

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRE et BIOLOGIQUE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE  
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES DE LA  
NATURE ET DE LA VIE

Option : phytopharmacie appliquée

Thème

**ETUDE DE L'EFFET INSECTICIDE DE L'HUILE ESSENTIELLE ET  
L'EXTRAIT AQUEUX DE MENTHA PIPERITA PAR CONTACT ET  
INHALATION SUR *Rhyzopertha dominica* ET *Tribolium castaneum***

Présenté par

FERTOUL Farouk

MAHRECH Hajira

Devant le jury composé de :

Mme NEBIH.D	M A A	USDB	Président de jury
Mme GUENDAUZ.B	Professeur	USDB	Promotrice
Mme RAMDANE.K	Maitre assissent .B	USDB	Co-promotrice
Mme ALLAL.L	Docteur	USDB	Examinatrice
Mme AMMADE.	M A Chargé de cours	USDB	Examinatrice

## Résumé

L'étude a porté sur l'évaluation de l'effet bio-pesticides *in vitro* de *Mentha piperita* par deux modes d'action : contact et inhalation pour L'huile essentielle; et par contacte seulement pour l'extrait aqueux, sur les deux ravageurs *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium castaneum*

Des essais sont menés au laboratoire sur l'efficacité de *Mentha piperita* sur le capucin et le tribolium à  $33.5 \pm 2$  C° et  $60 \pm 5\%$  de HR pour l'effet toxique.

L'huile essentielle de *Mentha piperita* est obtenue par hydro-distillation avec un rendement de 1,72%

Toute fois H.E est plus efficace par inhalation que par contact ; DL 50 actif successivement à partir du 2<sup>ème</sup> jour pour :  $0,15 \mu.l/cm^3$  et au 4<sup>ème</sup> jour pour  $0,1 \mu.l/cm^3$

Et pour les deux ravageurs on a constaté que le Capucin est sensible aux traitements comparant au tribolium : les mortalités cumulées respectives :

Par inhalation : 81.66% et 66.66%

Par contacte : 60% et 41.66%

Les doses de H.E, D<sub>1</sub>:2  $\mu.l/1ml$  d'eau et D<sub>2</sub>:4  $\mu.l/1ml$  d'eau provoque une faible mortalité par rapport au D<sub>3</sub>:8  $\mu.l/1ml$  d'eau pour tous les traitements confondus.

L'extrait de la partie aérienne de l'espèce *Mentha piperita* récoltée à Blida avec les dilutions (100%, 50% et 25%) induit une faible efficacité Temporaire en 1<sup>er</sup> jour seulement dû principalement à son effet de choc.

Mortalités cumulées respectives du Capucin et tribolium :

Par contacte : 60 % et 41.66 % H.E

3,33 % et 1,66 % solution aqueuse

**Mots clés** : ravageurs des denrées stockées, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Mentha piperita*, l'huile essentielle, extrait aqueux, effets bio-pesticides inhalation, contact.

## Summary

The aim of this study is to estimate the value of effect bio pesticide *in vitro* of *Mentha piperita* with two mode of action: inhalation and contact with essential oil and aqueous solution on two insect pests: *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium castaneum*.

Many tests are load in laboratory to value the efficiency of *Mentha piperita* on *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium castaneum* at  $33.5 \pm 2$  C° and  $60 \pm 5$  % of relative humidity to detect his toxic effect.

We get the essential oil by hydro-distillation with an output of 1,72 %

The efficiency of essential oil by inhalation action is more than contact mode; DL 50 active from the second day for:  $0, 15 \mu.l/cm^3$  and fourth day for  $0, 1 \mu.l/cm^3$

Both of insect pests we have notice that *Rhyzopertha dominica* is more sensitive than *Tribolium castaneum*.

The plurality mortality successively is:

By inhalation affect : 81.66% et 66.66%

By contact affect : 60% et 41.66%

The dose of H.E,  $D_1 : 2 \mu.l/1ml$  of water et  $D_2 : 4 \mu.l/1ml$  of water induce a low rate of mortality compared with  $D_3 : 8 \mu.l/1ml$  of water for all treatments.

The extract of aerial part *Mentha piperita* harvest from Blida with (100%, 50% and 25%) dilution has a low temporary efficiency at the first day only by shock impact.

The plurality mortality successively is:

By contact affect : -60 % et 41.66 % H.E

-3,33 % et 1,66 % aqueous solution

Key Word : insect pests, *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Mentha piperita*, essential oil, aqueous solution, bio-pesticide affect, inhalation, contact.

## ملخص :

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الاثر السام تحت ظروف مخبرية لنبته النعناع بواسطة نمطين للتأثير :

بالتلامس و الاستنشاق لزيت الطيار و بالتلامس فقط بالنسبة للمستخلص المائي مجرب على *Tribolium castaneum* و *Rhyzopertha dominica* الحشرتين الضاريتين و *Rhyzopertha dominica* قمنا بالتجارب المخبرية لمعرفة مدى تأثير نبته النعناع على  $2C \pm 60^{\circ} \text{ et } \pm 5\%$  ضمن الشروط التالية الرطوبة النسبية *Tribolium castaneum* 33.5 لتحديد الاثر السام .

% قمنا باستخلاص الزيت الطيار بطريقة التقطير المائي بمرود 1.72 DL 50 أثبتت النتائج الزيت الطيار فعالية أكبر خلال النمط الاستنشاق مقارنة بنمط التلامس  $0.15 \text{ ل} / \text{cm}^3$  و الرابع يوم ل  $0.1 \text{ ل} / \text{cm}^3$  بالترتيب ابتداء من اليوم الثاني ل  $0.15 \text{ ل} / \text{cm}^3$  و *Tribolium castaneum* و *Rhyzopertha dominica* بالنسبة الى الحشرتين الضاريتين لاحظنا حساسية أكبر للحشرة الاولى مقارنة مع الثانية . نسبة وفاة المجموعة :

. % و 66.66% بالاستنشاق : 81.66  
. % و 41.66% بالتلامس : 60

D<sub>2</sub> 4 : 2  $\mu$  .l / 1 ml و الماء D<sub>1</sub> 2  $\mu$  .l / 1 ml تركيز الزيت الطيار الماء في جميع التجارب .l / 1 ml 8 2  $\mu$  .l / 1 ml D<sub>3</sub> أحدثت نسبة قليلة من الوفاة مقارنة مع 25 % . 50 % . 100% المستخلص المائي لنبته النعناع المحصود بالبليدة بالاماهة أحدثت فعالية خلال اليوم الاول فقط ناتجة عن فعل اصطدام .

*Tribolium castaneum* و *Rhyzopertha dominica* نسبة الوفاة المجموعة لـ

للزيت الطيار % و 41.66 60% بالتلامس  
للمحلول المائي % و 1.66 % و 3.33

## الكلمات المفتاح :

الحشرات الضارة للمواد المخزنة ، النعناع ، الزيت الطيار ، المحلول المائي ، أثر البيوبستسيد *Tribolium castaneum* و *Rhyzopertha dominica* ، الاستنشاق و التلامس ،

# Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

- *Mes très chers parents qui*  
*M'ont toujours encouragé et*  
*Que dieu les protège.*

*La mémoire de mes grandes mères et mon*  
*Grand père, en témoignage de ma*  
*Profonde gratitude et amour, que leurs*  
*Âmes reposent en paix.*

- *Mes chères sœurs.*
- *Toute ma famille paternelle*  
*Et maternelle*
- *Tous mes amis (es)*
- *Mon binôme et toute sa*  
*Famille*
- *Toute la promotion*

*Toutes les personnes qui ont participé*  
*À la réalisation de ce travail.*

# **SOMMAIRE**

# SOMMAIRE

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DEDICACE

SOMMAIRE

LA LISTE DES FIGURES.

LA LISTE DES TABLEAUX.

LA LISTE DES ABREVIATIONS.

Introduction..... 1

## **Chapitre 1- partie1 : le stockage de blé**

1-1- Importance du blé sur le plan économique..... 4

1.2- Caractères botaniques du blé..... 4

1.2.1- Définition..... 4

1-2-2- Morphologie..... 4

1-2.-3-Composition biochimique du grain de blé..... 7

1-2-4- Stockage et conservation du blé..... 10

1-2-5- Mécanismes de l'altération des grains..... 13

1-2-6-Principaux insectes des Céréales Stockées..... 17

1-2-6-1-les coléoptères..... 17

1-2-6-2-Les lépidoptères..... 19

## **Chapitre 1- Partie 2 : présentation des espèces étudiée**

1- capucin des grains ( <i>Rhyzopertha dominica</i> ).....	20
1-1-Systématique.....	20
1-2-Origine et répartition géographique.....	20
1-3- Habitat, régime alimentaire et dégâts.....	20
1-4-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte.....	21
1-4-1-L'œuf.....	21
1-4-2-La larve.....	21
1-4-3- adulte.....	22
2-7-Description du cycle biologique.....	22
2- <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst).....	24
2-1-Position systématique.....	24
2-2-Caractères généraux de la famille des ténébrionidés.....	24
2-3-Etude du genre <i>Tribolium</i> .....	25
2-4-Origine et répartition géographique.....	26
2-5- Habitat, régime alimentaire et dégâts.....	26
2-6-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte.....	27
2-6-1-L'œuf.....	27
2-6-2-La larve.....	27
2-6-3-La nymphe.....	28
2-6-4-L'imago.....	29
2-7-Description du cycle biologique.....	30

**Chapitre 1- Partie 3: Les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées**

1-Lutte préventive.....	32
-------------------------	----

1-2-Les mesures d'hygiène.....	32
1-2-la lutte durant L'entreposage.....	32
1-2-1-Lutte génétique.....	32
1-2-2-Lutte par piégeage.....	32
1-2-3-Lutte par dépistage.....	32
2- Lutte curative.....	33
2-1-Lutte physique.....	33
2-2-Lutte biologique.....	34
2-3-Lutte chimique.....	34
2-3-1-Les insecticides de contact.....	34
2-3-2-Les fumigants.....	34
2-4- L'utilisation des végétaux.....	34

## **Chapitre 1- Partie 4 : les huiles essentielles et l'extrait aqueux**

1-Les huiles essentielles.....	36
1-1- Historique.....	36
1-2- Définition.....	36
1-3- Localisation des huiles essentielles.....	36
1-4- Variabilité des huiles essentielles.....	37
1-4-1-D'origine intrinsèque.....	37
1-4-2-D'origine extrinsèque.....	37
1-4-3-D'origine technologique.....	37
1-5- Composition chimique des huiles essentielles :	37
1-5-1- Les terpénoïdes.....	37
1-5-2- Les composés Aromatiques.....	37

