

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE



N° :.....

DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : BIOLOGIE
OPTION : BIODIVERSITE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALE

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique
En Biodiversité et Physiologie Végétale**

**Par: AOUINA Aicha
KHELIFI Nour-el-Houda**

Intitulé

Evaluation de l'effet répulsif de
Cuminum cyminum L. et *Foeniculum vulgare* Mill.
sur l'insecte des céréales stockées
Tribolium castaneum (Herbst).

Soutenu devant le jury composé de:

Mr Bendif Hamdi	MCB	Université de M'Sila	Président.
M ^{eme} ARAB Radhia	MCB	Université de M'Sila	Rapporteuse.
M ^{eme} Benhissen Saliha	MCB	Université de M'Sila	Examinatrice.

Année universitaire : 2017 /2018

REMERCIEMENTS

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

Aucune œuvre humaine ne peut se réaliser sans la contribution d'autrui. Ce travail est résultat d'un effort constant cet effort n'aurait pu aboutir sans la contribution de nombre de personnes ainsi se présente l'occasion de les remercier :

*Nous exprimons nos remerciements à notre directrice de mémoire, l'enseignante Madame **ARAB Radhia** pour avoir dirigé ce travail, ses conseils ses encouragements et à finir ce travail.*

*Nous tenons à adresser nos remerciements à **Monsieur BENDIF Hamdi** qui a bien voulu présider mon jury et pour sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils et pour l'aide compétente qu'il nous a apporté pour finir ce travail.*

*Nos remerciements vont également à Madame **BEN HISEN Salha**, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*C'est un grand merci que nous adressons à tous les ingénieurs des laboratoires de biologie surtout : **Monsieur LALAOUI Mounir** et le chef service des laboratoires **Monsieur SEGHIRI Kamel**. Nous ne saurions oublier de remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin nous ont aidés à la réalisation de ce travail.*

Aïcha et Nour El Houda

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mon
Très chère père MOHAMED
qui m'a toujours soutenu, et qu'a été
toujours présent pour moi
A la plus chère au monde,
ma mère AMRIA et ma mère HDJILA qui a
toujours m'encouragé durant
mes études*

*A mon fiancé FATIH qui m'a beaucoup encouragée tout au long
de ce travail. Merci d'avoir montré beaucoup de patience avec
moi durant les moments les plus stressants, merci pour ta fidélité
et ta gentillesse.*

A ma sœur MERZAKA

A tout mes frères

*A ma chère amie et mon binôme NOUR ELHOUDA j'ai partagée
avec elle les joies et les difficultés au suivi de notre travail*

A ma famille AOUMINA et ROUABHI

A toutes mes amies et surtout

AHEM, MIRA, NOURA et SOUMIA

A mes ami(e)s de la promotion de master BPV.

A tous ceux que je l'aime....

A toute personne qui me connaît.

AICHA

Dédicace

Je dédie ce mémoire:

*À l'âme de mon très cher père **Youcef** qui nous a quittés il y a deux ans.*

Il m'a été toujours poussé et motivé dans mes études. Il restera à jamais dans mon esprit et dans mon cœur. Je l'ai dédié aujourd'hui ma réussite qui représente l'aboutissement du soutien et des encouragements qu'il m'a prodigués tout au long de mes études. Qu'il en soit remercié par ce travail.

*À Ma chère mère **Softana** qui m'a soutenu durant toute ma vie, qui m'a appris à aimer le travail et le comportement pour son amour infini et sa bienveillance jour et nuit.*

♥ Merci maman ♥

*À Mes **Frères** : Hassen, Farouk, Ali, Samire, Haidar et Wahide*

*Et mes **Sœurs** : Warda, Souria, Fatima et Moufida*

merci de me faire confiance et de continuer à traverser mon chemin.

*À Monsieur **Mounir Lalaoui** de tout ce que déjà tu représentes pour moi, de ton soutien, de ta présence, de tout ce que tu m'apportes au quotidien.*

À toute ma Grande famille.

*À mon binôme et ma meilleure amie **Aicha**.*

*À toutes mes amies, surtout : **Hayet** et **Ahlem**.*

*À ma meilleure amie **Abla**: Tu es loin de moi, mais tu es toujours dans mon cœur.*

À mes ami(e)s de la promotion de master BPV.

À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Nour el Houda

Sommaire

Remerciement

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale..... 01

1. SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre (I) : Généralité sur les céréales

1. Généralité sur les céréales 03

2. Mode de stockage..... 03

3. Les principaux ennemis des céréales..... 04

4. Moyennes de lutte..... 06

 4.1. La lutte chimique..... 06

 4.2. La lutte physique..... 06

 4.3. La lutte biologique..... 07

Chapitre (II). Présentation des plantes étudiées

1. Introduction..... 08

2. Cumin (*Cuminum cyminum L.*)..... 08

 2.1. Origine et distribution géographique..... 08

 2.2. Position systématique..... 08

 2.3. Description botanique..... 09

2.4. Composition chimique.....	10
2.5. Utilisation du cumin (<i>Cuminum cyminum</i>)	12
3. Fenouil (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill).....	12
3.1. Origine et distribution géographique.....	13
3.2. Position systématique.....	13
3.3. Description botanique.....	13
3.4. Composition chimique de <i>Foeniculum vulgare</i>	14
3.5. Utilisation du Fenouil (<i>Foeniculum vulgare</i>).....	15
Chapitre (III). Présentation de l'insecte <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	
1. Introduction.....	17
2. Position systématique.....	17
3. Origine et distribution géographique.....	18
4. Description de l'insecte <i>Tribolium castaneum</i>	18
4.1. Adulte.....	18
4.2. larve.....	19
4.3. Nymphe.....	19
4.4. Œufs.....	20
5. Biologie de <i>Tribolium castaneum</i>	20
6. Dégât et importance économique.....	21

2. PARTIE EXPERIMENTALES

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1. Matériels.....	22
1.1. Matériel animal.....	23
1.2. Matériel végétale.....	23
2. Méthodes expérimentales.....	24
2.1. Extraction des huiles essentielles.....	24
2.2. l'effet répulsif de l'huile essentielle sur papier filtre.....	25

Chapitre V : Résultats et discussions

1. Résultat.....	28
1.1. Rendement de l'huile essentielle.....	28
1.2. Effet répulsif de l'huile essentielle.....	28
1.2.1. Effet répulsif de l'huile essentielle de cumin.....	28
➤ Sur les Adulte de l'insecte <i>T.castaneum</i>	28
➤ Sur les larves de <i>T.castaneum</i>	30
1.2.2. Effet répulsif de l'huile essentielle de Fenouil.....	32
➤ Sur les Adulte de l'insecte <i>T.castaneum</i>	32
➤ Sur les larves de <i>T.castaneum</i>	33
1.3. Comparaison du taux de répulsion des deux plantes.....	35
➤ Sur les Adulte de l'insecte <i>T.castaneum</i>	35

➤ Sur les larves de <i>T.castaneum</i>	36
2. Discussion.....	37
<i>Conclusion générale</i>	40
<i>Référence</i>	41
<i>Annexe</i>	
<i>Résumé</i>	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 :	Composition des huiles essentielles extraites de <i>Cuminum cyminum</i>	11
Tableau 02 :	Composition des huiles essentielles extraites de <i>Foeniculum vulgare</i>	15
Tableau 03 :	pourcentage de répulsion selon le classement de MC Donald et al., (1970)	27
Tableau 04 :	le pourcentage de rendement d'extrait des huiles essentielles de <i>Cuminum cyminum</i> et de <i>Foeniculum vulgare</i>	28
Tableau 05 :	Nombre moyen d'adultes recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'huile essentielle de <i>Cuminum cyminum</i> et le pourcentage de répulsion de chaque dose.....	29
Tableau 06 :	Classement de l'H.E de <i>C. cyminum</i> selon leur propriété de répulsion sur les adultes de <i>T. castaneum</i>	30
Tableau 07 :	Nombre moyen des larves recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'H.E de <i>Cuminum cyminum</i> et le pourcentage de répulsion de chaque.....	30
Tableau 08 :	Classement de l'H.E de <i>C. cyminum</i> selon leur propriété de répulsion sur les larves de <i>T. castaneum</i>	31
Tableau 09	Nombre moyen d'adultes recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'huile essentielle de <i>Foeniculum vulgare</i> et le pourcentage de répulsion de chaque dose.....	32
Tableau 10 :	Classement de l'H.E de <i>Foeniculum vulgare</i> selon leur propriété de répulsion sur les adultes de <i>T. castaneum</i>	33
Tableau 11 :	Nombre moyen des larves recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'H.E de <i>Foeniculum vulgare</i> et le pourcentage de répulsion de chaque dose.....	34
Tableau 12 :	Classement de l'H.E de <i>Foeniculum vulgare</i> selon leur propriété de répulsion sur les larves de <i>T. castaneum</i>	35

Liste des figures

Listes des Figures

Figure 1 :	Aspects morphologiques du cumin.....	09
Figure 2 :	Aspects morphologiques du Fenouil inflorescences et fleurs.....	14
Figure 3a :	l'insecte de <i>Tribolium castaneum</i> sous la loupe binoculaire (Vue ventrale).....	19
Figure 3b :	l'insecte de <i>Tribolium castaneum</i> sous la loupe binoculaire (Vue dorsale).....	19
Figure 4 :	la larve de <i>Tribolium castaneum</i>	19
Figure 5 :	Nymphe de <i>Tribolium castaneum</i>	19
Figure 6 :	Cycle de vie <i>Tribolium castaneum</i> sur les grains de blé dur dans les conditions de laboratoire.....	21
Figure 7 :	Dégâts de <i>Tribolium castaneum</i> sur la semoule.....	22
Figure 8 :	Elevage de masse de <i>Tribolium castaneum</i>	23
Figure 9a :	les graines de <i>Foeniculum vulgare</i>	24
Figure 9b :	les graines de <i>Cuminum cyminum</i>	24
Figure 10 :	Appareil d'hydrodistillation de type Celevenger.....	25
Figure 11a :	le test de répulsion des huiles essentielles sur les adultes de <i>T.castaneum</i> ..	26
Figure 11b :	le test de répulsion des huiles essentielles sur les larves de <i>T.castaneum</i>	26
Figure 12 :	Le pourcentage de rendement d'H.E de <i>Cuminum cyminum</i> et <i>Foeniculum vulgare</i>	28
Figure 13 :	Le pourcentage de répulsion des adultes de <i>T. castaneum</i> traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Cuminum cyminum</i>	29

Listes des Figures

Figure 14 :	Le pourcentage de répulsion des larves de <i>T.castaneum</i> traités avec les différentes concentrations d’H.E de <i>Cuminum cyminum</i>	31
Figure 15 :	Le pourcentage de répulsion des adultes de <i>T.castaneum</i> traités avec les différentes concentrations d’huile essentielle de <i>Foeniculum vulgare</i>	33
Figure 16 :	Le pourcentage de répulsion des larves de <i>T.castaneum</i> traités avec les différentes concentrations d’H.E de <i>Foeniculum vulgare</i>	34
Figure 17 :	Les taux de répulsion des deux plantes sur les adultes de <i>T. castaneum</i>	36
Figure 18 :	Les taux de répulsion des deux plantes sur les larves de <i>T. castaneum</i>	36

Liste des abréviations et symboles

Listes des abréviation et symboles

°C: degré Celsius.

Cm : centimètre.

g : gramme.

HE : Huile Essentielle.

H : heure.

HR : Humidité relative.

M : masse (en gramme).

Max : maximum.

Moy : moyenne.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

PR : Pourcentage de réplétion

R : rendement.

T° : Température.

µl : microlitre.

Introduction

Introduction générale

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (**Djermoun, 2009**).

La protection de céréales entreposées contre les détériorations fait partie intégrante de leur production. Laissées sans protection, ces récoltes risquent d'être déclassées. Comme le poids et la qualité des grains infestés diminuent rapidement (**Dave et al., 2001**). Les denrées stockées peuvent être attaquées par les insectes, les champignons et les rongeurs. Les dégâts causés par les insectes sont les plus importants (**Inge de Groot, 2004**). Même si le problème se pose de manière globale, il est plus important dans les pays en voie de développement et dans ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques favorables à leur développement (**Ndomo et al., 2009**).

Les insectes ravageurs des denrées, majoritairement des Coléoptères peuvent causer la perte totale d'un stock (**Ngamo et Hance, 2007**). Plusieurs catégories d'insectes attaquant les grains de céréales depuis la récolte jusqu'à la consommation. Dans le cas du blé, ces insectes peuvent occasionner des pertes considérables, allant jusqu'à 50 % (**Mebarkia et al., 2012**). Le moyen le plus courant pour limiter leurs activités est l'usage des pesticides dont les effets indésirables sont malheureusement très nombreux. L'intoxication humaine en est une principale. Au cours des deux dernières décennies, de nombreux travaux ont été menés dans le but de rechercher des méthodes de protection des denrées plus douces, respectueuses de la santé humaine et de l'environnement (**Ngamo et Hance, 2007**).

La recherche des méthodes alternatives de protection des denrées issues du savoir-faire des anciens puis l'usage des phytopesticides, produits de la biodiversité locale se présente aujourd'hui comme une alternative prometteuse.

Le présent travail a pour but d'évaluer l'effet insecticide de deux plantes médicinales *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* Mill. sur l'insecte ravageur des céréales stockées *Tribolium castaneum* (Herbest).

