fréquents rencontrés sur les céréales stockées en Algérie (Mebarkia et al, 2001).

Nom scientifique	Céréale attaquée	Famille	Ordre
<i>Sitophilus granarius</i> L	Maïs, blé dur et tendre	Curculionidae	Coleoptera
<i>Sitophilus oryzae</i> L	Blé dur, blé tendre	Curculionidae	Coleoptera
<i>Tribolium castaneum</i> H	Blé dur, blé tendre	Tenebrionidae	Coleoptera
<i>Tribolium confusum</i> D	Blé dur, blé tendre	Tenebrionidae	Coleoptera
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> S	Blé dur, blé tendre	Cucujidae	Coleoptera
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L	Blé dur, blé tendre	Cucujidae	Coleoptera
<i>Rhizopertha dominica</i> F	Blé dur	Bostrychidae	Coleoptera
<i>Trogoderma granarium</i> E	Blé dur, blé tendre	Dermestidae	Coleoptera

<i>Ephestia kuehniella</i>	Blé dur, blé tendre	Pyralidae	Lepidoptera
<i>Plodia interpunctella</i> H	Blé dur	Pyralidae	Lepidoptera

**Tableau 13:** Quelques travaux récents sur l'activité biologique des extraits de différentes plantes sur les insectes ravageurs des denrées stockées. (Madene, 2014).

Espèce	Famille	Type d'extrait	Agent cible	Activité biologique	Référence
<i>Laurus nobilis</i>	Lauraceae	Huile essentielle	<i>R. dominica</i> , <i>T. castaneum</i>	Toxique	Mediouni Ben Jemâa et al, 2012
<i>Flourensia oolepis</i> Blake	Asteraceae	Huile essentielle	<i>T. castaneum</i>	Toxique et répulsive	Garcia et al, 2007
42 espèces de Myrtacées	Myrtacées	Huile essentielle	<i>S.oryzae</i> , <i>T.castaneum</i> , <i>R. dominica.</i>	Toxique	Lee et al, 2004
<i>Cytopogon martinii</i> <i>Cytopogon flexuosus</i> <i>Lippia organoides</i>	Cymbopogon Verbenaceae	Huile essentielle	<i>T. castaneum</i>	Toxique et répulsive	Caballero-Gallardo, et al, 2012
<i>Foeniculum vulgare</i> ,  <i>Rosmarium officinalis</i> <i>Lippia citriodora</i>	Apiaceae  Lamiaceae	Huile essentielle	<i>S.granarius</i>	Toxique	Zoubiri et Baaliouamer, 2011
<i>Ocimum gratissimum</i>	Lamiaceae	Huile essentielle	<i>S.zeamais</i>	Toxique.	Nguemtchouin et al, 2013
<i>Ailanthus altissima</i>	Simaroubaceae	Huile essentielle	<i>T. castaneum</i> , <i>O. surinamensis</i> , <i>S. oryzae</i>	Toxique.	Lü et Wu, 2010
<i>Artemision argyi</i>	Asteraceae	Huile essentielle	<i>O. surinamensis</i>	Toxique, répulsive et inhibitrice du développement	Lü et al, 2011
<i>Rosmarinus officinalis</i> ,	Lamiaceae	Huile essentielle	<i>S. granarius</i>	Toxique.	Laznik et al, 2012