1-6-Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	38
1-7-Toxicité des huiles essentielles.....	38
1-8- Procédés d'extraction des huiles-essentiels.....	38
1-8-1- L'entraînement à la vapeur d'eau.....	39
1-8-2- Hydrodistillation.....	39
1-9- L'analyse chromatographique.....	39
1-10- Fonction des huiles essentielles .....	39
1-11- Intérêt et utilisation des huiles essentielles.....	40
2-l'extrait aqueux .....	40
<b>Chapitre 2 : Matérielle et méthode</b>	
1-Introduction.....	42
Objectifs.....	42
2-Condition expérimentales.....	43
2-1- Matériel biologique.....	43
2-1-1- Espèce entomologique.....	43
2-1-2- Les espèces végétales.....	43
2-2- Matériel de laboratoire.....	48
2-2-1- Matériel utilisé pour l'extraction des huiles essentielles.....	48
2-2-2-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles.....	49
2-2-3-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide d'Extrait aqueux...	49
3-Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles.....	50

3-1-Préparation des huiles essentielles.....	50
3-1-1-Test d'efficacité par contact.....	50
3-1-2- Test d'efficacité par inhalation.....	51
4- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux.....	51
5- Exploitation des résultats.....	52
5-1- Rendement en huile essentielle des plantes .....	52
5-2- Correction de la mortalité.....	52
5-3- Calcul des doses létales 50et 90.....	53
5-4- Traitement statistique des résultats .....	54

### **Chapitre 3- Partie 1 : Les résultats**

1-Introduction.....	55
2-Evaluation des rendements de plante ET Examen organoleptique de l'huile essentielle de menthe.....	55
2-1-Rendement obtenu.....	55
2-2-Examen organoleptique de l'huile essentielle de la menthe verte.....	55
4-Evaluation du pouvoir insecticide de l'huile essentielle, et l'extrait aqueux de <i>M. piperita</i> par deux modes d'application sur <i>Rhizopertha dominica</i> et <i>Tribolium castaneum</i> .....	56
4-1-L'effet d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalités cumulée de <i>capucin (R. dominica)</i> .....	56
4-1-1-Test d'efficacité par contact.....	56
4-1-2-Test d'efficacité par inhalation.....	57
4-1-3-L'effet de l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée de <i>capucin (R. dominica)</i> .....	

	57
a -Test d'efficacité par contact.....	57
4-2-L'effet d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalités cumulée de ( <i>Triboliumcastaneum</i> ).....	58
4-2-1-Test d'efficacité par contact.....	58
4-2-2-Test d'efficacité par inhalation.....	59
4-2-3- L'effets de l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée de ( <i>Tribolium castaneum</i> ).....	60
-Test d'efficacité par contact.....	60
4-3-L'effet d'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité journalière de capucin et de tribolum (l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux).....	60
5-Le calcul de la CL 50 et la CL90.....	61
5-4-L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte sur le Tribolium au 4 <sup>eme</sup> jour .....	62
6-Les analyses de la variance .....	63
6-1-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée (sensibilité des insectes) ....	63
6-1-1-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de temps.....	63
6-2-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité journalière de ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de temps (efficacité des produits).....	66
Chapitre3- Partie 2 : La discussion des résultats.....	67

CONCLUSION GENERALE..... 72

LA LISTE DES ANNEXES.

TABLEAUX DE MATIERES.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.

# **LA LISTE DES FIGURES**

## LA LISTE DES FIGURES

Fig. 1 : Deux épis de blé dur.....	5
Fig2: Epillet de blé dur.....	5
Fig. 3 : COUPE D'UN GRAIN DE BLE(ADRIANOR, 2001).....	6
Fig4: Grain de blé tendre. (MULTON J.L., 1982).....	7
Fig5 : Le stockage en vrac dans les silos (Anonyme 2011).....	12
Fig6 : Diagramme de conservation du grain (DUCOM, P. 1980).....	15
Fig7: Influence des températures sur le développement des Ravageurs de denrées entreposées. (KODIO O., 1989).....	16
Fig. 8: Cinq stade de capucin des grains ( <i>Rhizopertha dominica</i> ) : œuf, larve, pupe et adulte (Commission canadienne des grains).....	21
Fig.9 : larve de <i>Rhizopertha Dominica</i> .....	21
Fig.10: Adult <i>Rhizopertha Dominica</i> : source unknown.....	22
Fig. 11 : Le cycle biologique de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	23
Fig .12 : Deux stades larvaires de <i>Tribolium castaneum</i> (STEFFAN, 1978).....	28
Fig .13 : Nymphes de <i>Tribolium castaneum</i> . Vues dorsale et ventrale.....	28
Fig .14 : adulte de <i>Tribolium castaneum</i> . Vues dorsale,laterale et ventrale.....	29
Fig .15 :l'appareille genitale de <i>Tribolium castaneum</i> .....	30
Fig.16: étuve d'élevage des insectes (Originale).....	43
Fig .17: <i>Mentha piperita</i> L (Nisrin BENAYAD).....	46
Fig. 18 : dispositif d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation.....	49
Fig. 19: Différents étapes pour la préparation de l'extrait aqueux.....	50
Fig. 20 : Protocole expérimentale utilisé pour l'étude d'effet insecticide des deux produits(Original).....	52
Fig. 21 : pourcentage de mortalité de capucin traité au huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contact.....	56
Fig. 22 : pourcentage de mortalité de capucin traité par huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation.....	57
Fig. 23 : pourcentage de mortalité de capucin traité par l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> parcontact.....	58

Fig. 24 : pourcentage de mortalité de ( <i>Tribolium castaneum</i> ) traité par huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte.....	59
Fig. 25 : pourcentage de mortalité de ( <i>Tribolium castaneum</i> ) traité par huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation.....	59
Fig. 26 : pourcentage de mortalité de ( <i>Tribolium castaneum</i> ) traité par l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> par contacte.....	60
Figure 27 : pourcentage de mortalité journalière de capucin traité à l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte.....	61
Figure 28 : pourcentage de mortalité journalière de capucin traité à l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation.....	61
Figure 29 : pourcentage de mortalité journalière de capucin traité à l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> par contacte.....	61
Figure 30 : pourcentage de mortalité journalière de tribolum traité à l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte.....	61
Figure 31 : pourcentage de mortalité journalière de tribolum traité à l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation.....	61
Figure 32 : pourcentage de mortalité journalière de tribolum traité à l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> par contacte.....	61
Fig. 33 : L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte sur le capucin au 4 <sup>eme</sup> jour après traitement.....	62
Fig. 34 : L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le capucin au 2 <sup>eme</sup> jour après traitement.....	62
Fig. 35 : L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le <i>Tribolium</i> au 3 <sup>eme</sup> jour après traitement.....	62
Fig. 36 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de temps.....	64
Fig. 37 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de Produits.....	64
Fig. 38 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i>	

sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction des doses.....	65
Fig. 39 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de mode d'application.....	65
Fig. 40 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction des espèces....	65
Fig. 41 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité journalière de ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de temps..	66

# **LA LISTE DES TABLEAUX**

## LA LISTE DES TABLEAUX

Tableau1:Composition biochimique du blé/(100g) (ADRIAN J et <i>al.</i> , 1998).....	9
Tableau 2 : Taux de perte lors d'un stockage pendant huit mois du mil et du Sorgho dans les greniers traditionnels d'Afrique (KODIO O., 1989).....	11
Tableau 3 : plantes étudiés et lieu de prélèvement.....	43
Tableau 4 : Le tableau de probits:.....	53
Tableau 5: Le rendement de la menthe en huile essentielle .....	55
Tableau 6 : Propriétés organoleptiques des huiles essentielles de <i>Mentha piperita L.</i> .....	56
Tableau 8 : L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte sur le capucin au 4 <sup>eme</sup> jour après traitement.....	62
Tableau 9 : L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le capucin au 2 <sup>eme</sup> jour après traitement.....	62
Tableau 10 : L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le Tribolium au 3 <sup>eme</sup> jour après traitement.....	62

# **LA LISTE DES ABREVIATIONS**

## LA LISTE DES ABREVIATIONS

%	: Pourcentage
m	: Mètre
cm	: Centimètre
ml	: Millilitre
h	: Humidité
°C	: Degré calculs
g	: Gramme
DL50	: La dose létale qui tue 50% de population
DL90	: La dose létale qui tue 90% de population
CL50	: La concentration létale qui tue 50% de population
CL90	: La concentration létale qui tue 50% de population
mHE	: masse d'huile essentielle (g)
mMV	: masse de matière végétale (g)
R(%)	: rendement en huile essentielle (%)
Fig	: Figure
MC (%)	: Pourcentage de mortalité corrigée
M (%)	: Pourcentage de morts dans la population traitée
M t(%)	: Pourcentage de morts dans la population témoin
µm	: Micromètre
µl	: Microlitre
min	: Minute
SIM	: Single Ion Monitoring
ECC	: Capucin traité à l'extraisage par contact.
ETC	: Tribolum traité à l'extraisage par contact.
HCCO	: Capucin traité à l'huile par contact.
HTCON	: Tribolum traité à l'huile par contact.
HCIN	: Capucin traité à l'huile par inhalation.
HTIN	: Tribolum traité à l'huile par inhalation.

# **INTRODUCTION**

Le blé est de loin l'aliment qui entre en grande partie et sous diverses formes dans le menu de l'homme. Environ 58% de la récolte sont utilisés dans les industries agro-alimentaire, 34% sont destinés à l'alimentation animale et le reste est à usage industriel. (ANONYME, 2005).

En Algérie, les dérivés céréaliers, notamment la semoule de blé dur et la farine de blé tendre, représentent l'alimentation de base de puis long temps. La culture de blé occupe des emblavures céréalères avec une production annuelle moyenne de l'ordre de 15 millions de quintaux, près de 63% de la production totale (DJERMOUN A.E.K. 2009).

Dans la plupart des cas, la production des céréales est assurée par une seule récolte dans l'année alors que la période de consommation est prolongée toute au long de l'année, d'où la nécessité de stockage.

La conservation des céréales et leurs produits secondaires sont des problèmes à multiples interrelations, sont habituellement attaquées par les insectes au cours de leur entreposage depuis le début de la civilisation humaine, liées à la complexité de l'écosystème port récolte des grains entreposés. Ce système thermodynamique constitue une entité formée d'une part des divers organismes biologiques (grains, microorganismes, insectes, rongeurs, acariens et petit vertébrés) et d'autre part de l'environnement dans lequel ils évoluent. Celui-ci est caractérisé par des facteurs biophysiques en étroites relations (température, humidité relative, teneur en oxygène...) dont les conséquences sont des altérations qualitatives et quantitatives des grains et des produits secondaires (FEILLET P. 2000).

L'Algérie n'échappe pas à ce problème où les dégâts provoqués seulement par les insectes dépassent de loin les 33% en période d'été, (température optimale de développement des insectes) (MEBARKIA A. et GUECHI A., 2006).

Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (Alzouma *et al.*, 1994; Fleurat-Lessard, 1994). Parmi les coléoptères, la calandre du riz (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) et *Rhizopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) est universellement reconnue comme l'un des plus dévastateurs des céréales entreposées, non seulement en raison de sa

propre consommation, mais aussi parce qu'elle ouvre en plus la porte à tout un ensemble de détritivores dont le plus fréquent est le Tribolium rouge de la farine (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) qui parachève les dégâts (Markham *et al.*, 1994; Throne, 1994).

