

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU**  
Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques  
Département d'Agronomie



En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques  
**Spécialité : Protection des végétaux**

## **Thème**

**Effet biocide de deux huiles essentielles d'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) et de basilic (*Ocimum basilicum*) sur les larves du ravageur secondaire de blé *Tribolium castaneum***

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> IRID LILIA**

**M<sup>elle</sup> GACEM FERROUDJA**

**Soutenu le : 11/07/2023**

**Devant le jury :**

**Présidente : M<sup>me</sup> MEDJDOUB-BENSAAD F.**

**Professeur à UMMTO**

**Promotrice : M<sup>elle</sup> GUERMAH D.**

**MCB à UMMTO**

**Examinatrice : M<sup>me</sup> LAKABI L.**

**MCA à UMMTO**

**2022/2023**

# *Remerciements*

Avant tous nous remercions Allah, le tout puissant et miséricordieux, qui nous a éclairé la voie de savoir.

En premier lieu, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrante , Dr. GUERMAH D., enseignante à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, pour sa disponibilité, ses précieux conseils et le temps qu'elle nous a consacré.

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à Mme LAKABI L., maître de conférences à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour l'honneur d'être l'examinatrice de notre comité de soutenance.

Nous sommes profondément reconnaissantes à Mme MEDJDOUB-BENSAAD F., professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour l'honneur d'être la présidente de ce mémoire.

Enfin, nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à nos familles, proches et amis, qui nous ont accompagnés, aidés, soutenus et encouragés tout au long de la réalisation de cette thèse.

***LILIA et FERROUDJA***

# *Dédicace*

*Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude envers notre chère famille IRID et GACEM, ainsi qu'envers nos précieux parents, frères et sœurs. Ce mémoire de fin d'étude témoigne de notre sincère reconnaissance envers vous. Vous êtes nos piliers, nos protecteurs, et nous voulons vous remercier du fond du cœur pour tout ce que vous avez accompli pour nous. Votre amour et votre soutien inconditionnels ont été d'une valeur inestimable. Recevez toute notre affection et notre reconnaissance sincère.*

*LILIA et FERROUDJA*

## Liste des figures

Figure 01 : Illustration botanique de <i>Triticum aestivum</i> .....	5
Figure 02: Épi du blé .....	7
Figure 03: Germination du blé .....	8
Figure 04: Cycle de développement du blé tendre.....	10
Figure 05 : Histogramme représente la production en volume de blé au niveau mondial entre 2013/2014 et 2023/2024 (en million de tonnes) FAOSTAT (2022).....	13
Figure 06 : Femelles d’ <i>Heterodera avenae</i> sur les racines du blé .....	17
Figure 07 : Puceron des épis de blé .....	18
Figure 08: Punaise des céréales .....	18
Figure 09 : Cicadelle des céréales .....	19
Figure 10 : Insecte ravageur ver de farine <i>Tribolium castaneum</i> .....	19
Figure 11 : Œuf du <i>Tribolium castaneum</i> .....	21
Figure 12: Larve de <i>Tribolium castaneum</i> au grossissement Gx40 .....	22
Figure 13 : Nymphe de <i>Tribolium castaneum</i> .....	22
Figure 14 : Adulte du <i>T. castaneum</i> : A : face dorsale, B : face ventrale observé sous la loupe binoculaire au Gx40.....	23
Figure 15 : Cycle biologique de <i>T. castaneum</i> .....	24
Figure 16 : Quatrième fémur du mâle du <i>Tribolium castaneum</i> , face postérieure (Flèche rouge : tubercule pilifère) .....	25
Figure 17 : Dimorphismes sexuels chez la puppe et le mâle de <i>T. castaneum</i> .....	25
Figure 18 : Dégâts causée par le <i>Tribolium castaneum</i> sur la farine .....	
Figure 19 : Matériel essentiel utilisé au laboratoire.....	29
Figure 20 : Représente l’huile essentielle d’ <i>Eucalyptus globulus</i> .....	33
Figure 21 : Représente l’huile essentielle d’ <i>Ocimum basilicum</i> .....	34
Figure 22 : Représente la de plante de l’ <i>Ocimum basilicum</i> .....	34
Figure 23 : Représente la description de l’arbre de l’ <i>Eucalyptus globulus</i> .....	37
Figure 24 : Dispositif expérimental du test appliquer par inhalation par les huiles essentielles de sur les larves de <i>T. castaneum</i> .....	40
Figure 25 : Dispositif expérimental du test par répulsion des huiles essentielles appliquées à l’égard des larves de <i>T. castaneum</i> .....	43
Figure 26 : Effets de l’huile essentielle d’eucalyptus à la dose de 2µl sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.....	44

Figure 27 : Effets de l'huile essentielle d'eucalyptus à la dose de 4µl sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.....	45
Figure 28 : Effets de l'huile essentielle d'eucalyptus à la dose de 6µl sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.....	46
Figure 29 : Effets de l'huile essentielle de basilic à la dose de 2µl sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.....	47
Figure 30 : Effets de l'huile essentielle de Basilic à la dose de 4µl sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.....	48
Figure 31: Effets de l'huile essentielle de Basilic à la dose de 6µl sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> par inhalation.....	48
Figure 32 : Taux de répulsion des larves de <i>Tribolium castaneum</i> testés par l'huile essentielle <i>Eucalyptus globulus</i> .....	49
Figure 33 : Taux de répulsion des larves de <i>Tribolium castaneum</i> testés par l'huile essentielle <i>d'Ocimum basilicum</i> .....	55

## **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Les différences entre un blé tendre et un blé dur.....	4
Tableau 02 : composition chimique du grain de blé .....	10
Tableau 3 : Principales maladies fongiques du blé tendre .....	15
Tableau 04 : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald.....	44

## **Liste d'abréviations**

**FAO** : L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

**USDA**: United States Department of Agriculture

**HSV** : Herpès Simplex Virus

**PR** : Le pourcentage de répulsion (PR)

**NT** : nombre total présente dans la boîte de pétri.

**NISA** : nombre individu présente sur le demi-disque traité par l'acétone.

**IUFRO**: International Union of Forest Research Organizations

**HEs**: huiles essentielles

### Liste des figures

### Liste des tableaux

### Liste d'abréviations

Introduction.....	1
-------------------	---

### Chapitre I : Généralité sur la plante hôte

1. Céréaliculture.....	3
2. Culture de blé.....	3
3. Origine et historique de la culture de blé.....	3
4. Position systématique du blé.....	3
5. Origine génétique de blé.....	4
6. Différence entre le blé tendre et le blé dur.....	4
6.1 Blés tendres.....	4
6.2 Blés durs.....	4
7. Description botanique de blé.....	5
7.1 Appareil végétatif.....	5
7.1.1 Système aérien.....	5
7.1.1.1 Tige.....	6
7.1.1.2 Feuilles.....	6
7.1.2 Système Radiculaire.....	6
8. Appareil reproducteur.....	6
8.1 Epi de blé.....	6
8.2 Grain de blé.....	7
9. Phénologie du blé.....	7
9.1 Germination et levée.....	7
9.1.1 Semis à 3 feuilles.....	8
9.1.2 Tallage.....	8
9.1.3 Montaison.....	8
9.2 Période reproductrice.....	8
9.2.1 Epiaison.....	8
9.2.2 Floraison.....	9
9.2.3 Formation et maturation du grain.....	9
9.2.4 Dessiccation du grain.....	9

## Sommaire

---

9.3 Composition chimique des différentes parties du grain de blé.....	10
9.4 Période de récolte et stockage de blé .....	11
10. Valeurs nutritionnelles du blé .....	11
11. Exigences de la culture .....	12
11.1. Exigences édaphiques.....	12
11.1.1 Sol .....	12
11.2 Exigences climatiques.....	12
11.2.1 Température.....	12
11.2.2 Lumière .....	12
11.2.3 Pluviométrie.....	13
12. Importance économique du blé.....	13
12.1 Dans le monde.....	13
12.2 En Algérie.....	14
13. Aléas biotiques.....	14
13.1 Adventices.....	14
13.2 Maladies.....	15
13.3 Ravageurs.....	16
13.3.1 Nématodes.....	17
13.3.2 Oiseaux .....	17
13.3.3 Rongeurs.....	17
13.3.4 Insectes ravageurs.....	17
13.3.4.1 Puceron des épis .....	17
13.3.4.2 Punaise des céréales.....	18
13.3.4.3 Cicadelle des céréales.....	18
13.3.4.4 Ver rouge de la farine.....	19

### Chapitre II : Généralité sur l'insecte ravageur du blé

1. Définition.....	20
2. Position systématique .....	20
3. Description morphologique de l'insecte .....	20
4. Stades de développement.....	21
4.1 Œuf .....	21

## Sommaire

---

4.2 Larve.....	21
4.3 Nymphe.....	22
4.4 Adulte.....	23
5. Cycle biologique .....	23
6. Dimorphisme sexuel.....	24
7. Mobilité.....	25
8. Régime alimentaire.....	26
9. Origine et répartition géographique .....	26
10. Facteurs favorables agissant sur le développement .....	26
Température.....	26
Humidité.....	27
Disponibilité de la nourriture.....	27
Photopériode.....	27
11. Comportement et interaction sociale .....	27
11.1 Communication chimique.....	27
11.2 Comportement en groupe.....	27
11.3 Relation intra et interspécifique .....	28
11.3 .1 Coexistence et compétitivité.....	28
11.3.2 Reproduction.....	28
11.3.3 Regroupement.....	28
12. Dégâts causés par l'insecte.....	28
13. Moyens de lutte.....	29
13.1 Lutte préventive.....	29
13.2 Lutte physique.....	30
13.3 Lutte biologique.....	30
13.3 Lutte chimique.....	31

### Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel .....	32
2. Matériel biologique.....	33
2.1 Insecte.....	33
2.2 Huile essentielle.....	33
2.2.1 Définition de l'huile essentielle.....	34

## Sommaire

---

2.3 Basilic ( <i>Ocimum basilicum</i> ).....	35
2.3.1 Origine de l'espèce.....	36
2.3.2 Classification botanique.....	36
2.3.3 Description d' <i>Ocimum basilicum</i> .....	36
2.3.4 Répartition géographique.....	37
2.3.5 Composition chimique .....	38
2.3.6 Bienfaits et usage du basilic .....	38
2.4. Eucalyptus ( <i>Eucalyptus globulus</i> ).....	38
2.4.1 Origine et définition .....	38
2.4.2 Description botanique d' <i>Eucalyptus globulus</i> .....	39
2.4.3. Classification.....	40
2.4.4. Répartition géographique .....	40
2.4.5. Composition chimique.....	41
2.4.6. Composition de l'huile essentielle d'eucalyptus.....	41
2.4.7. Bienfaits et usage de l'eucalyptus .....	42
3. Méthode .....	42
3.1 Test par inhalation.....	42
3.2. Test par répulsion .....	43

## Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats.....	45
1.1 Evaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> par inhalation sur les larves de <i>Triboliumcastaneum</i> .....	45
1.2. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> par inhalation sur les larves de <i>Triboliumcastaneum</i> .....	47
1.3. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle d' <i>eucalyptus globulus</i> par répulsion sur les larves de <i>Triboliumcastaneum</i> .....	49
1.4. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> par répulsion sur les larves de <i>Tribolium castaneum</i> .....	49
2. Discussion.....	51
Conclusion.....	55

## Sommaire

---

Références bibliographiques

**Résumé**

# Introduction

L'un des principaux défis auxquels l'agriculture mondiale est confrontée aujourd'hui est de nourrir une population croissante de neuf milliards d'humains d'ici 2050, tout en préservant notre planète (Regnault-Roger, 2014). Étant l'un des piliers de l'alimentation de nombreuses populations à travers le monde, les céréales jouent un rôle crucial dans la sécurité alimentaire mondiale. En effet, elles constituent une source essentielle de calories, de protéines et de nutriments pour des milliards de personnes. Avec une population mondiale en constante croissance, il est plus important que jamais de comprendre l'importance des céréales dans notre alimentation et les défis auxquels elles sont confrontées. La production de céréales doit s'adapter pour répondre aux besoins croissants, tout en prenant en compte les enjeux de durabilité, de changement climatique et de disponibilité des ressources. De plus, de toutes les céréales, le blé tendre est la plus répandue en termes de superficies mises en cultures au niveau mondiale (Xiaojie et *al.*, 2012 )

La production nationale de blé en Algérie oscille entre deux millions et 2,8 millions de tonnes par an. Le reste des besoins, soit près de cinq millions de tonnes, est importé (Benalia, 2007).

En Algérie, les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire. En effet, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (Feillet, 2000).

C'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de millions de personnes.

Le regroupement des récoltes sous formes de stocks, effectué depuis la haute antiquité, crée un système écologique artificiel particulièrement vulnérable aux attaques des ravageurs animaux : rongeurs, oiseaux, insectes, acariens ... (Sigaut, 1978).

Palyvos et *al.* (2009) notent que les insectes et les acariens sont les principaux ravageurs des produits agricoles stockés dans le monde entier.

Le degré d'infestation du produit dépend du parasite en cause, des conditions environnementales (température et humidité) et de l'état hygiénique du stockage. Les pertes dues aux insectes sur les céréales et les légumineuses sont de l'ordre de 10% à 40% dans des pays où les technologies modernes de stockage n'ont pas été introduites (Huignard, 1985).

Les insectes d'entrepôt sont catégorisés; soit comme ravageurs primaires soit comme ravageurs secondaires.

Les recherches actuelles s'orientent vers l'utilisation des plantes spontanées en particulier les plantes aromatiques, qui par leurs extraits végétaux, agissent comme des biopesticides (Tapondjou et *al.*, 2002 ; Kellouche, 2005). Le règne végétal peut présenter beaucoup de possibilités.

L'utilisation de plantes dotées de propriétés insecticides dans certains pays en développement représente une solution alternative de la lutte chimique pour la protection des récoltes (Hall et Menn, 1999). D'après Lahlou (2004), les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans le système de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer.

Dans le cadre de notre étude, nous avons examiné les effets toxiques des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et d'*Ocimum basilicum* sur les larves de *Tribolium castaneum*, à la fois par répulsion et par inhalation, dans un environnement contrôlé en laboratoire au sein de notre université.

Cette étude est organisée en trois parties : La première partie consiste à la présentation de la plante hôte (cas de blé tendre) ainsi que la présentation de l'insecte ravageur le *Tribolium castaneum*. La deuxième partie comporte le matériel et méthodes utilisés. La troisième partie porte sur les résultats et discussion.

Ce travail se termine par une conclusion générale et quelques perspectives de recherches.

# Chapitre I

## Généralité sur la plante hôte

## 1. Céréaliculture

Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen amylicé, réduit en farine et consommée par l'homme ou par les animaux domestiques (Moule, 1971).

Le terme céréale est un dérivé du mot latin "cerealís" signifiant «grain» qui est botaniquement, un type de fruit appelé caryopse (Sarwar et *al.*, 2013). La plupart des céréales appartiennent à la famille des graminées (*ou Poacées*) ; ce sont : le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho (Moule, 1971).

## 2. Culture de blé

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité ; la saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture; sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique ; la plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000).

## 3. Origine et historique de la culture de blé

Le blé compte parmi les céréales les plus anciennes et constitue une principale ressource alimentaire de l'humanité. Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Irak, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman, 2001).

## 4. Position systématique du blé

Selon (Ozanda, 2000), le blé tendre est classé comme suit :

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous règne</b>	Cormophytes
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Monocotylédones
<b>Ordre</b>	Graminales
<b>Famille</b>	Graminacées
<b>Sous famille</b>	Festucoides
<b>Genre</b>	<i>Triticum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Triticum aestivum</i> L. 1753

## 5. Origine génétique de blé

D'après Huang et *al.* (2002), les espèces de blé tirent leur origine génétique de croisements naturels en *Triticum monococcum*, *Triticum urartu* et des espèces sauvages apparentées appartenant à *Aegilops* (*Aegilops spelloïdes*).

Le genre *Triticum* regroupe des espèces de ploïdes variées : des espèces diploïdes tel que l'Engrain (*Triticum monococcum*), des espèces tétraploïdes tels que l'Amidonier (*Triticum dicoccum*) ou blé dur (*Triticum durum*) et enfin des espèces hexaploïde tels que le blé tendre (*Triticum aestivum*).

## 6. Différence entre le blé tendre et le blé dur

D'un point de vue économique, les deux types variétaux importants actuellement sont des blés à grains nus : le blé dur *Triticum turgidum* var. *durum* possédant  $4n=28$  chromosomes, dont l'aire d'extension est surtout constituée de zones arides et semi-arides et le blé tendre *Triticum aestivum* var. *aestivum* possédant  $2n = 42$  chromosomes dont l'adaptation agrotechnique est très large (Bonjean et Picard, 1990).

### 6.1. Blés tendres

Les grains des blés sont arrondis, les enveloppes sont épaisses, sans transparence. Les blés tendres permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contenant environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification.

### 6.2. Blés durs

Les grains de blés durs sont allongés, souvent même pointus, les enveloppes sont assez minces et légèrement translucides. Ils donnent moins de son que les blés tendres et la farine obtenue, bien que contenant plus de gluten (12 à 14 %), se prêtent moins bien à la panification (Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008).