Le manuscrit est divisé en deux parties : une revue bibliographique contenant des informations sur les céréales stockées, la présentation des deux plantes étudiées et l'insecte utilisé dans nos tests et une partie expérimentale qui présente les tests de répulsion des plantes

sur l'adulte et la larve de *Tribolium castaneum* suivi par les résultats obtenus ainsi que leur discussion.

1. SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I: Généralité sur les céréales

1. Généralité sur les céréales

Les céréales sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen amylicé, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques (**Doumanji et al., 2003**). 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. Les unes appartiennent à la sous-famille des Festucoïdées: blé, orge, avoine, seigle; les autres à la sous-famille des Panicoïdées: maïs, riz, sorgho, millet. Enfin, une céréale, le sarrasin appartient à une autre famille, celle des Polygonacées (**Moule, 1971**).

Les céréales occupent une place dominante dans l'agriculture en Algérie. Elles constituent avec leurs dérivés l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Selon **Djaouti (2010)**, les céréales fournissent 54 % des apports énergétiques et 62 % des apports protéiques du ratio alimentaire journalier. Ceci a situé l'Algérie au premier rang mondial pour la consommation de blé par tête d'habitant avec plus de 200 kg devant l'Égypte (131 kg) et la France (98 kg) (**Hattab et Gaouar, 2016**).

La nécessité de stocker les céréales procède de plusieurs facteurs, dont le principal est l'étalement de la consommation de denrées récoltées ponctuellement dans l'année. S'y ajoutent de nombreux facteurs socio-économiques dont l'importance pour le revenu des paysans est énorme (**Ntsam, 1989**).

2. Mode du stockage des céréales

La nécessité de stocker les produits récoltés est fonction d'un certain nombre de facteurs:

- **Nature du produit:** durable ou périssable. Les céréales, produits durables s'ils ont été récoltés dans de bonnes conditions, paraissent particulièrement aptes au stockage. La variété récoltée est une variable essentielle.
- **Destination du produit:** céréale pour l'alimentation (humaine ou animale), spéculation, semence.
- **Quantité récoltée:** de ce facteur dépend la part autoconsommée et la part commercialisable.
- **Durée de conservation:** qui dépend fortement des conditions de stockage. Quantité et durée permettent de déterminer la structure nécessaire (**Ntsam, 1989**).

Chapitre (I) : Généralité sur les céréales

Le stockage au niveau du producteur a pour objectif de conserver les grains en bon état en les protégeant notamment contre:

- la pluie et l'humidité du sol;
- les insectes et les autres animaux nuisibles;
- la chaleur excessive.

2.1. Stockage en vrac

Dans ce cas les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Dans ce type de stockage des contaminations sont possibles, d'autant plus que dans ce type de construction, il demeure toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi de libre passage aux oiseaux, rongeurs et insectes est possible. Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre. Ce moyen de stockage indispensable face à l'insuffisance des installations spécialisées aura tendance à disparaître dans l'avenir (**Doumandji et al., 2003**).

2.2. Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute. Les sacs sont entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars (**Doumandji et al., 2003**).

2.3. Entreposage en silo

Ce sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal. Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des cellules. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'aire de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux (**Doumandji et al., 2003**).

3. Principaux ennemis des céréales

Les céréales sont des produits qui ne sont pas appréciés uniquement de l'homme. Elles sont la proie d'autres êtres vivants. Les ennemis du stockage se classent en trois groupes principaux :

- Les moisissures ;
- Les insectes ;
- Les rongeurs (rats et souris) (**Inge de Groot, 2004**).

Ces ravageurs risquent d'endommager une grande partie du produit stocké. De petites améliorations des systèmes de stockage permettent souvent de mieux protéger

Chapitre (I) : Généralité sur les céréales

le produit stocké et par conséquent de limiter les pertes. Les deux conditions essentielles d'un bon stockage sont : *un bon bâtiment de stockage et de bonnes mesures de sécurité.*

Il existe de nombreuses méthodes de protection des produits locaux stockés. Les méthodes traditionnelles, telles que l'utilisation de certains matériaux naturels (plantes, minéraux, huile), sont toujours très efficaces. L'introduction des produits chimiques a souvent fait oublier ces méthodes ancestrales de protection des stocks. Toutes les méthodes ne sont pas efficaces dans toutes les situations **(Inge de Groot, 2004).**

3.1. Les moisissures

Les moisissures sont l'ennemi le plus difficile à reconnaître dans les céréales stockées car elles sont beaucoup moins visibles que les deux autres grands fléaux : les insectes et les rats. Cependant les spores de moisissures sont présentes partout ! Ces spores très fines sont disséminées par le vent et les insectes et il est impossible d'empêcher leur pénétration dans la zone de stockage **(Inge de Groot, 2004).**

3.2. Les insectes

Les insectes nuisibles sur les grains pour rester en vie, les insectes ont besoin de nourriture, d'air et d'eau. Les céréales stockées fournissent très souvent un endroit idéal pour le séjour et le développement des insectes car la nourriture, l'air et l'eau s'y trouvent en quantités suffisantes. C'est pourquoi certaines espèces d'insectes infestent les céréales stockées **(Inge de Groot, 2004).**

3.3. Les rongeurs

Les rongeurs causent des dégâts importants aux cultures et aux produits stockés. Ils endommagent les produits stockés de quatre manières :

- 1: Ils mangent une partie du produit.
- 2: Ils souillent de leurs excréments une partie du produit.
- 3: Ils percent le matériel d'emballage, ce qui cause des pertes. Les sacs en jute peuvent être sérieusement abîmés. Les produits stockés en vrac sont moins vulnérables car les rats ne peuvent en grignoter que la surface.
- 4: Ils sont porteurs de maladies dangereuses pour l'homme. Les gens peuvent tomber malades en mangeant ou en manipulant les graines contaminées par les excréments, l'urine ou les parasites des rongeurs **(Inge de Groot, 2004).**

4. Moyens de lutte

Le souci majeur d'un stockeur est de garder son stock de grain de céréale intact. De nombreux travaux ont été réalisés pour le contrôle des ravageurs des grains en stockage (**Bekon et Fleurat-Lessard, 1989**).

4.1. La lutte chimique

La lutte chimique demeure le moyen de protection le plus efficace avec cependant des avantages et des inconvénients (**Hall, 1970; Haubruge et al., 1988; Relinger et al., 1988**).

✓ **L'utilisation des pesticides** : Pour la protection des stocks vivriers et les semences, les pesticides fréquemment utilisés appartiennent à deux familles qui sont les organophosphorés, les pyréthroides de synthèse et des dérivés actifs obtenues à partir de ces deux familles (**Gwinner et al., 1996**).

✓ **L'utilisation des insecticides chimique** : Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyrétrinoïdes représentent la grande majorité des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement) , et inorganiques (généralement à base d'arsenic ou de fluosilice, ils sont aujourd'hui prohibés) (**Regnault-Roger, Philogène B.J.R., 2005**) .

Selon **Philogène (2005)**, tous les pesticides posent un problème de contamination à court ou à long terme, selon la nature de la molécule utilisée dans les traitements et selon la manière avec laquelle ils sont appliqués.

A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des insecticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive. L'utilisation intensive des insecticides de synthèse pour lutter contre les insectes phytophage a conduit à la contamination de la biosphère (**WMO, 1965**).

4.2. Lutte physique

✓ **L'irradiation et la lutte par le froid** : Ces méthodes, bien que procurant de bons résultats, ne sont guère présentes en Afrique du fait du coût de l'énergie et de la lourdeur des installations de base (**Gueye et al., 2010**).

✓ **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

Chapitre (I) : Généralité sur les céréales

insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (Lale et Vidal, 2003).

✓ **L'enfumage** : Il est surtout pratiqué en milieu rural autant pour les vivres que les semences. Dans le cas des semences, essentiellement de mil et de maïs, les épis sont suspendus au-dessus du foyer, lui conférant une immunité contre les insectes grâce à la chaleur et à la fumée. L'accumulation potentielle de substances délétères issues des fumées n'a pas non plus fait l'objet d'une attention ou de recherches particulières (Gueye et al., 2010).

4.3. Lutte biologique

✓ **Utilisation des plantes insecticides** : L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigeant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre (Boeke et al., 2004).

✓ **Activités biologiques des constituants des huiles essentielles** : Différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection des denrées stockées contre les insectes et les ravageurs (Ibrahim et al., 2001). Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activité ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (Kéïta et al., 2000).

Chapitre II :
Présentation des
plantes étudiées

1. Introduction

La famille des Apiacées appelées anciennement ombellifères comprend des plantes alimentaires comme la carotte, le céleri, le fenouil,...et des plantes condimentaire comme le carvi, la coriandre, le cumin... C'est une famille riche en huile essentielle (**Ouis, 2015**).

La famille des Apiacées très importante dans la Flore algérienne où elle est représentée par 55 genres. La détermination des espèces appartenant à cette famille est délicate et doit toujours porter sur des échantillons complets, présentant en particulier des fruits mûrs (**Quezel et Santa, 1963**).

2. Cumin (*Cuminum cyminum* L.)

Cuminum cyminum L. est une plante annuelle de la famille des apiacées, originaire de la Méditerranée orientale à l'est de l'Inde. Le mot cumin en anglais est dérivé du latin cuminum, qui lui-même est dérivé du grec "Kyminon" (**Nitin et al., 2012**).

Les épices sont intensivement employées en médecine, pharmacie, parfumerie, et les produits de beauté (**Athamena, 2009**).Le fruit du cumin est un ingrédient essentiel dans de nombreux mélanges d'épices : baharat arabe, poudre de curry Indienne, pâte de curry Thaïlandaise et condiment cajun (**Bremness, 2002**).

2.1. Origine et distribution géographique

Le cumin est une petite plante annuelle, originaire du Turkestan, d'où elle fut rapidement propagée dans l'ensemble des pays méditerranéens puis jusqu'en Amérique latine (**Boullard, 2001**).

2.2. Position systématique

D'après **Fanar (2014)** et selon le système d'**APG III (2009)**, la systématique de la plante de cumin et la suivante :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Dicotyledones

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : Cuminum

Espèce : *Cuminum cyminum* L.

Nom français : Cumin

Nom anglais : Cumin, Roman caraway

Nom vernaculaire : الكمون

2.3. Description botanique

Le cumin est une petite plante herbacée de la famille Ombellifères (Bézanger *et al.*, 1986), Plante annuelle grêle (Quezel et Santa, 1963) d'une hauteur de 30 cm (Vican, 2001).

Ses **Feuilles** parfumées, finement divisées (Bremness, 2002). Feuilles 1-2 palmatiséquées à lanières longuement filiformes. Involucre et involucelle à bractées sétacées très longues. Ombelles à 3-5 rayons, plus courtes que les feuilles. (Quezel et Santa, 1963).

Ses **Fleurs** blanches 3-5 par ombellules (Quezel et Santa, 1963). Ombelles de petites fleurs blanches ou roses en été (Bremness, 2002).

Le fruit est fusiforme de 4-6 mm, hérissés de longues soies dressées (Figure 1) Cultivé et naturalisé (Quezel et Santa, 1963). d'une couleur jaune clair, qui devient plus foncé au contact de l'air (Singh et Goswami, 1996), velu (Bézanger *et al.*, 1986), strié variant du vert au gris-brun (Bremness, 2002), d'une odeur aromatique et un goût épicé et amer (Behera *et al.*, 2004).



Figure 1 : Aspects morphologiques du cumin

2.4. Composition chimique

Les graines de cumin contiennent environ 15% d'huile fixe (Saiedirad et al., 2008), constituées essentiellement de triglycérides (55%), d'esters de stérol (25%) et d'acides gras libres (10%) (Shahnaz et al., 2004). Elles contiennent aussi 2,5 à 10 % d'huile essentielle, constituée de 25 à 35% d'aldéhyde cuminique (ou cuminal), de l'aldéhyde hydrocuminique, de l'alcool cuminique, de terpinéol, du ρ -cymène, du dipentène et du pinène. En outre, elles renferment 13% de résine, 7% de pentosanes, des tanins, de l'aleurone (Bellakhdar, 1997), 59% de fibres diététiques (dont 48.5% sont des fibres diététiques insolubles et 10.5% sont des fibres diététiques solubles), 8,3% d'amidon (Sowbhagya et al., 2007), des protéines, de la cellulose, des sucres (Behera et al., 2004), des flavonoïdes (Vican, 2001), des coumarines, des acides phénoliques (Surveswaran et al., 2007), et des caroténoïdes (Kandlakunta et al., 2008).

L'étude de la fraction protéique a révélé que le cumin contient 18.25% de protéines, qui incluent 18 acides aminés avec les pourcentages suivants : 2.99% d'acide glutamique, 1.41% d'acide aspartique, 0.74% d'arginine, 0.58% de lysine, 0.67% de leucine, 0.46% d'isoleucine, 0.38% de thréonine, 0.52% de valine, 0.05% de cystéine, 0.04% de méthionine, 0.50% de sérine, 0.91% de glycine, 0.53% d'alanine, 0.26% de tyrosine, 0.54% de phénylalanine, 0.28% d'histidine, 0.01% de tryptophane, et 0.65% de proline (Komy, 2004).

L'analyse par la Chromatographie en phase gazeuse (CPG) a montré que les graines de cumin contiennent 56.54% de monoterpènes, 0.10% de sesquiterpènes, 43.2% d'aldéhydes, et 0.3% d'alcools (Behera et al., 2004).