Les paysans pratiquaient des techniques traditionnelles en ajoutant aux denrées les produits locaux tels que les minéraux, les huiles, les feuilles ou extraits de plante pour leur protection contre les infestations multiples de puis des siècles (Regnault-Roger *et al.* 2008; Philogène *et al.* 2008; Vincent *et al.*, 2000; Vincent *et al.*, 2003; Foua-Bi, 1993).

Parmi les méthodes de protection les plus efficaces au niveau de stocks sont les pesticides chimiques (Relinger *et al.*, 1988; Haubruge *et al.* 1988; Hall, 1970). Pour la protection des stocks divers et les semences, les pesticides fréquemment utilisés sont les organophosphorés, les pyréthroïdes de synthèse et des produits composés à partir des matières actives appartenant aux deux familles (Gwinner *et al.*, 1996). D'après Isman (2006) .

D'après la FAO (2001), environ 30% des produits commercialisés particulièrement dans les pays d'Afrique subsaharienne ne répondent pas aux normes de qualité internationale à cause du manque de moyen de contrôle efficace. Ceci provoque non seulement des problèmes de résistance chez les insectes ravageurs mais, entraînerait aussi des effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine. Les insecticides posent en outre, des problèmes de disponibilité, de stockage et de coût.

Face à ces problèmes, la nécessité de développer de nouvelles stratégies de lutte impose de nombreux chercheurs à s'orienter vers la lutte écochimique, cette dernière exploite les substances allélochimiques contenues dans les végétaux (les huiles essentielles) pour combattre les déprédateurs des stocks.

Le but de notre contribution consiste à mettre en évidence l'effet biocide de l'huile essentielle de *Mentha piperita* vis-à-vis du deux ravageurs des denrées stockées *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium castaneum* sous la vision de minimiser l'utilisation des insecticides de synthés dans les stocks algériens.

Cette contribution est structurée comme suit : mémoire comprendre 3 chapitres :

Le **premier Chapitre** est divisé en trois parties. La première partie propose une mise au point bibliographique sur les denrées stockées. La deuxième partie traite la biologie et la morphologie des ravageurs des denrées stockées. La troisième partie traite les méthodes de lutttes utilisées contre ces ravageurs et le quatrième partie traite les huiles essentielles et les extraits aqueux.

Le **deuxième Chapitre** ressemble les Matériels et Méthodes. Nous aborderons les conditions opératoires des procédés employés que ce soit à l'échelle laboratoire ou en unité pilote.

Puis, dans le **troisième** et dernier **Chapitre** nous nous consacrerons dans un premier temps à l'analyse des résultats obtenus et en deuxième temps la discussion des résultats.

Et enfin conclusion générale.

# **Chapitre 1**

## **Partie**

### **bibliographiques**

# **Chapitre 1- partie1 : le stockage de blé**

## **Chapitre 1 : données bibliographiques le blé**

### **1-1- Importance du blé sur le plan économique**

Les céréales et leurs dérivés représentent un élément stratégique dans le système alimentaire algérien aussi bien de point de vue superficie agricole occupée que du point de vue économique et nutritionnel.

En effet, 80% de la superficie agricole utile du pays est occupée par la production céréalière. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3, 5 million d'ha (DJERMOUN A.E.K., 2009).

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien ou elles fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire (BENCHARIF et CHAULET, 1991).

### **1.2- Caractères botaniques du blé**

#### **1.2.1- Définition**

Le blé est monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des *graminées*. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscent, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum* L., 1753) et le blé dur (*Triticum durum* Desf., 1899) mais il existe de nombreuses autres espèces de *Triticum* qui se différencient par leur degré de ploïdie (FEILLET P., 2000).

#### **1-2-2- Morphologie**

Le blé se présente comme une plante herbacée à la feuille assez large, dont la forme peut être caractérisée par les détails suivants: à l'endroit où le limbe se détache de la tige, au sommet de la partie engainante de la feuille, on trouve deux stipules finement poilues ne ceinturant pas totalement la tige et une ligule transparente courte et assez importante, appliquée sur la tige. (SARA. M, 2001)

#### **1-2-2-1- Appareil racinaire**

L'appareil racinaire du blé est de type fasciculé peu développé (BOUDREAU A. et MENARD G. -1988).

### **1-2-2-2- Tiges et feuilles**

Les tiges sont des chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale. Elles se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille, qui d'abord engaine la tige puis s'allonge en un limbe étroit à nervures parallèles (SARA. M, 2001).

### **1-2-2-3- L'EPI :**

L'épi de blé comporte une tige pleine coudée et étranglée à intervalles réguliers et portant alternativement deux rangées d'épillets.

Un épillet regroupe trois fleurs à l'intérieur de deux glumes. Chaque fleur est dépourvue de pétales, et entourée de deux glumelles (pièces écailleuses non colorées). Elle contient trois étamines (pièces mâles), un ovaire surmonté de deux styles plumeux (les pièces femelles). La fleur du blé est dite cléistogame, c'est-à dire que, le plus souvent, le pollen est relâché avant que les étamines ne sortent de la fleur. Il s'attache alors au stigma, où peut se produire la fécondation (BOUDREAU A. et MENARD G. 1988).



**Fig. 1 : Deux épis de blé dur. Figure2: Epillet de blé dur (BOUDREAU A. et MENARD G.1988).**

#### 1-2-2-4-Structure et morphologie du grain de blé:

Selon GODON B. (1991), le grain de blé a une forme bien connue de ballon de rugby, marqué sur toute sa longueur par une légère fente : le sillon où se trouve le faisceau nourricier du grain. Une fine brosse de poils est attachée à l'extrémité la plus arrondie. A l'opposé, se trouve le germe. En écrasant le grain nous découvrons le cœur de la céréale, composé à la fois de l'amande et du germe. Une fine membrane, l'assise protéique fait adhérer fortement l'enveloppe sur l'amande.

Le grain de blé se compose de trois parties essentielles : les enveloppes, l'albumen et le germe.

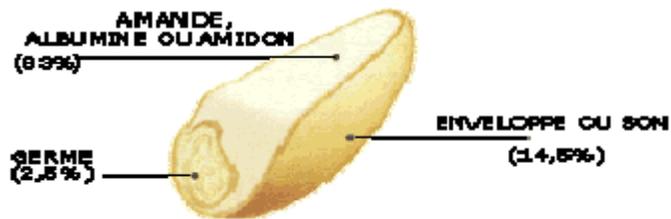


Fig. 3 : COUPE D'UN GRAIN DE BLE(ADRIANOR, 2001).

##### 1-2-2-4-1- Les enveloppe:

Selon DOUMANDJI A et *al* (2003) elles ont un rôle de protection. Plusieurs couches successives sont distinguées de l'extérieur vers l'intérieure :

- **Péricarpe**: Il provient des cellules de l'ovaire, constituée par trois couches, l'épicarpe, le mésocarpe, et l'endocarpe ,
- **Testa** : Elle est presque inexistante chez les céréales. Cependant, elle est importante chez le sorgho ,
- **L'épiderme** : Il est appliqué sur l'albumen.

##### 1-2-2-4-2- L'albumen :

Il est Constitué de l'albumen amylicé (au sein du quel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois cellulosesiques sont peu visibles) et de la couche à aleurone (FEILLET P, 2000) .

### 1-2-2-4-3Le germe :

Il constitue la future plante. Le germe est riche en sucre, en matière grasses et en vitamines (B et E). Une partie du germe est éliminée lors de la mouture et va avec les issues (utilisée en alimentation animale) (KIGER J.L., 1967).

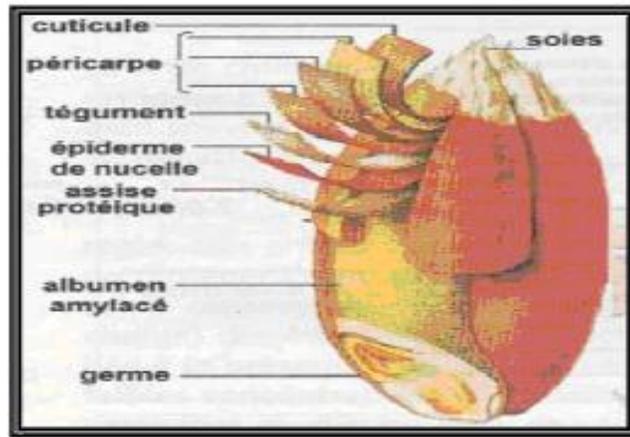


Fig4: Grain de blé tendre. (MULTON J.L., 1982)

### 1-2-3-Composition biochimique du grain de blé

Le grain de blé est constitué d'eau et de matière sèche. La matière sèche se décompose elle-même en matière minérale et en matière organique (Voir tableau n°.1).

#### 1-2-3-1- Matière sèche :

Elle est aussi importante pour la germination du grain ainsi que pour le développement des déprédateurs animaux et microscopiques (FOURAR, R., 1994).

#### 1-2-3-2-Matière minérale :

Le grain de blé comprend des matières minérales en faible proportion et inégalement réparties. Ainsi 80% des cendres (matière minérale après incinération du produit) se trouvent dans les enveloppes contre 20% dans l'amande. Le potassium, le phosphore, le calcium, et le magnésium possèdent les teneurs les plus élevées parmi les matières minérales contenues dans le blé. Le soufre a une certaine importance du fait qu'il entre dans la composition de certains acides aminés comme la méthionine et la cystéine (DOUMANDJI A et al; 2003).

### **1-2-3-3- Matière organique :**

On distingue : les glucides, les lipides, les protides (éléments principaux) et les vitamines.

### **1-2-3-4- Les glucides :**

Les glucides sont les composants les plus importants du grain de blé représentant 80% de la matière sèche (poids de grain). Il se compose généralement de l'amidon et de la pentosanes (BOUGHRARA S., 2000).

### **1-2-3-5-Les lipides :**

Les lipides sont des biomolécules pratiquement insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants apolaires tels que : le chloroforme, le benzène, ou l'éther (KESSOUS C., 1993).

Le taux des lipides dans le grain représente 1,5 à 2 % (BOUDREAU A. et MENARD G. 1988), signalent que les lipides de blé sont constitués de 60 % de lipides libres (acide gras, triglycérides et mono glycérides) et les pigments colorés (carotènes et xanthophylle).

CALVEL, 1980 a noté que 15 à 18 % des lipides se retrouvent dans le germe, 4 à 5 % dans les enveloppes et de 0,7 à 1 % dans l'amande.

### **1-2-3-6-Les protéines :**

Les protéines du blé sont classiquement réparties en quatre classes en fonction de leur solubilité : les albumines solubles dans l'eau, les globulines solubles dans les solutions salines neutres, souvent regroupées sous le terme de protéines solubles, d'albumines-globulines ou de protéines plasmiques ou métaboliques , les gliadines solubles dans les alcools dilués (éthanol 70 %), et les gluténines ou protéines résiduelles insolubles dans les solvants précédents, partiellement solubles dans les solutions acides diluées et dans l'urée (FEILLET P.,2000).