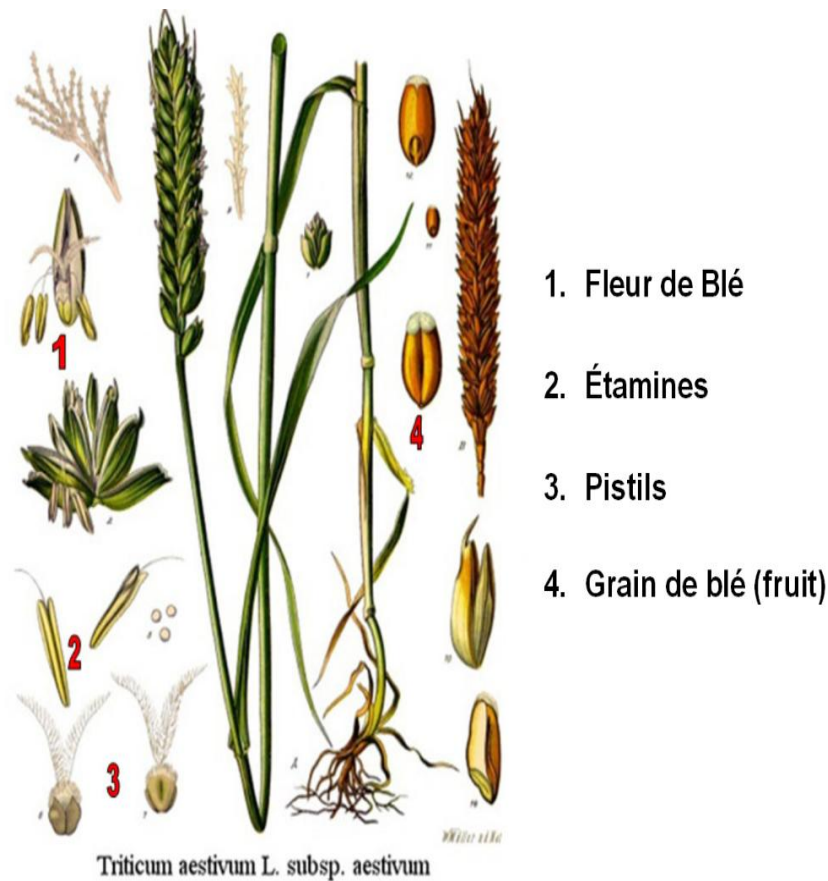
**Tableau 01** : Les différences entre un blé tendre et un blé dur (Aidani, 2015).

Caractères	Blé tendre	Blé dur
<b>Aspect génétique</b>	3 génomes A,B et D $2n = 42 = 3x (2x7)$	génomes A et B $2n = 28 = 2x (2x7)$
<b>Prédominance</b>	L'amidon	Protéines
<b>Aspect de la plante</b>	Feuilles très étroites, maturation très rapide.	Feuilles large, maturation très longue moisson tardive exigeante du point de vue sol et climat.

<b>Forme</b>	Texture opaque structure de l'amande Farineuse	Texture vitreuse
<b>Utilisation</b>	Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits.	Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.

### 7. Description botanique de blé

La plante du blé est une graminée de hauteur moyenne pouvant atteindre jusqu'à 1.5 m selon les variétés (Fig.01).



**Figure 01 :** Illustration botanique de *Triticum aestivum* (Gorgues, 2016).

#### 7.1 Appareil végétatif

L'appareil végétatif du blé comporte un système aérien et un système racinaire.

##### 7.1.1 Système aérien

Le système aérien est formé d'un certain nombre d'unités biologiques ou talles qui

partent du plateau de tallage, zone située à la base de la plante (Moscal, 1975).

#### **7.1.1.1 Tige**

La tige est formée d'articles ou entre-nœuds séparés par des nœuds, zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles : Chaque nœud est donc le point d'attache d'une feuille (Moule, 1971).

Généralement les entre-nœuds sont creux chez les blés tendres et ils sont pleins chez les blés durs (Belaid, 1996).

#### **7.1.1.2 Feuilles**

Les feuilles du blé sont alternes ou distiques. Chaque feuille a une portion inférieure, la gaine, qui enveloppe l'entre-nœud et une portion supérieure le limbe ; le limbe a des nervures parallèles, une longueur de 15 à 20 cm et une largeur de 1.5 à 2 cm. (Moscal, 1975).

#### **7.1.2 Système Radiculaire**

Le système racinaire assure deux fonctions : l'ancrage de la plante au sol et son alimentation en eau et en éléments minéraux (Boulal et *al.* 2007). 55 % du poids total des racines se trouve entre 0 et 25 cm de profondeur (Clement-Grandcourt et Prat, 1970). Le système racinaire comprend :

- Des racines séminales produites par la plantule durant la levée. On compte 5 à 8 racines séminales chez le blé tendre et 6 racines chez le blé dur (Monneveux, 1992 ; Hamadache, 2001 ; in Boulal et *al.*, 2007).
- Des racines adventives (latérales) qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent (Belaid, 1996 ; Boulal et *al.*, 2007).

### **8. Appareil reproducteur**

#### **8.1 Épi de blé**

Chez le blé, le type d'inflorescence est un épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet ; celui-ci est une petite grappe de 1 à 5 fleurs enveloppées de leurs deux glumelles (inférieure et supérieure) et incluses dans deux bractées ou glumes (inférieure et supérieure) (Fig.02). Ces fleurs sont attachées sur le rachillet, rameau partant de l'axe principal (rachis) de l'inflorescence (Moule, 1971). La fleur est très petite et sans éclat visible, et fait important, (Clément et *al.*, 1970).

Le blé est une plante autogame ou à autofécunde, c'est-à-dire que la fécondation a lieu à l'intérieur des glumelles, avant que les étamines n'apparaissent à l'extérieur (Soltner, 1999).

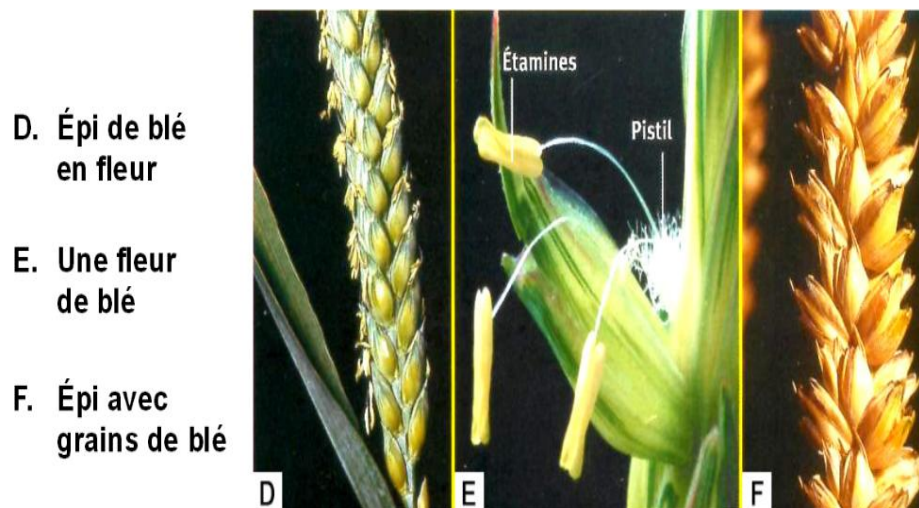


Figure 02: Épi du blé (Gorgues, 2016).

## 8.2 Grain de blé

Les grains de blé sont des fruits, appelés caryopses ; il s'agit d'un type de fruit sec indéhiscent, spécifique des graminées, contenant une seule graine dont le tégument est intimement soudé au péricarpe du fruit. Les grains sont de forme ovoïdes, possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse". Le caryopse est constitué de 03 parties :

- ♣ Les enveloppes (Donnent le son en semoulerie).
- ♣ L'albumen ou amande.
- ♣ L'embryon ou germe.

## 9 Phénologie du blé

### 9.1 Germination et levée

La germination correspond à l'entrée de la semence en vie active et au tout début de croissance de l'embryon (Gate et *al.*, 2003).

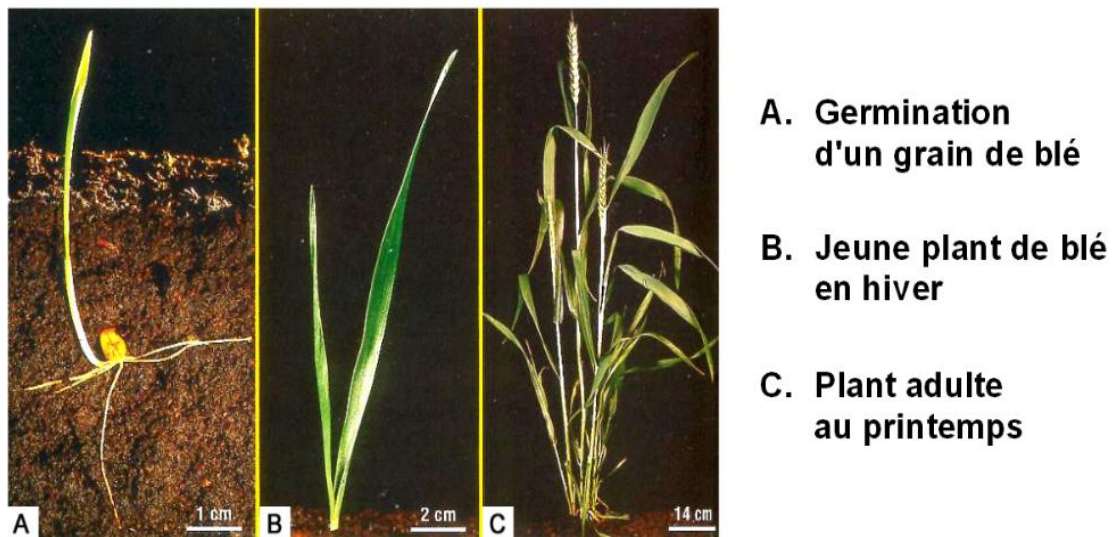
En conditions favorables, on assiste à l'émergence de la première racine (radicule) et de la gemme entourée du coléoptile (Gate et *al.*, 2003). Les différentes phases de la germination sont :

- Inhibition de la graine(Caryopse) ;
- Emergence de la molécule ;
- Emergence de la coléoptile.

Le stade de levée comporte 2 phases successives :

- L'élongation de la coléoptile : qui a pour fonction première d'amener la première feuille à la surface du sol (Gate et *al.*, 2003).

- La croissance de la première feuille qui d'abord presque en son sommet le coléoptile puis se développe et s'étale jusqu'au stade première feuille développée (Gate et *al.*, 2003).(Fig.03).



**Figure 03:** Germination du blé (Gorgues, 2016).

### 9.1.1 Semis à 3 feuilles

Le semis à 3 feuilles est une phase repère pour le développement du blé (Soltner, 1987). Après la levée, les ébauches foliaires entassées en position alternée de la base jusqu'au tiers médian de l'apex croissent et émergent les unes après les autres selon le rythme régulier, (exprimé par degrés jour) (Gate et *al.*, 2003).

### 9.1.2 Tallage

Le tallage représente l'entrée en croissance des bourgeons du plateau tallage ; la première talle apparaît à l'aisselle de la première feuille lorsque la plante est aux stades "4 feuilles" ; elle s'appelle talle primaire.

En général seules les talles primaires sont fertiles donc susceptibles de former des épis (Moscal, 1975).

### 9.1.3 Montaison

Le bourgeon terminal se produit au début de développement de l'épi parallèlement, l'allongement des entre-nœuds (Hadria, 2006 ; Bada, 2007).

## 9.2 Période reproductrice

### 9.2.1 Epiaison

Est la période allant l'apparition des premières épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la graine de la dernière feuille.

La croissance de la tige n'est alors pas tout à fait terminée puisque la péduncule de

l'épi va continuer à croître (Gate et *al.*, 2003).

### 9.2.2 Floraison

D'après (Gate et *al.*, 2003) pendant cette période, la tige et l'épi ont quasiment achevé leur croissance.

Toutes les fleurs fertiles de l'épi fleurissent à peu près au même moment avec un écart de 2 ou 3 jours seulement si bien que les grains rempliront approximativement en même temps.

### 9.2.3 Formation et maturation du grain

Cette phase marque la modification de fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des graines à partir de la biomasse produite (Gates, 1995).

Cette période de grossissement du grain passe par des stades successifs remarquables : (Gate et *al.*, 2003).

- **Stade élongation du grain :** La date de début de remplissage est estimée au moment où le grain occupe en longueur environ 20% de la taille des glumelles.
- **Stade laiteux :** Les téguments du grain sont formés la taille potentielle du grain est déterminée. Le grain est vert.
- **Stade pâteux :** Le poids 1000 grains est acquis par suite de remplissage des enveloppes. Le stade pâteux correspond à la fin de migration des réserves. Le grain commence à jaunir entre le stade laiteux et pâteux, la quantité d'eau contenue dans le grain est stable ; c'est le palier hydrique, phase critique du remplissage des grains.

### 9.2.4 Dessiccation du grain

Cette période est caractérisée par généralisée des organes de la plante.

Cette dessiccation du grain s'accompagne d'un changement de coloration et d'un durcissement (Gate et *al.*, 2003).

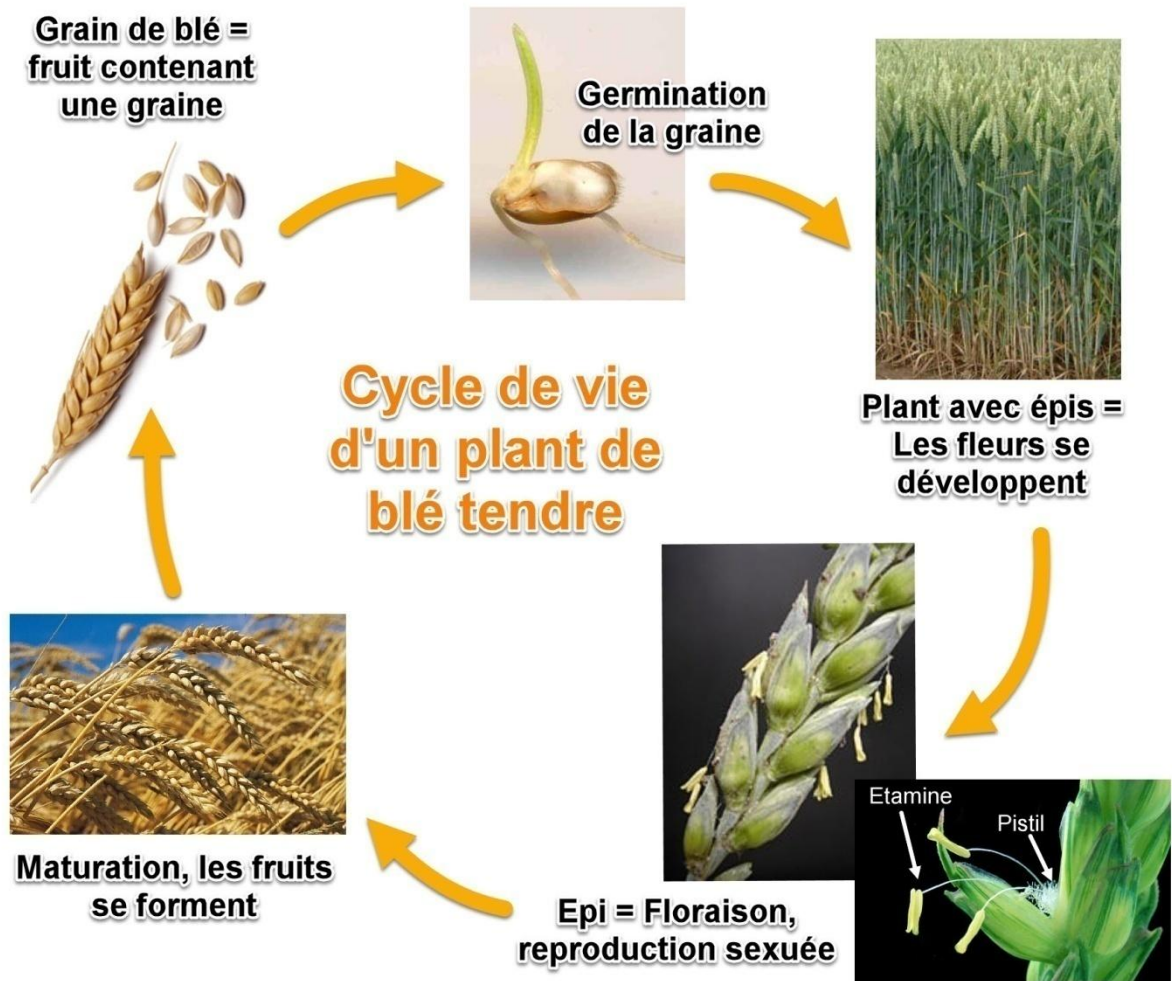


Figure 04: Cycle de développement du blé tendre (Gorgues, 2016).

### 9.3 Composition chimique des différentes parties du grain de blé

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15%) selon les variétés et les conditions de culture), les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques% seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Tableau 02) (Feillet, 2000).

Tableau 02 : composition chimique du grain de blé (Feillet, 2000).

Nature des composants	Teneur (%ms)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pentosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucre libre	2-3

<b>Lipides</b>	2-3
<b>Matières minérales</b>	1,5-2,5

#### 9.4 Période de récolte et stockage de blé

La récolte du blé peut commencer lorsque la barre de coupe peut prélever un échantillon de grain propre, et que le poids sec des grains a atteint son maximum.

Ce moment est celui où la culture a atteint sa maturité physiologique ; à partir de ce moment, le rendement de la culture n'augmente plus, les tiges jaunissent et le taux d'humidité des grains va commencer à baisser en dessous de 35-40 %.

Le déclenchement de la récolte dépend donc principalement de la teneur en eau des grains et de la disponibilité des installations de séchage des grains .Dans le cas d'une récolte manuelle, les grains peuvent être récoltés lorsque leur taux d'humidité est de 25 %, soit 4 à 5 jours avant qu'ils ne soient à maturité.

Pour le stockage il existe différentes options de stockage des céréales : silo étanche aux gaz, silo non étanche, sac de stockage et hangar de stockage.

Chaque option présente des avantages et des inconvénients que l'agriculteur doit examiner avant de décider où et comment stocker les grains. S'il décide de stocker les grains de blé en silo, l'agriculteur (ou le gestionnaire du silo) doit suivre un certain nombre d'étapes et respecter certaines règles afin de réduire le risque de pertes dues à l'infestation des grains (Anonyme<sub>1</sub>, 2023).

#### 10. Valeurs nutritionnelles du blé

Le blé, comme les autres céréales, est une source principale de glucides (fournisseur d'énergie) principalement de l'amidon, un sucre complexe, dit sucre lent. D'Amico (1999).

C'est aussi l'une des céréales avec la teneur la plus élevée en protéines, soit jusqu'à 22 % de son poids. C'est d'ailleurs la source de protéines végétales la plus consommée dans le monde (Anonyme<sub>2</sub>.2023).

Le blé est destiné à l'alimentation humaine (sous forme de farine de froment, sous forme d'amidon ou encore sous forme d'huile de germe de blé) ; l'alimentation animale (en l'état, sous forme de grains aplatis ou incorporés dans des aliments composés) ; les biocarburants, le bio-plastique, le papier, les cosmétiques, les matériaux de construction etc (Casenave-péré, et Pamment, 2023).