<i>Salvia officinalis,</i> <i>Lavandula angustifolia,</i> <i>Mentha balsmea</i>					
<i>Origanum onites,</i> <i>Satureja thymbra,</i> <i>Myrtus communis</i>	Lamiaceae Myrtaceae	Huiles essentielles	<i>A. obtectus</i> <i>E. kuehniella,</i> <i>P. interpunctella</i>	Toxique.	Ayvaz et al, 2010
<i>Peumus boldus</i>	Monimiaceae	Huile essentielle	<i>S. zeamis</i>	Toxique et répulsive	Betancur et al, 2010
<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Mentha pulegium</i> <i>Zataria multiflora</i> <i>Citrus sinensis</i>	Lamiaceae Rutaceae	Huiles essentielles	<i>T. castaneum,</i> <i>S. granarius,</i> <i>C. maculature</i> <i>P. interpunctella</i>	Toxique	Mahmoudvand et al, 2011
<i>Boenninghausenia sellicarpa</i>	Rutaceae	Huiles essentielles	<i>S. zeamis,</i> <i>T. castaneum</i>	Toxique	Liu et al, 2012
<i>Origanum glandulosum</i>	Lamiaceae	Huiles essentielles	<i>R. dominica</i>	Toxique	Khalfi et al. 2008
<i>Mentha spicata</i>	Lamiaceae	Huiles essentielles	<i>R. dominica</i>	Toxique	Khalfi et al. 2006
<i>Artemisia vulgaris</i>	Asteraceae	Huile essentielle	<i>T. castaneum</i>	Répulsive, larvici-de et aduicide	Wang et al. 2006
<i>Melia azedarach,</i> <i>Myrtus communi,</i> <i>Mentha longifoli,</i> <i>Peganum harmal,</i> <i>Cymbopogon citrates</i>	Meliaceae Myrtaceae Lamiaceae Zygophyllaceae Poaceae	Extraits éthanoliques	<i>S. oryzae</i>	Toxique	Saljoqi et al, 2006
<i>Peganeum harmala</i>	Zygophyllaceae	Extrait méthanolique et des fractions d'alcaloïdes	<i>T. castaneum</i> <i>R. dominica</i>	Toxique	Nenaah, 2011
<i>Chamomile,</i> <i>Noix de coco,</i>	Asteraceae Posaceae	Huiles végétales	<i>R. dominica</i>	Toxique	Nikpay, 2006

<i>Amande douce</i>					
<i>Calotropis procera</i>	Asclepiadaceae	Extrait méthanolique et flavonoïdes	<i>S.oryzae</i> , <i>R.dominica</i>	Toxique et répulsive	Nenaah, 2013
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	Poudre et huiles essentielles	<i>C. chinensis</i> , <i>C.maculatus</i> , <i>A. obtectus</i> , <i>S.granarius</i> , <i>S.zeamis</i> , <i>P. truncatus</i>	Toxique, inhibition du potentiel reproducteur	Tapondjou et al, 2002
Plusieurs variétés pois chiche ( <i>Cicer arietinum</i> spp)	Fabaceae	Fractions d'extraits aqueux et alcooliques des graines.	<i>S. oryzae</i>	Toxique	Mouhouche et al, 2009
<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	Poudres et extraits aqueux.	<i>S.zeamais</i> , <i>R.dominica</i> , <i>T.castaneum</i> , <i>O. surinamensis</i>	Toxique	Silva et al, 2012
<i>Hypnum cupressiforme</i>	Hypnaceae	Fractions d'extraits de rhizomes séchés	<i>S.granarius</i>	Toxique	Abay et al, 2012
<i>Azadirachta indica</i> (Neem)	Maliacea	Huile des graines	<i>C.maculatus</i>	Réduction du potentiel reproducteur	Lale et Abdulrahman, 1999
<i>Cassia sophera</i>	Fabaceae	L'extract aqueux et poudres	Réduction du potentiel reproducteur	<i>C. maculatus</i> , <i>S. oryzae</i>	Kestenholz et al, 2007
<i>Aframomum melegueta</i> <i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae	Fractions chimiques.	<i>S. zeamais</i>	Répulsif.	Ukeh et al, 2009
<i>Catharanthus roeus</i>	Apocynaceae	Extrait aqueux	<i>S. oryzae</i>	Toxique	Abdul Majeed, 2011
<i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Vigna caracalla</i>	Fabaceae	Extraits protéiques et farine des graines	<i>C. maculatus</i>	Réduction du potentiel reproducteur	Karbache et al, 2011
<i>Junellia aspera</i>	Verbenaceae	Les triterpènes	<i>S.oryzae</i>	Toxique.	Pungitore et al, 2005