### **1-2-3-7-Les enzymes :**

Le grain de blé renferme des enzymes importantes dans la germination, mais également pour la transformation et la conservation des grains et des dérivés. Il s'agissent essentiellement des amylases, des protéases, de la lipase et de lipoxygénase (DRAPRON, 1971). Par ailleurs, dans le blé, il a été noté la présence d'inhibiteurs d'amylase et de protéases qui peuvent entraîner une efficacité décroissante dans

l'utilisation alimentaire (BAKER J .E. 1988). Ces inhibiteurs sont actifs contre les insectes et les mammifères mais non à l'encontre des amylases végétales. Ces inhibiteurs constituent une protection de la plante contre les espèces déprédatrices des stocks (YETTER et *al.*, 1979). Outre ces différentes substances, le grain de blé renferme des vitamines (ROUSSEL P. et CHIRON H.,2003).

**Tableau1:Composition biochimique du blé/(100g) (ADRIAN J et *al.*, 1998).**

Natures des composants	Teneur
- Matière sèche (g).	88,00
- Protéines (g).	10,0
- Lysine (% protéines).	2,6
- Lipides totaux (g).	2,4
- Glucides assimilables (g).	71,5
- Cellulose brute (g).	2,5
- Minéraux totaux (g).	1,7
Calcium (mg).	40
Phosphore (mg).	350
Rapport Ca/P.	0,1
Magnésium (mg).	170
Fer (mg).	5,0
Cuivre (mg).	1,0
Zinc (mg).	7,5
Manganèse (mg).	3,5
Potassium (mg).	465
Sodium (mg).	25
Chlore (mg).	60
- Vitamines :	
Vit. E (mg).	4,5
Vit. B <sub>1</sub> (mg).	0,55
Vit. B <sub>2</sub> (mg).	1,3
Vit. PP (mg).	5,0
Vit. B <sub>6</sub> (mg).	0,6
Ac. Pantothénique (mg).	1,5

#### **1-2-4- Stockage et conservation du blé**

La conservation du blé peut se réaliser sous différentes formes qui sont les suivantes:

##### **1-2-4-1- Stockage en gerbe**

C'est la méthode traditionnelle; de puis le moyen âge au moins dans presque toute l'Europe non méditerranéenne .on pouvait entasser les gerbes en plein air ou le plus souvent le stockage en grange. En gerbes, le grain est à l'abri de l'échauffement et du charançon. La méthode est particulièrement adaptée aux régions à été humide, aussi a connu un grand développement au XIX<sup>ème</sup> siècle, avec la moissonneuse lieuse (MULTON J.L., 1982).

##### **1-2-4-2-Stockage en épis**

Le stockage en épis est une technique très répandue pour toutes sortes de céréales dans le monde. C'est le cas de certaines régions d'Indonésie, et surtout d'Afrique noire et d'Amérique tropicale. Mais ce fut aussi le cas dans l'Europe ancienne, le nom de grenier vient du bas latin spicarium, qui désignait un grenier à épis. (GODON B., 1991).

Le stockage en épis demande bien moins de volume que le stockage en gerbes, d'où un coût moindre en bâtiments et surtout un contrôle plus facile de l'ambiance du stockage. En effet avec le stockage en épis nous voyons apparaitre deux procédés bien distincts: le confinement et l'aération (MULTON J.L., 1982).

Par ailleurs plusieurs travaux ont démontré que le stockage en épis se montre plus efficace et facilite les échanges thermiques (KODIO O., 1989).

Il existe de nombreuses publications de la FAO (Food and Agricultural Organisation) traitant de ce sujet et qui ont démontré que les pertes occasionnées au cours du stockage en épis sont nettement inférieures à ceux enregistrées en grain.

Par ailleurs les données statistiques sur les pertes occasionnées dans certains pays ont révélé les résultats du tableau 2.

Au cours d'une étude sur le stockage du blé en épi pendant deux ans,(BELABED ., 2008) a remarqué que la faculté germinative, les réserves énergétiques (protéine et glucide) ainsi que le développement des radicules et des tigelles sont préservés tout au long du stockage par rapport au stockage en grain.

**-Tableau 2 : Taux de perte lors d'un stockage pendant huit mois du mil et du Sorgho dans les greniers traditionnels d'Afrique (KODIO O., 1989).**

Pays	Produits	Pertes (%)
Sénégal	Mil en épis	2,2
	Sorgho en épis	5,3
	Sorgho en grains	9,5
Nord-Nigéria	Sorgho en épis	4,0
	Sorgho en grains	4,0
Mali	Mil en épis	2 à 4
Niger	Mil en épis	10,1
	Mil en grains	3,4

#### **1-2-4-3-Stockage en grain en vrac**

Bien qu'il soit plus difficile à conserver les produits précédents, il est plus commode de transporter et d'échanger le grain en vrac. En contrepartie, pour parvenir plusieurs problèmes sont à résoudre et plusieurs techniques sont élaborées. Deux principaux facteurs sont à prendre en compte : la quantité des grains stockés d'une part et les modifications qualitatives survenant au cours du stockage d'autre part (MULTON J.L., 1982).

Par ailleurs parmi les techniques qui permettent la préservation de la qualité du blé au cours du stockage on peut citer:

##### **1-2-4-3-1-Le stockage en atmosphère renouvelée**

Le stockage en vrac dans les silos est la méthode la plus répandue, les caractéristiques du conditionnement (forme de silo. matériaux utilisés, moyens de contrôle de la température et de l'humidité) étant très variables.



**Fig5 : Le stockage en vrac dans les silos (Anonyme 2011).**

Selon MULTON (MULTON J.L., 1982), le stockage en atmosphère renouvelée ou l'aération est réalisée soit par des transvasements périodiques de silo à silo (Transilage), soit par une installation de ventilation disposée à l'intérieur même du silo permettant d'insuffler à travers les grains de l'air ambiant ou traité (refroidi ou sec).

Une installation, des cellules ventilées complétée par un équipement de contrôle des températures du grain (silo thermométrie) permet de détecter tout échauffement biologique anormal. Quelque soit la capacité des silos, ils doivent être bien isolés thermiquement, car un refroidissement en surface entraîne en effet d'importantes migrations d'eau, avec la formation de foyers humides dangereux. A cet égard les silos en béton ou en bois sont plus favorables que les silos métalliques, le silo enterré peut également être une bonne solution.

L'office algérien interprofessionnel des céréales (O.A.I.C) possède de fortes capacités de stockage (1 895.175 Tonnes), dont 40,5% sont représentés par les silos en béton, 31,5% par les silos en métal et 28% par les magasins pouvant être le siège d'infestation par les rongeurs, les oiseaux, les insectes et les acariens (BENCHARIF et CHAULET, 1991).

#### **1-2-4-3-2- Le stockage en anaérobiose :**

Le stockage en anaérobiose permet d'allonger notablement les durées de conservation car les métabolismes respiratoires des grains et des déprédateurs sont bloqués de sorte qu'il n'y a ni de dégagement de la chaleur ni la production de vapeur d'eau, si toute fois la teneur en eau des grains reste inférieure au seuil de démarrage du processus de fermentation (BOUDREAU A. et MENARD G., 1988).

Il Existe deux technologies principales permettant d'obtenir l'anaérobiose :

#### **1-2-4-3-3- Le stockage sous atmosphère " confinée"**

Il s'agit d'une conservation menée dans un silo dont l'atmosphère dépourvue en oxygène et s'enrichit en CO<sub>2</sub> suite à la respiration de l'écosystème. C'est une technique importante de conservation des grains dans un état aussi proche que possible de leur état initial, technique qui a été pratiquée presque partout dans le monde( BOUDREAU A. et MENARD G., 1988).

#### **1-2-4-3-4- Le stockage sous atmosphère "modifiée"**

Dans ce cas l'anaérobiose est immédiatement imposé par mise sous vide, puis saturation de l'atmosphère inter granulaire par du CO<sub>2</sub> ou de l'azote (BOUDREAU A. et MENARD G.,1988)

#### **1-2-5- Mécanismes de l'altération des grains**

Au cours de la conservation, les grains peuvent subir différentes altérations provoquées par des agents de diverses origines et amplifiées par les trois principaux facteurs que sont : le temps, l'humidité et la température.

##### **1-2-5-1-Causes de l'altération**

Ces altérations peuvent avoir des origines très diverses:

##### **1-2-5-1-1- Biologique**

Il s'agit du monde animal, les prédateurs sont des mammifères rongeurs, (rats, souris, etc.), des oiseaux (moineaux, tourterelles, étourneaux, etc.), et des insectes rampants (charançons, sylvains, etc..) ou volants (teignes, alucites, etc.) (FEILLET P., 2000)

##### **1-2-5-1-2- Microbiologique**

Les moisissures sont toujours présentes sur les grains. Elles se développent au champ, ou au cours du stockage. Elles sont inoffensives en bonnes conditions de conservation, cependant certaines peuvent faire baisser la faculté germinative tandis que d'autres dans des conditions bien particulières secrètent des substances toxiques (mycotoxines) (GUIRAUD J.P., 1998).

##### **1-2-5-1-3- Chimique ou biochimique**

Lorsque le grain est soumis à des températures trop élevées (échauffement naturel ou températures trop fortes lors du séchage) il peut se produire une dégradation

de la structure de l'amidon et des protéines, des pertes de vitamines et une modification d'aspect (brunissement voire dans des cas extrêmes, noircissement du grain) (MULTON J.L., 1982).

#### **1-2-5-1-4- Mécanique**

Il s'agit des grains cassés lors des différentes opérations de manutention. (CHEFTEL J.C. et CHEFTEL L. H., 1977).

#### **1-2-5-2- Facteurs d'altération**

Les trois principaux facteurs qui conditionnent l'ampleur de ces diverses altérations sont:

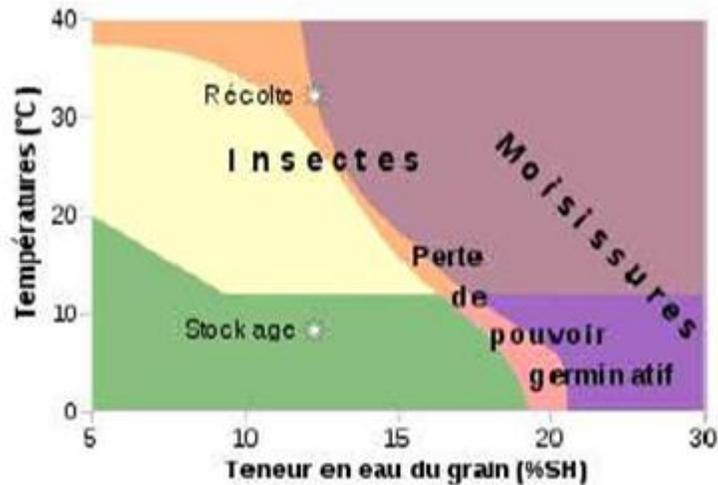
##### **1.2.5.2.1- La durée de stockage**

. La vitesse de dégradation s'accélère en fonction de la durée du stockage par suite de l'accumulation de conditions de plus en plus défavorables. C'est ainsi que les conditions de stockage de longue durée doivent être beaucoup plus rigoureuses pour maintenir les aptitudes des blés à une bonne utilisation (GODON B., 1991).