## **11. Exigences de la culture**

La culture du blé a besoin des exigences édaphiques et climatiques pour son développement.

### **11.1. Exigences édaphiques**

#### **11.1.1 Sol**

D'après Moule (1971) ; les meilleures terres à blé sont les terres de limon argilo-calcaires et argilo-siliceuses en raison de leur structure généralement bonne, de leur profondeur, de leur bon pouvoir absorbant, de leur réaction voisine de la neutralité.

Selon le même auteur les terres très riches en humus (tels les tchernoziem ukrainiens), noires, bien aérées, nitrifiant régulièrement, sont les meilleures terres à blé du monde. En terre très argileuse, les destructions en hiver sont généralement plus importantes, le démarrage de la végétation plus lent, l'asphyxie fréquente au printemps.

En terre calcaire, le déchaussement hivernal par suite du gel peut avoir des effets catastrophiques; par ailleurs il y a risque de sécheresse aux périodes critiques.

Quelle que soit, enfin, la nature du sol, le blé n'aime pas les terres à trop grands espaces lacunaires; il faut au semis une terre bien rassise, présentant une porosité maximum de 10 %. Le blé atteint les rendements les plus élevés sur des sols à bon pouvoir absorbant, bien pourvus en chaux. En terres peu profondes (rendzines) il y a des risques de sécheresse aux périodes critiques (épiaison et phase du « palier »).

### **11.2 Exigences climatiques**

#### **11.2.1 Température**

En Semis normal, la température est le facteur principal d'action sur la croissance ; la germination du blé est, selon Geslin (1944) ; la température optimale de germination se situant vers 20-22°C

La majorité des variétés peuvent supporter un gel modéré pendant l'hiver si la plante est suffisamment développée ; par contre le blé ne supporte pas les fortes températures et les déficits hydriques en fin de cycle pendant le remplissage du grain ; en effet, la température conditionne à tout moment la physiologie du blé (Prats et Clément, 1971).

#### **11.2.2 Lumière**

La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. Un bon tallage est garanti si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement (Soltner, 1988).

### 11.2.3 Pluviométrie

Dès la germination, l'eau peut constituer un facteur limitant important de la croissance du blé ; pour germer, le grain de blé doit absorber une certaine quantité d'eau. Bien que sa capacité d'absorption puisse atteindre 40 à 60 % de son propre poids, la germination commence lorsqu'il en absorbe 25 %. Par la suite, à partir de la phase reproductrice, l'eau peut encore constituer un facteur limitant (Moule, 1971).

Le blé demande 450 à 650 mm de pluie, pour un bon rendement, selon le climat et la longueur du cycle végétatif (Moule, 1980). Une humidité excessive du sol est néfaste à l'installation du système racinaire en profondeur (Prats et Clément, 1971).

## 12. Importance économique du blé

### 12.1 Dans le monde

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole ; elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama et *al.*, 2005).

L'Indice FAO a indiqué dans son dernier rapport un recul de la production mondiale de céréales en 2022. La FAO a également publié des prévisions actualisées concernant la production de céréales en 2022, qui présentent des perspectives sensiblement revues à la baisse. La production mondiale de céréales devrait baisser de 38,9 millions de tonnes, soit 1,4 %, par rapport à l'année précédente, selon le nouveau Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales (Fig. 05).

Les échanges mondiaux de céréales devraient fléchir de 1,9 % en 2022-2023 (juillet-juin) par rapport à la période précédente et atteindre 469,6 millions de tonnes » indique la même source.



**Figure 05** : Histogramme représente la production en volume de blé au niveau mondial entre 2013/2014 et 2023/2024 (en million de tonnes) FAOSTAT (2022).

## 12.2 En Algérie

L'Algérie est l'un des principaux importateurs de blé en Afrique, la récolte de blé est établie à 3,3 millions de tonnes en 2022/2023 indiqué par USDA (2023) dans son dernier rapport sur les céréales on ce qui concerne le pays d'Afrique du Nord.

Les besoins de consommation de blé tournent autour de 11 millions de tonnes par an ; dans le pays, les importations de céréales ont coûté environ 2,25 milliards \$ en 2021, soit le quart de la facture totale des importations alimentaires selon l'USDA (2022).

## 13. Aléas biotiques

### 13.1 Adventices




D'après (Oufroukh et Hamadi, 1993), 20 % des pertes de rendements en céréaliculture sont dues aux mauvaises herbes. Le non contrôle des adventices ou leur contrôle inadéquat cause des pertes de rendements importants, une gêne à la récolte et la contamination des semences.





Parmi les adventices monocotylédones les plus importantes en Algérie, la folle avoine (*Avena sterilis*), le brom (*Bromus rigidum*), le Phalaris (*Phalaris brachystachys* et *Phalaris paradoxa*) et le ray grass (*Lolium multiflorum*) et parmi les dicotylédones les plus fréquentes en Algérie, la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), le souci des champs (*Calendula arvensis*) et le medicago (*Medicago hispida*) (Belaid, 1990). Pour ce qui est de la lutte contre ces adventices, parmi les méthodes culturales, Oufroukh et Hamadi (1993) citent le travail du sol et l'assolement. Parmi les traitements chimiques appliqué, nous citons le chlortoluron qui est actif contre les graminées et les dicotylées classiques.

## 13.2 Maladies

Les maladies atteignant le blé sont illustrées dans le tableau 03 (Baechler et *al.*, 2014).

**Tableau 3** : Principales maladies fongiques du blé tendre (Baechler et *al.*, 2014).

Maladies fongiques et champignon responsable	Caractéristiques	Figures
<b>Oïdium</b> ( <i>Blumeria graminis</i> )	Tâches blanches cotonneuses éparses sur feuilles, tiges et épis qui deviennent brunes ou grises en vieillissant.	
<b>Septoriose</b> ( <i>Septoria tritici</i> )	Sur feuilles : tâches brunes rectangulaires ou ovale ponctuées de points noirs appelés pycnides.	
<b>Helminthosporiose du blé</b> ( <i>Helminthosporium tritici-repentis</i> )	Tâches ovoïdes entourées d'un halo chlorotique jaune et un point d'infection noir au centre sans pycnides.	

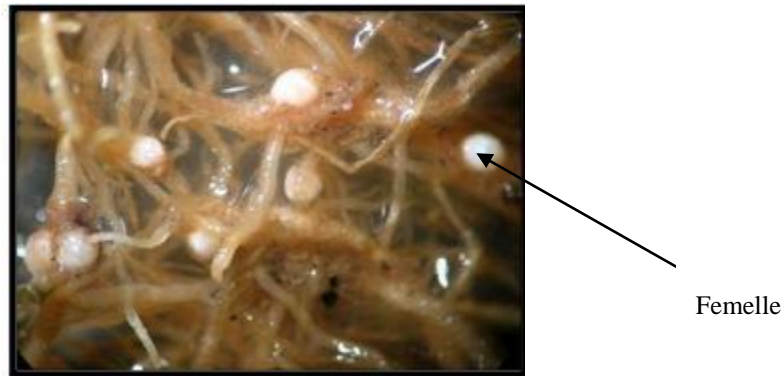
<p><b>Fusarioses</b></p>	<p>Sur le pied et tige, stries noires qui s'étendent sous forme de trait de plume en suivant les nervures. Sur les feuilles, taches avec grande macule vert bouteille au centre et sur l'épi des taches noirâtre sur la base de la glume et échaudage, parfois partiel.</p>	
<p><b>Rouille brune</b> (<i>Puccinia recondita</i>)</p>	<p>Pustules brunes orangées dispersées de manière aléatoires sur la surface supérieure de la feuille.</p>	
<p><b>Rouille jaune</b> (<i>puccinia striiformis</i>)</p>	<p>Pustules jaunes parfois orangées alignées entre les nervures en dessinant des stries.</p>	
<p><b>Piétin-verse</b></p>	<p>Brunissement de la gaine, à la base de la tige, puis tâches allongées, brunes en périphérie.</p>	

### 13.3 Ravageurs

#### 13.3.1 Nématodes

Les céréales sont confrontées à de nombreux ravageurs entre autres les nématodes à Kystes ; Dans le monde, un complexe d'au moins 10 espèces de nématodes est inféodé aux céréales (Rivoal et *al.*, 1985). Différentes espèces de nématodes peuvent être rencontrées, chacune ayant des symptômes caractéristiques : *Heterodera avenae* est le plus commun des nématodes à kystes des céréales (Rivoal, 1975). Les racines des plantes touchées sont peu

profondes, extrêmement ramifiées. *Meloidogyne naasi* qui est un nématode à galles, il induit la formation de nombreuses racines supplémentaires et de galles allongées (Fig 06). (Coyne et *al.*, 2010).



**Figure 06 :** Femelles d'*Heterodera avenae* sur les racines du blé (Coyne et *al.*, 2010).

### 13.3.2 Oiseaux

Les dégâts occasionnés par les oiseaux sur les céréales peuvent être d'ordre quantitatif, par prélèvement de grains ; ils sont aussi qualitatifs, par dépôts de fientes, de plumes, de cadavres sur les grains ou de débris végétaux utilisés pour la construction des nids. Les oiseaux constituent aussi des vecteurs de germes ; leur présence est liée à un mauvais entretien, et ils sont un indicateur des pratiques hygiéniques. Les oiseaux, comme les criquets d'ailleurs, s'attaquent plutôt aux céréales sur pied qu'aux stocks (König, 2022). Selon Bellatrèche (1983), les principaux prédateurs aviaires de céréales sont les moineaux : *Passer hispaniolensis* (moineau espagnol), *Passer domesticus* (moineau domestique) et le moineau hybride (*Passer domesticus* X *Passer hispaniolensis*).

### 13.3.3 Rongeurs

Les rongeurs (ordre des rodentiens) font partie des principaux ravageurs des céréales et des grains stockés ; ils dégradent les grains, et propagent en plus de nombreuses maladies. Ils appartiennent à deux groupes bien distincts : Les Muridés : à ce groupe appartiennent le Rat noir (*Rattus rattus*), le Surmulot (*Rattus norvegicus*), le Mulot (*Apodemus sylvaticus*) et la Mérione de Shaw (*Meriones shawi*). Les Microtidés : Ce sont des campagnols (Fritas, 2012).

### 13.3.4 Insectes ravageurs

#### 13.3.4.1 Puceron des épis

Le puceron des épis (*Sitobion avenae*) attaque principalement la culture de blé tendre. Un hiver doux favorise la conservation d'individus sur les repousses de céréales (blé et orge) et les graminées sauvages. Des individus ailés apparaissent dès le début du printemps et colonisent les cultures. La reproduction par parthénogénèse peut conduire en quelques jours à

des pullulations de plusieurs dizaines d'individus sur chaque épi (infestations par foyer) (Taupin et Tossier, 2015) (fig.07).



**Figure 07 :** Puceron des épis de blé (Taupin et Tossier, 2015).

#### 13.3.4.2 Punaise des céréales

*Aelia germari* cause des dommages sur tiges et sur feuilles par sa piqûre, les attaques des punaises sont caractérisées par de petites lésions qui se présentent comme des points sombres entourés d'une zone décolorée (Bovey, 1979).



**Figure 08:** Punaise des céréales (Barros, 2016).

#### 13.3.4.3 Cicadelle des céréales

La cicadelle apprécie exclusivement les graminées : l'orge, l'avoine, les graminées adventices... et bien sûr le blé. En piquant la sève des plantes pour s'alimenter, ce ravageur transmet le virus des pieds chétifs, responsable de pertes de rendement pouvant dépasser les 20 q/ha. Les attaques de cicadelles aux stades précoces des céréales sont les plus dommageables. Au-delà du seuil de « 1 cicadelle par m<sup>2</sup> », un traitement doit être envisagé

(anonyme, 2022) (Fig.9).



**Figure 09** : Cicadelle des céréales (Robin, 2022).

#### 13.3.4.4 Ver rouge de la farine

Les Triboliums sont des Coléoptères de la famille des Tenebrionidae qui sont très souvent associés aux denrées alimentaires : nous trouvons dans ce genre : *T. confusum*, *T. castaneum*, *T. destructoret*, *T. madens* (Calmont et Soldati, 2008).

Selon Gueye et *al.* (1997), *T. castaneum* est considéré parmi les insectes des stocks le plus ubiquiste, polyphage et le plus redoutable (fig.10).



**Figure 10** : Insecte ravageur ver de farine *Tribolium castaneum* (Original, 2023).

Chapitre II  
Généralité sur l'insecte  
ravageur

## 1. Définition

Le coléoptère de la farine rouge, *Tribolium castaneum*, est un ravageur cosmopolite des produits. Il appartient à la famille des scarabées sombres Tenebrionidae (Rees, 1996 ; Nenaah, 2014). Le nom de l'espèce *Tribolium castaneum* vient du grec ; Tribolos qui signifie trois pointes (Larousse, 2017), et du latin ; *castaneum* ou *castenea* par rapport à la couleur brune rougeâtre de fruit du châtaignier (Cliford et Bostock, 2007). Le *Tribolium castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks de très nombreuses denrées amylacées, notamment les farines des céréales (Bonneton, 2010).

Les adultes et les larves ne s'implantent généralement dans les grains qu'après les attaques de ravageurs primaires qui leur ouvrent la porte, ou lorsque les grains sont brisés (Seck, 1992). Les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale (Karahacane, 2015).

## 2. Position systématique

Selon Lepesme, (1944), cet insecte ravageur occupe la position systématique suivante :

- **Règne :** Animalia.
- **Embranchement :** Arthropoda.
- **Sous-Embranchement :** Hexapoda.
- **Classe :** Insecta.
- **Ordre :** Coleoptera.
- **Sous-Ordre :** polyphaga.
- **Famille :** Tenebrionidae.
- **Sous-famille :** Vlominae.
- **Genre :** *Tribolium*.
- **Espèce :** *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797).

## 3. Description morphologique de l'insecte

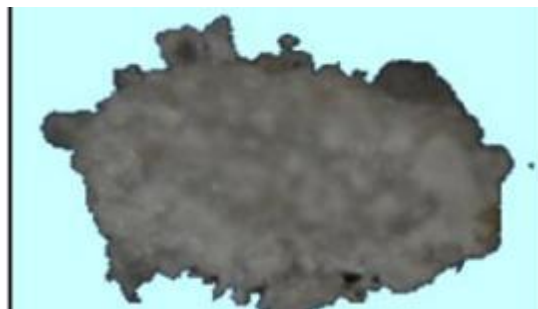
Selon Christine (2001), l'adulte mesure de 3 à 4 mm, de couleur uniformément brun rougeâtre. Il est étroit, allongé, à bords parallèles. Le dernier article des antennes est légèrement renflé, le prothorax a généralement des bords tranchants et les ailes sont fréquemment réduites, les tarsi antérieurs et moyens comportent 5 articulation, alors que les tarsi postérieurs n'en ont que quatre. Les angles sont simples, et denticulés. Les téguments

sont la plupart très robustes et de teinte foncée sauf au stade nymphal où la distinction des mâles et des femelles est très difficile. Le mâle porte au niveau des pattes une épine à soie (Hinton, 1948). La nymphe a une forme cylindrique et de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (Christine, 2001). Les larves sont vermiformes mesure 6mm et pourvues de pattes, à l'extrémité du dernier segment abdominal, il y a une paire de courts appendices, les « urogomphes ». Les œufs sont blanchâtres ou sans couleur et microscopiques dans la taille, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface (Godon et Willm, 1998).

#### 4. Stades de développement

##### 4.1 Œuf

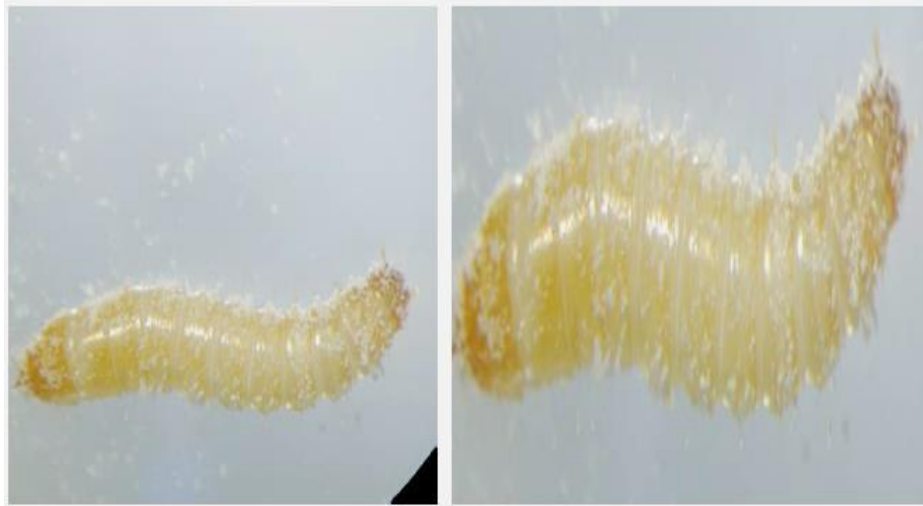
L'œuf mesure en moyenne 0,6 X 0,3 mm ; il est oblong, blanchâtre, presque transparent, à surface lisse recouverte d'une substance visqueuse qui lui permet d'adhérer au substratum et l'enrobe d'une couche de farine (Lepesme, 1944). Les œufs éclosent après une incubation d'une semaine en moyenne à 25°C. Les durées extrêmes étant de 4 jours à 38°C et de 2 semaines à 19°C (Multon, 1982) (Fig.11).



**Figure 11** : Œuf du *Tribolium castaneum* (Madene N, 2014).

##### 4.2 Larve

Les larves sont vermiformes et pourvues de pattes à l'extrémité du dernier segment abdominal et une paire de courts appendices, les « urogomphes ». La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (Fig.12 ) (Godon et Willm, 1998).



**Figure 12:** Larve de *Tribolium castaneum* au grossissement Gx40 (Original, 2023).

### 4.3 Nymphe

La nymphe mesure 5mm de long, nue, de couleur blanchâtre, devenant progressivement brun pâle (Lyon, 2000). La teinte générale de la nymphe est testacée ; les segments abdominaux, d'un jaune testacé, sont ornés dorsalement de poils épars et très courts, et latéralement de protubérances charnues spinuleuses pourvues chacune de trois à quatre soies allongées. Le dernier segment abdominal est pourvu, comme chez la larve, de deux urogomphes à extrémité très aiguë et brun foncé (Lepesme, 1944). Les nymphes femelles se reconnaissent des nymphes mâles par les papilles génitales, situées en avant des urogomphes, qui sont nettement plus développées chez les femelles que chez les mâles (Sokoloff, 1974). (Fig.13).