Selon Harrorne et Williams (1972) le cumin contient: de l'apigénine et de la lutéoline 7- glucoside, de l'apigénine et de la lutéoline-glucuronosylglucoside, ainsi que les glycosides de la quercétine et du kaempferol (Hinneburg et al., 2006). En utilisant la spectrométrie de fluorescence des rayons X (XRF), le cumin s'est avéré contenir les 12 éléments suivants : Al : 105 mg/kg, Si : 396 mg/kg, P : 384 mg/kg, S : 700 mg/kg, Mn : 15 mg/kg, Fe : 210 mg/kg, Cu : 56 mg/kg, Zn: 34 mg/kg, Sr : 7mg/kg, Cl : 0.14%, K : 0.66%, et Ca : 0.37% (Al-Bataina et al., 2003).

Chapitre (II) : Présentation des plantes étudiées

Tableau 01: Composition des huiles essentielles extraites de *Cuminum cyminum*

Le composant chimique	Romeilah et al., (2010) Egypte	Moghadam, (2015) Kurdestain (Iran)
Thymol	2.04%	40.65%
γ -terpinene	1.07%	24.51%
β -pinene	4.89%	5.38%
α -pinene	2.14%	3.47%
camphene	0.12%	2.31%
terpinene- 4 – ol	0.04%	2.00%
β -farnesene	3.01%	-
cuminaldehyde	60.01%	1.79%
α -thujene	-	1.45%
α -terpinolene	0.08%	1.17%
myrcene	-	1.07%
limonene	0.24%	1.04%
α -phyllanderene	1.09%	0.94%
acetoxylinalool	-	0.57%
sabinene	1.01%	0.37%
caryophyllene oxide	6.12%	-
α -terpineol	2.47%	-
geraniol	0.07%	-
geranyl acetate	4.11%	-
β -caryophyllene	3.44%	-
β -cymene	1.77%	-
β -myrcene	1.45%	-

2.5. Utilisation du cumin (*Cuminum cyminum*)

Les graines de cumin en poudre ou en décoction, sont très utilisées dans le traitement des troubles gastro-intestinaux. Il est en effet recommandé comme stomachique, carminatif, antispasmodique et vermifuge. On emploie aussi sa décoction comme emménagogue. En usage externe, le cumin est utilisé en cataplasmes sur la nuque contre les oreillons **(Bellakhdar, 1997)**.

Les phytothérapeutes Indiens prescrivent le cumin contre les insomnies, les coups de froid et pour abaisser la fièvre. Mélangé au jus d'oignon, il forme une pâte que l'on applique sur les piqûres de scorpion **(Vican, 2001)**.

Dans la médecine Iranienne ancienne, les fruits de la plante ont été utilisés pour le traitement du mal de dents et l'épilepsie **(Janahmadi et al., 2006)**. Le cumin est utilisé largement dans la médecine Ayurvédique (l'ancienne médecine Indienne), pour le traitement de la dyspepsie, la diarrhée et de l'ictère. En outre, il est connu pour avoir des propriétés antioxydantes, diurétiques, astringentes et hypoglycémiantes **(Dhandapani et al., 2002)**.

Les fruits toniques et stimulants, facilitent la digestion et soulagent la flatulence colique ou diarrhées **(Bremness, 2002)**. Il est supposé augmenter la lactation et réduire les nausées pendant la grossesse. Utilisé dans une compresse pour soulager le gonflement du sein et des testicules **(Jalali-Heravi et al., 2007)**.

L'huile essentielle du cumin est meilleure que les antioxydants synthétiques conventionnels, montre une activité fongitoxique, ovicide **(Behera et al., 2004)** et antimicrobienne **(El-Sawi et Mohamed, 2002)**.

De plus elle utilisée dans la préparation des parfums et les compositions vétérinaires **(Bremness, 2002)**.

3. Fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Fenouil (*Foeniculum vulgare* Mill.) est une plante médicinale et aromatique appartenant à la famille des ombellifères (Apiaceae), connu et utilisé par les humains depuis l'Antiquité **(Oktay et al., 2003)**. Le nom de *Foeniculum* a été donné à cette plante par les Romains et est dérivé du mot latin *foenum*, c'est-à-dire herbe. Le fenouil est communément appelé "besbes" par les populations locales **(Bouguerra, 2012 ; Lazouni et al., 2007)**.

3.1. Origine et distribution géographique

Le fenouil est originaire de la région méditerranéenne (Zoubiri et al., 2014). Il est généralement considéré comme indigène sur les rives de la mer méditerranée mais est devenu largement naturalisée dans de nombreuses parties du monde, en particulier sur les sols secs, près de la côte de la mer et sur les berges de la rivière (Manzoor et al., 2012). Il a été cultivé dans la Russie, l'Inde, la Chine et le Japon (Zoubiri et al., 2014).

3.2. Position systématique

D'après Quzel et Santa (1963) et Guignard (1968) la classification du fenouil est comme suit:

Règne : Planta

Embranchement : Spermaphyte

Sous-embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Rosidae

Ordre : Apiales

Famille : Apiacées

Genre : *Foeniculum*

Espèce : *Foeniculum vulgare*.

Synonyme : Anis doux, fenouil commun.

Nom vernaculaire : besbes (البسباس).

3.3. Description botanique

Le fenouil est une plantes bisannuelle à tiges dressées, ramifiées pouvant atteindre 2m de hauteur (Ouis, 2015).

Ses **Feuilles** très divisées son en lanières filiformes. Les supérieures réduites dépourvues d'involucres et d'involucelles ne comportent que quelque lanière (Ouis, 2015).Sont constituées de trois à quatre folioles réparties en lanières filiformes d'environ 0,5 mm de large (Manzoor et al., 2012).

Ses **Fleurs** petites et jaunes sont disposées en ombelles de 6-20 rayons sans involucres avec une corolle à 5 pétales et 5 étamines (Figure 2) (Claude et Lamontagne, 1982).

Le fruit est une graine sèche 4-10 mm de long (Manzoor et al., 2012), de couleur vert jaunâtre à jaune brun sont petits et formés de deux akènes côtelés, de forme ovoïde (Ouis, 2015).



Figure 2 : Aspects morphologiques du Fenouil inflorescences et fleurs

(Shamkant et al., 2014).

3.4. Composition chimique

F. vulgare contient 6,3% d'humidité, 9,5% de protéines, 10% de matières grasses, 13,4% de minéraux, de fibres et de 18,5% à 42,3% de glucides. Les minéraux et les vitamines présentes dans *F. vulgare* sont le calcium, le potassium, le sodium, le fer, le phosphore, la thiamine, la riboflavine, la niacine et la vitamine C (Manzoor et al., 2012).

Les principaux composants d'huiles essentielles des fruits de *F.vulgare* sont transanethole, estragol, fenchone, et α phellandrène (Senatore et al., 2013). Il renferme également de l'alcool anisique, de l'anis aldéhyde ainsi que des mono terpènes (1 à 5%): (R)-limonène, α -pinène camphre, p-cymène, myrcène, α - et β -phellandrènes, sabinène, γ -terpinène, cis- β -ocymène et terpinolène (Paloma, 2012).

Tableau 02: Composition des huiles essentielles extraites de *F. vulgare*

Le composant chimique	Zoubiriet <i>al.</i> , (2010)	Yamini et <i>al.</i> , (2002)
	Sétif (Algérie)	Iran
a-pinène	1,22%	0,89%
limonène	6,37%	10,00%
γ -terpinène	-	0,72%
Fenchone	12,93%	11,00%
Camphor	0,21%	0,24%
Estragol	3,41%	4,45%
E-anéthole	72,86%	69,41%

- **Autres constituants :**

Acide phénylacryliques, alcools phénylalyliques, acides phénolcarboxyliques. Hydroxycoumarines (traces) : osthénol, scoparine et ombélliférone. Furanocoumarines (traces) : bergaptène, impérorine et psoralène. Flavonoïdes (peu abondants). Trimères de stilbènes et leurs hétérosides. lipides 9 à 21%, protéines 20 à 30% (**Paloma, 2012**).

3.5. Utilisation du Fenouil (*Foeniculum vulgare*)

Foeniculum vulgare est une importante et bien connue, plante médicinale et aromatique avec effet carminative, digestive, galactogène et diurétique, indiquée dans le traitement des troubles respiratoires et gastro-intestinales (**Manzoor et al., 2012**).

Foeniculum vulgare a été largement utilisé dans la médecine traditionnelle pour le traitement d'un certain nombre de maladies, par exemple, les douleurs abdominales, antiémétique, apéritif, l'arthrite, le cancer, pour calmer les coliques de l'enfant et du nourrisson, la conjonctivite, la constipation, dépuratif, la diarrhée, tréma, emménagogue, fièvre, flatulence, gastralgies, la gastrite, l'insomnie, les douleurs du foie, ulcère de la bouche, et les maux d'estomac. les parties aériennes (feuilles, tiges et fruits / graine) de *F. vulgare* sont largement utilisé comme galactagogues favoriserait la montée du lait (**Shamkant et al., 2014**).

Chapitre (II) : Présentation des plantes étudiées

Foeniculum vulgare Mill auprès des différentes activités pharmacologiques mentionnées dans la médecine traditionnelle iranienne et la phytothérapie moderne tels qu'un antioxydant, cytotoxiques, antiinflammatoire, antimicrobien, bronchodilatateur, oestrogénique, diurétique, lithontripic , galactogogue, emménagogue, antithrombotique, hypotenseur, gastro-protecteur, hépatoprotecteur, améliorant la mémoire, et les activités antimutagènes. Aucun événement indésirable grave n'a été enregistré après l'ingestion de *F.vulgare* l'exception de quelques cas de réactions allergiques (**Rahimi et Ardekani, 2013**).

De même, l' H.E de fenouil exerce une activité larvicide significative contre deux espèces de moustique en Thaïlande (*Anopheles diruset Aedes aegypti*) (**Pitasawat et al., 2007**).

Chapitre III :
Présentation de
l'insecte de
Tribolium
castaneum

1. Introduction

Les Coléoptères constituent l'ordre d'insectes le plus riche en espèces on estime actuellement leur nombre à environ 350 000, C'est parmi les Coléoptères que l'on rencontre la plus grande variété d'insectes des produits emmagasinés LEPESME mentionnait (en 1944) 399 espèces appartenant à 38 familles (**Delobel et Trane, 1993**). Les coléoptères qui infestent les produits entreposés se ressemblent souvent, mais ils diffèrent par leur comportement et le type de dommages qu'ils occasionnent (**Dave et al., 2001**).

Les Tenebrionidae constituent l'une des plus vastes familles du règne animal (plus de 15 000 espèces décrites). Leur répartition est mondiale, mais c'est sans doute dans les régions désertiques et subdésertiques qu'ils atteignent leur plus grande diversité (**Delobel et Trane, 1993**). Le genre *Tribolium* comprend 36 espèces, dont quatre sont cosmopolites (**Angelini et Jockusch, 2008**). Ces insectes font partie de l'immense famille des Tenebrionidae, dont les 17 000 espèces sont réparties dans le monde entier, de préférence dans des zones arides (**Hunt et al., 2007**). Le genre *Tribolium* est représenté dans des entrepôts en Algérie par deux espèces *T. castaneum* et *T. confusum*. Elles interviennent sur des grains déjà attaqués par les *Calandriidae* ou par le *Dermestidae*. Ainsi donc, *T. castaneum* et *T. confusum* recherchent des substances pulvérulentes sera considéré comme ravageur secondaire (**Doumendji et al., 2003**).

2. Position systématique de *Tribolium castaneum*

Selon **Weidner et Rack (1984)** la classification de ce ravageur se résume comme suit:

Embranchement: Arthropodes

Classe: Insectes

Ordre: Coléoptères

Sous-ordre: Polyphaga

Famille: Tenebrionidae

Genre: *Tribolium*

Espèce: *Tribolium castaneum* (Herbst).

Nom commun : tribolium rouge de la farine, red flour beetle, خنفساء الدقيق الصدفية

3. Origine et distribution géographique

L'espèce paraît originaire d'Asie du Sud : on l'a trouvée dans de la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J.-C.) : elle est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants (**Delobel et Trane, 1993**). Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments (**Dave et al., 2001**). *Tribolium castaneum* le 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**). Hors des greniers : on rencontre cette espèce en Asie du Sud sous l'écorce des arbres: signalé à Hawaii dans des nids de *Megachile*. Également en Afrique du Sud dans des glands (fruits de *Quercus sp.*) (**Delobel et Trane, 1993**).

4. Description biologique

4.1. Adulte

Adulte brun rougeâtre et mesure 0,4 cm de longueur (**Dave et al., 2001**). On le distingue de l'espèce voisine *T.confusum* par les caractères suivants trois derniers articles des antennes nettement plus gros que les précédents formant une massue distincte: absence de crête au-dessus de l'œil. Les yeux sont ovales plus petits que chez *T.confusum* (**Figure 3**). Ils sont séparés ventralement par une distance à peu près égale à leur propre largeur en vue ventrale. Cuticule de la tête et du pronotum microréticulée paraissant terne entre les points. Au moins l'un des inter stries 4 à 8 est fortement caréné sur toute sa longueur. Dimorphisme sexuel la base du fémur antérieur possède chez le mâle un tubercule pilifère arrondi qui est absent chez la femelle (**Delobel et Trane, 1993**).