##### **1-2-5-2-2-L'humidité du grain**

Parmi les facteurs qui influencent l'évolution des blés, l'humidité est certainement le plus important car une augmentation de la teneur en eau du produit permettra d'engendrer un milieu propice aux altérations d'ordre chimique et enzymatique (ALEM M., 2000).

Elle joue également un rôle important dans le développement des déprédateurs des blés. En effet un blé qui a une teneur en eau inférieure à 8% risque moins d'être attaqué par les insectes puisqu'il est trop sec et le corps des insectes en général contient plus de 50% d'eau (FLEURAT-LESSARD F., 1990). (fig :6)



**Fig6 : Diagramme de conservation du grain (DUCOM, P. 1980).**

Le facteur humidité favorise aussi le développement de la microflore qui exige généralement une humidité relative d'autant plus élevée qu'il s'agit de moisissures, levures ou bactéries (GODON B et WILLIAM C., 1998) Ainsi, il est donc nécessaire de contrôler l'humidité relative de l'atmosphère ambiante pour permettre de maintenir l'équilibre au-dessous de la valeur critique de façon à éviter leur développement et de maintenir la qualité technologique et hygiénique du blé.

### **1-2-5-2-3- La température du grain**

La température est aussi un facteur important car les réactions d'altération sont d'autant plus rapides que la température est élevée, c'est ainsi que certaines réactions chimiques dépendent essentiellement de la température. C'est le cas de la détérioration oxydative des lipides et de la modification qualitative et quantitative des protéines (GODON B ; 1991).

Une augmentation de 5°C double l'intensité respiratoire, on a donc intérêt à abaisser la température de stockage par la ventilation. Par ailleurs les insectes ne se reproduisent plus au-dessous de 12°C et ils sont tués si le grain peut être maintenu durant 2 mois ½ en dessous de 5°C (FARJAN M.E., 1983.)

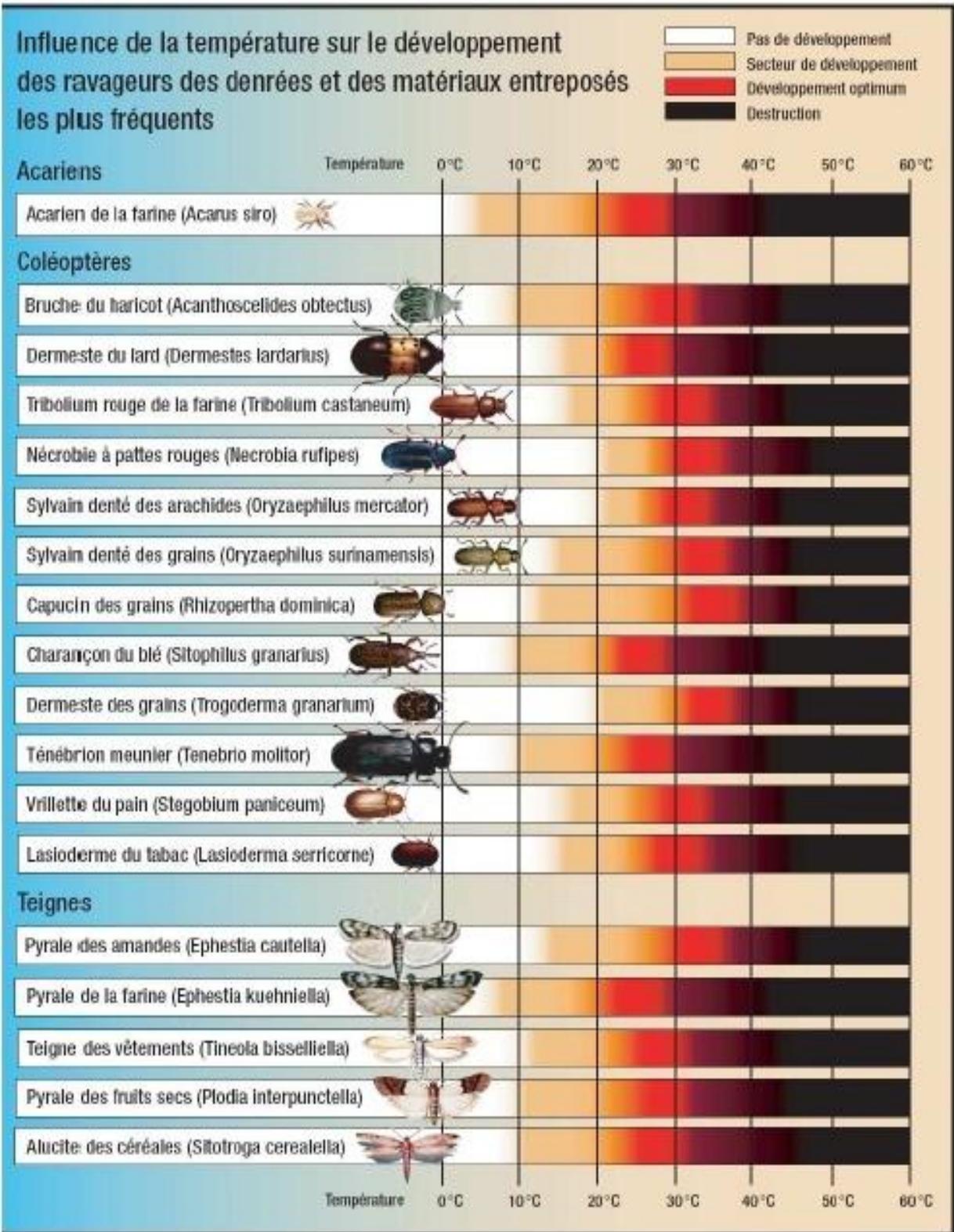


Fig7: Influence des températures sur le développement des Ravageurs de denrées entreposées. (KODIO O., 1989).

#### **1-2-2-4-Composition de l'atmosphère inter granulaire:**

L'oxygénation constitue un facteur qui peut altérer le blé au cours du stockage. En effet, la présence d'oxygène en quantités suffisantes permet non seulement le développement de la flore et de ces faunes aérobies mais aussi les oxydations des substances chimiques (MULTON J.L., 1982).

De même, une teneur en CO<sub>2</sub> du milieu intervient au niveau du développement microbien. Ainsi une concentration en ce gaz supérieure à 10% provoque une inhibition marquée de la microflore fongique (FLEURAT LESSARD F., 2003). Alors qu'un appauvrissement du milieu de stockage en oxygène ou un apport de gaz inerte permet d'éviter toutes activités microbiennes et sur la sensibilité de certains stades juvéniles des insectes tels que *S. oryzae* (FLEURAT-LESSARD F., 1990).

Le blé est donc caractérisé par une valeur industrielle que le stockeur tend à conserver au cours du stockage. Ceci n'est pas aisé car le grain stocké constitue un système écologique artificiel particulièrement vulnérable aux attaques des ravageurs animaux (multon j .L., 1882)

#### **1-2-6-Principaux insectes des Céréales Stockées**

Deux ordres principaux comprennent la majorité des espèces inféodés aux stocks: il s'agit des coléoptères et des lépidoptères

##### **1-2-6-1-les coléoptères**

Les coléoptères adultes sont caractérisés par la sclérification, sous forme d'étui, des ailes antérieures appelées élytres. Au repos, celles-ci les protègent en les recouvrant, les ailes postérieures membraneuses qui sont seules utilisées pour le vol. Les larves ont la forme de "vers" et sont pourvus généralement de pattes. Celles des charançons sont apodes. Tous les coléoptères s'attaquant aux céréales stockées sont lucifuges c'est à dire qu'ils fuient la lumière. Ils sont de mœurs nocturnes et sont plus actifs la nuit que le jour (CHAMP, B. R. et DYTE, C. E., 1976).

Sous leur forme adulte, à des températures comprises entre 15°C et 35°C accompagnées d'une humidité relative variant de 50 à 80%, ils vivent beaucoup plus long temps que les lépidoptères (STEFFAN J. R., 1978). En effet, pour la grande majorité des espèces, les coléoptères adultes vivent plusieurs mois, certains pouvant présenter une durée de vie supérieure à un an. Les accouplements ne débutent qu'à

leur maturité sexuelle, généralement 4 à 5 jours après l'émergence des imagos, puis sont lieu périodiquement (FLEURAT LESSARD F., 1982).

Les principales espèces de coléoptères nuisibles aux céréales stockées sont incluses dans la figure 7. Parmi les ravageurs primaires, on distingue les insectes à formes cachées représentées par les charançons (*Sitophilus sp*) et le capucin (*Rhizopertha dominica*) de ceux qui présentent des formes libres (FLEURAT LESSARD F., 1991).

Les premiers passent une partie de leur vie à l'intérieur des grains ce qui ne permet pas de les détecter à l'œil nu lorsqu'ils sont aux stades pré imaginaires : le grain infesté semble sain. Ce n'est qu'au stade adulte qu'on peut les observer contrairement aux insectes à "formes libres" dont tout le développement s'effectue entre les grains qu'ils attaquent par la face externe. Il existe, cependant, plusieurs méthodes de détection des formes cachées en particulier la radiographie des grains. Cette technique permet de visualiser les formes cachées mais la distinction des insectes morts et vivants ne peut être faite. Pour obtenir cette précision, il est nécessaire de se référer à un test biologique qui consiste à placer l'échantillon tamisé dans une chambre à incubation (25°C et 70% d'hygrométrie) et de contrôler les émergences par tamisages périodiques tous les trois ou quatre jours jusqu'à la sortie complète des formes cachées (45 à 50 jours pour les charançons, par exemple). Une autre méthode, très intéressante et rapide, est la méthode acoustique dont le principe est l'amplification des sons émis par les insectes à l'intérieur des grains (mouvement ou prise de nourriture) (FLEURAT LESSARD F., 1991). Elle nécessite, cependant un appareil déterminé, mis au point par l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) de Bordeaux.

Les espèces à formes cachées ne peuvent se développer qu'à l'intérieur des grains qui leur servent de refuge et d'appui. Par contre, les espèces à formes libres, se rencontrent dans les grains où elles sont considérées comme ravageuses secondaires mais également dans les produits de mouture où elles peuvent devenir particulièrement nuisibles. Cependant, alors qu'elles peuvent être facilement éliminées des grains par nettoyage et traitement aux insecticides, leur destruction est beaucoup plus délicate dans les produits de mouture (FREEMAN, 1973).