**Figure 13 :** Nymphe de *Tribolium castaneum* (Kassimi, 2014).

#### 4.4 Adulte

L'adulte est un petit insecte de couleur brun rougeâtre ; occasionnellement à cause des mutations nous pouvons distinguer des adultes de couleur noir. La longueur est de : 2,3 à 4,4 mm, il est reconnaissable par la distinction très nette des trois parties du corps (tête, thorax et abdomen), le thorax plus large que long et les élytres fortement striés dans le sens de la longueur. L'adulte montre une grande similarité avec son voisin *T. confusum* ; c'est pour cela ce dernier est nommé *confusum* suite à la confusion dans l'identification de chaque espèce (Fig.14) (Robinson, 2005).



**Figure 14** : Adulte du *T. castaneum* : A : face dorsale, B : face ventrale observé sous la loupe binoculaire au Gx40 (Original, 2023).

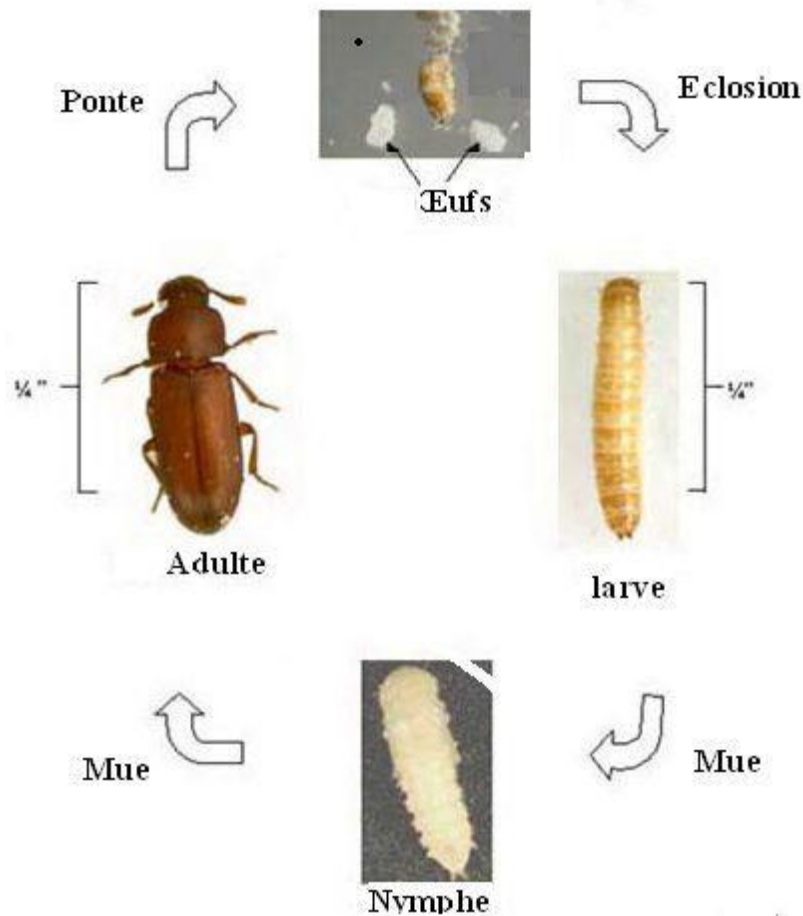
#### 5. Cycle biologique

Comme tous les coléoptères, *Tribolium castaneum* est un insecte à métamorphose complète (Holométabole). Selon Delobel et Tran (1993), 5 à 8 stades larvaires sont observés dans les conditions optimales de développement, mais jusqu'à 13 stades lorsque les conditions sont défavorables. Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs ; au cours de sa vie la femelle pond entre 300 et 1000 œufs ; Les œufs éclosent au bout de 5 à 12 jours selon la température et l'humidité relative (How, 1956).

Dès l'éclosion qui se produit six à dix jours après la ponte, la jeune larve se montre très active, sillonnant en tous sens la denrée-hôte de ses galeries ; elle ne se lasse de cette activité au cours de ses 25 à 100 jours qu'il lui faut pour achever son développement. Elle subit un total de sept à huit mues ; lorsqu'elle est prête à se nymphoser, elle se rapproche de la surface et après une courte phase pré nymphale, se transforme en une nymphe nue qui dure 8

jours. Au total, la durée du cycle évolutif varie d'un à quatre mois suivant les conditions de température et d'humidité (Lepesme, 1944).

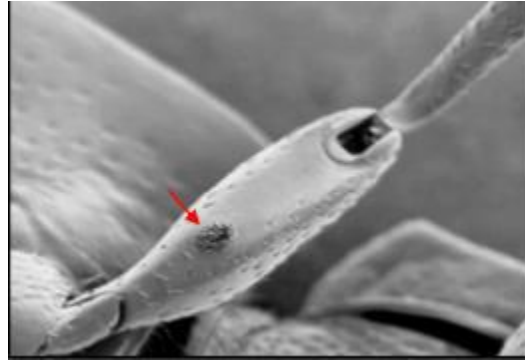
Young (1970) rapporte que le cycle de vie de *Tribolium castaneum* se répartie en : 4,7 jours pour les œufs, 20 jours pour les larves et 6 à 7 jours pour les nymphes. L'adulte qui émerge de la nymphe vit en moyenne 6 mois mais il peut survivre jusqu'à une année et demi (Fig.15).



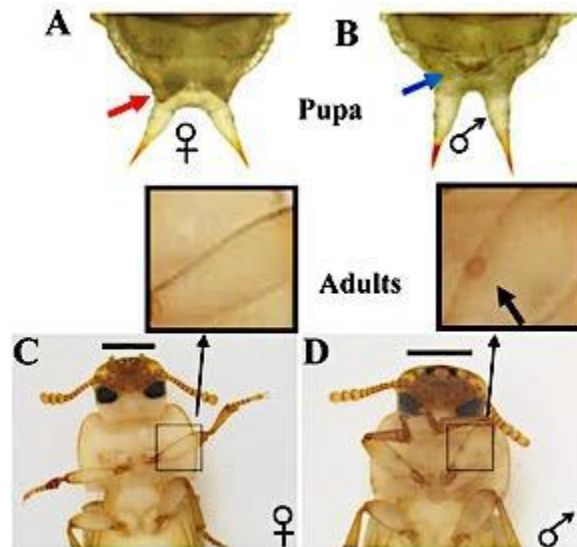
**Figure 15 :** Cycle biologique de *T. castaneum* (ARAB, 2012).

## 6. Dimorphisme sexuel

Il existe un dimorphisme sexuel apparent entre le mâle et la femelle ; la base du fémur antérieur possède chez le mâle, un tubercule pilifère arrondi qui est absent chez la femelle (Delobel et *al.*, 1993) (Fig.16) et (Fig.17).



**Figure 16 :** Quatrième fémur du mâle du *Tribolium castaneum*, face postérieure (Flèche rouge : tubercule pilifère) (Bousquet, 1990).



**Figure17 :** Dimorphismes sexuels chez la pupa et le mâle de *T. castaneum* (Shukla et Palli, 2012).

- A : Pupa femelle de *T. castaneum*
- B : Pupa mâle de *T. castaneum*
- C : Adulte femelle de *T. castaneum*
- D : Adulte mâle de *T. castaneum*

## 7. Mobilité

*Tribolium castaneum* est un insecte qui se déplace rapidement lorsqu'il est dérangé, l'adulte est très bon volier, son vol devient primordiale quand l'alimentation est rare ou détériorée. Il se déplace de préférence en fin d'après midi, par temps chaud et calme, migre à partir de stocks infestés à la recherche de nouvelles sources alimentaires permettant l'oviposition et le développement larvaire. Les adultes peuvent voler après 48h de leur émergence, cependant, les femelles nouvellement émergées (2 à 10 jours) ont tendance à voler plus que les jeunes mâles, qui préfèrent rester dans le substrat pour s'accoupler (Perez-Mendoza, 2007).

## 8. Régime alimentaire

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

Au niveau des minoteries, des usines alimentaires, des boulangeries et des habitations, les adultes et les larves se nourrissent de farines de céréales et autres produits de mouture, ils sont incapables de perforer les grains non moulus, mais des lésions microscopiques suffisent pour permettre à la larve d'entamer le grain ; seul le germe est consommé la plupart du temps (Delobel et Tran, 1993). D'autres produits peuvent être infestés par les tribolium ; les pâtes, les pois, les haricots, les noix, les épices, le chocolat, les résidus de pressage de l'huile et les grains oléagineuses ainsi que les insectes de collection.

## 9. Origine et répartition géographique

*Tribolium castaneum* est une espèce cosmopolite et commensale de l'homme, très fréquente en contexte archéologique, serait originaire de l'Inde où elle se trouve en milieu naturel (Dia, 2019 ; Huchet, 2019). Le *T. castaneum* se trouve dans toutes les parties du monde ; il existe là où les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine. Il est très abondant dans les régions tropicales. Sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (Christine, 2001).

Selon Beck (1963), le *Tribolium castaneum* est généralement associé aux habitats où les matières organiques se décomposent, comme les sols forestiers, les tas de feuilles et les prairies.

## 10. Facteurs favorables agissant sur le développement

Le développement du *Tribolium castaneum*, ou ver de farine, est influencé par plusieurs facteurs qui jouent un rôle important dans sa croissance et sa reproduction. Voici quelques-uns des principaux facteurs qui influencent le développement de cette espèce :

- **Température** : La température est un facteur clé qui influence le développement du *Tribolium castaneum*. Des études ont montré que des températures optimales entre 25°C et 30°C favorisent un développement plus rapide, tandis que des températures

extrêmes peuvent ralentir le développement ou même entraîner la mort des individus (Baker et *al.*, 2012).

- **Humidité** : L'humidité relative de l'environnement peut également jouer un rôle dans son développement. Une humidité appropriée est nécessaire pour maintenir l'intégrité des téguments des insectes et favoriser la croissance larvaire (Baker et *al.*, 2012).
- **Disponibilité de la nourriture** : La disponibilité de sources de nourriture appropriées est essentielle pour la croissance du *Tribolium castaneum*. Les larves se nourrissent de grains, de céréales et d'autres produits alimentaires riches en amidon (Arbogast et *al.*, 2017).
- **Photopériode** : Des études ont montré que des photopériodes spécifiques peuvent influencer la durée du cycle de développement et la reproduction des individus (Szafer-Glusman et *al.*, 2017).

## 11. Comportement et interaction sociale

### 11.1 Communication chimique

Les adultes du *Tribolium castaneum* émettent des molécules médiatrices qui permettent la rencontre des individus et la reconnaissance lors de l'accouplement ainsi que la régulation de la dynamique des populations (Cornel et schoeller, 1999). Les phéromones d'agrégation isolée chez le *T. castaneum*, sont le 4,8-diméthyl-décanal (DMD), qui a tout d'abord été identifié et caractérisée chez les mâles de l'espèce (Suzuki, 1980). Levinson et Mori (1983) ont observé que cette phéromone induit une réponse plus prononcée chez les femelles que chez les mâles. Selon ces auteurs, elle jouerait donc un rôle de phéromones sexuelle vis à vis des femelles et de phéromones agrégative vis à vis des mâles. Lorsqu'ils sont perturbés, les adultes de *tribolium castaneum* sécrètent diverses quinones au moyen de deux paires de glandes situés au niveau du thorax et de l'abdomen (Roth, 1943). Les quinones se retrouvent chez de nombreuses espèces d'insectes et possèdent un rôle défensif vis à vis des prédateurs vertébrés comme invertébrés (Steidle et Dettner, 1995; Eisner et *al.*, 1998).

### 11.2 Comportement en groupe

Le *Tribolium castaneum* est connu pour son comportement grégaire, c'est-à-dire sa tendance à former des groupes ou agrégations. Le comportement en groupe de cette espèce peut avoir un impact sur divers aspects de son cycle de vie, y compris la reproduction, la recherche de nourriture et la résistance aux stress environnementaux (Hagstrum et Subramanyam, 2006).

### 11.3 Relation intra et interspécifique

#### 11.3.1 Coexistence et compétitivité

Park (1948,1954, 1957 in Edmunds et *al.*, 2003) ont conclu que les deux espèces voisines, *Tribolium castaneum* et le *Tribolium confusum*, ne peuvent coexister dans une seule et même ressource limitée. Une espèce finira par supplanter l'autre par compétition stable.

#### 11.3.2 Reproduction

L'accouplement interspécifique entre le *Tribolium castaneum* et *Tribolium confusum* est unidirectionnel, en effet, il peut s'observer uniquement entre les mâles de *T. confusum* et les femelles du *T. castaneum*. Ce phénomène est induit par une diminution de la fréquence des femelles non fécondées dans une population mixte en compétition (Graur et Wool, 1985).

#### 11.3.3 Regroupement

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

## 12. Dégâts causés par l'insecte

*Tribolium castaneum* est considéré comme un ravageur secondaire strict causant d'importants dégâts sur les stocks. Avec les méthodes de stockage aussi variées, les mauvais réglages des machines de battage entraînant une augmentation du taux de brisure favorisent le développement de cette insecte (Mbengue, 1986 in Dia, 2019). Ce parasite infeste le riz, le maïs, le sorgho, le millet, les légumineuses, le manioc et la farine de manioc et ligname (Georgen et *al.*, 2005).

Desmarchelier (1988) et Sinha et *al.* (1988) ont observé et récolté des larves et des adultes sur les grains de céréales et la farine stockés. Cette dernière devient alors brune et a une odeur désagréable, qui peut persister dans les produits transformés (Christine, 2001). Ils souillent les grains et la farine par les dépouilles des mues larvaires.

Selon Karunakaran et *al.* (2004), ces odeurs affectent la qualité technologique en détériorant la qualité du gluten de la farine, et que l'infestation causée par le *T. castaneum*

dans les grains non traités durant 9 mois de stockage, réduisent la germination et augmente les dommages sur le grain de 9% à 39% (Fig.18).



**Figure 18** : Dégâts causée par le *Tribolium castaneum* sur la farine (Original, 2023).

### 13. Moyens de lutte

Le souci majeur d'un stockeur est de garder son stock de denrées intactes. Pour ce faire, il existe plusieurs méthodes qui permettent d'éradiquer et de maintenir les populations des ravageurs à un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables.

#### 13.1 Lutte préventive

La lutte préventive consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005). Il est couramment admis que plus de 80 % de la lutte contre les insectes repose sur l'intervention sanitaire qui repose sur :

##### ➤ Protection des locaux de stockage

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

- Balayage correcte des locaux, brossage des murs et colmatage des fissures ;

- Toutes les balayures et débris rassemblés doivent être détruits car il pourrait constituer un foyer d'infestation. En magasin il faudra traiter les sacs vides et détruire le vieux sac ;
- Comme les locaux de stockage, les alentours des bâtiments, doivent être propres et parfaitement dégagé (Belmouzar, 2004) ;
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages qui doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage ;
- Utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé, coton que les insectes sont incapable de percer (Amari, 2014).

### 13.2 Lutte physique

La lutte concernant toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. Qui consiste en l'utilisation de la température basse (froid) ou haute (chaud) (Arrab, 2016).

- ✓ **L'irradiation et la lutte par le froid** : Ces méthodes Consiste à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C (Gueye et al., 1997).
- ✓ **L'insolation** : C'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (Lale et Vidal, 2003).
- ✓ **La lutte par le chaud** : Consiste à une élévation de la température (température supérieure à 50°C) ce qui entraîne la mort des insectes. Le passage des produits dans un séchoir permet d'éliminer les insectes présents dans les grains (Gueye et al., 1997).
- ✓ **Modification de l'atmosphère du milieu** : Il s'agit d'abaisser le taux d'oxygène de l'atmosphère inter- granulaire jusqu'à un taux létal pour les insectes (< 1 % d'O<sub>2</sub>) (Cruz et al., 1988).

### 13.3 Lutte biologique

La lutte biologique avec auxiliaires est également utilisée pour lutter contre les insectes ravageurs. Ainsi, *Bacillus thuringiensis* est utilisé dans la lutte contre *T. castaneum* (Diome, 2014 in Dia, 2019).

La lutte biologique sans auxiliaires fait intervenir l'utilisation des huiles essentielles. Ainsi elles ont des activités insecticides en fonction de leur nature, des volumes utilisées et du temps d'exposition. Camara, (2009), l'huile d'*Ocimum basilicum* pourrait être retenue comme lutte efficace contre les Triboliums. Mondal & Khalequzzaman (2009 in Dia, 2019) ont montré que l'huile de Cardamom (*Elletaria cardamomum*) empêche le développement des larves de *T. castaneum* jusqu'au stade adulte et l'utilisation de l'huile de *Azadiracta indica* contre *T. castaneum* entraîne une mortalité de plus de 52,66% à une concentration et à une durée d'exposition élevée dans la farine. L'effet toxique de ces huiles est nettement plus remarquable si l'huile est en contact direct avec le milieu alimentaire. Jbilou et al. (2008), ont montré que les extraits de plante *Peganum harmala* provoque une activité biocide sur les larves *Tribolium castaneum*. D'après Jilani et Su, (1983 in Camara, 2009), l'extrait du rhizome de Safran des Indes réduit la production de progéniture de *Tribolium castaneum* H.

#### 13.4 Lutte chimique

Les produits utilisés pour cette méthode de lutte peuvent être classés en deux grands groupes selon Seck (2009) dont les fumigants et les insecticides de contact. Les fumigants ont la capacité de diffuser et pénétrer à l'intérieur des denrées et s'en échapper en suite par diffusion (Bond, 1990) alors que les insecticides ont peu d'exigence pour leur application en milieu rural où ils sont plus avantageux du fait qu'ils ne demandent peu ou pas de modification des infrastructures de stockage (Hindmarsh et al., 1978). Relinger et al. (1988) ont montré que les pesticides chimiques s'avèrent être les plus efficaces mais des problèmes de stockage, de coût, d'environnement et de santé publique se posent lors de leur utilisation.

# Chapitre III

## Matériel et méthodes

Notre étude a pour objectif de mesurer l'efficacité biocide par inhalation, ainsi que la capacité répulsive de deux huiles essentielles : l'eucalyptus et le basilic, à l'égard des larves d'un insecte nuisible des denrées stockées, le *Tribolium castaneum* (Coleoptera ; Tenebrionidae).