## Matériel utilisé dans cette étude :1-

## Consommables :

<b>Spatule</b>		<b>Boîtes de conservation</b>	
<b>Portoir</b>		<b>Papier filtre</b>	
<b>Filme transparent</b>		<b>Scotch (Ruban adhésif)</b>	
<b>Aluminium</b>		<b>Micropipette</b>	
<b>Ciseaux</b>		<b>Flacons stériles</b>	
<b>Embouts</b>		<b>Eppendorf</b>	
<b>Tubes à essai</b>		<b>Tubes en plastique</b>	

## 2-Appareillages :

Étuve (memmert)		Vortex	
Mélangeur		Bain marquée	
Rotavapeur		Balances	
Agitateur		L'hôte chimique	

## 3- Verreries

<b>Eprouvette</b>	
<b>Flacon</b>	
<b>Mortier et pilon</b>	
<b>Entonnoir</b>	
<b>Bécher</b>	



## 4- Réactifs :

<b>Méthanol</b>		<b>Acétone</b>	
<b>Eau distillée</b>		<b>Hexane</b>	
<b>DMSO</b>		<b>Chlorure d'aluminium</b>	
<b>Dichlorométhane</b>		<b>Chlorure de fer</b>	

<b>Fehling A</b>	 A white plastic bottle with a red cap and a blue base. The label features the 'Fluka' logo and text in German and English, including 'Fehling A' and 'Cuprous sulfate solution'. It has three diamond-shaped hazard symbols at the bottom.	<b>Fehling B</b>	 A white plastic bottle with a red cap. The label features the 'Fluka' logo and text in German and English, including 'Fehling B' and 'Potassium sodium tartrate solution'. It has three diamond-shaped hazard symbols at the bottom.
<b>Ammonium hydroxide solution</b>	 A dark glass bottle with a black cap. The label features the 'SIGMA-ALDRICH' logo and text in English, including 'Ammonium Hydroxide solution'. It has three diamond-shaped hazard symbols at the bottom.	<b>Insecticide de synthèse</b>	 A yellow and red packet of insecticide powder. The label features a logo with a palm tree and the letter 'R', and text in Arabic and English, including 'Insecticide Powder'. It has several circular icons at the bottom.

## المخلص:

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو التقييم في ظل ظروف المختبر، تأثير المبيدات الحشرية لنبات طبي حمادة ايليجانس بوتش والتي استخلص منها مستخلصات خام عن طريق عملية النقع على افة السلع المخزنة تريبوليوم كاستانيوم. تم اختبار أربع جرعات لتقدير وفيات البالغين عن طريق الاتصال وتأثير الاستنشاق وتقدير عدد هروب التريبوليوم كاستانيوم الى الجهة الأخرى عن طريق الطرد. بالنسبة للوفيات كانت نتائج اختبارات التلامس مهمة للغاية حيث بلغ معدل الوفيات 100% في 24 ساعة فقط والتي تتوافق مع كل الجرعات التي تم استعمالها من المستخلصات الأربعة وهي على التوالي: 100% من المستخلص 75% مستخلص 50% مستخلص 25% مستخلص (وتم اكمال الحجم اللازم لكل جرعة عن طريق إضافة ثنائي ميثيل سلفوكسيد مع كل جرعة). اختبار الاستنشاق كان هو الأقل فعالية من بينهم حيث تم تسجيل نسبة 100% في عدد وفيات البالغين من تريبوليوم كاستانيوم بعد 17 يوما عند معالجتهم بكل من مستخلصي الأسيون والهيكسان، بعد 12 يوما تم تسجيل نسبة وفيات كلية لتريبوليوم كاستانيوم المستخدم في التجربة وهذا عند معالجته بمستخلصات ثنائي كلوروميثان والميثانول كلا الفترتين المسجلتين هي فترات طويلة جدا. كما أظهر اختبار النفور مستويات مختلفة من الحماية حيث تأثر بنوع المستخلص المستخدم، و لوحظت ذروة النفور ضد البالغين من تريبوليوم كاستانيوم عند استخدام مستخلص الميثانول (الجرعة الرابعة 100% خلاصة) وبلغت حوالي 70 بعد خمس ساعات من بداية التجربة.