### 1-2-6-2-Les lépidoptères

Les lépidoptères adultes possèdent quatre ailes membraneuses, revêtues de milliers de minuscules écailles. Toutes les espèces de lépidoptères infestant les denrées stockées appartiennent au groupe des hétérocères qui comprennent surtout des papillons de nuit. Les adultes, surtout actifs la nuit, se distinguent des papillons diurnes par leurs antennes dont l'extrémité ne se renfle jamais en bouton et par le fait qu'au repos, ils ne tiennent par leurs ailes verticalement (STEFFAN J. R., 1978).

Les lépidoptères adultes présentent des pièces buccales transformées en trompes rétractiles suceuses ne leur permettant de s'alimenter qu'à partir de substances liquides. Les adultes ne causent donc aucun dégât dans les céréales et dérivés, leur rôle étant de perpétuer l'espèce, Ils ont également un rôle de dissémination du fait qu'ils peuvent voler et donc se déplacer à de grandes distances de leur lieu d'émergence (STEFFAN J. R., 1978). Les imagos s'accouplent quelques heures après l'émergence puis la femelle procède à la ponte qui dure environ une semaine, la durée de vie des papillons étant très brève, de l'ordre de 1 à 3 semaines. Ce sont donc uniquement les chenilles qui causent les dégâts aux stocks de céréales et dérivés qu'elles rongent avec leurs mandibules bien développées. Les chenilles de certaines espèces ont une particularité, elles pénètrent à l'intérieur des grains pour terminer leur cycle de développement C'est le cas de *Sitotroga Cerealella Oliv*. Les autres espèces, dont les stades sont libres, ont besoin de la présence des espèces primaires pour infester les stocks ou se nourrissent à partir de grains brisés ou des produits de mouture (*EphestiaKuehniella* ZEL.) La nymphe des lépidoptères appelée encore chrysalide se trouve généralement protégée par un cocon soyeux file par la chenille lorsque la métamorphose est proche. (FLEURAT LESSARD F., 1982). Les principaux lépidoptères sont représenté dans la (fig. 7).

**Chapitre 1-**  
**Partie 2 : présentation des**  
**espèces étudiée**

Les ravageurs des denrées stockées présentent une grande diversité des espèces, vu la gravité des dégâts et l'importance économique sur la production céréalière en algérie on a voulu choisir les deux espèces qui sont le capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) et *tribolium castaneum*(Herbst).

## **1- capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*)**

### **1-1-Systématique :**

D'après Fabricius (1792), la position systématique de *Rhyzopertha dominica*. est la suivante :

**Embranchement:** Arthropoda  
**Classe:** Insecta  
**Ordre:** Coleoptera  
**Sous-ordre:** Polyphaga  
**Super-famille:** Bostrichoidea  
**Famille:** Bostrichidae  
**Genre:** *Rhyzopertha*

**Especie :** *Rhyzopertha dominica*

### **1-2-Origine et répartition géographique :**

Originaires des tropiques, ils se sont répandus dans toutes les régions du monde mais ils sont plus fréquents dans les grains "sale", c'est à dire la poussière et les brisures de grain. (ACTA . , 1982)

### **1-3- Habitat, régime alimentaire et dégâts**

Les capucins des grains (*Rhyzopertha dominica*) présents surtout en régions méridionales, les capucins adultes font beaucoup plus de dégâts que leurs larves contrairement aux autres insectes. Les adultes se nourrissent de grains entiers de céréales qu'ils dégradent mécaniquement par frottement avant de les consommer. Ils peuvent se développer dans des grains très secs (jusqu'à 8 à 9 % d'humidité). Les dommages causés par le capucin des grains adultes peuvent faciliter l'introduction de parasites secondaires ou de maladies. Il vole avec facilité et est résistant : il peut donc facilement migrer pour entamer une nouvelle invasion ailleurs. (ACTA., 1982).

## 1-4-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte

### 1-4-1-L'œuf :

Les œufs sont piriformes, de couleur blanc et rose. Ils peuvent atteindre 0,6 mm de longueur sur 0,2 mm de largeur.(YAHIAOUI, 2005.)



**Fig. 8: Cinq stades de capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) : œuf, larve, pupa et adulte (Commission canadienne des grains).**

### 1-4-2-La larve :

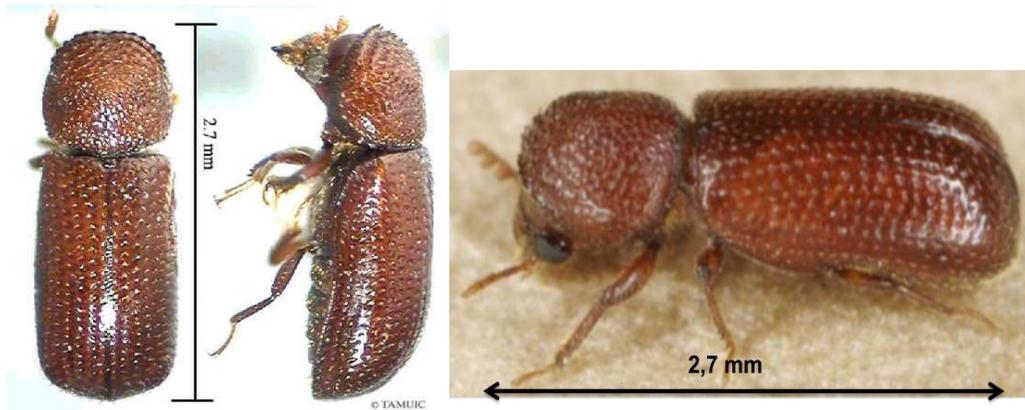
Les larves possèdent des pattes bien développées ce qui les rend très agiles. Elles sont cylindriques avec de longues soies, puis incurvées et duvetées à la fin de leur développement(YAHIAOUI.2005)



**Fig.9 : larve de *Rhyzopertha Dominica* (US Department of Agriculture, Agricultural Research Services).**

### 1-4-3- adulte

L'adulte est de couleur brun rouge à Horn noir, de forme élancée, cylindrique avec des côtés nettement parallèles, caractéristiques des *Bostrychidae*. C'est un insecte de petite taille de 2,2 à 3 mm de longueur avec un prothorax qui couvre entièrement la tête d'où le nom du « capucin des grains ». Cet insecte présente des antennes en massues de 3 articles. Vu de la face dorsale, le pronotum se termine par une rangée de dents régulières (12 à 14). Les élytres sont bien développés et ponctués longitudinalement. Les adultes peuvent voler ce qui facilite les infestations (DAHACHE., 2007)



**Fig.10: Adult *Rhizopertha Dominica*: source unknown.**

### 2-7-Description du cycle biologique :

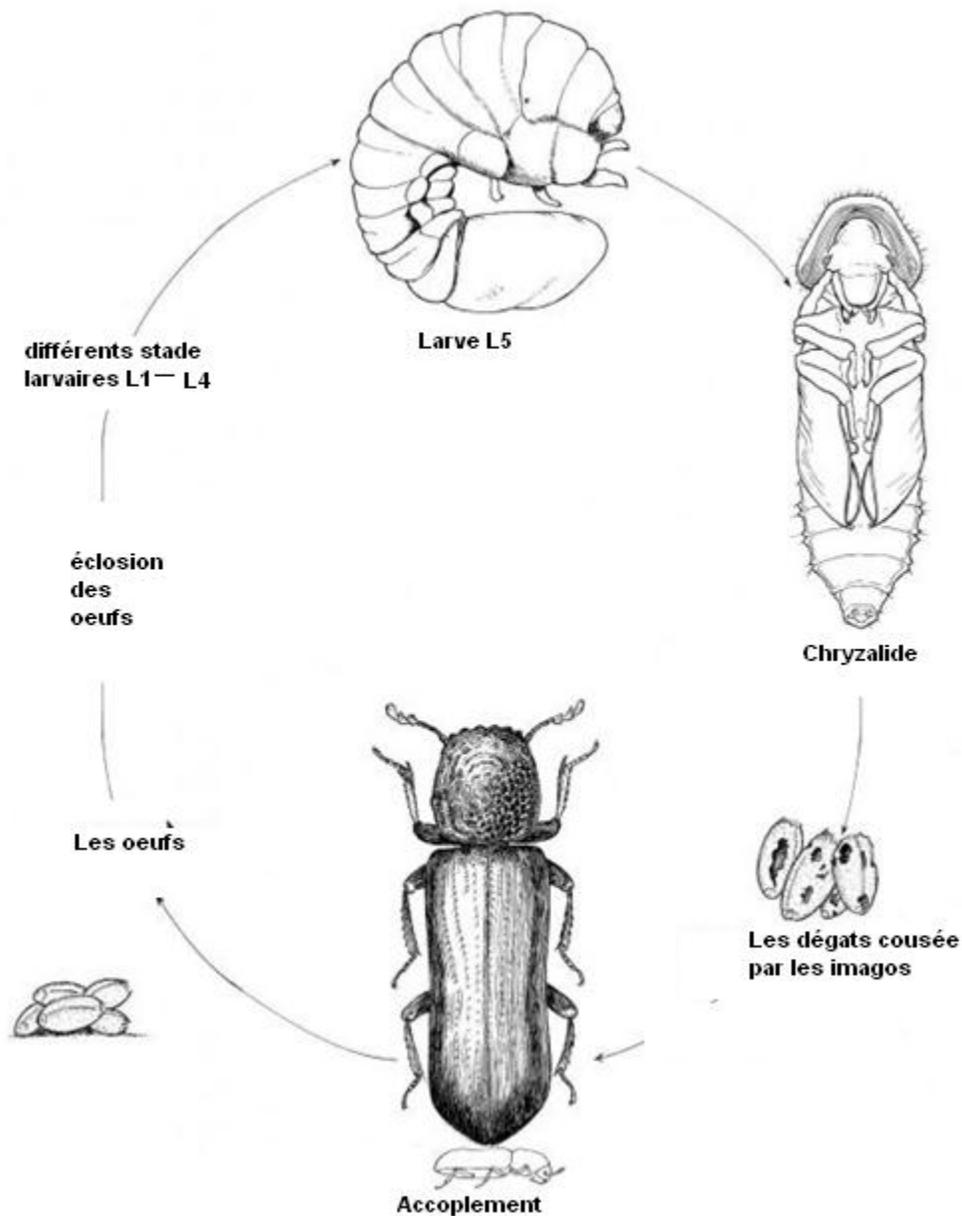
Les adultes s'accouplent et pondent à plusieurs reprises. Le total des œufs déposés varie de 300 à 400 œufs. Les pontes s'échelonnent sur plusieurs semaines. Les œufs sont pondus, soit isolément, soit en petits amas à l'intérieur des grains attaqués ou à leur surface (DAHACHE., 2007).

La durée moyenne d'incubation est de 15 jours à 26°C et 65% d'humidité relative (H.R) (POTTER C., 1935). Elle est de neuf jours à 21°C et 70% H.R.

Après l'éclosion, les larves s'introduisent dans les grains en creusant des tunnels aux alentours du germe et continuent leur développement à l'intérieur. Des larves dans certains cas sont capables de se nourrir et de se développer librement entre les grains. Le nombre de mue varie de 2 à 4 à une température de 29°C et de 70 à 80% H.R (ANGLAD P., 1970).