La partie expérimentale de ce travail est effectuée au laboratoire de recherche Production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes ; variations climatiques, durant la période d'activité du ravageur.

### **1. Matériel**

Durant la réalisation de nos expériences, nous avons utilisé différents types de matériaux (fig.19), à savoir :

- Des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre et de 2 cm de hauteur pour les tests de répulsion ;
- Des bocaux en verre pour les tests d'inhalation ;
- Une micropipette pour le dosage des huiles essentielles ;
- Du papier filtre
- Des pinceaux pour mettre les larves de *Tribolium castaneum* dans les bocaux et les boîtes pétris ;
- Des étiquettes pour la numérotation de l'échantillon et de la dose ;
- Une loupe binoculaire au grossissement 40 ;
- Des bavettes pour assurer la protection ;
- Ciseaux, file, tamis.



**Figure 19** : Matériel essentiel utilisé au laboratoire (Original, 2023).

## 2. Matériel biologique

### 2.1 Insecte

Nous avons sélectionné *Tribolium castaneum*, communément appelé ver de farine, comme espèce pour notre expérience. Nous avons mené notre étude sur ces larves qui ont été prélevées à partir d'une farine infestée provenant d'un marché local.

### 2.2 Huile essentielle

Les huiles essentielles utilisées pendant notre étude et celle d'*Ocimum basilicum* et celle d'*Eucalyptus globulus*, ces deux huiles proviennent du marché local sous la production de Purenaissance Algeria (Fig.20) et (Fig.21).



**Figure 20 :** Représente le flacon de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* (Google image).



**Figure 21 :** Représente le flacon de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (Google image).

### 2.2.1 Définition de l'huile essentielle

Les premières preuves de fabrication et d'utilisation des huiles essentielles datent de l'an 3000 avant J.C. (Baser et Buchbauer, 2010).

Le terme "huile essentielle" a été inventé au 16<sup>ème</sup> siècle par le médecin suisse Paracelsus von Hohenheim pour désigner le composé actif d'un remède naturel (Brut, 2004).

Les huiles essentielles sont des huiles végétales constituées de plusieurs composants et possédant généralement une odeur caractéristique souvent agréable, d'où leur usage fréquent comme aromatisant. Contrairement aux huiles grasses (huile d'olive ou de tournesol, par exemple), les huiles essentielles s'évaporent entièrement sans laisser de résidu. Les huiles essentielles sont produites par des glandes spéciales et stockées dans les tissus de la plante. On les trouve dans les fleurs, les feuilles, les graines, la peau des fruits, la résine, les racines, l'écorce et le bois. Elles sont solubles dans l'huile (lipophiles), mais quasiment pas dans l'eau.

Elles contiennent de nombreux composés chimiques, principalement des terpènes et des phénylpropanes. Elles servent vraisemblablement à protéger les plantes des herbivores, des bactéries, des virus et des champignons. On peut les absorber par la peau, les muqueuses, le tube digestif et les poumons, où elles déploient des propriétés spécifiques. Elles ont probablement aussi un effet sur le système olfactif. Les huiles essentielles sont particulièrement fréquentes chez les Apiacées (carvi, berce), les Lamiacées (sauge, thym) et les pins. Les plantes riches en huiles essentielles sont souvent employées comme antitussif. Les huiles essentielles ont aussi une action bénéfique sur le système digestif (Fleischhauer et al., 2012).

Plusieurs méthodes d'extraction, existent dont : La distillation (est le procédé le plus ancien utilisé pour extraire les huiles essentielles), distillation par entraînement à la vapeur d'eau, hydrodistillation et distillation par les solvants (Baser et Buchbauer, 2010 ; Wilson, 2010).

### 2.3 Basilic (*Ocimum basilicum*)

Le basilic est une plante aromatique de la famille des Lamiacées. Elle est utilisée dans plusieurs domaines : cuisine, médecine, horticulture, etc. Les parties les plus utilisées sont les feuilles et les graines (Arabaci et Bayram, 2004).

Selon Li et Chang (2016), cette plante fleurit habituellement au début de l'été et peut être récoltée en plein d'été. Elle est produite commercialement dans de nombreux pays comme l'Égypte, l'Inde, l'Indonésie, le Mexique et les États-Unis.

### 2.3.1 Origine de l'espèce

Le basilic est originaire de l'Asie du Sud, différentes variétés sont cultivées dans la pluparts des régions subtropicales et surtout dans la région méditerranéenne, mais ses constituants chimiques et morphologiques varient considérablement ; certaines variétés possèdent des feuilles de couleurs rouges veineux. La plante pousse souvent à l'état sauvage et la sécheresse est favorable à son développement (Wichtt et Antoun, 1999).

D'après Ali-Delille (2010) c'est une plante très cultivé en Algérie, n'existe pratiquement pas à l'état sauvage. Elle a été importée d'Asie, en particulier de l'Inde.

### 2.3.2 Classification botanique

Selon Cronquist (1981), La position systématique de basilic est comme suit :

- **Règne :** Plantae
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe:** Magnoliopsida
- **Ordre:** Lamiales
- **Famille :** Lamiaceae
- **Genre:** *Ocimum*
- **Espèce :** *Ocimum basilicum L.*

D'après Dellile (2010), le nom commun est Basilic officinal, herbe ou plante royale, oranger des savetiers. Noms vernaculaire : Lahbeq, hamahim, hebeq el aila.

### 2.3.3 Description d'*Ocimum basilicum*

Le basilic est une plante herbacée pouvant annuelle atteindre 30 à 60 cm de hauteur, son odeur et sa saveur sont fortement aromatiques. Sa culture exige un climat chaud et ensoleillé, un sol irrigable, riche en matières organiques.

- **Tiges**

Les tiges anguleuses sont ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue et couleur généralement verte à l'aspect brillant.

- **Feuilles**

Les feuilles sont nombreuses, opposées pétiolées de forme ovale, lancéolée et ailées elles sont longues de 2 à 5 cm, entières ou dentées et ciliées sur les bords, de couleur verte pale à verte foncée (Chenni, 2016).

- **Fleurs**

Les fleurs sont petites et regroupées en épis à l'extrémité des rameaux et à l'aisselle des feuilles. Elles sont de couleur crème, blanche, rose ou violacée selon la variété (fig.22) (Arabici et Bayram, 2004).

- **Graines**

Les graines ont petites (fines), oblongues et marron foncé (Pousset, 2004).

- **Système racinaire**

Le système racinaire est du type pivotant (Arabici et Bayram, 2004).



**Figure 22 :** Représente la de plante de l'*Ocimum basilicum* (Original, 2023).

### 2.3.4 Répartition géographique

Le basilic est une plante herbacée annuelle originaire d'Inde et d'Asie tropicale, qui a été introduite en Europe dès les temps historiques (Ait youcef, 2006). Elle pousse maintenant à l'état sauvage dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique centrale et d'Asie du Sud-est (Simon et *al.*, 1999).

Cette plante est cultivée depuis plusieurs décennies pour son utilisation médicinale et aromatique dans de nombreux pays à travers le monde, parmi lesquels la France, la Hongrie, la Grèce, l'Égypte, le Maroc, l'Indonésie et certains États américains tels que l'Arizona, le Nouveau-Mexique et la Caroline du Nord, ainsi que la Californie, où une qualité supérieure de feuilles est cultivée. C'est une plante très appréciée pour ses nombreuses utilisations (Pushpangadan et George., 2012).

### 2.3.5 Composition chimique

Les feuilles de basilic contiennent environ 5% de tanins, d'acide oléanolique (0,17%) et d'une petite quantité d'acide ursolique, protéines (14%), de glucides (61%), ainsi et des concentrations relativement élevées de vitamine (A, B1, B2, C et E) et l'acide rosmarinique (Ouibrahim,2015).

La composition et le contenu de l'huile de basilic varient largement avec les cultivars, les régions géographiques, les tissus, les stades de croissance, la régulation de la croissance, les conditions de culture, la fertilisation et l'amendement du sol et les conditions de récolte (Li et Chang, 2016).

### 2.3.7 Bienfaits et usage du basilic

Le basilic est indiqué pour les maladies nerveuses, les vertiges, les coliques, la constipation, les ballonnements, la toux, la coqueluche, les migraines d'origine nerveuse ou gastrique et les aphtes (en bains de bouche). Il est également recommandé pour les enfants qui dorment mal et les femmes qui manquent de lait (Djerroumi et Nacef ., 2021).

La plante, ses sommités fleuries ou ses feuilles sont employées dans certaines régions du monde comme épice et condiments et en parfumerie. Toute la plante fraîche et en particulier ses feuilles sont réputées pour avoir une action répulsive, cela fait éloigner la plupart des insectes (Ait Youssef, 2006).

## 2.4. Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*)

### 2.4.1 Origine et définition

Le terme Eucalyptus dérive du mot grec " Eu "et "kalyptus "couvercle ou opercul (Sakina, 2009). Selon Abderahim (1983), l'eucalyptus est originaire de l'Australie, son introduction en Algérie date de 1863.

La plantation massive de ces arbres ne se fera qu'à partir de 1950. Grâce à leurs facilité d'adaptation, les espèces *E. globules*, *E. Camaldulensis*, et *E.gomphocephala*, sont les plus répandus dans la région méditerranéenne (Metro, 1970). La conception populaire de la découverte de l'Eucalyptus se rapporte aux voyages du capitaine James Cook dans l'Endeavour dans les années 1770 (Coppen, 2002).

### 2.4.2 Description botanique d'*Eucalyptus globulus*

Les Eucalyptus sont de grands arbres dont certains peuvent dépasser 100 m de hauteur, mais la moyenne des espèces les plus courantes est de 40 à 50 m, d'autres ont des dimensions plus faibles (Traore et *al.*, 2013).

Ses feuilles d'un vert pâle, presque blanchâtre, sont souvent allongées parfois arrondies mais toujours arquées quand elles arrivent à maturité. Très appréciées des abeilles, les fleurs de l'eucalyptus sont très caractéristique avec leur aspect neigeux et leur couleur blanc jaunâtre (Djerroumi et Nacef., 2021)

Les feuilles du végétal sont pétiolées et peuvent atteindre une longueur de 25 cm. Elles ont une forme légèrement courbée, sont de couleur gris-vert et ont une nervure principale visible surtout sur la face inférieure.

Les bords de la feuille sont lisses et légèrement épais. Lorsqu'elles sont coupées, les feuilles sont coriaces et friables, avec de nombreuses lenticelles brunes visibles. Les poches sécrétrices du limbe sont également visibles par transparence. Les stomates, quant à eux, sont visibles à l'aide d'une loupe.

Les opercules ont des formes différentes et lorsque les étamines grandissent, elles soulèvent l'opercule et s'étalent pour former la fleur. Les fruits sont de forme conique, d'un diamètre de 5 à 8 mm et de couleur brune. Ils sont secs. Ils ont également des valves qui se

soulèvent pour laisser échapper les graines lors de leur chute sur le sol (fig.23) (Quezel et Santa 1963).



**Figure 23** : Représente la description de l'arbre de l'*Eucalyptus globulus* (Original, 2023).

#### 2.4.3. Classification

La classification scientifique réalisée par l'AGP (Angiospermes Reproduction Group) sur le genre *Eucalyptus* a permis de définir la systématique présentée comme suit (Bouras, 2018) :

- **Règne:** Végétal.
- **Division:** Tracheophyton.
- **Embranchement:** Spermatophyte.
- **Classe:** Magnoliopsida.
- **Ordre:** Myrtales.
- **Famille:** Myrtaceae.
- **Genre:** *Eucalyptus*.
- **Espèce:** *Eucalyptus globulus* (Maïga, 2014).

#### 2.4.4. Répartition géographique

La surface des plantations d'Eucalyptus a considérablement augmenté depuis 20 ans, en particulier en Asie et en Amérique du Sud. Les statistiques de l'IUFRO réalisées en 1997 estimaient à 14 millions d'hectares la surface mondiale plantée. Le nombre d'espèces

d'Eucalyptus introduites dans différents pays est supérieur à 150, moins d'une trentaine sont exploitées de façon significative en plantation et quatre espèces (*E.camaldulensis*, *E. globulus*, *E. tereticornis* et *E. grandis*) occupaient, à la fin des années quatre-vingts, plus de la moitié des surfaces plantées (Eldiidge et *al.*, 1993).

Les eucalyptus occupaient une surface de 5855 hectares dont plus de la moitié dans la région oranaise (Boudy, 1955). Il était introduit en Algérie en 1856 par Ramel qui l'importe d'Australie dans le but d'assainir les régions Marécageuses, cet arbre aime les régions humides. Depuis on le retrouve surtout le littoral algérien et marocain (Ali-Delille, 2010).

#### 2.4.5. Composition chimique

D'après Bruneton (1993), la quantité d'huile essentielle présente dans la plante varie entre 0,5 et 3,5 %. Le principal constituant de cette huile essentielle est le 1,8-cinéole ou eucalyptol, qui représente entre 70 et 80% de la composition, les autres constituants étant majoritairement terpéniques.

Les feuilles contiennent également une douzaine de composés oxygénés différents, ayant une structure acylphloroglucinol, qu'ils soient de type monoterpénique ou quiterpénique, notamment les euglobals. Des composés phénoliques, des acides phénols et des flavonoïdes sont également présents dans les feuilles de cette plante.

#### 2.4.6. Composition de l'huile essentielle d'eucalyptus

Quelques études ont été réalisées sur les huiles essentielles des feuilles et des fruits de *E. globulus*, et plus de 30 composés ont été identifiés. Les composés majoritaires sont le 1,8 cineole, camphène,  $\alpha$ -pinene, globulol,  $\beta$ -pinene, p-cymene, myrcene,  $\gamma$ -terpinene,  $\alpha$ -terpineol et le limonène (Pereira et *al.*, 2004; Songa et *al.*, 2009).

Une étude portugaise a révélé la présence de 33 composés dans les huiles essentielles du fruit; dont les monoterpènes (50,4%), les sesquiterpènes (49,6%). Le composé majoritaire identifié est l'aromadendrene (25,1%), suivi de phellandrene (17,2%), 1,8-cineole (11,7%), ledene (5,83%) et du globulol (5,23%) (Pereira et *al.*, 2004). 47 composés ont été identifiés dans les huiles essentielles des feuilles: le 1, 8-eucalyptol (72,71 %),  $\alpha$ -pinene (9,22 %),  $\alpha$ -terpineol (2,54%), (-)-globulol (2,77%),  $\alpha$ -terpineol acétate (3,11%), et d'alloaromadendrene (2,47 %) (Songa et *al.*, 2009). Le composé majoritaire: L'eucalyptol ou le 1,8 cineole avec une concentration de 70 à 85% (Opdyke, 2002; Zhiri et Baudoux, 2008).

### 2.4.7. Bienfaits et usage de l'eucalyptus

L'eucalyptus est un antiseptique efficace dans les affections des voies respiratoires (asthme, bronchites, angines, rhumes...), ainsi que dans celles des voies urinaires. Mâcher quelques feuilles de cet arbre combat efficacement les gingivites et les maladies de la bouche (Djerroumi et Nacef, 2021).

D'après (Baish et *al.*, 2008) La présence de 1,8-cinéole dans l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* va lui conférer des propriétés répulsives et insecticides. On pourra l'utiliser par exemple en diffusion pour éloigner les moustiques en été. Des études ont démontré aussi que les huiles essentielles d'*eucalyptus globulus* possèdent une forte activité antivirale contre Herpès Simplex Virus (HSV) (Schnitzler, 2001).

Djrroumi et Nacef (2021) notent que l'eucalyptus peut devenir toxique a doses excessives, il peut être nocif pour certaines personnes hypersensibles à cette plante. Par ailleurs Aït Youssef (2016) cite qu'il existe un Seuil pour une dose potentiellement létale , chez l'homme l'indigestion de 10 a 30 ml d'huile essentielle peut être mortelle.

À dose Fortes, l'huile essentielle d'eucalyptus est neurotoxique chez l'animal comme chez l'homme. Cette toxicité (principalement pour le système nerveux central) provient de la présence importante du cinéole (eucalyptole), qu'on sait être épileptiques, suite a une action d'inhibition de la consommation en oxygène et des gradient ioniques tissulaires que ce principe actif exerce au niveau de l'encéphale. À doses plus faibles, sont observés des troubles digestifs, une hypotension artérielle, une hypothermie et une confusion mentale.

## 3. Méthode

Notre expérimentation vise à tester l'effet toxique de deux huiles essentielles, le basilic (*Ocimum basilicum*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), sur les larves de *Tribolium castaneum*, un type de ver de farine. Nous avons choisi de tester l'inhalation et la répulsion en deux méthodes distinctes.

### 3.1 Test par inhalation

Ce test consiste à évaluer l'effet biocide des deux huiles essentielles séparément par fumigation sur la longévité des larves du 4<sup>ème</sup> stade de *Tribolium castaneum* traités par inhalation à différentes doses en fonction de la durée d'exposition (Fig.24).

Pour cela nous avons utilisés des flacons en verre de 100 ml de volume avec du papier filtre coupé en rondelle de 2 cm de diamètre et fixé par un fil au couvercle de chaque flacon. Pour chaque essai et pour chaque huile essentielle, un effectif de 5 larves de *T. castaneum* sont mis dans chaque flacon à raison de trois répétitions effectuées pour chaque dose.

Des doses différentes de l'huile essentielle sont injecté sur les disques du papier filtre (0,2  $\mu$ l, 0,4  $\mu$ l et 0,6  $\mu$ l). Le dénombrement des individus vivant est effectué au bout d'un temps précis (1h, 3h, 6h, 24h, 48h, 72h ,96h et 120h) d'exposition pour chaque flacon, pour chaque huile et pour chaque dose.