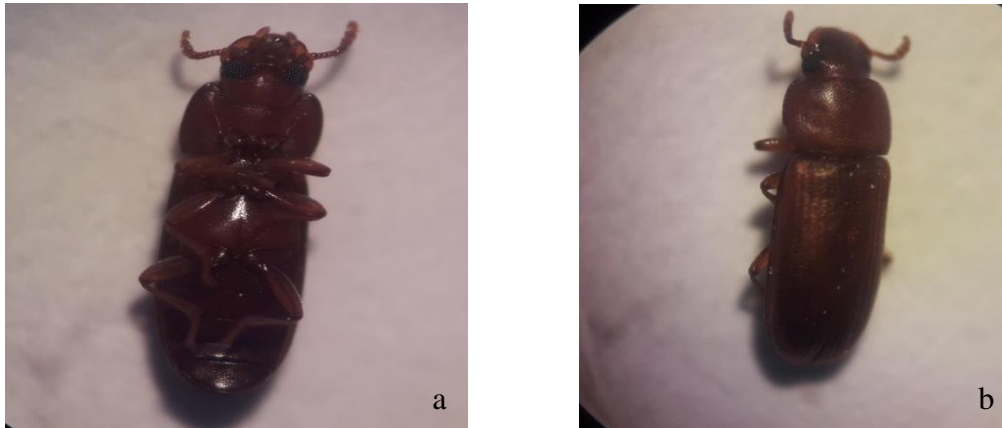


Figure 3 : *Tribolium castaneum* sous la loupe binoculaire (a : Vue ventrale ; b : Vue dorsale) (Aouina et Khelifi, 2018).

4.2. Larve

On observe de 5 à 8 stades larvaires dans les conditions optimales de développement, mais jusqu'à 13 lorsque les conditions sont défavorables. La larve est environ huit fois plus longue que large d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. Le dernier segment abdominal est terminé par une paire d'urogomphes recourbés vers le haut, dans un plan perpendiculaire à celui du corps (**Figure 4**). Elle se distingue de la larve de *T.confusum* par la pilosité du labre, réduite à deux touffes de soies latérales. Sur les dents ornant latéralement les segments abdominaux de la nymphe c'est la soie postérieure qui est la plus courte (**Delobel et Trane, 1993**).



Figure 4 : la larve de *T. castaneum* (Aouina et Khelifi, 2018).

4.3. Nymphe

La nymphe a une forme cylindrique. Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (**Figure 5**) (**Christine, 2001**).



Figure 5 : Nymphe de *Tribolium castaneum* (Kassimi, 2014).

4.4. Œufs

Les œufs sont blanchâtres ou sans couleur et microscopiques dans la taille, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface.

5. Biologie

Les larves et les adultes se nourrissent de grains brisés. Le développement de l'œuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31 °C et 15 %). Le développement est plus lent en présence de faibles conditions d'humidité (8 %) (Dave et al., 2001). Dès trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation (Kassimi, 2014).

La durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte sur millet est de 37 jours à 25°, de 26 jours à 28°, de 23 jours à 35°, de 21 jours à 38° (pour une HR de 70%). Selon le régime alimentaire, la durée du cycle peut atteindre 120 jours à des températures comprises entre 35° et 38°. La longévité moyenne est de 250 jours à 25°, 200 jours à 30°, 2 à 3 mois à 35° sur grains de blé, plus d'une année sur farine (maximum observé: 4 ans) (Delobel et Trane, 1993). La femelle pond entre 500 et 800 œufs (Kassimi, 2014).

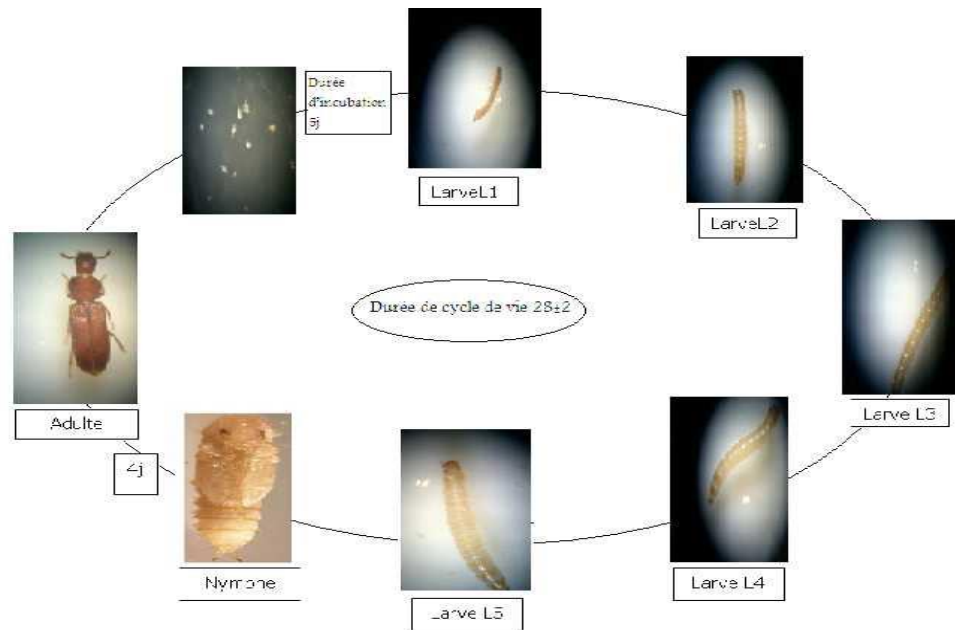


Figure 6: Cycle de vie *Tribolium castaneum* sur les grains de blé dur dans les conditions de laboratoire (Kassimi, 2014).

6. Dégât et importance économique

Denrées infestées : riz, blé, son et farine de riz et de blé, maïs, orge, sorgho, millet, manioc, tapioca et farine de manioc, fruits séchés, etc. toutes légumineuses, sous forme de farines: conviennent très mal à son développement; arachide, coprah, graines de coton, ricin, cabosses de cacao, chocolat, noix de muscade, poivre, gingembre etc. Les farines infestées par *T. castaneum* sont fortement dépréciées, en partie en raison de l'odeur qui leur est communiquée (Delobel et Trane, 1993).

Régime alimentaire : psychophage, mycophage, nécrophage et prédateur. La croissance la plus rapide est obtenue sur farines de céréales (dans l'ordre blé dur, blé tendre, sorgho, orge, mil, riz, maïs). Il n'attaque pas le grain intact, mais des lésions microscopiques suffisent pour permettre à la larve d'entamer le grain; seul le germe est consommé la plupart du temps. De même les gousses d'arachide ne sont infestées que si le pédoncule a été arraché. En cas de pullulation, larves et adultes sont cannibales et se nourrissent de leurs propres œufs et nymphes; elles consomment également toutes sortes de proies immobiles (œufs et nymphes de divers Coléoptères) ou peu mobiles (larves de l'Anobiide *Stegobium poniceum* et du Bostrichi de *Rhyzopertha dominica*, par exemple). *T. castaneum* est capable de se développer sur un certain nombre de moisissures (Delobel et Trane, 1993).



Figure 7: Dégâts de *Tribolium castaneum* sur la semoule (Aouina et Khelifi, 2018).

2. PARTIE

EXPERIMENTALES

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1. Matériels

1.1. Matériel Animale

➤ L'élevage de l'insecte

L'élevage de masse de *Tribolium castaneum* est maintenu dans un bocal en plastique contenant la semoule qui a été utilisée comme substrat alimentaire (**Figure 8**). Celui-ci se fait dans des conditions de laboratoire à une température de 25°C et à une humidité relative de 65%.



Figure 8 : Elevage de masse de *Tribolium castaneum* (Aouina et Khelifi, 2018).

1.2. Matériel végétale

Dans notre étude, Le matériel végétal est constitué des graines de cumin (*Cuminum cyminum*) et fenouil (*Foeniculum vulgare*) (**figure 9**); obtenus à partir des herboristes de wilaya de M'sila.



Figure 9 : les graines de **a** : *Foeniculum vulgare* ; **b** : *Cuminum cyminum* (Aouina et Khelifi, 2018).

2. Méthodes expérimentales

2.1. Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles de plante étudiée ont été extraites par hydrodistillation grâce à un appareil du type Clevenger (**Figure 10**). Cette technique est basée sur l'immersion d'un échantillon solide dans l'eau portée à ébullition. La vapeur saturée d'huiles essentielles traverse un serpentin ou elle se condense pour donner deux produits : l'eau florale et l'huile essentielle.

Les graines ont été mises dans une fiole de 1000ml qui fut remplie avec 500ml d'eau distillée ; la fiole avec son contenu a été mise sur le chauffe-ballon. Les huiles essentielles entraînées par les vapeurs d'eau générées dans la fiole sont dirigées vers le col de cygne (le coude) qui relie la fiole avec le réfrigérant. Une fois arrivées dans le réfrigérant, elles se condensent rapidement et se retrouvent dans l'ampoule à décantation qui permet la séparation immédiate de l'essence par sa densité. Après 3 heures d'extraction, l'huile essentielle a été recueillie dans un petit flacon en verre hermétique et recouvert de papier aluminium pour le protéger de la lumière et conservée à 4°C.

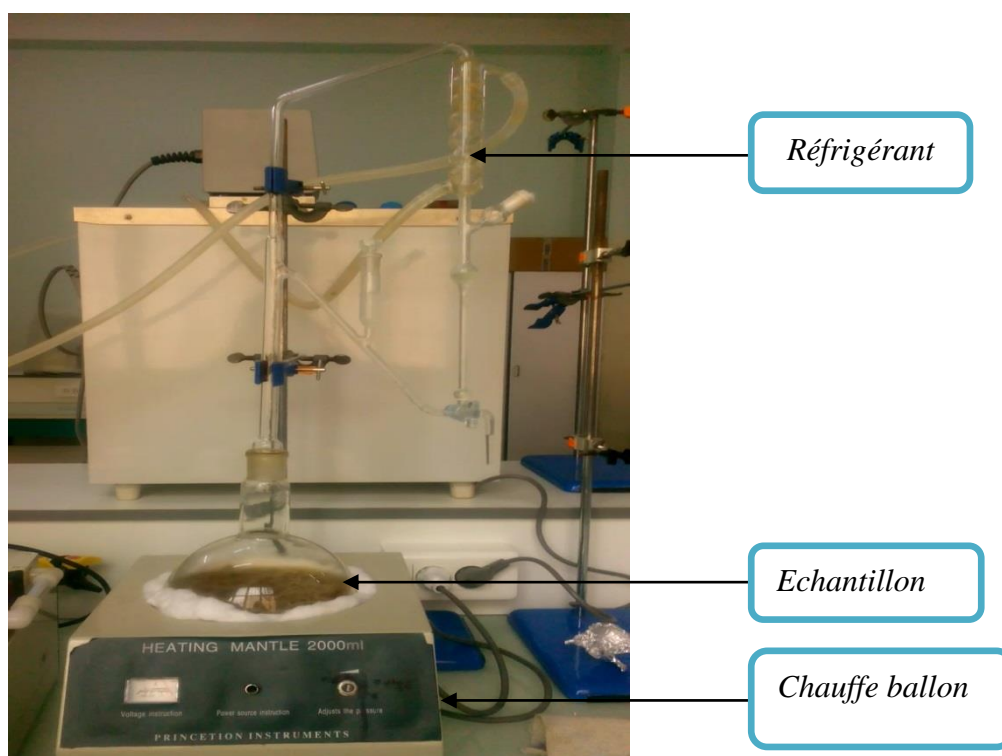


Figure 10 : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger (Aouina et Khelifi, 2018).

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

$$R = \frac{M1}{M2} \times 100$$

Avec :

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

M 1 : masse des l'huiles essentielles en (g).

M 2 : masse d'échantillon en (g).

2.2. Effet répulsif de l'huile essentielle sur papier filtre

L'effet répulsif de l'huile essentielle à l'égard des adultes e des larves de *Triboliumcastaneum* a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par McDonald et al., (1970). Ainsi, les disques de papier filtre de 9 cm de diamètre utilisés à cet effet ont été coupés en deux parties égales ayant chacune 31,80 cm² de surface. Quatre doses d'huile ont été préparées (2, 4, 6 et 8 µ/ml) par dilution dans l'acétone. Ensuite; 01 ml de chacune des solutions ainsi préparées a été répandue uniformément sur une

Chapitre IV : Matériels et méthodes

moitié du disque tandis que l'autre moitié a reçu uniquement 0,5 ml d'acétone. Après quinze minutes, temps nécessaire pour l'évaporation complète du solvant de dilution, les deux moitiés des disques ont été ressoudées au moyen d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué a été placé dans une boîte de Pétri et un lot de 20 insectes adultes non sexés a été placé au centre de chaque disque. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose (**Figure 11**). Au bout de deux heures, le nombre d'insectes présents sur la partie de papier filtre traitée à l'huile essentielle (Nt) et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement à l'acétone (Nc) ont été relevés.

Le pourcentage de répulsion (PR) a été calculé en utilisant la formule suivante (McDonald et al., 1970):

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

NC (Zone B) : nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée uniquement avec d'acétone.

NT (Zone A) : nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée avec la solution huile- acétone.