Thomson V (1966), a estimé la durée de développement des différents stades larvaires à 17 jours et les stades prénymphe et nymphe à 7 jours à 29°C et 70% H.R, la durée de cycle est en moyenne de 38 jours.

Par ailleurs, la durée de développement sur le blé à 14% de teneur en eau du grain et 30°C varie de 30 à 40 jours. Et de 58 jours à 26°C (POTTER C, 1935.) La température optimale pour le développement de *R. dominica* est 28°C. L'espèce est plus sensible au froid . L'adulte peut supporter des températures assez élevées, mais une exposition de 3 min à 50°C suffit pour les tuer (LEPESME P., 1944).



**Fig. 11 : Le cycle biologique de *Rhizopertha dominica* (Paul Boles, Agricultural Research Service, United States Département of Agriculture)**

## **2- *Tribolium castaneum*(Herbst).**

**2-1-Position systématique:** L'insecte étudié appartient au :

**Embranchement :** Arthropodes.

**Classe :** Insectes.

**Ordre :** Coléoptères.

**Sous-ordre :** polyphaga.

**Super famille :** Cucujoidea.

**Famille :** Ténébrionidé.

**Sous-famille :** Ulominae.

**Genre :** *Tribolium*.

**Espèce :** *T. castaneum* *Herbst*.

### **2-2-Caractères généraux de la famille des ténébrionidés**

La famille des ténébrionidés occupe une grande place dans l'entomofaune des denrées stockées, ce qui explique l'importance d'espèces vivantes dans cette dernière. Ce sont des petits coléoptères de comprise entre 2 à 8 mm, les larves sont vermiformes. Ce sont des insectes qui fuient la lumière et sont de mœurs nocturnes (STEFFAN., 1978).

Leurs particularités, c'est qu'ils possèdent cinq articles aux tarse des deux premières paires de pattes et quatre seulement à ceux des pattes postérieures (LEPESME., 1944). Leurs antennes sont moniliforme présentant onze articles, renflés à leur extrémité et insérés latéralement en avant des yeux , leurs ongles sont simples et non pectinés. Leurs mandibules sont robustes et courtes, les palpes maxillaires présentent quatre articles, les palpes labiaux possèdent trois articles.

L'abdomen ne présente que cinq segments visibles, l'avant dernier étant plus court que les autres.

Selon LEPESME (1944), cette famille est subdivisée en trois sous –familles :

**Les Blaptinae :** Ce sont de gros coléoptères de 2 à 4 cm de long, ils vivent dissimulés dans les endroits obscurs, et se nourrissent de matières organiques en décomposition.

**Les Diaperinae :** Dont une espèce intéresse les denrées stockées qui est *alphitophagie sbifasciatus* Say.

**Les Ulominae** : Cette sous-famille occupe une grande importance dans la faune des denrées stockées par le nombre d'espèces qui atteint quinze et dont fait partie l'espèce *Tribolium castaneum* Herbst.

### **2-3-Etude du genre *Tribolium***

Le genre *Tribolium* se compose de petits coléoptères extrêmement communs en France et en Amérique du nord (LEPESME., 1944).

Leurs taille varie de 3 à 4 mm de long, leurs couleurs est d'un brun plus ou moins foncé (BALACHOWSKY., 1951). Selon Iepigre (1966), ces insectes sont peu actifs et se dissimulent de préférence dans les recoins obscurs. STEFFAN (1978) affirme qu'on peut les apercevoir courir au crépuscule par temps chaud. Cependant, il existe plusieurs espèces de *Tribolium* dont deux espèces également communes se montrent nuisibles ce sont *T. castaneum* H. et *T. confusum* D. Ces deux espèces semblables d'aspect et de taille identique se distinguent par la forme de leurs antennes .

Chez *T. confusum* D , celle-ci vont en s'élargissant régulièrement de la base au sommet, tandis que chez *T. castaneum* H. les trois derniers articles sont nettement plus gros

D'autre part, le rebord de la tête débord latéralement le niveau de l'œil, chez la première espèce et non chez la deuxième (LEPESME, 1944). Dans le monde entier, *Tribolium castaneum* Herbst. est le plus commun des insectes des denrées entreposées. C'est essentiellement une espèce des pays chauds, il ne peut vivre dans les pays froids que dans les locaux chauffés. Selon BALACHOWSKY et MENSIL (1936), *Tribolium castaneum* Herbst. ne remonte pas plus au nord que le 40<sup>ème</sup> degré de latitude, sauf dans les entrepôts chauffés. *Tribolium confusum* D, espèce très voisine, tend à remplacer dans les pays froids tel que la Scandinavie.

### **2-4-Origine et répartition géographique :**

*Tribolium castaneum* H. est une espèce cosmopolite.

Selon LEPESME (1944), elle peut être originaire de l'Inde car dans cette région, on la trouve d'une manière courante sous l'écorce des arbres forestiers. Néanmoins, il a été retrouvé également dans ces conditions en Amérique du Nord.

LUCAS in (LEPESME, 1944), l'a découvert sous les écorces de liège dans les environs d'Oron et de Skikda

Actuellement, il s'est répandu dans le monde entier par la voix des échanges commerciaux.

## **2-5- Habitat, régime alimentaire et dégâts :**

*Tribolium castaneum* H. est un ravageur très commun dans les moulins et les entrepôts des produits alimentaires.

Son régime alimentaire est d'origine xylophage (LEPESME, 1944). Cependant, il s'est adapté à un régime alimentaire à base de céréales et dérivées amylacées. BURKHARD in (LEPESME, 1944) prétend qu'il peut attaquer les grains entiers, en se tenant toute fois au germe.

DENDY et ELLIGTON in (LEPESME, 1944) ont émis une opinion contraire. Les triboliumes cortent les charançons et parachèvent leurs dégâts (STEFFAN, 1978).

Selon DANIEL(1956) in BONNEMAISON (1963), les dégâts sont d'autant plus importants que les grains sont plus humides

STEFFAN (1978) a montré que les adultes de *Tribolium castaneum* H. Possèdent des glandes coproduisant un liquide nauséabond riche en quinones, cette substance communique à la denrée une odeur qui la déprécie.

L'espèce est nuisible aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire.

Durant le printemps, l'été et l'automne, on trouve dans les substances infestées tous les états du cycle biologique de l'espèce, Œufs, larves, nymphes et adultes ; par contre, en hiver seul les adultes sont présents sur la denrée (LEPIGRE, 1966).

Les *Tribolium* ont été signalés sur plus d'une centaine de denrées alimentaires. les préférences alimentaires peuvent varier suivant races géographiques ou les lignées génétiques (STEFFAN, 1978).

D'après ce même auteur *Tribolium castaneum* H. préfère les fruits secs, les épices, divers produits exotiques comme le cacao ou le tapioca et les oléagineux.

Les principales marchandises sont les grains de (riz, blé, orge et maïs) ; les Farines, la semoule, les gâteaux secs (LEPIGRE, 1966).

D'une façon générale, les *Tribolium* recherchent surtout les denrées alimentaires amylacées telles que la farine, celle-ci contaminée perd sa valeur commerciale en dégageant une odeur forte et en acquérant un goût de moisi capable de persister dans le pain et les gâteaux (LEPESME, 1944).

## 2-6-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte

### 2-6-1-L'œuf :

Les œufs sont ovulaires, sans sculpture, ils mesurent en moyenne 0,6 mm de long (STEFFAN, 1978). Selon LEPESME (1944), l'œuf mesure en moyenne 0,6 à 0,3mm, à surface lisse, oblong et transparent. Au moment de la ponte, les œufs sont de couleur blanche et sont recouverts d'un enduit visqueux qui leur permet d'adhérer à la denrée infestée (BALACHOWSKY et MENSIL, 1936).

### 2-6-2-La larve :

La larve est vermiforme de couleur blanche tachetée de jaune avec capsule céphalique, les pièces buccales et la face dorsale légèrement plus sombre (LEPESME, 1944), sa couleur devient jaune pale (BALACHOSKY et MENSIL, 1936). Très allongée environ huit fois plus longue que large, cylindrique, porte quelques fines et longue soies jaunâtre plus nombreuses sur le neuvième segment abdominale (LEPESME, 1944).

La jaune larve L1 est blanche, de petite taille, elle ne dépasse pas 1,4mm lors de l'éclosion. Cette larve subit des mues au fur et à mesure qu'elle se développe. A l'achèvement de sa croissance, la larve atteint une dimension de 6 à 7mm de long et de 0,7 à 0,8mm de large (STEFFAN, 1978).(FIG 15)



**Fig .12 :Deux stades larvaires de *Tribolium castaneum* (STEFFAN, 1978).**

A la fin du dernier stade larvaire, la larve s'immobilise, cesse de se nourrir et se transforme en nymphe immobile.

Selon LEPESME (1944), la larve de *Tribolium castaneum* Herbst. Se termine par une paire d'urogompe qui permet de la distinguer des larves de *Gnathocerus*, de *plorus* et d'*Alphitobius* espèce s'attaquant aux denrées alimentaires. Les segments thoraciques portent en dessous six pattes bien développées et de même couleurs que le reste du corps

### **2-6-3-La nymphe :**

Arrivée à son complet développement, la larve de dernier stade se transforme en une nymphe qui est de couleur blanche (fig16).



**Fig .13 : Nymphes de *Tribolium castaneum*. Vues dorsale et ventrale**

Noter la pigmentation plus développée chez la nymphe la plus âgée chez la quelle on distingue notamment les yeux et l'extrémité des mandibules par leur pigmentation.

D'après GOOD (1936 in BALAWCHSKY et MENSIL, 1936), la nymphe est immobile et constitue le seul état de vie de *T. castaneum* Herbst qui permet de distinguer le sexe mâle du sexe femelle (fig16).

La nymphe possède à la face ventrale, au dessous de la paire d'urogompe à extrémités très aigues et brun foncé, de petites cornes qui, chez le mâle se réduisent à une légère protubérance déprimée au centre (LEPESME, 1944).

## 2-6-4-L'imago

### 2-6-4-1-Description des adultes

Après avoir subi une mue imaginale, la nymphe donne un imago ; à son émergence, ce dernier est de couleur claire, les phénomènes de sclérotinisation et de pigmentation se continuent pendant deux à trois jours. (Fig .14 ) montre un tribolium de couleur brun rouge, dont la longueur varie de «3 à 4 mm (BALACHOWSSKY et MENSIL,1936). Les antennes sont nettement épaissies vers leur extrémité et leur longueur n'atteint pas la moitié du prothorax qui lui, est rectangulaire et presque aussi large que les élytres .Ces derniers sont allongés et munis de stries de points bien nets, Chaque inter strie porte en son lieu une fine Cote longitudinale (LEPESME ,1944).



VUE DORCALE

VUE LATÉRALE

VUE VENTRALE

Fig .14 : adulte de *Tribolium castaneum*. Vues dorsale, latérale et ventrale (anonyme).