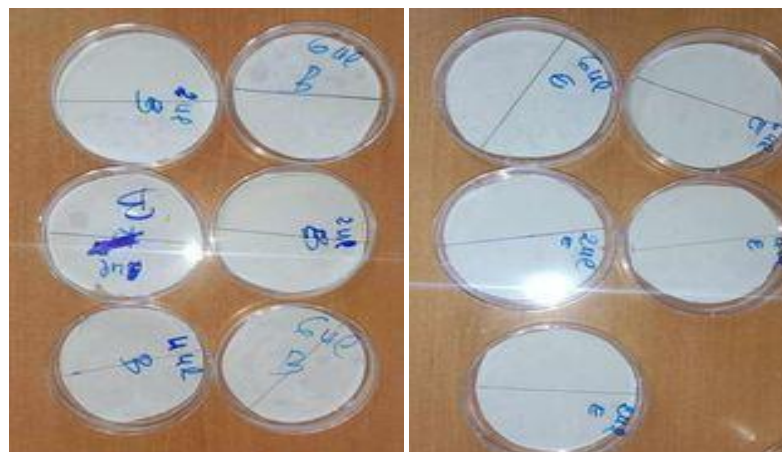
**Figure 24 :** Dispositif expérimental du test appliqué par inhalation par les huiles essentielles de sur les larves de *T. castaneum* (Original, 2023).

### 3.2. Test par répulsion

Le test par répulsion est utilisé pour calculer le pourcentage de répulsion d'une huile à l'égard des larves de *Tribolium castaneum* par la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre. Pour ce faire nous avons : Préparer 12 disques de papier filtre à 4 cm de diamètre séparés en deux parties, une partie du disque est traité à différentes doses par les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et *Ocimum basilicum* séparément à l'aide d'une micropipette, et l'autre partie est non traité servant de témoin.

Les disques de papier filtre sont placés dans des boîtes de Pétries, où nous avons introduit 5 larves de l'insecte placés au centre de chaque boîte.

La procédure est répétée pour les doses : 0,2  $\mu$ l, 0,4  $\mu$ l, et 0,6  $\mu$ l ; l'expérimentation dure 30min. À la fin du test nous relevons le nombre d'insecte présent sur chaque partie de papier filtre (Fig.25).



**Figure 25 :** Dispositif expérimental du test par répulsion des huiles essentielles appliquées à l'égard des larves de *T. castaneum* (Original, 2023).

Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisée par (Nerio *et al.*, 2009).

$$\text{PR (\%)} = \text{NT/NISA} \times 100$$

**NT :** nombre total présente dans la boîte de pétri.

**NISA :** nombre individu présente sur le demi-disque traité par l'acétone.

Le pourcentage de répulsion est attribué à l'une des différentes classes répulsives qui varie de 0 à 5 en adoptant la méthode de Mc Donald *et al.* (1970), qui sont présentés dans le tableau 04 :

**Tableau 04 :** Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald *et al.* (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriété
<b>0</b>	PR < 0.1	Non répulsive
<b>I</b>	0.1 < PR < 20	Très faiblement répulsive
<b>II</b>	20 < PR < 40	Faiblement répulsive
<b>III</b>	40 < PR < 60	Modérément répulsive
<b>IV</b>	60 < PR < 80	Répulsive
<b>V</b>	80 < PR < 100	Très répulsive

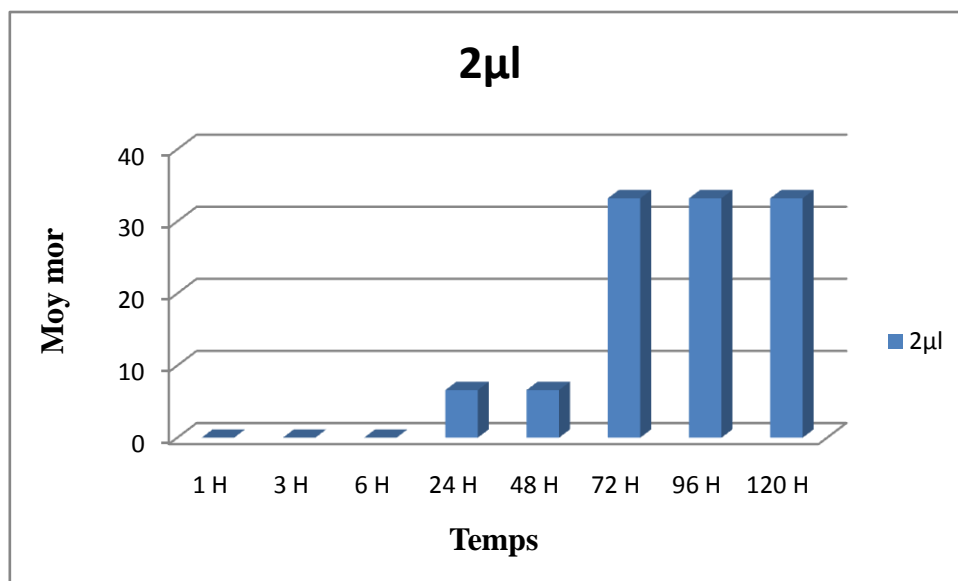
# Chapitre VI

## Résultats et Discussion

## 1. Résultats

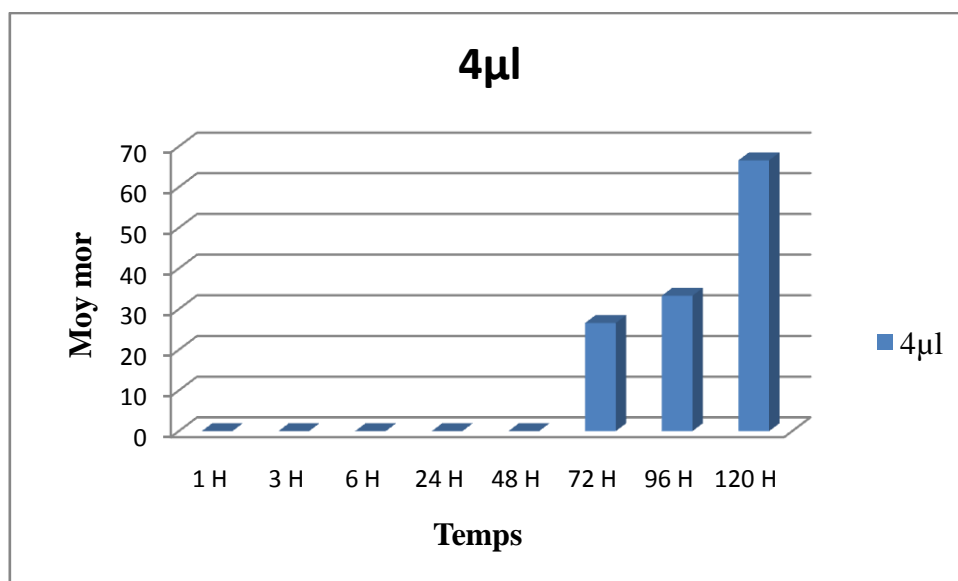
### 1.1 Evaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* par inhalation sur les larves de *Tribolium castaneum*

Les résultats obtenus par le test d'inhalation sur les larves du *Tribolium castaneum* traitées par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sont illustrées dans la figure 26 pour la dose 2 $\mu$ l, la figure 27 pour la dose 4 $\mu$ l, et la figure 28 pour la dose 6 $\mu$ l.



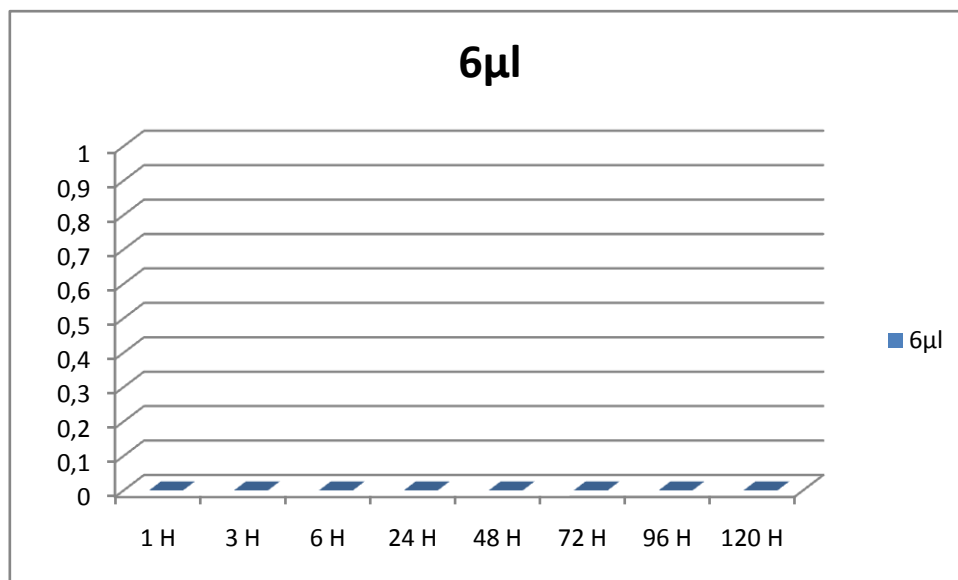
**Figure 26 :** Effets de l'huile essentielle d'eucalyptus à la dose de 2 $\mu$ l sur les larves de *Tribolium castaneum* par inhalation.

Les résultats du test montrent que pour la dose de 2 $\mu$ l d'huile essentielle d'eucalyptus, le taux moyen de mortalité des larves de *Tribolium castaneum* reste stable à 0% jusqu'à 6 heures d'exposition ; à partir de 24 jusqu'à 48 heures, une mortalité d'une moyenne égale à 6,6% est enregistrée. Au bout de 72 jusqu'à 120 heures, une mortalité moyenne de l'ordre de 33,2% est rapporté.



**Figure 27 :** Effets de l'huile essentielle d'eucalyptus à la dose de 4µl sur les larves de *Tribolium castaneum* par inhalation.

Les résultats du test montrent que pour la dose de 2µl d'huile essentielle d'eucalyptus, le taux moyen de mortalité des larves de *Tribolium castaneum* reste stable à 0 jusqu'à 48 heures d'exposition ; à partir de 72 heures, la mortalité moyenne s'accroît pour atteindre au bout de 120 heures, pour atteindre une valeur moyenne de l'ordre de 66,6%.



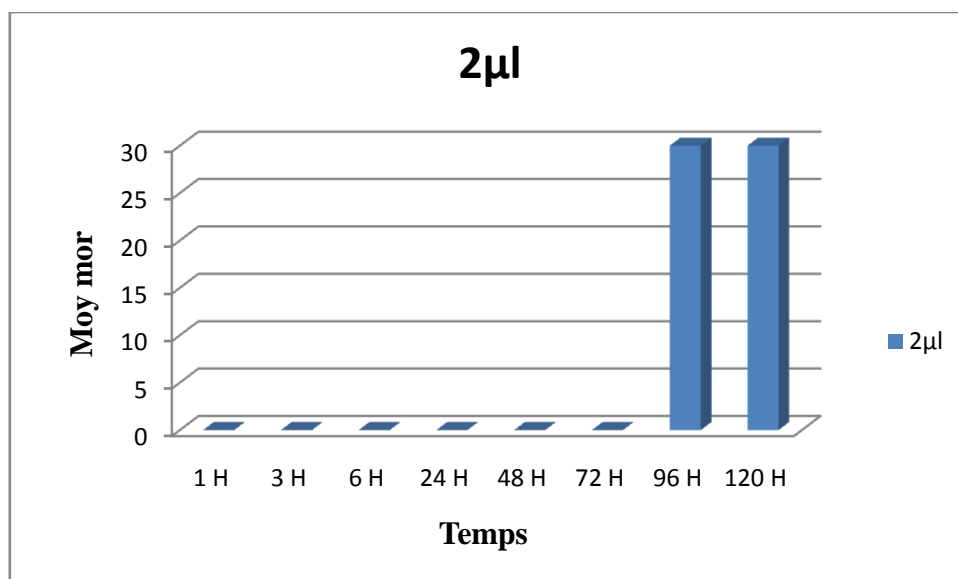
**Figure 28 :** Effets de l'huile essentielle d'eucalyptus à la dose de 6µl sur les larves de *Tribolium castaneum* par inhalation.

Aucune mortalité n'a été enregistrée à l'égard des larves de *T.castaneum* traité par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* pour la dose 6 $\mu$ l durant toute la durée d'exposition.

Ce ci peut être du probablement à la confusion des individus exposé à cette dose ainsi qu'à leurs résistance.

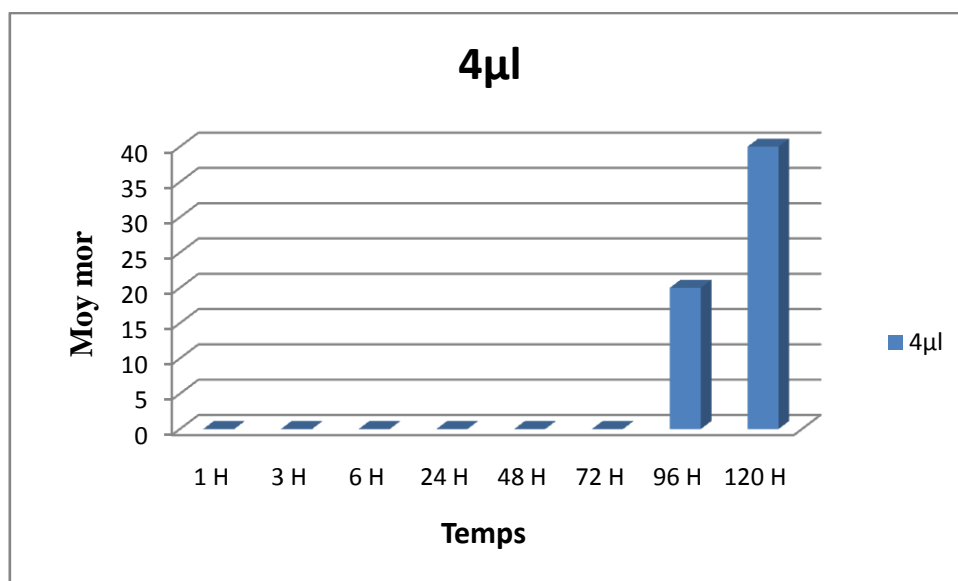
### 1.2. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* par inhalation sur les larves de *Tribolium castaneum*

Les résultats obtenus par le test d'inhalation sur les larves du *Tribolium castaneum* traitées par l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sont illustrées dans la figure 29 pour la dose 2 $\mu$ l, la figure 30 pour la dose 4 $\mu$ l, et la figure 31 pour la dose 6 $\mu$ l.



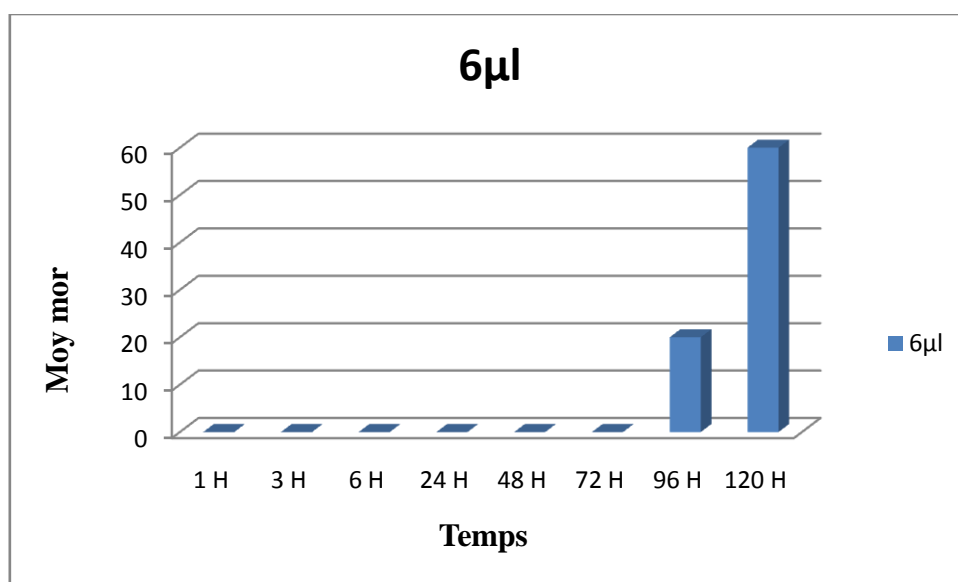
**Figure 29 :** Effets de l'huile essentielle de basilic à la dose de 2 $\mu$ l sur les larves de *Tribolium castaneum* par inhalation.

Les résultats du test montrent que pour la dose de 2 $\mu$ l d'huile essentielle de basilic, le taux moyen de mortalité des larves de *Tribolium castaneum* reste stable à 0 jusqu'à 72 heures d'exposition ; à partir de 96 heures, la mortalité moyenne s'accroît pour atteindre au bout de 120 heures, pour atteindre une valeur moyenne de l'ordre de 30%.



**Figure 30 :** Effets de l'huile essentielle de Basilic à la dose de 4µl sur les larves de *Tribolium castaneum* par inhalation.

Les résultats du test montrent que pour la dose de 4µl d'huile essentielle de basilic, le taux moyen de mortalité des larves de *Tribolium castaneum* reste stable à 0% jusqu'à 72 heures d'exposition ; à partir de 96 heures, la mortalité moyenne s'accroît pour atteindre au bout de 120 heures, pour atteindre une valeur moyenne de l'ordre de 40%.



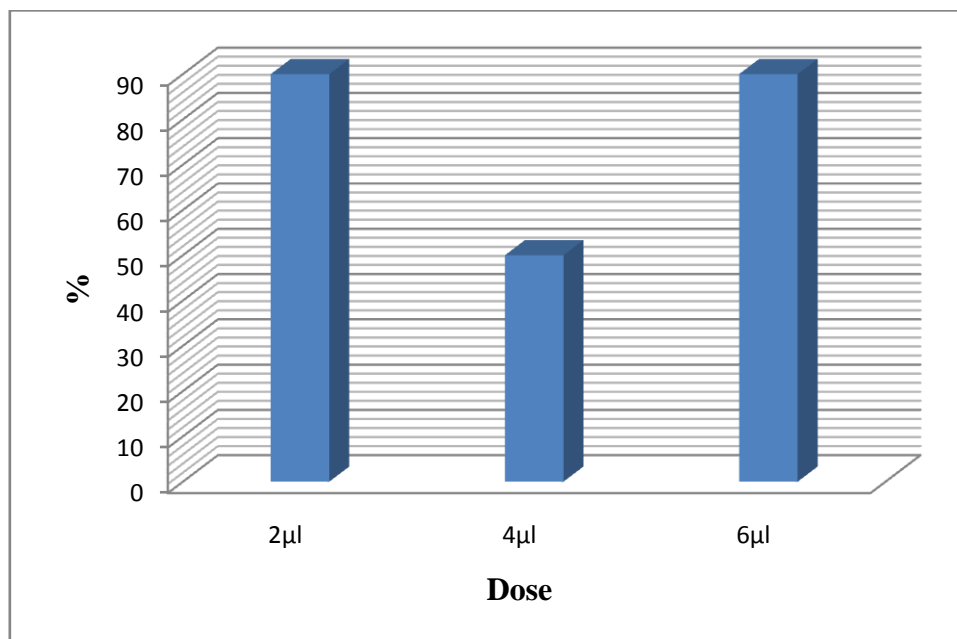
**Figure 31:** Effets de l'huile essentielle de Basilic à la dose de 6µl sur les larves de *Tribolium castaneum* par inhalation.