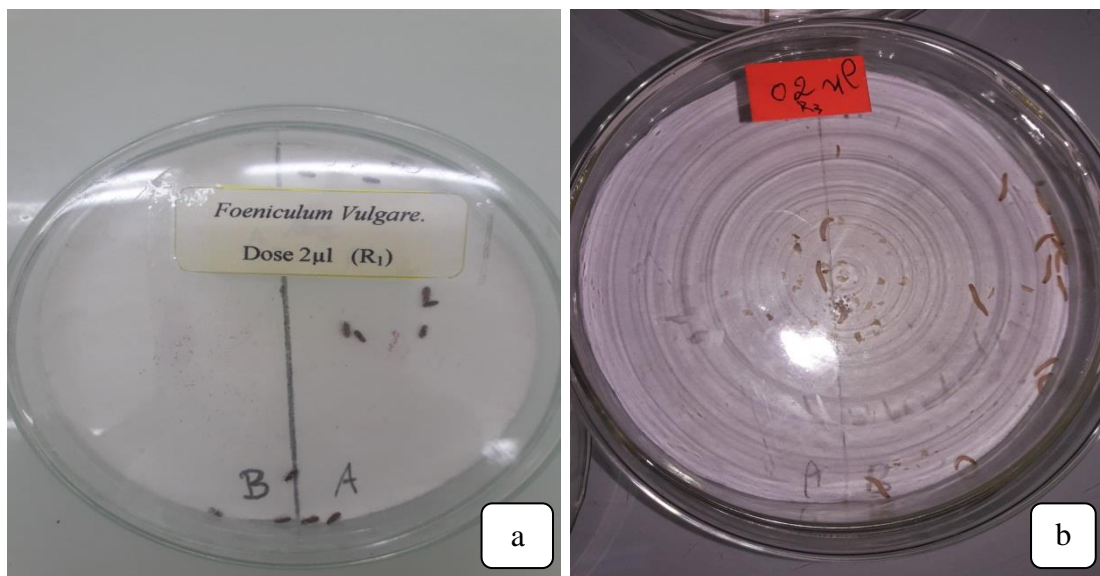


Figure 11 : le test de répulsion des huiles essentielles (a : les adultes de *T. castanum*, b : les larves de *T. castanum*) (Aouina et Khelifi, 2018).

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé (PR) et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (MC Donald et al., 1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 03 : pourcentage de répulsion selon le classement de **MC Donald et al., (1970)**.

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1\%$	N'est pas répulsion
Classe I	$0,1\% < PR \leq 20\%$	Trèsfaiblement repulsion
Classe II	$20 \% < PR \leq 40\%$	faiblement repulsion
Classe III	$40\% < PR \leq 60\%$	Modérément répulsion
Classe IV	$60\% < PR \leq 80\%$	Répulsion
Classe V	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsion

Chapitre V : *Résultats et* *discussion*

1. Résultats

1.1. Rendement des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles donnés un huile de différentes couleurs et différentes odeurs et différents rendements (**tableau 04**) (**Figure 12**), couleur jaune pâle avec une odeur piquante pour *Cuminum cyminum* et couleur limpide (clair) avec une odeur anisée pour *Foeniculum vulgare*.

Tableau 04 : le pourcentage de rendement d'extrait des huiles essentielles de *Cuminum cyminum* et de *Foeniculum vulgare*.

Plantes	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Foeniculum vulgare</i>
Rendement(%)	2,47	0,79

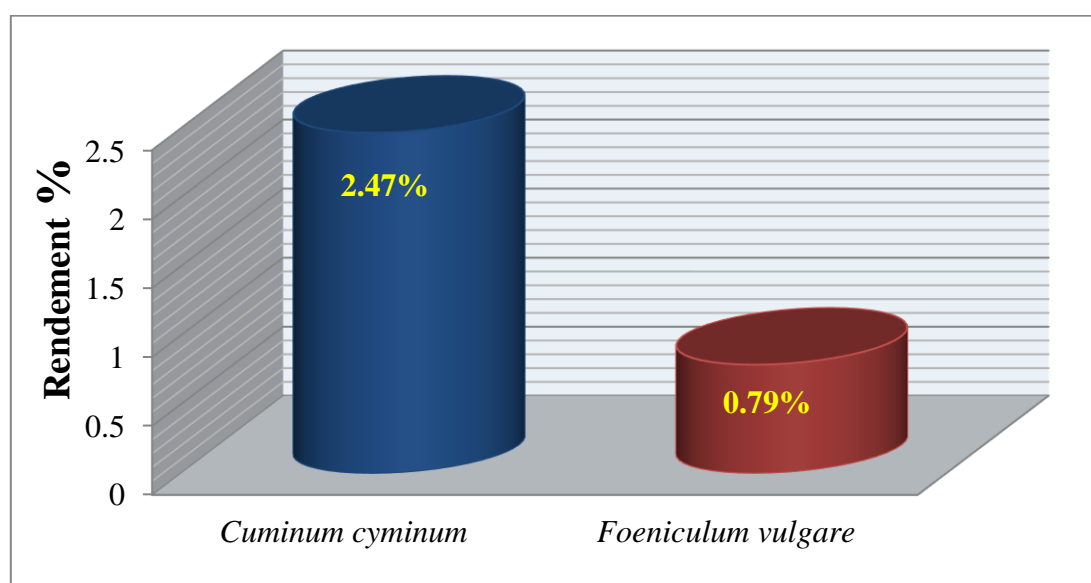


Figure 12 : Le pourcentage de rendement d'H.E de *Cuminum cyminum* et de *Foeniculum vulgare*.

1.2. Effet répulsif de l'huile essentielle

1.2.1. Effet répulsif de l'huile essentielle de *Cuminum cyminum*

➤ **Sur les Adulte de l'insecte *T. castaneum***

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d'H.E de *Cuminum cyminum* sont récapitulés dans le (**tableau 05**). Les différentes doses (2, 4, 6 et 8 μ L) de l'huile essentielle de *Cuminum cyminum* ont occasionné respectivement 76.66% ,83.36%, 86.68%, 90% de

Chapitre V : Résultat et discussion

répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum* (figure 13) (tableau 05). Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 8 μ L.

Tableau 05 : Nombre moyen d'adultes recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'huile essentielle de *Cuminum cyminum* et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

Ladose	Nombre d'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
2 μ L	2.33	17.66	76.66
4 μ L	1.66	18.33	83.36
6 μ L	1.33	18.66	86.68
8 μ L	1	19	90

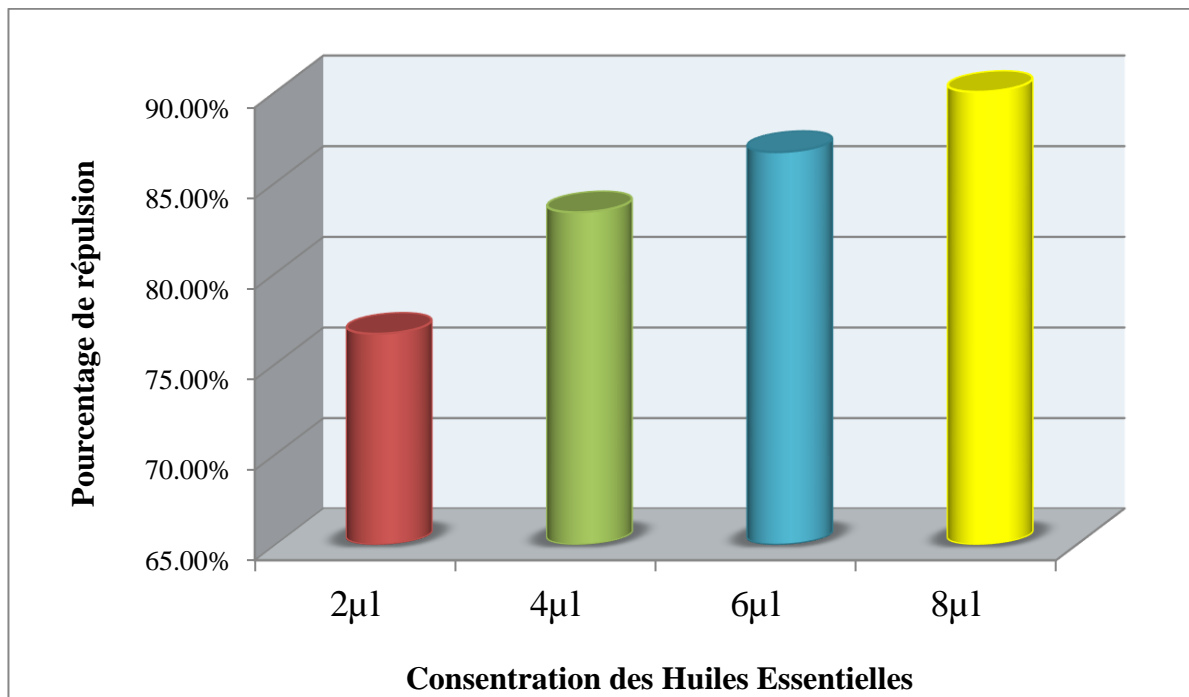


Figure13 : Le pourcentage de répulsion des adultes de *T. castaneum* traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de *Cuminum cyminum*.

Chapitre V : Résultat et discussion

Les résultats obtenus dans nos essais montrent que l'huile essentielle de la plante *C. cyminum* a une activité insecticide élevés à l'égard des adultes de cet insecte et appartiendrait selon le classement de (McDonald et al., 1970) à la classe V (très répulsive) (annexe 1) avec un taux de répulsion moyen de 84.17%.

Tableau 06 : Classement de l'H.E de *C. cyminum* selon leur propriété de répulsion sur les adultes de *T. castaneum*.

Huile	<i>Cuminum cyminum</i>
Taux de répulsion (%)	84.17 %.
Classe de répulsion	V
Effet	Très Répulsive

➤ Sur les larves de *T. castaneum*

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d'H.E de *Cuminum cyminum* sont consignés dans le (tableau 07). Les différentes doses (2, 4, 6 et 8 μ L) de l'huile essentielle de *Cuminum cyminum* ont occasionné respectivement 73.35%, 76.68%, 80%, 83.35% de répulsion vis-à-vis des larves de *Tribolium castaneum* (figure 14) (tableau 07). Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 8 μ L.

Tableau 07 : Nombre moyen des larves recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité différentes doses d'H.E de *Cuminum cyminum* et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre d'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
2 μ L	2.66	17.33	73.35
4 μ L	2.33	17.66	76.68
6 μ L	2	18	80
8 μ L	1.66	18.33	83.35

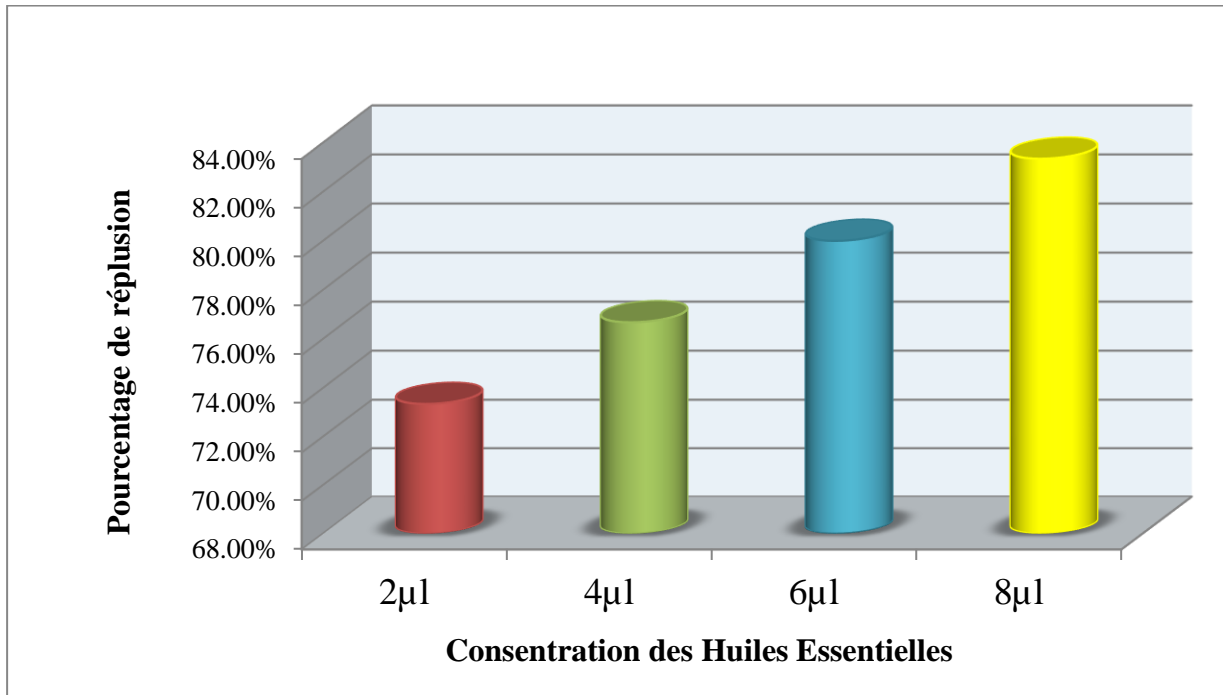


Figure 14 : Le pourcentage de répulsion des larves de *T.castaneum* traités avec les différentes concentrations d’H.E de *Cuminum cyminum*.

Les résultats obtenus dans nos essais montrent que l’huile essentielle de la plante *C. cyminum* a une activité insecticide à l’égard des larves de cet insecte et appartiendrait selon le classement de (McDonald et al., 1970) à la classe **IV** (Répulsive) (annexe 2) avec un taux de répulsion moyen de 78.34%.