**الكلمات المفتاحية:** تأثير مبيد حشري، حمادة ايليجانس بوتش، تريبوليوم كاستانيوم، وفيات، طارد.

## Abstract:

The main objective of this work is the evaluation under laboratory conditions, insecticide effect of medicinal plant *Hamada elegans boatch* from which a crude extract was extracted by soaking the stored commodity pest *Tribolium castaneum*. Four doses tested to estimate adult mortality by contact and effect of inhalation and to estimate the number of *Tribolium castaneum* leaking to the other side by expulsion. For deaths, the results of contact tests were very important where the mortality rate reached 100% in 24 hours only, which corresponds with all the doses that were used of the extract, which are respectively: 100% of the four excerpts, 75% of the extract, 50%, and 25% (Completing the volume to be used by adding dimethyl sulfoxide up to 1.5 ml at each dose). The inhalation test was the least effective with 100% adult mortality recorded after 17 days when *Tribolium castaneum* was treated with acetone and hexane extracts, and after 12 days, the total mortality of *Tribolium castaneum* used in the experiment when treated with dichloromethane and methanol extracts was recorded, both periods are very long periods. The aversion test also showed different levels of protection, as it was affected by the type of extract used, and the peak of aversion against adults of *Tribolium castaneum* was observed when using the methanol extract (the fourth dose of 100% extract) and amounted to about 70%. Five hours after the start of the experiment.

**Key words:** insecticidal effect, Hammada elegans boatch, *Tribolium castaneum*, Mortality , repellent.

## Résumé :

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer, dans des conditions de laboratoire, l'effet insecticide de la plante médicinale *Hammada elegans boatch*, dont un extrait brut a été extrait par macération, sur le ravageur des denrées stockées *Tribolium castaneum*. Quatre doses testé pour estimer la mortalité des adultes par contact et effet d'inhalation et pour estimer le nombre de fuites de *Tribolium castaneum* de l'autre côté par expulsion. Pour la mortalité, les résultats

des tests de contact ont été très importants, avec un taux de mortalité de 100% en 24h seulement, ce qui correspond à toutes les doses des quatre extraits, qui ont été utilisées et sont respectivement : 100% de l'extrait, 75% de l'extrait, 50 % et 25 % (En complétant le volume à utiliser en ajoutant du diméthylsulfoxyde, jusqu'à atteindre 1,5 ml à chaque dose) . Le test d'inhalation était le moins efficace avec un taux de mortalité adulte de 100 % enregistré après 17 jours lorsque *Tribolium castaneum* était traité avec des extraits d'acétone et d'hexane, et après 12 jours, une mortalité totale a été enregistrée chez *Tribolium castaneum* utilisé dans l'expérience lorsqu'il est traité avec des extraits de dichlorométhane et de méthanol, et les

deux périodes sont de très longues périodes. Le test d'aversion a également montré différents niveaux de protection, car il était affecté par le type d'extrait utilisé, et le pic d'aversion a été observé contre les adultes de *Tribolium castaneum* lors de l'utilisation de l'extrait de méthanol (la quatrième dose d'extrait à 100 %) et a atteint environ 70 %. Cinq heures après le début de l'expérience.

**Mots clés :** Effet insecticide, *Hammada elegans boatch*, *Tribolium castaneum*, Mortalité, Répulsif.