Les résultats du test montrent que pour la dose de 4µl d'huile essentielle de basilic, le taux moyen de mortalité des larves de *Tribolium castaneum* reste stable à 0% jusqu'à 72

heures d'exposition ; à partir de 96 heures, la mortalité moyenne s'accroît pour atteindre au bout de 120 heures, pour atteindre une valeur moyenne de l'ordre de 60%.

### 1.3. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* par répulsion sur les larves de *Tribolium castaneum*

Les résultats obtenus du test par répulsion réalisé sur les larves de *T.castaneum* traité par l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sont illustrés dans la figure suivante.

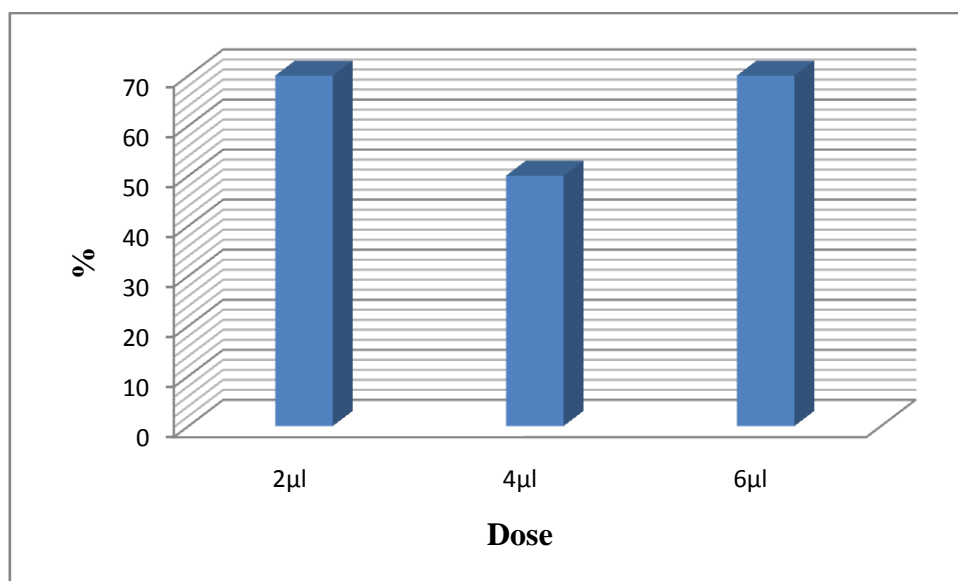


**Figure 32 :** Taux de répulsion des larves de *Tribolium castaneum* testés par l'huile essentielle *Eucalyptus globulus*.

Les résultats de notre analyse révèlent que les doses de 2µl, 4µl et 6µl d'huile essentielle d'*eucalyptus globulus* ont démontré un effet répulsif avec des taux moyens de 90%, 50% et 90% respectivement.

### 1.4. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* par répulsion sur les larves de *Tribolium castaneum*

Les résultats obtenus de l'effet de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sur les larves de *Tribolium castaneum* avec le test par répulsion sont présentés sur la figure suivante:



**Figure 33 :** Taux de répulsion des larves de *Tribolium castaneum* testés par l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*.

Les résultats de notre analyse révèlent que les doses de 2µl, 4µl et 6µl d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* ont démontré un effet répulsif avec des taux moyens de 70%, 50% et 70% respectivement.

## 2. Discussion

L'objectif principal de cette étude est de développer des méthodes de protection naturelles pour combattre les insectes nuisibles qui infestent les graines stockées. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé des tests sur les larves du *Tribolium castaneum* en utilisant les huiles essentielles de plantes aromatiques locales telles que l'*Ocimum basilicum* et l'*Eucalyptus globulus*.

D'après ketoh et *al.* (2002), les plantes aromatiques médicinales sont considérées, d'après leurs constituants en HE, comme un bio insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks. De nombreux travaux scientifiques publiés dans la littérature ont mis en évidence l'effet répulsif des huiles essentielles contre les insectes des stocks.

Garneau (2001) affirme que les terpènes et les phényl propanes, sont les principaux constituants des HEs, qui sont responsables des activités insecticides. Plusieurs travaux portant sur l'analyse chimique des substances végétales ont montré aussi la présence des

monoterpènes qui inhibent le cholinestérase et les composés soufrés qui agissent sur les canaux potassium de certains insectes comme la blatte.

Pour évaluer l'action des huiles, deux types de tests ont été conduits avec des doses différentes (2 $\mu$ l, 4 $\mu$ l, 6 $\mu$ l). Le premier test exposait des larves de *T.castaneum* à une inhalation pour mesurer la mortalité, tandis que le deuxième test consistait à évaluer l'effet répulsif des huiles en utilisant différentes doses.

Nos résultats expérimentaux mettent en évidence un effet toxique des deux huiles essentielles que nous avons testées sur la longévité des larves du *Tribolium castaneum*. Cet effet toxique s'intensifie progressivement à mesure que la durée d'exposition augmente. On observe un effet nettement plus marqué pour l'huile d'*Eucalyptus globulus* par rapport à l'huile d'*Ocimum basilicum*. Il est important de souligner que l'effet toxique des huiles essentielles peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la concentration des huiles utilisées, la durée d'exposition et les caractéristiques propres à l'espèce étudiée. Dans le cas spécifique du *Tribolium castaneum*, nos résultats indiquent de manière concluante que les huiles essentielles testées ont eu un impact négatif sur la longévité de ses larves.

Les résultats obtenus démontrent qu'il y a une corrélation entre la durée d'exposition à l'huile d'*Eucalyptus globulus* et le taux de mortalité des larves de *Tribolium castaneum*. Il a été constaté que cette huile est extrêmement toxique par inhalation. Les larves ont commencé à périr dès le premier jour de l'observation, et la mortalité moyenne est apparue dès le début du traitement, avec un taux de 6,66% de mortalité d'individus pour la plus petite dose qui est de 2 $\mu$ l. Par la suite, ce taux a continué à augmenter pour atteindre 66,6% au cinquième jour. La mortalité la plus élevée (66,6 %) est enregistré pour la dose 4 $\mu$ l au bout de 120h, alors que le taux de mortalité la plus faible (6,6 %) est enregistré pour la dose 2 $\mu$ l après 24h d'exposition.

L'exposition à une dose de 6  $\mu$ l d'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* n'a entraîné aucun cas de mortalité, cela pourrait être dû à plusieurs raisons. Tout d'abord, la concentration et la pureté de l'huile d'eucalyptus utilisée peuvent jouer un rôle important. Certaines huiles d'eucalyptus disponibles dans le commerce peuvent contenir des additifs ou des diluants qui pourraient être moins efficaces contre les larves de *Tribolium castaneum*. Il est donc important d'utiliser une huile d'eucalyptus pure et authentique, de qualité supérieure, pour obtenir les meilleurs résultats. Ensuite, il est possible que les larves de *Tribolium castaneum* sur lesquelles l'huile d'eucalyptus a été appliquée aient été plus résistantes ou moins sensibles

aux propriétés insecticides de l'huile. Les ravageurs peuvent développer une résistance aux pesticides, y compris les produits naturels comme l'huile d'eucalyptus, ce qui peut réduire leur efficacité.

Il est important de noter que les résultats peuvent varier d'une situation à l'autre et que d'autres facteurs, tels que l'environnement, la température, l'humidité et la densité de la population de *Tribolium castaneum*, peuvent également influencer l'efficacité de l'huile d'eucalyptus.

Nos résultats concernant le test par inhalation de l'huile essentielle d'eucalyptus globulus sont moins compatibles avec ceux de Si fodil et Lounis (2023) qui montrent que l'huile essentielle Citrus limon présente, un effet biocide à partir d'une heure d'exposition jusqu'à 72h, atteignant 27% de la mortalité de ce ravageur. Après 96 h jusqu'à 120h une mortalité des déprédateurs 66.6% enregistrée.

L'activité répulsive d'*Eucalyptus globulus* montre un effet répulsif à l'égard des larves de *T. castaneum*, avec un taux de répulsion oscillant entre 50% et 90%. En moyenne, le taux de répulsion s'établit à 76,6%. Après une exposition de 30 minutes, les doses de 2µl et 6µl génèrent une répulsion de 90% chez les larves de *T. castaneum*. Toutefois, une dose de 4µl entraîne une diminution de la répulsion à 50%.

Karahacane, (2015) a démontré que les mortalités ont atteint 100 % à une dose de 80 µl au 3ème jour d'exposition par l'HE extraite à partir des feuilles *E. globulus*.

Selon Zahout (2011) et Kellouche (2006), le taux de létalité des adultes de *C. maculatus* traités par l'*E. globulus* est respectivement de 78% et 89%. Une étude ultérieure a montré que l'huile essentielle de l'origan provoque une mortalité de 89% chez *T.confusum* après 96 heures d'exposition par contre l'huile essentielle de Romarin à une faible activité la mortalité est de 65% chez *T.confusum* pour l'huile essentielle d'*Eucalyptus* le taux de mortalité est de 18% (Tunc et al., 2000).

Selon les résultats obtenus, l'huile d'*Ocimum basilicum* possède une activité insecticide significative par inhalation. Elle a démontré une capacité à réduire considérablement la durée de vie des larves de *Tribolium castaneum* en fonction de la dose et de la durée d'exposition. Les résultats de l'étude montrent que l'huile d'*Ocimum basilicum* a un effet notable sur la mortalité des larves de *Tribolium castaneum* après une exposition de 96 heures. Les taux de mortalité observés varient de 20 % à 60 % sur une période de 5 jours. De

plus, il a été constaté que la population de *Tribolium castaneum* diminue progressivement après le traitement à cette huile. Après 96 heures de traitement, le taux de mortalité est mesuré à 23,3 %. Lorsqu'une dose de 4 µl est utilisée, on enregistre une mortalité de 40 %. Enfin, après 120 heures de traitement avec une dose de 6 µl, le taux de mortalité atteint 60 %. L'activité répulsive de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* testé à l'égard des larves de *Tribolium castaneum* montre un effet répulsif compris entre 50% à 70% dont le taux moyen de répulsion est de 63,3% ce qui montre une bonne efficacité de cette huile. Il a été démontré que les huiles essentielles et plusieurs de leurs constituants ont un effet répulsif sur les ravageurs des produits stockés (Sendi et Ebadollahi, 2013). Bounoua-Fraoucene *et al.* (2019), ont affirmés qu'*Ocimum basilicum* a une activité insecticide importante sur les adultes de *R. dominica* par fumigation, à la dose de 20 µL/L d'air, après 72h d'exposition. Les DL50 calculées par ces auteurs pour quatre huiles essentielles, étaient plus toxiques par fumigation pour les deux insectes nuisibles *R.dominica* et *S. oryzae*. Ils ont montré que *R. dominica* et *S. oryzae* sont plus sensibles à *O. basilicum* qui présente la valeur de DL50 la plus faible, 11.62µL pour *R. dominica* et 21.28µL pour *S. oryzae*. Les mêmes auteurs ont montré que la TL50 calculé pour les huiles essentielles d'*O.basilicum* et *M.piperita* , étaient plus toxique par fumigation sur *R. dominica* et *S. oryzae*. L'*O.basilicum* a l'effet le plus fort avec un TL50 = 8.92h contre *R. dominica* et 161.34h contre *S.oryzae*. L'utilisation des bio-insecticides à base d'huiles essentielles végétales permet d'éviter les problèmes liés à la résistance des insectes aux pesticides chimiques, un problème de plus en plus préoccupant. En effet, les huiles essentielles végétales contiennent une combinaison complexe de molécules qui agissent de manière complémentaire, réduisant ainsi le risque de développement de résistance. Cela fait des bio- insecticides à base d'huiles essentielles végétales une avancée majeure dans le domaine de la protection des cultures, offrant une alternative plus sûre, respectueuse de l'environnement et durable par rapport aux pesticides chimiques conventionnels. Cette approche prometteuse peut contribuer à la construction d'un avenir agricole plus sain et plus durable .Bien que l'efficacité des huiles essentielles végétales contre les insectes ravageurs ciblés est certaine. Cependant, il est important de préciser et de comprendre qu'elles peuvent être moins efficaces ou même inefficaces sur d'autres insectes qui ont développé une résistance, quelle que soit leur phase de vie.

# Conclusion

L'utilisation de bio-insecticides à base d'huiles essentielles végétales naturelles en remplacement des pesticides dangereux présente de nombreux avantages. Non seulement cela permet de préserver la santé humaine, mais également d'éviter les pertes de récoltes. Cependant, il est important de noter que l'efficacité des huiles essentielles peut varier selon les insectes ravageurs ciblés et leurs stades de développement.

Bien qu'elles soient généralement efficaces, il est possible que certaines espèces d'insectes développent une résistance et ne soient pas affectées par les huiles essentielles. Dans le cadre de notre étude, nous avons examiné l'efficacité biologique de deux huiles essentielles, l'huile d'*Ocimum basilicum* et l'huile d'*Eucalyptus globulus*, sur les larves de *Tribolium castaneum*.

À la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que ces deux huiles essentielles ont démontré un effet modérément toxique par inhalation et une capacité de répulsion contre ces ravageurs.

Suite au traitement par inhalation les résultats obtenus pour l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ont révélé une mortalité moyenne de 26,6% des larves du *Tribolium castaneum*, enregistrée dès 72 heures d'exposition à une dose de 4 $\mu$ l. De même, l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* a montré une mortalité assez moyenne de 40% des larves de *Tribolium castaneum*, enregistrée dès 96 heures d'exposition à une dose de 6 $\mu$ l. Ces résultats indiquent que les deux huiles essentielles, *Ocimum basilicum* et *Eucalyptus globulus*, ont un effet significatif sur la durée de vie des larves étudiées, démontrant ainsi leur potentiel insecticide.

En ce qui concerne le test par répulsion, les deux huiles ont montrées un effet répulsif considérable à l'égard des larves de *Tribolium castaneum* ; elle sont placées selon la méthode de (Mc Donald et al ., 1970 ) dans la classe répulsive V .

Les résultats de notre étude indiquent que l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* présente une toxicité plus élevée par inhalation et répulsion que celle d'*Ocimum basilicum*. Cette recherche suggère que ces deux plantes ont un potentiel prometteur en tant que sources de bio-insecticides et méritent d'être explorées davantage dans le domaine de la lutte biologique.

En raison de ses nombreux avantages tels que son faible coût financier et sa non toxicité, l'utilisation de biopesticides dans la protection des denrées stockées peut être

considérée comme l'une des méthodes les plus appropriées. Il serait donc important de tester les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et d'*Ocimum basilicum* sur les différents stades larvaires du *Tribolium castaneum*, afin d'évaluer leur efficacité sur ces stades évolutifs vulnérables.

Cette contribution scientifique ne représente qu'une introduction à une recherche fondamentale et appliquée. Il serait donc judicieux d'approfondir nos connaissances sur l'utilisation de l'*Eucalyptus globulus* et d'*Ocimum basilicum* sur les insectes *Tribolium castaneum*. Cela permettrait d'étudier plus en détail leur activité insecticide et de confirmer leurs effets sur d'autres insectes présents dans les denrées stockées.

## Références bibliographiques

1. **Aidani H., 2015** - Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées. « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mém Master. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Algérie Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. 82 p.
2. **Ait youcef. M, (2006)**. Plantes medicinales de Kabylie, Ed : Ibiss press, Paris, p 350.
3. **Ait–Slimane-Ait-Kaki S., 2008** - Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 170 p.
4. **Amari N., 2014** : Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste, Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte , mémoire de magistère,( PP23-25).
5. **Anonyme<sub>1</sub>, 2023**. Wikifarmer : Récolte du blé, 3p.
6. **Anonyme<sub>2</sub>, 2023**: <https://www.noovomoi.ca/cuisiner/aliments/ble.html>
7. **Arabici O. et Bayram E., 2004**. The effect of nitrogen fertilization and different plant density on some agronomic and technologic characteristic of *Ocinum basilicum* L. (Basil). Asian Network for Scientific Information. 3(4): 255-262.
8. **Arbogast, R. T., Kendra, P. E., & Shuman, D. (2017)**. Insects in Stored Grain Ecosystems. In D. W. Hagstrum, T. W. Phillips, & G. Cuperus (Eds.), Stored Product Protection (pp. 243-288). Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
9. **Arrab, R. (2016)**. Effet insecticide des plantes *Melia azedarach*. I et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castanum* herbest (Coleoptera , Tenebrionidae). Magister, unv. Farhat Abbas Sétif.
10. **Baechler F., Cadoux F., Dufoix F., Feschet B., Goussault C., Terrier P., et**
11. **Baker, J. E., et Ameel, J. J. (2012)**. Biology and Control of the Rusty Grain Beetle, *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Laemophloeidae), and the Flour Beetle, *Tribolium*

*castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), in Stored Wheat. Journal of Integrated Pest Management, 3(3), E1-E7.

**12. Baser K.H.C. and Buchbauer G., 2010.** Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. 994p.

**13. Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., James, G., Shank, R. C., Slaga, T. J., et Snyder, P. W. (2018).** Safety Assessment of Amino Acid Alkyl Amides as Used in Cosmetics Status : Release Date : Panel Meeting Date : Draft Final Report for Panel Review

**14. Beck, S. D. (1963).** Insect colonization and mass production. Annual Review of Entomology, 8(1), 39-58.

**15. Beeman, R. W., Stuart, J. J., et amp; Haas, M. S. (1990).** et quot;Systematics of *Tribolium castaneum* and related species based on analysis of electrophoretic genetic variation.et quot; Annals of the Entomological Society of America, 83(3), 293-303.