Tableau 08 : Classement de l’H.E de *C. cyminum* selon leur propriété de répulsion sur les larves de *T. castaneum*

Huile	<i>Cuminum cyminum</i>
Taux de répulsion (%)	78.34 %.
Classe de répulsion	IV
Effet	Répulsive

1.2.2. Effet répulsif de l'huile essentielle de *Foeniculum vulgare*

➤ Sur les Adulte de l'insecte *T. castaneum*

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d'H.E de *Foeniculum vulgare* sont récapitulés dans le (**tableau 09**). Les différentes doses (2, 4, 6 et 8 μL) de l'huile essentielle de *Foeniculum vulgare* ont occasionné respectivement 63.36% ,73.36%, 80%, 83.36% de répulsion vis-à-vis des adultes de *Tribolium castaneum* (**figure 15**) (**tableau 09**). Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 8 μL .

Tableau 09 : Nombre moyen d'adultes recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'huile essentielle de *Foeniculum vulgare* et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre d'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
2 μL	3.66	16.33	63.36
4 μL	2.66	17.33	73.36
6 μL	2	18	80
8 μL	1.66	18.33	83.36

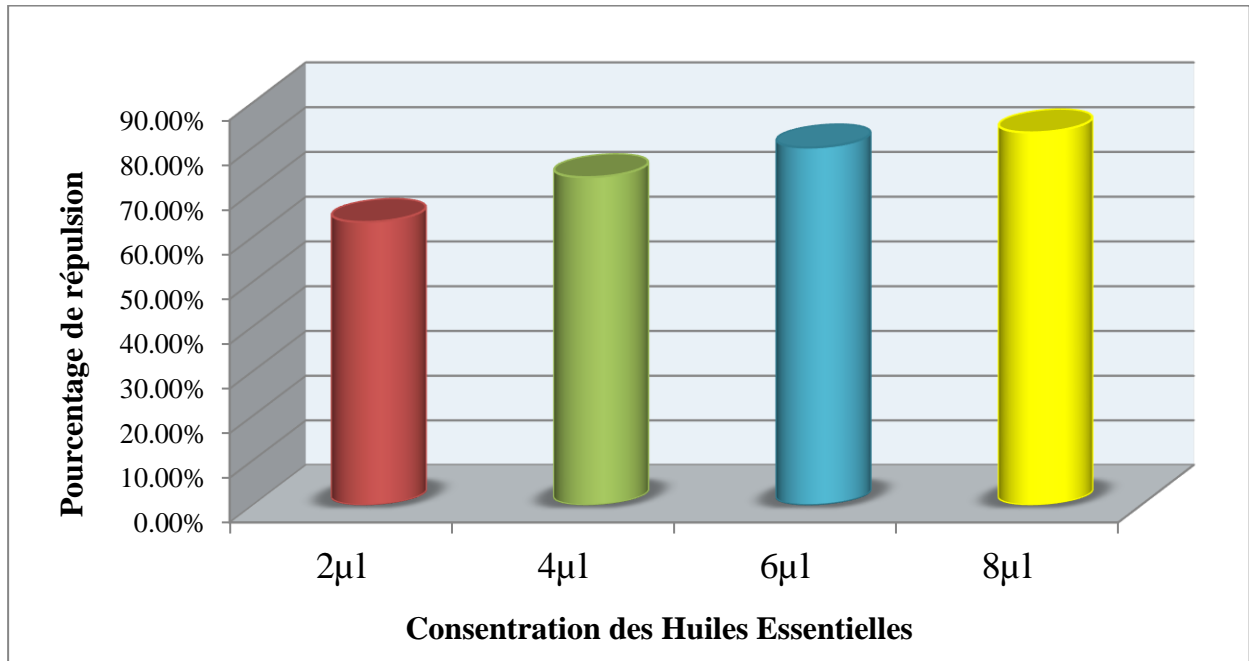


Figure 15 : Le pourcentage de répulsion des adultes de *T.castaneum* traités avec les différentes concentrations d’huile essentielle de *Foeniculum vulgare*.

Les résultats obtenus dans nos essais montrent que l’huile essentielle de la plante *Foeniculum vulgare* a une activité insecticide à l’égard des adultes de cet insecte et appartiendrait selon le classement de (McDonald et al., 1970) à la classe **IV** (Répulsive) (annexe 3) avec un taux de répulsion moyen de 75.02%.

Tableau 10 : Classement de l’H.E de *Foeniculum vulgare* selon leur propriété de répulsion sur les adultes de *T. castaneum*

Huile	<i>Foeniculumvulgare</i>
Taux de répulsion (%)	75.02%.
Classe de répulsion	IV
Effet	Répulsive

➤ **Sur les larves de *T. castaneum***

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d’H.E de *Foeniculum vulgare* sont consignés dans le tableau (). Les différentes doses (2, 4, 6 et 8 µL) de l’huile essentielle de *Foeniculum vulgare* ont occasionné respectivement 46.65% ,53.35%, 56.65%, 63.35% de

Chapitre V : Résultat et discussion

répulsion vis-à-vis des larves de *Tribolium castaneum* (figure 16) (tableau 11). Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose, l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 8 μ L.

Tableau 11 : Nombre moyen des larves recensées dans les deux moitiés de papier filtre traité à différentes doses d'H.E de *Foeniculum vulgare* et le pourcentage de répulsion de chaque dose.

La dose	Nombre d'individu		Pourcentage de répulsion (%)
	Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
2 μ L	5.33	14.66	46.65
4 μ L	4.66	15.33	53.35
6 μ L	4.33	15.66	56.65
8 μ L	3.66	16.33	63.35

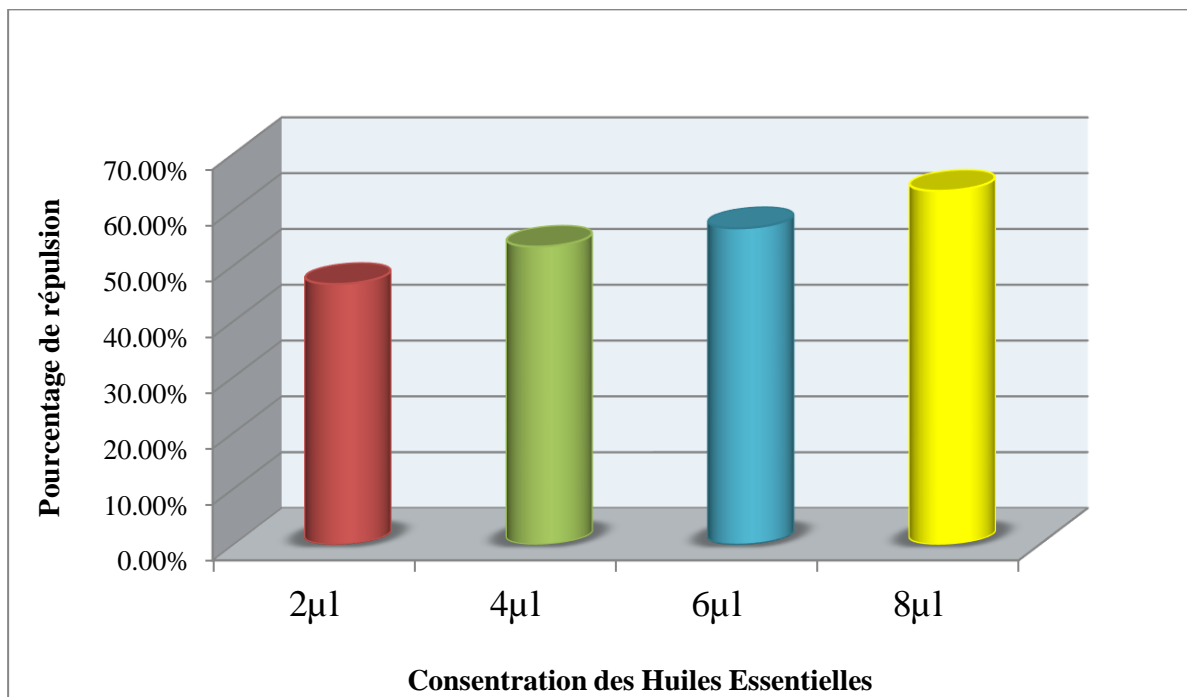


Figure 16 : Le pourcentage de répulsion des larves de *T.castanum* traités avec les différentes concentrations d'H.E de *Foeniculum vulgare*.

Chapitre V : Résultat et discussion

Les résultats obtenus dans nos essais montrent que l'huile essentielle de *Foeniculum vulgare* a une moins activité insecticide à l'égard des larves de cet insecte et appartiendrait selon le classement de (McDonald et al., 1970) à la classe **III** (Modérément Répulsive) (**annexe 4**) avec un taux de répulsion moyen de 55%.

Tableau 12 : Classement de l'H.E de *Foeniculumvulgare* selon leur propriété de répulsion sur les larves de *T. castaneum*

Huile	<i>Foeniculum vulgare</i>
Taux de répulsion (%)	55 %.
Classe de répulsion	III
Effet	Modérément Répulsive

1.3. Comparaison du taux de répulsion des deux plantes

➤ **Sur les adultes de l'insecte de *T. castaneum***

Le calcul du taux de répulsion permet de constater que l'huile essentielle de *Cuminum cyminum* 84.17% est plus élevée que de *Foeniculum vulgar* 75.02% (**figure 17**). Ceci montre que l'huiles essentielle de *Cuminum cyminum* est plus toxiques par rapport au l'huile de *Foeniculum vulgar*.

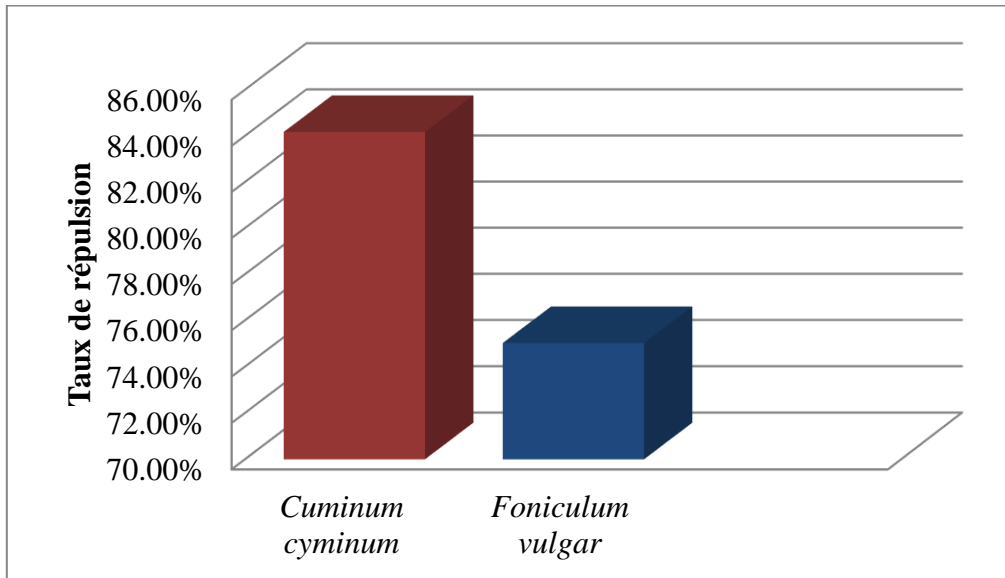


Figure 17 : Les taux de répulsion des deux plantes sur les adultes de *T. castaneum*.

➤ **Sur les larves de l'insecte de *T. castaneum***

Le calcul du taux de répulsion permet de constater que l'huile essentielle de *Foeniculum vulgare* 55% et plus faible que de *Cuminum cyminum* 78.34% (**figure 18**). Ceci montre que l'huile essentielle de *Cuminum cyminum* est plus toxiques par rapport au l'huile de *Foeniculum vulgare*.

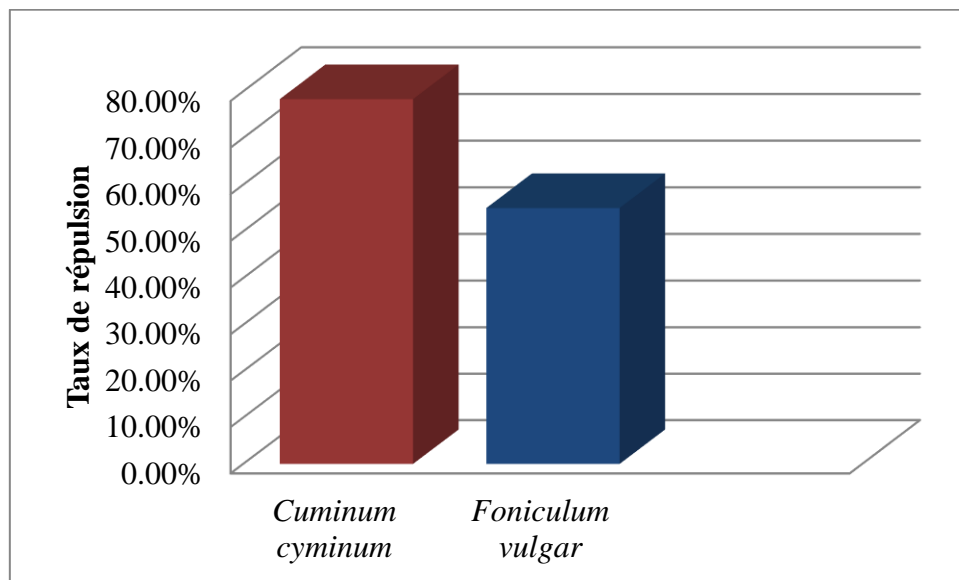


Figure 18 : Les taux de répulsion des deux plantes sur les larves de *T. castaneum*.