**16. Belaid D., 1996.** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p.

**17. Belmouaz A., 2004 :** Contrôle phytosanitaire et surveillance des denrées stockées, Agréage et protection phytosanitaire, Ed. O.A.I.C. (Office Interprofessionnel des Céréales), (PP 1834).

**18. Benalia N., 2007 -** Contribution à l'étude de la flore fusarienne totale dans un sol céréalier de l'ITGC (oued smar). Mém.Ing, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, Alger, 56 p.

**19. Bonjean et Picard., 1990 -** Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection Softword – Groupe ITM, Paris, 208 p.

**20. Bonneton ,F. (2010) .** Quand *tribolium* complémente la génétique de la drosophile.

**21. Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S., 2007 -** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie).

22. **Bounoua-Fraoucene S., Kellouche A., et Debras J.F., 2019.** Toxicité de quatre huiles essentielles vis-à-vis de deux insectes ravageurs des grains stockés, *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostrychidae) et *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera : Curculionidae). J. Afri. Entomogy, 27(2) : 344-359.
23. **Bouras M. 2018.** Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba. Algérie, 15 p.
24. **Bovey R., 1979-** La décence des plantes cultivent, la maison rustique, Paris, 863p.
25. **Burts., 2004.** essential oils : a review. International Journal of Food Microbiology. 94,pp 223- 253.
26. **Casenave-péré, M ., et Lamment, B., 2023.** Alimentation. La ferme Lamment, 2p.
27. **Chenni, M. (2016).** Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic «*Ocimum basilicum* L.» extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Mémoire de doctorat, université d'Oran, 1 .
28. **Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Press. New York .1262p.
29. **Christine B., 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2ieme Edition, 124-154.
30. **Clement G, et Prats J, 1971.** Les céréales. Ed.J.B. Bailliers et Fils, 360p.
31. **Clément-Grandcourt et Part., 1970** - Les céréales. Collection d'enseignement agricole.
32. **Clifford Trevor, H., Bostock, P. D. (2007).** Etymological Dictionary of Grasses. New York: Springer –Verlagheidelberg. 2ème Ed. 351-360 p.
33. **Coyne D.L., Nicol J.M ., Claudius C.B., 2010.** Les nématodes des plantes : Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire. Traduit par Patrick Queneherve. International Institue of tropical Agriculture.93p.
34. **Cruz J. F., Troude F., 1988.** Conservation des Grains en Régions Chaudes « Techniques Rurales en Afrique ».2 éd. France, CEEMAT, 548 p.

- 35. D'Amico., 1999.** Les céréales in : le guide des aliments .Montréal : Québec, Amérique, 20p.
- 36. Delobel A, et Tran., 1993.** Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris,: 442p.
- 37. Desmarchelier J.M., 1988.** The relationship between wet-bulb temperature and the intrinsic rate of increase of eight species of stored product Coleoptera. J. stored prod. Res, 24(2), 107 \_113
- 38. Dia C. A. K. M., 2019.** Caractérisation morphogénétique des populations Ouest africaines de *Tribolium castaneum* Herbst, ravageur des céréales stockées : différenciation en races hôtes et écotypes. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal, 174p.  
Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- 39. Eldiidge K. davidson J., Hanwood C, Vanwyck G. 1993.** Eucalypt domestication and breeding. Clarendon Press. Oxford. 288 p.
- 40. Feillet P., 2000.** Le grain de blé ; composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308p.
- 41. Feldman M., 2001:** Origin of cultivated Wheat. In Bonjean A.P. et W.J. Angus. Ed. The
- 42. Fritas S., 2012.** Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de Batna. (Algérie). Mémoire de magistère, Option : Ecologie et biologie des populations, université abou bakr belkaid. Tlemcen, Algérie, 115p.
- 43. Garneau F.X., 2001 :** Notes du cours Produits naturels. Département des sciences fondamentales, UQAC, Chicoutimi, Québec. 17p.
- 44. Gate P., Giban M. (2003).** Stade du blé. Ed. Paris, ITCF. 68p.
- 45. Gates P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier. Paris (France). pp78-81.
- 46. Geslin H., 1944.** Étude des lois de croissance d'une plante en fonction du climat, Contribution à l'étude du climat du blé. Thèse Fac. Sciences, Paris, 116 p.
- 47. Godon, B. et Willm, C., 1998.** Les industries de première transformation des céréales. Lavoision tec, doc Paris, 656-657.

- 48. Gorgues J., 2016.** Le blé. Collège louisa paulin de muret, 5p.
- 49. Guèye M.T., Seck D., Wathelet J-P., Lognay G., 2011 :** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(1), 183-194.
- 50. Hignard J., 1998,** Lutte biologique contre les Bruchidae, ravageurs du niébé en Afrique de l'ouest, rapport soumis a la commission européenne STD-3 (1992-1995), publié par CTA. p142.
- 51. Huang, S., Sirikhachornkit, A., Su, X., Fares, J., Gill, B., Haselkon, R., Gornicki, P., (2002).** Genes encoding plastid acetyl-Coa carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegitops* complex and the evolutionary history of polyploidy wheat. *Proceeding of the national academy of science of the USA* 99: 8133-8138 p.
- 52. Huchet J-B., 2019.** Le Coléoptère, la Graine et l'Archéologue : approche archéoentomologique de quelques ravageurs des denrées stockées. 16th European Association of Forensic Entomology (EAFE) et the 3rd International Conference in Funerary Archaeo-Entomology (ICFAE) meetings, June 5-8, 2019 in Bordeaux, France. pp, 18-42.
- 53. Huignard J., 1985-** Importances des pertes dues aux insectes ravageurs des graines: problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires sources de protéines végétales. *UA CNRS 340*.p: 193-204.
- 54. Karahaçane T., 2015.** -Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées spontanées sur les insectes du blé en poste-récolte. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique., El Harrach. 136p.
- 55. Kellouche A., (2005).** Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus*.F (Coleoptera : Bruchidae) ; Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse de Doctorat d'état en sciences naturelles, spécialité entomologie. U.M.M.T.O.154p.
- 56. Kellouche A., 2006.** Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* F, Coleoptera Bruchidae, physiologie, reproduction et lutte. Thèse Doctorat d'état en Science Naturel. Univ. T.O.Z. Spécialité : Entomologie, 216p.

- 57. Ketoh G. K., Ghitho I. A. et Huignard J. r., (2002).**susceptibility of the bruchide *callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinamus basalis* (Hymenoptra:Pterpmalidae) to three esstial oils, J. Econ. Entomol. , 95(1), 174-182.
- 58. König C., 2022.**Les dégâts des oiseaux sur les céréales : le mange\_mill.13p
- 59. Koziol N.** « Huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, d'*Eucalyptus radiata* et de *Corymbia citriodora* : Qualité, efficacité et toxicité ». Thèse de Doctorat. Université de Lorraine, 2015.
- 60. Lahlou M., 2004.-** Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*. 18 : 435-448.
- 61. Lale N.E.S. et Vidal S., 2003 :** Simulation studies on the effects of solar heat on egg laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) in stored bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. *J. Stored Prod. Res.* 39, 447-458.
- 62. Lapesme P ., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés.Edition P . Le chevalier , Paris. Pp. : 61-67.
- 63. Li Qing X. et Chiou L. Chang (2016).** Basil (*Ocimum basilicum* L.) Oils in « Essential oils in food preservation, flavor and safety» » edited by Preedy, Victor R. Elsevier:pp 231-238
- 64. Lyon W.F., 2000.** Confused and Red Flour Beetls. Ohio State University Extension Fact Sheet.HYG-2087-97.
- 65. Metro A.1970.** Les eucalyptus dans le monde méditerranéen. Ed.masson et cie.Paris. p513.
- 66. Moscal T., 1975.** La récolte irriguée du blé en zone ouest saharienne. Projet de Recherche Agronomique et de développement agricole pour la mise en valeur de la vallée du Sénégal. Saint louis, 56p.
- 67. Moule C., 1971 :** Phytotechnie spéciale II céréales. Edition La maison rustique –Paris, 94 p.
- 68. Moule C., 1980.** Les céréales. Ed. Maison rustique. Paris. 318p.

- 69. Moule. C, 1980 : in Betkar et Smaili y, 2006 :** Etude d'induction de la callogenèse d'orge (*Hordeum vulgare* L.), Thèse d'ingénieur d'état agronomie, université de M'sila 2006.p80.
- 70. Multon J.L., 1982.** -Conservation et Stockage des grains et graines et Produits dérivés- Céréales,oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique et Documentation Lavoisier, Paris.pp 576.
- 71. Nacef et Sadok Y., 2004.** -Contribution à l'inventaire des insectes et estimation des pertes du blé tendre stocké dans une région semi-aride (CCLS de Khemis-Miliana) et région humide (CCLS de Ténès). Thèse ingéniorat d'état en sciences agronomiques. C.U.K.Miliana., 84p
- 72. Opdyke D.L.J.(2002).**Eucalyptus oil .P107.
- 73. Ozenda P., 2000.** Organisme végétaux, 2.Végétaux supérieure. Tome2, Paris, 516p.
- 74. Palyvos N. E. and Nikolas g. E., 2009:** Temperature dependent development of the predatory mite *Cheyletus malaccensis*(Acari:Cheylitidae). Exp. Appl.Acaro.,vol(47):147-158.
- 75. Pereira S.,Freire S.R.C.; Neto P., Silvestre J. D., and Silva M.S.A.(2005).** Chemical composition of the essential oil distilled from the fruits of *Eucalyptus globulus* grown in Portugal .Flavour and fragrance journal flavour fragr. J. 2005; 20: 407–409 .
- 76. Perez-Mendoza J., 2007-** When Do Red Flour Beetles Fly?, Integrated Pest Management, rev, IPM update,usa
- 77. Pousset.L.J, (2004).** Plantes médicinales d'Afrique : Comment les reconnaître et les utiliser ?, Ed : La Calade.U.E, p 287 (187-188).
- 78. Prats., 1971.** Les céréales 2<sup>em</sup> édition, J.B Baillière et fils , Paris, pp 9-23-315.
- 79. Proctor D.L. ,1995-** Techniques d'emmagasinage des grains : évolution et tendances dans les pays en développement. Bull. F.A.O N°109, 246p.
- 80. Pushpangadan.P and George.V,(2012),** « Basil »,In Peter.K.V,Ed :Hand book of herbs and spices,Wood head publishing limited,Cambridge.UK,p55-72.
- 81. Quezel, P , Santa, S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Tome II Edition. CNRS. Paris. P 636- 637. 93.

- 82. Rees, D. P. 5. Nenaah, G. E. (2014).** Chemical composition, toxicity and growth inhibitory activities of essential oils of three *Achillea* species and their nano-emulsions against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Industrial Crops and Products*, 53, 252-260 Coleoptera. In *Integrated management of insect in stored product*, - Subramanyam, B. and Hagstrum, D. W. (Eds). Marcel Dekker, New York .
- 83. Riaz.M,Qamar.S,Choudhary.F.M et Pack.J,(1999).** *Sci.Ind-Res*,Vol 6 :p332.
- 84. Robinson, W. H. (2005).** *Urban Insects and Arachnids : A Handbook of Urban*.
- 85. Sakina, S. (2009).** Thème Activité antioxydante et antibactérienne des extraits. 2009–2010..
- 86. Sarwar M.H., Sarwar, M. F., Sarwar, M., Qadri, N. A., Moghal, S., 2013.** The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in humanhealth: A review. *Journal of cereals and oilseeds*, 4(3): 32-35.
- 87. Seck, D. 1992.** Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan *Proceeding deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le sahel, Bamako (mali) ;2-4 Janvier 1990 pp. 328-355.*
- 88. Sendi J.J. et Ebadollahi A., 2013.** Biological activities of essential oils on insects. *Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP) : Essential Oils–II*. Editions JN Govil et S Bhattacharya, Studium Press, Houston, TX, USA. pp. 129-150.
- 89. Sigaut F., 1978.** Les réserves des grains à long terme. *Technique de conservation et fabrication sociales dans l'histoire*. Ed. Maison de science de l'homme. Univ.de Till III. PP3-43.
- 90. Simon.J.E ;Morales.M.R ;Phippen.W.B ;Vieira.RR.F ;Hao.Z, (1999),** « Basil :a source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb »,In Janick,Ed :*Perspectives on new crops and new uses*,Ashes press ;Alexendria,VA,USA,p :499-505.
- 91. Sinha R.N., Demianyk C.J. et Mc Kenzie R.I.H., 1988.** Vulnerability of common wheat cultivars to major stored - product - beetles. *Canadian J. of Plant Sci.*, 68 (2), 337-343.

- 92. Slama A, Ben Salem M, Zid E, 2005.** Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 16(3) :225- 229 pp.
- 93. Sokoloff A., 1974-** The Biology of Tribolium: With Special Emphasis on Genetic Aspects. Vol. 2. Clarendon Press, Oxford.
- 94. Soltner D., 1987.** Phytotechnie spéciale. Les grandes productions végétales.16ème Ed. 464 P.
- 95. Soltner D., 1988.** Les grandes production végétales. 16 édition. céréales-plantes sarclées-prairies-sciences et technique agricole .464 p.
- 96. Soltner D., 1999** - Les grandes productions végétales.19 ème édition, Ed. Collection sciences et techniques agricoles, France, 464 p.
- 97. Song A., Wang Y., Liu Y.(2009).** Study on the chemical constituents of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus globulus* Labill from China. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 4 (4) PP.
- 98. Song A., Wang Y., Liu Y.(2009).** Study on the chemical constituents of the essential oil of the leaves of *Eucalyptus globulus* Labill from China. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 4 (4)PP.
- 99. Steidle jlm et Dettner K 1995:** The chemistry of the abdominal gland secretion of six species of the rove beetle genus *Bledius*. *Biochem. Syst. Ecol.*, 23 : 757-765.
- 100. Suzuki t 1980:** 4,8-Dimethyldecanal: the aggregation pheromone of the flour beetles, *Tribolium castaneum* and *T.confusum* ( Coleoptera: Tenebrionidae ). *Agr.Biol.chem.*,44: 2519-2520.
- 101. Szafer-Glusman, E., Krajewska-Mędelska, A., & Gabryś, B. (2017).** The Influence of Different Light Conditions on the Development of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 110(3), 1044-1052.
- 102. Tapondjou A.L. Adler C., Fontemc D.A., Bouda H.,(2002).** Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles, 18(4),395-402.

- 103. Traore N., Sidibe L., Bouare S., Harama D., Somboro A., Fofana B., Diallo D., Figueredo G., et Chalchat J.C.** Activités antimicrobiennes des huiles essentielles de *Eucalyptus citriodora* Hook et *Eucalyptus houseana* W.Fitzg. ex Maiden. *Int. J. Biol. Chem.Sci.* 7(2): 800-804, ISSN 1991-8631 Tyagi A., Malik A. Antimicrobial potential and chemical comp.
- 104. USDA :** US Département of Agriculture. 2023. Production de blé. 6p.
- 105. Vannie E., 2014.** Guide technique protection des céréales. Chambre d'Agriculture de Loir-et-Che. Guide N° 3- Décembre 2014, pp 1-42.
- 106. Viorica H.** Polyphenols of *Ocimum basilicum* L. *Chujul Med*, 1987; vol 60; p. 340-344.
- 107. Ouibrahim, Amira.** Evaluation de l'effet antimicrobienne et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Lorus vobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est algerien. Thèse de doctorat : Université Bordj Mokhtar –Animal, 2015, 117 pages .
- 108. Xiaojie C., Donghong M., Tauqeer A. Y. & Yin-Gang H. (2012).** Evaluation of 14 morphological, yield- related and physiological traits as indicators of drought tolerance in Chinese winter bread wheat revealed by analysis of the membership function value of drought tolerance (MFVD). *Field Crops Research* 137, 195-201.
- 109. Zhiri A et Baudoux D.(2008).** les huiles essentielles chémotyées :ISBN :2-919905-27-9 Edition Inspir Development. P7- P38 .

## Résumé

L'utilisation de bio-insecticides à base d'huiles essentielles végétales offre une solution plus efficace pour la préservation des denrées stockées et permet d'éviter les effets toxiques des insecticides de synthèse. Cette étude a évalué les propriétés biocides de deux huiles essentielles, l'*Eucalyptus globulus* et d'*Ocimum basilicum*, sur les larves de *Tribolium castaneum*, un ravageur secondaire des denrées stockées, à travers des tests de toxicité par inhalation et répulsion ; qui exposées à différentes concentrations des huiles essentielles pendant des durées allant d'une heure à 120 heures. Les résultats ont montré un taux moyen de mortalité des individus, indiquant l'efficacité des huiles essentielles dans la lutte contre les ravageurs. En ce qui concerne le test par répulsion les deux huiles *Eucalyptus globulus* et *Ocimum basilicum* sont classés dans la classe 5; elles sont répulsives avec un taux moyen de répulsion de 63,3% pour l'huile d'*Ocimum basilicum* et 76,6% pour l'huile d'*Eucalyptus globulus*. Ces résultats suggèrent que les huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus* et d'*Ocimum basilicum* peuvent être utilisées comme bio-insecticides pour réduire les pertes causées par les ravageurs dans les stocks.

**Mots-clés :** huile essentielle, *Tribolium castaneum*, *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum*, toxicité, lutte.

## Summary

The use of bio-insecticides based on vegetable essential oils provides a more effective solution for preserving stored foodstuffs and helps avoid the toxic effects of synthetic insecticides. This study evaluated the biocidal properties of two essential oils, *eucalyptus globulus* and *basil ocimum*, on the larvae of *castaneum tribolium*, a secondary pest of stored foodstuffs, through tests of toxicity by inhalation and repulsion. The larvae have been exposed at different concentrations of essential oils for durations ranging from one hour to 120 hours. The results have shown an average mortality rate of individuals, indicating the effectiveness of essential oils in the fight against pests. Regarding the repulsion test the two *eucalyptus globulus* and *basil Ocimum* oils are classified in class 5; they are repellents with an average repulse rate of 63.3% for *Basilicum Ocimum* oil and 76.6% for *Eucalyptus Globulus* oil. These results suggest that essential oils of *eucalyptus globulus* and *Basil Ocimum* can be used as bio-insecticides to reduce losses caused by pests in stocks. This alternative would preserve the quality of stored foodstuffs while avoiding the use of pesticides dangerous for human health and the environment.

**Keywords:** essential oil, *Tribolium castaneum*, *eucalyptus globulus*, *basilicum ocimum*, bio-insecticide, toxicity, struggle.