2. Discussion

La teneur en huile essentielle des graines de *C. cyminum* apparaît bien plus forte (2,47%) comparée à celle obtenue par **Rebey et al., (2012)** sur le cumin tunisien (1,6 %), et plus proche de rendement obtenue à partir d'une même espèce par **Beis et al., (2000)** en Turquie (1.4 à 2.8%). Selon **EIKani et al., (2007)**, les graines du cumin contiennent une huile volatile leur rendement varie de 2 à 5 % .

Pour l'huile essentielle de *F. vulgare*, le rendement obtenu est voisin de 0.79% et très proche à le rendement obtenue par **Bouguerra, (2012)**, mais il est très faible par rapport aux rendements obtenus par **Lazouni et al., (2007)** et **Singh et al., (2006)** (2.7%, 1.2%) respectivement. En générale, le rendement en huile essentielle des graines du fenouil varie de 2,5 à 6 % avec une moyenne de 3,5 % (**Garnéro, 1996; Kaur & Arora, 2010**).

Ces différences en termes de rendement sont dues à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétal elle-même, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction.

La présente étude montre que les deux huiles essentielles des plantes aromatiques sont efficaces dans la protection des céréales stockées qui les attaque par *T. castaneum*. Elles montrent des variations significatives de leurs activités répulsives qui dépendraient de plusieurs facteurs notamment la composition chimique de ces huiles et du niveau de sensibilité des insectes.

Plusieurs études ont été effectuées sur l'activité insecticide de *C. cyminum* et *F. vulgare* **Chaubey, (2011)** a été testé l'efficacité des huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques contre le charançon du riz, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Ces huiles essentielles ont montré une activité répulsive significative même à des concentrations de 0,00625 et 0,003215% d'huiles essentielles de *C. cyminum* et de *P. nigrum*, respectivement. **Chaubey, (2017)** a utilisé aussi les huiles essentielle de *C. cyminum* et *P. nigrum* pour le test de toxicité par fumigation et par contacte sur *S. zeamais*. Les deux huiles essentielles ont été trouvées pour inhiber l'oviposition dans les adultes de *S. zeamais* lorsqu'ils sont exposés à des concentrations sub-létales. Les deux huiles essentielles repoussaient les adultes de *S. zeamais* de manière significative

Chapitre V : Résultat et discussion

Clark, (1998) a été testé L'activité fumigène des vapeurs d'huiles essentielles distillées à partir du cumin a été enregistrée contre les œufs de deux insectes stockés, le coléoptère confus de la farine, *Tribolium confusum*, et la pyrale de la farine méditerranéenne *Ephestia kuehniella*. L'exposition aux vapeurs d'huiles essentielles a entraîné une mortalité de 100% des œufs à une concentration de 98,5 µl d'huile essentielle de cumin.

Asgar, (2011) a été testé l'huile essentielle de *Foeniculum vulgare* sur les insectes des céréales stockées *S. oryzae* et *S. granarius*. L'huile essentielle de *Foeniculum vulgare* a montré une forte activité par fumigation contre les adultes de *S. oryzae* et *S. granarius*. La comparaison des moyennes a montré qu'il y avait des différences significatives dans la mortalité de *S. oryzae* et *S. granarius* exposées à différentes concentrations d'huile de *F. vulgare* pendant 24 et 48 heures. **Zoubiri et al., (2014)** en utilisant les huiles essentielles extraites à partir des graines de *Foeniculum vulgare*, ont enregistré des mortalités significatives sur les larves et les nymphes de *Culex pipiens*. L'activité insecticides de *Foeniculum vulgare* a été identifiée aussi par les travaux de **Lucca et al., (2015)**, l'huile essentielle des fruits de cette plante a été testés contre les nymphes de *Brevicoryne brassicae* L. Pendant les essais en laboratoire, ils ont découvert que l'huile de fenouil à 1% présentait le meilleur taux de mortalité chez les nymphes de pucerons (70% à 72 h).

Notant que l'efficacité insecticide et répulsive des plantes médicinales contre les insectes des denrées stockées a été confirmée par plusieurs chercheurs. **Ko et al., (2009)** ont expérimenté l'effet répulsif de l'huile essentielle des fruits de *Litsea cubeba*. L'huile essentielle de cette plante a montré une forte répulsion contre *S. zeamais* et *T. castaneum* même à faible concentration, mais son caractère répulsif a été plus marqué sur *T. castaneum*. **Ndomo et al., (2009)** dans leur travail ont testé la répulsivité et la toxicité de l'huile essentielle des feuilles sèches de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae), principal ravageur du haricot. Les valeurs de DL50 de l'huile essentielle des feuilles de *C. viminalis* contre les adultes d'*A. obtectus* calculées à la fin du deuxième jour d'exposition ont été de 0,103 µl/cm² pour le contact sur papier filtre et de 0,152 µl/g pour le contact sur graines. De plus, cette huile a présenté un taux de répulsion moyen de 60,8% (défini comme étant le taux d'insectes repoussés par l'huile essentielle).

Les huiles extraites à partir d'amande de graines d' *Azadirachta indica* A. Juss, *Jatropha curcas* L., *Ricinus communis* L. et *Thevetia peruviana* K. ont été testées contre *Musca domestica* au laboratoire. Les taux de mortalités obtenus sur les adultes de *Musca*

Chapitre V : Résultat et discussion

domestica, n'ont pas dépassé 30% avec les doses de 1, 5 et 10%, indiquant une action adulticide limitée des huiles testées. Par contre, la répulsivité des huiles a procuré des niveaux de protection variables allant de 23% à 53%. Le pic de répulsion contre *Musca domestica* a été observé avec *Azadirachta indica* (53%) (**Chougourou et al., 2012**). L'huile d'*origanum majorana* L. et *salvia officinalis* L. ont montré une activité répulsive contre *Bruchus lentis*. L'intensité de l'impact de l'huile essentielle est dépend directement de leurs concentrations et *salvia officinalis* plus toxique que *origanum majorana* (**El idrissi et al., 2014**).

Conclusión

Conclusion

Cette étude entre dans le cadre de la recherche des méthodes de lutte alternative contre les insectes ravageurs des céréales stockées, un domaine encore peu étudié, afin de contribuer pour limité les inconvénients d'utilisation des insecticides chimiques et à la lutte contre l'insécurité alimentaire.

Les rendements d'extraction ont montré que les grains de cumin est plus riche en huile essentielle (2,47%) que les grains de fenouil (0,79%).

Les résultats de toxicité des deux plantes montrent que l'huile le plus répulsif, selon le classement établi par **Mc. Donald et al., (1970)** est l'huile de *Cuminum cyminum* (84.17%) par rapport de *Foeniculum vulgare* (75.02%) sur les adultes de *Tribolium castaneum* et même chose pour les larves l'huile de *Cuminum cyminum* (78.34%) est plus repulsif par rapport de *Foeniculum vulgare* (55%). La toxicité évolue également avec la durée de traitement et la concentration. Les adultes de *Tribolium castaneum* sont plus sensibles que les larves aux effets insecticides de ces deux plantes

Tous ces tests effectués peuvent confirmer que le traitement des denrées stockées par l'huile essentielle issue des plantes aromatiques et médicinales peut être très efficace pour lutter contre les ravageurs de ces denrées. Ces huiles contiennent des produits chimiques très intéressants au niveau activité.

Pour préserver l'environnement ainsi que la santé humaine et animale, des solutions alternatives sont toujours recherchées, notamment dans la flore, regorgeant de nombreuses plantes à effet insecticide ou insectifuge biodégradable. Ces travaux pourraient donc être poursuivis en vue de déboucher sur une utilisation pratique de ces huiles essentielles dans la protection des stocks.

Référence

Références bibliographiques

-A-

Abdelaziz., 2016. Évaluation des moyens de production céréalière dans la région d'El Gor – wilaya de Tlemcen .*Revue Agriculture*. 11, 37- 43.

Al-Bataina B.A., Maslat A.O., AL-Kofahi M.M., 2003. Element analysis and biological studies on ten oriental spices using XRF and Ames test. *J Trace Elem. Med. Biol.* 17, 85-90.

Angelini D.R., Jockusch E.L., 2008. Relationships among pest flour beetles of the genus *Tribolium* (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. *Mol Phylogenet Evol*; 46, 127-41.

APGIII., 2009. An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical J. of the linnean Society*. 161, 105-121.

Asgar E., 2011. Susceptibility of Two *Sitophilus* species (Coleoptera: Curculionidae) to Essential Oils from *Foeniculum vulgare* and *Satureja hortensis*. Young Researchers Club, Islamic Azad University, Ardabil branch Corresponding author (Asgar.ebadollahi@gmail.com; Ebadollahi_2008@yahoo.com). *Chilean journal of agricultural research* 71(3).

Athamena S., 2009. Etude quantitative des flavonoides des graines de *cuminum cyminum* et les feuilles de *rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique, mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magister, université el-hadjlakhdar-batna. 126 p.

-B-

Behera S., Nagarajan S., Rao L.J.M., 2004. Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds (*Cuminum cyminum* L.) and effect on chemical composition of volatiles. *Food Chem.* 87, 25-29.

Bellakhdar J., 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764 p.

Beis SH., Ayas N., Ozek T., Kara M., Baser KHC., 2000. The production of essential oil from cumin seed. *Chemistry of Natural Compounds*. 36(3), 265-268.

Bekon K. et Fleurat-Lessard F., 1989. Evolution des pertes en matière sèche des grains dus aux ravageurs secondaires: *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coléoptère; Tenebrionidae), lors

Références bibliographiques

de la conservation des céréales. In Céréale en région chaudes. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 97-104.

Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M., 1986. Les plantes dans la thérapeutique moderne ; 2^{ème} Edition. Maloine (Ed). Paris, 469 p.

Boeke S., Baumgart I.R., Van Loon J., Huis A., Dicke M., Kossou., D., 2004. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*. 40, 423-438.

Bonneton F., 2008. The beetle by the name of Tribolium typology and etymology of *Tribolium castaneum* Herbst, 1797. Introduction. *Insect Biochem Mol Biol*. 38, 377-9.

Bouguerra M.A., 2012. Étude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Memoire Présenté Pour L'obtention Du Diplôme De Magister. Université Mentouri Constantine. 27 p.

Boullard, B., 2001. Plantes médicinales du monde réalités et croyances. ESTEM (Ed) Paris .660 p.

Bremness L., 2002. Plantes aromatiques et médicinales. Bordas (Ed). Paris, 303 p.

- C -

Chaubey M.K., 2011. Fumigant Toxicity of Essential Oils Against Rice Weevil *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Biological Sciences*. 11, 411-416.

Chaubey M.K., 2017. Évaluation des propriétés insecticides du *Cuminum cyminum* et *Piper nigrum* Huiles essentielles contre *Sitophilus zeamais*. *Journal of Entomology*. 14, 148-154.

Christine B., 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2^{ème} Edition, 124-154.

Chougourou C.D., Dellouh P.L., Agbaka A., N'guessan K.R., Gbenou J.D., 2012. Toxicité et effets répulsifs de certaines huiles extraites des plantes locales Béninoises sur la mouche domestique *Musca domestica* L. (Diptera Muscidae). *Journal of Applied Biosciences* 55, 3953– 3961.

Clark L., 1998. Dermal contact repellants for starlings: foot exposure to natural plant products. *Journal of Wilderness Management*. 61(4), 1352–1358.

Claude J., Lamontagne., 1982. les plantes médicinales, Guide vert, Solar éditeur à Paris, pour la traduction français, 133 p.

-D-

Dave A., Colin J., Demianyk P.G., Fields D.S., Jayas J.T.M., William E.M., Blaine T., Noel D.G.W., 2001. Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. (éd. rev.) (Manitoba) Canada. 59 p.

Delobel A. et Tran M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chauds, Faune tropicale XXXII. Paris. 103-106 p.

Dhandapani S., Subramanian V.R., Rajagopal S., Namasivayam N., 2002. hypolipidemic effect of *cuminum cyminum* L. on alloxan-induced diabetic rats. *Pharmacological research*. 46, 251-255.

Djaouti M., 2010. Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréales en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif. Thèse de Master of Science : CIHEAM-IAM. Montpellier in France.

Djermoun A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques *Revue Nature et Technologie*. n° 01, 45-53 p.

Doumandji A., Doumandji S. et Doumandji B., 2003. Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock (Cours de technologie des céréales).Ed: Office publications universitaires, Alger, 68 p.

-E-

El idrissi M., Harmouch G., Amechrouq A., 2014. Chemical composition and biological activity of essential oils of *origanum majorana* L. (lamiaceae) and *salvia officinalis* (L.) (lamiaceae) under bruchu. *Global Journal of Pure and Applied Chemistry Research* 2(2), 15-25.

Références bibliographiques

El-Kani M., Fereshteh G., Mehdi M., Soosan R., 2007. Extraction of volatile oil from cumin (*Cuminum cyminum* L.) with superheated water. *Journal of food process engineering*, 30(2), 255-266.

El-Sawi S.A., Mohamed M.A., 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. *Food Chem.* 77, 75-80.

-F-

Fanar H. Y.H., 2014. Chromatographic separation and identification of some volatile oils, organic acids and phenols from the seeds of *cuminum cyminum* growing in Iraq. *IJRRAS*. 19 (1), 80-90.

-G-

Garnéro J., 1996. Huiles essentielles. Techniques de l'Ingénieur, traité Constantes physicochimiques ; K 345-1, 39 p.

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.

Guignard J.L., Crété P., 1968. Précis de botanique, Morphologie des plantes vasculaires reproduction et systématique des bryophytes, des ptéridophytes et des gymnospermes, Tome I. 2^{ème} édition, Masson & C^{ie}, éditeur, Paris, 8-10 p.

Gwinner J., Hamisch R et Muck O., 1996. Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn, 368 p.

-H-

Hall D.W., 1970. Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas, FAO. Rome, 350 p.

Harrorne J.B., Williams C.A., 1972. Flavonoid patterns in the fruits of The Umbelliferae. *Phytochemistry*. 11, 1741-1750.

Hattab M. et Gaouar A., 2016. Évaluation des moyens de production céréalière dans la région d'El Gor – wilaya de Tlemcen. *Revue Agriculture*. 11, 37-43.

Haubruge E., Shiffers B., Gabriel E. et Verbstraeten S., 1988. Etude de la relation dose efficacité de six insecticides à l'égard de *Sitophilus granarius L.*, *S. oryzae L.*, et *S. zeamais* Mots. (Col., Curculionidae). *Med. Fac. Landbouww Ryksuniv* , Gent 53, 719-26.

Hinneburg I., Dorman H.J.D., Hiltunen R., 2006. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem.* 97, 122-129.

Hunt T., Bergsten J., Levkanicova Z., 2007. A comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a superradiation. *Science.* 318, 1913-6.

-I-

Ibrahim M.A., Kainulainen P., Aflatuni A., Tilikkala K. et Holopainen J.K., 2001. Insecticidal, repellent antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limolene an dits suitability for control of insect pests. *Agricultural and Food Science in Finland*, 10 (3), 243-259.

Inge de Groot., 2004. Protection des céréales et des légumineuses stockées. ed. Fondation Agromisa. Wageningen, Pays Bas, 74 p.

-J-

Jalali-Heravi M.J., Zekavat B., Sereshti H., 2007. Use of gas chromatography- mass spectrometry combined with resolution methods to characterize the essential oil components of Iranian cumin and caraway. *J Chromatography A.* 1143, 215-226.

Janahmadi M., Niazi F., Danyali S., Kamalinejad M., 2006. Effects of the fruit essential oil of *Cuminum cyminum* Linn. (Apiaceae) on pentylenetetrazol-induced epileptiform activity in F1 neurones of *Helix aspersa*. *J Ethnopharmacol.* 104, 278-282.

-K-

Kandlakunta B., Rajendran A., Thingnganing L., 2008. Carotene content of some common (cereals, pulses, vegetables, spices and condiments) and unconventional sources of plant origin. *Food Chem.* 106, 85-89.

Kassemi N., 2014. Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudocytisus integrifolius* Salib et *Nepeta nepetella* L.) sur les ravageurs du blé

Références bibliographiques

et des légumes secs. Thèse de doctorat en biologie, option biologie animale, Université de Tlemcen.

Kéita S.M., Vincent C., Schmit J-P., Arnason J.T. et Bélanger A., 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product research.* 37, 339-349.

Ko K., Juntarajumnong W., Chandrapatya A., 2009. Répulsivité, fumigant et de contact toxicités de *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon contre de *Sitophilous Motschulsky* et *Tribolium castaneum* de Herbst. *Kasetsart J. Nat. Science.* 43, 56-63.

Komy Z.R., 2004. Determination of acidic sites and binding toxic metal ions on cumin surface using nonideal competitive adsorption model. *J Colloid and Interface Science.* 270, 281-287.

Kaur G.J., Arora D.S., 2010. Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae - Current status. *Journal of Medicinal Plants Research.* 4 (2), 087-094 p.

-L-

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.

Lazouni H.A., Benmansour A., Taleb-Bendiab S.A., Chabane Sari D., 2007. Composition des constituants des huiles essentielles et valeurs nutritives du *Foeniculum vulgare* Mill. *Sciences et Technologie C – №25*, 7-12 p.

Lucca P.S.R., Nóbrega L.H.P., ALVES L.F.A., CRUZ-SILVA C.T.A., PACHECO F.P., 2015. The insecticidal potential of *Foeniculum vulgare* Mill., *Pimpinella anisum* L. and *Caryophyllus aromaticus* L. to control aphid on kale plants *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, 17(4), 585-591 p.

-M-

Références bibliographiques

Manzoor A.R., Bilal A.D., Shahnawaz N., Sofia B.A., Bhat Mushtaq A.Q., 2012. *Foeniculum vulgare* : A comprehensive review of its traditional use, phyto-chemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*, 3-4.

Mc Donald L.L., Guyr H., Speire R.D. 1970. Preliminary evaluation of new candiolate materials as toxicants, sepellent and attracts against stored product insect marketing Res.189p.

Mebarkia A., Benkohila H.S., Hamza M et Makhoul M., 2012. Efficacite d'une proteine entomotoxique du type a1b des graines de legumineuses Agriculture n°3, 1-8.

Moghadam A.R.L., 2015. Essential oil of the seeds of *Cuminum cyminum* L. (Apiaceae). *Bull Env Pharmacol Life Sci* . 4(3), 161-163.

Moule C., 1971.CÉRÉALES, Tome II, La Maison rustique. Paris, 95 p.

-N-

Ndomo A.F., Tapondjou A.L, Tendonkeng F., Tchouanguép F.M., 2009. Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *Tropicultura*. 27(3), 137-143.

Ngamo1 L.S.T. et Hance Th., 2007. Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical. *Tropicultura*. 25(4), 215-220.

Ntsam S., 1989. Pourquoi stocker ? Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris, 3-8 p.

Nitin R., Yaclav S., Verma A.K., Lalit T. and Sharma R., 2012. A monographic profile on quality specifications for a herbal drug and spice of commerce *Cuminum cyminum* L. *International Journal of Advanced Herbal Science and Technology*. 1(1), 1-12.

-O-

Ouis N., 2015. Etude chimique et biologique des Huiles essentielles de Coriandre, Fenouil et de Persil, Thèse de doctorat, université Ahmed Ben Bella-Orane.

Oktay M., İrfan Küfrevioğlu Ö., Gülçin I., 2003. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol*. 36, 263–271.

-P-

Paloma F., 2012. Les plantes de la famille des Apiacees dans les troubles digestifs. *Pharmaceutical sciences*. 63.

Philogene B.J.R., 2005. Effets non intentionnels des pesticides organiques de synthèse: impact sur les écosystèmes et la faune. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement ; (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition TEC et DOC. Paris. 171-187 p.

Pitasawat B., Champakaew D., Choochote W. J., Chaithong A., Kanjanapoth U., Rattanachanpichai D., Tippawangkosol E., P., 2004. *fitoterapia*, 78, 205-20.

-Q-

Quezel P., Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. C.N.R.S, Ed. Paris, 565 p.

-R-

Rahimia R, Ardekani M.R.S., 2013. Medicinal properties of *Foeniculum vulgare* Mill. In traditional Iranian medicine and modern phytotherapy. *Chin J Integr Med*.

Rebey I.B., Jabri-Karoui I., Hamrouni-Sellami I., Bourgou S., Limam F., Marzouk B., 2012. Effect of drought on the biochemical composition and antioxidant activities of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. *Ind. Crops Prod*. 36, 238–245.

Regnault-Roger C., Philogène B.J.R., 2005. Evolution des insecticides organiques de synthèse. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement ; (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition TEC et DOC. Paris. 20-43 p.

Relinger L.M., Zettler J.L., Davis R. et Simonaitis RA., 1988. Evaluation of pirimiphos methyl as a protectant for export grain. *J. Econ. Ent.* 81, 718-21.

Romeilah RM, Fayed SA. et Mahmoud GI., 2010. Chemical compositions, antiviral and antioxidant activities of seven essential oils. *Journal of Applied Sciences Research*. 6(1), 50-62.

-S-

Saiedirad M.H., Tabatabaeefar A., Borghei A., Mirsalehi M., Badii F., Ghasemi Varnamkhashti M., 2008. Effects of moisture content, seed size, loading rate and seed orientation on force and energy required for fracturing cumin seed (*Cuminum cyminum* Linn.) under quasi-static loading. *J Food Engineering*. 86, 565-572.

Shahnaz H., Hifza A., Bushra K., Khan J.I. 2004. Lipid studies of *cuminum cyminum* fixed oil Pak. J Bot. 36, 395-401.

Shamkant B., Badgujar V.V., Patel. and Atmaram H.B., 2014. *Foeniculum vulgare* Mill: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application, and Toxicology. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International. Article ID 842674, 32.

Senatore F., Oliviero F., Scandolera E., Tagliatela-Scafati O., Roscigno G., Zaccardelli M., De Falco E., 2013. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of anethole-rich oil from leaves of selected varieties of fennel [*Foeniculum vulgare* Mill. ssp. vulgare var. azoricum (Mill.)Thell]. *Fitoterapia*. 90, 214-219.

Singh K.K., Goswami T.K., 1996. Physical Properties of Cumin Seed. *J.agric.Engng Res*. 64, 93-98.

Singh G., Maurya S., de Lampasona M.P., Catalan C., 2006. Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract. *Food Control*. 17, 745-752.

Sowbhagya H.B., Florence S.P., Mahadevamma S., Tharanathan R.N., 2007. Spent residue from cumin - a potential source of dietary fiber. *Food Chem*. 104, 1220-1225.

Surveswaran S., Cai Y.Z., Corke H., Sun M., 2007. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. *Food Chem*. 102, 938-953.

-T-

Tunc I., Berger B.M., Erler F., Dagli F., 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored product insects. *Journal of Stored Product Research*. 36, 161-168.

-V-

Vican P., 2001. Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse Ed. Paris, 355p.

-W-

Weidner H. et Rack G., 1984. Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposées dans les pays chauds, Eschborn, 80 p.

WMO., 1965. Scientific assessment of ozone depletion: World Metrological Organisation global ozone research and monitoring project. Report No. 37, WMO, Geneva, Switzerland.

-Y-

Yamini Y., Sefidkon. et Pourmortazavi S.M., 2002. Comparison of essential oil composition of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare*) obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods *flavour and fragrance journal*. 17, 345-348.

-Z-

Zoubiri S., Baaliouamer A., Seba N., Chamouni N., 2014. Chemical composition and larvicidal activity of Algerian *Foeniculum vulgare* seed essential oil. *Arabian Journal Of Chemistry*. 7, 480-485 p.

Annexe

ANNEXE 1

Dose	2 μl		4 μl		6 μl		8 μl	
Répétition	A	B	A	B	A	B	A	B
R1	4	16	2	18	2	18	2	18
R2	2	18	1	19	1	19	1	19
R3	1	19	2	18	1	19	0	20
Moyenne de PR	<i>84.17%</i>							

ANNEXE 2

Dose	2 μl		4 μl		6 μl		8 μl	
Répétition	A	B	A	B	A	B	A	B
R1	4	16	1	19	1	19	1	19
R2	3	17	2	18	4	16	2	18
R3	1	19	4	16	1	19	2	18
Moyenne de PR	<i>78.34%</i>							

ANNEXE 3

Dose	2μl		4μl		6μl		8μl	
Répétition	A	B	A	B	A	B	A	B
R1	2	18	2	18	2	18	3	17
R2	1	19	4	16	2	18	0	20
R3	8	12	2	18	2	18	2	18
Moyenne de PR	75.02%							

ANNEXE 4

Dose	2μl		4μl		6μl		8μl	
Répétition	A	B	A	B	A	B	A	B
R1	5	15	5	15	5	15	4	16
R2	4	16	4	16	6	14	4	16
R3	7	13	5	15	2	18	3	17
Moyenne de PR	55%							

Résumé

Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées. L'évaluation de l'effet répulsif des huiles essentielles des plantes *Cuminum cyminum* L. et *Foeniculum vulgare* contre l'insecte des céréales stockées *Tribolium castaneum* a été réalisée au laboratoire. Les huiles essentielles de chaque plante ont été obtenue par hydrodistillation en utilisant un appareil d'extraction de type Clevenger. Le rendement des huiles essentielles varie selon l'espèce végétale, le rendement le plus fort est enregistré avec *Cuminum cyminum* L. (2.47%) et le test de répulsion des huiles a procuré des niveaux de protection variables allant de 75.02% à 84.17% pour les adultes et de 55% à 78.34% pour les larves. Le pic de répulsion a été observé avec *Cuminum cyminum* L. contre les adultes de *Tribolium castaneum* (84.17 %).

Mots clés : *Cuminum cyminum* L., *Foeniculum vulgare* , *Tribolium castaneum*, huiles essentielles, test de répulsion.

الملخص :

المواد الطبيعية وبالأخص الزيوت الأساسية تمثل حاليا بديلا للمكافحة من أجل حماية المنتجات المخزنة. تم تقدير فعالية التأثير الطارد للنباتتين *Cuminum cyminum* L. و *Foeniculum vulgare* ضد حشرة الحبوب المخزنة *Tribolium castaneum* L. في المختبر. تم استخلاص الزيوت الأساسية لكل نبتة عن طريق التقطير المائي باستعمال جهاز الاستخلاص Clevenger. يختلف مردود الزيوت الأساسية حسب نوع النبات، حيث سجل المرود الأكبر مع *Cuminum cyminum* (2.47%) كما اظهر اختبار النفور مستويات مختلفة من الحماية تراوحت بين 75.02% إلى 84.17% بالنسبة للحشرات البالغة و 55% إلى 78.34% بالنسبة لليرقات. لوحظت ذروة النفور ضد بالغات *Tribolium castaneum* مع *Cuminum cyminum* L. بنسبة 84.17%.

الكلمات المفتاحية: *Cuminum cyminum* L., *Foeniculum vulgare*, *Tribolium castaneum*: الزيوت الأساسية, اختبار النفور.