Ceci constitue une différence entre les autres genres de la sous famille (FIG17).

Les pattes sont courtes, les tarsi antérieurs et médians sont formés de cinq articles, les tarsi postérieurs de quatre articles (BALACHOSKY et MENSIL 1936).

### 2-6-4-2-Distinction Du sexe :

Selon Good (1936 in Balachowsky et MENSIL,) , La nymphe constitue l'état idéal de vie de *Tribolium castaneum*.H, qui permet de distinguer le sexe mâle du sexe femelle .

D'autres caractères peuvent intervenir dans la détermination du sexe chez cette espèce, il s'agit de la taille , cette dernière est un peu plus importante chez la femelle que le mâle.

Il existe une autre méthode basée sur l'examen de l'appareil génital



**Extrémité abdominale de la pupe  
Mâle (à gauche) et femelle (à droite).**

**Fig .15 :l'appareille genitale de *Tribolium castaneum* (anonyme)**

### **2-7-Description du cycle biologique :**

L'accouplement des adultes a lieu 48 heures après l'émergence des imagos et dure environ 15 minutes. La ponte commence le troisième jour après l'émergence et s'échelonne durant toute la vie de la femelle.

La durée de l'embryogenèse est fonction de la température. Elle dure neuf jours en moyenne à 22 C°, alors qu'elle n'est que de 3,5 jours en moyenne à 28 C°, la durée d'incubation des œufs est plus courte ,elle est de 2,6 jours à 35 °C et 85% d'humidité relative.

Dès l'éclosion, la jeune larve se montre active : elle sillonne la denrée dans tous les sens. Elle subit au total huit à neuf mues.

La taille des larves constitue un critère essentiel pour la distinction des différents stades larvaires

La durée des stades larvaires varie en fonction de la température et de l'humidité, elle est plus longue à 28°C et 75 % HR qu'à 35°C et 85 %HR.

La durée du cycle biologique varie 1à 4 mois suivant les conditions de température et d'humidité relatives.(BOUNACEUR 1992).

D'après STFFAN (1978) la durée su cycle la plus courte est de 15 à20 jours à des températures de l'ordre de 35 à 36°C et une HR de l'ordre de 90%.

# **Chapitre 1- Partie 3: Les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées**

## **1-LUTTE PREVENTIVE**

Les moyens prophylactiques sont donc un élément primordial de lutte contre les déprédateurs des stocks des céréales et cette prévention peut être envisagée de plusieurs façons

### **1-2-Les mesures d'hygiènes**

Parmi les moyens prophylactiques élémentaires, la mise en application régulière des mesures d'hygiènes constitue le moyen le plus important et la plus efficace pour contrôler les ravageurs des stocks. Pour cela, Ducon (1982), préconise plusieurs méthodes à savoir :

- **Un** nettoyage convenable des locaux de conservation et du matériel destiné à l'emmagasinage, par un badigeonnage ou une pulvérisation d'insecticides
- Une incinération des déchets de nettoyage.
- Une vérification des locaux, des crevasses et des recoins qui peuvent abriter des insectes **OU** des grains inaccessibles aux insecticides de contact.
- Un tri soigné éliminant ainsi les impuretés, les grains cassés et la poussière de farine.
- Respecter la rotation des stocks en réduisant au minimum les causes de contamination.

### **I-2-la lutte durant L'entreposage**

Pendant l'entreposage, plusieurs méthodes peuvent être utiles, afin de prévenir l'infestation nous citons donc :

#### **I-2-1-Lutte génétique**

Cette méthode se base sur les recherches génétiques, qui ont été réalisés afin de trouver des variétés résistantes aux maladies et aux insectes.

#### **I-2-2-Lutte par piégeage**

Les pièges permettent d'obtenir des indications sur la présence de ravageurs, et peuvent servir à identifier ou détecter leur période optimale d'activités et diminuer les pullulations (Kossou et Aho, 1993).

#### **I-2-3-Lutte par dépistage**

##### **I-2-3-1- Dépistage ordinaire**

Cette méthode est très utilisée, elle consiste à surveiller l'état du grain par la mesure de la température et d'humidité du grain dans la masse, au moyen de détecteurs électriques installés (Mills, 1990). Cependant, cette méthode aléatoire reste insuffisante pour déceler les formes cachées qui provoquent des dégâts considérables au cours de leur développement.

##### **I-2-3-2- Dépistage par infrarouge**

Ce procédé, permet de détecter les protéines animales des insectes et même les formes cachées, il consiste à réaliser une résonance magnétique nucléaire (RMN) pour déceler la Présence des acariens et éventuellement les fragments d'insectes (Wilkin et Chambers, 1987).

### **I-2-3-3- Dépistage électroacoustique**

Le principe de cette opération, est de pouvoir détecter l'activité des insectes et de surveiller le niveau de population présente dans la denrée, par des microphones sensibles, cette technique permet de réduire le coût de l'inspection et les traitements (Mankin 1998).

Le son des insectes, peut être décelé par la méthode de simulation par ordinateur sans pour cela réaliser des prélèvements au niveau du stock. Un logiciel informatique permet la détermination de l'insecte et son niveau d'infestation (Hagstrum, 1990).

### **I-2-3-4- Méthode immuno-enzymatique**

C'est une analyse minutieuse, qui donne une estimation de l'infestation des grains et de la farine (Fields, 2001).

L'extrait du blé après broyage est soumis à un dosage par le Test ELISA .La coloration de l'extrait obtenu est mesurée par spectrophotomètre qui nous permet de calculer la concentration en protéine d'insectes, cette quantité de protéines nous renseigne sur l'infestation des grains (Wirsta, 1996).

## **2- LUTTE CURATIVE**

Elle intervient directement contre les insectes en place, parmi les moyens utilisés nous avons la lutte physique, biologique et chimique.

### **2-1-Lutte physique**

Les moyens préventives sont obligatoires mais elles restent insuffisantes, dans ce cas le recours aux procédés curatifs est indispensable.

Les moyens de lutte physique utilisables, font appel au choc thermique, au froid, aux radiations ionisantes et aux ondes électromagnétique.

### **2-2-Lutte biologique**

Tout organisme vivant, possède des ennemis naturels ou maladies qui régulent ses population. Ce sont ces antagonistes naturels des ravageurs, que les méthodes biologiques de lutte mettent à contribution. Les avantages offerts par les procédés biologiques résident surtout dans l'absence presque totale de risques toxicologiques.

Les possibilités d'application des méthodes biologiques de lutte contre les ravageurs des stocks sont très limitées (Gwinneret *al.*, 1996). A titre d'exemple : les parasitoïdes, les prédateurs et les agents pathogènes.

### **2-3-Lutte chimique**

Dans le domaine de la lutte chimique, nous citons deux groupes de produits qui sont essentiellement utilisées.

### **2-3-1-Les insecticides de contact**

Les insecticides de contact pénètrent dans les tissus de l'insecte après avoir traversé la cuticule, parmi ce groupe d'insecticides nous citons : Le pyréthriinoïdes de synthèse agit par contact et ingestion, en provoquant souvent un effet choc sur les insectes comme *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Schiffers et al,1990).

### **2-3-2-Les fumigants**

Les fumigants, sont des gaz toxiques utilisés pour désinsectiser une denrée dans un espace clos. De toute évidence, les enceintes de fumigation, doivent être suffisamment étanche pour que le gaz pénètre et puisse diffuser entre les grains et dans les grains assez de temps, pour tuer les insectes présents, ceci quel que soit leur stade de développement.

L'utilisation de pesticides pendant plusieurs années a entraîné de nombreux problèmes entre autre la présence de résidus sur les denrées stockées et le développement du phénomène de résistance chez les insectes.

### **2-4- L'utilisation des végétaux**

Le développement de résistance par les insectes aux insecticides a permis de développer d'autres matières actives à base d'extraits végétaux pouvant avoir des modes d'actions différents à ceux des insecticides déjà utilisés.

Les végétaux produisent des composés secondaires tel que les Terpènes, les composés soufrés, les alcools etc ; leur utilisation en tant que biopesticides dans la protection de graines de légumineuses ou de céréales stockées contre les insectes à fait l'objet de nombreuses études notamment en zone tropicale (Arthur, 1996).

Ces extraits végétaux à propriétés insecticides sont utilisés sous plusieurs formes :  
En poudre, d'extraits organiques, d'extrait aqueux et huiles essentielles.

**Chapitre 1-**  
**Partie 4 : les huiles**  
**essentiels et l'extrait**  
**aqueux**

Le nombre très important de molécules sémi-chimiques existant dans le monde végétal, ainsi que leur facilité de synthèse ; moins compliquée et moins coûteuse à fabriquer que les phéromones, en font des substances largement utilisées en agriculture biologique. Leur utilisation est répandue pour un très grand nombre de cultures certifiées, aussi bien céréalières, légumières, de plantes aromatiques et médicinales et de plantes ornementales (**ANSART A., 2004**).

## **1-LES HUILES ESSENTIELLES**

### **1-1- Historique :**

Les huiles essentielles sont des substances naturelles existant depuis l'antiquité. Les arômes et les parfums furent parmi les premiers signes de la reconnaissance qui marquèrent la vie de l'homme (Mengal, p. ; Behn, D. ; Gil, M. **B.** et Mompon, B. 1993. VMHD).

La médecine était basée sur une grande connaissance de l'herboristerie et de la botanique, les quelles permettaient de lutter efficacement contre les divers maux dont souffraient les patients (**Ausloos, 2002**).

### **1-2- Définition :**

La notion d'huile essentielle peut varier avec le point de vue auquel se placent des personnes de formations professionnelles aussi dissemblables que des botanistes, des phytochimistes, des industriels, des parfumeurs ou des pharmacologues (Belaiche, 1979).

Sous le nom d'essence ou huile essentielle, on désigne les principes volatils généralement odoriférants élaborés par l'organisme végétal. Ces composés volatils ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses, et par la même ont reçu empiriquement le nom d'huile essentielle. Le terme « huile » souligne le caractère visqueux et hydrophobe de ces substances et le terme « essentielle » désigne la caractéristique principale de la plante à travers ses exhalaisons (Bernard et *al.* 1988).

### **1-3- Localisation des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont largement répandues dans les plantes avec des familles à haute teneur en matières odorantes comme les conifères, les myrtacées, les ombellifères, Les labiacées, Les rutacées, Les géraniacées etc.

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante, on distingue des cellules à huiles essentielles chez les lauracées,

des poils sécréteurs chez les lamiacées et les labiées, des poches sécrétrices chez les myrtacées et les rutacées et les canaux sécréteurs chez les opiacées ou des astéracées (Bruneton, 1993).

Les huiles essentielles sont généralement localisées dans tous les organes végétaux, fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits et graines (Bruneton, 1993).

#### **1-4- Variabilité des huiles essentielles :**

La composition d'une huile essentielle varie au sein d'une même espèce sous l'influence de plusieurs paramètres :

**1-4-1-D'origine intrinsèque:** d'ordre génétique, localisation, maturité. En effet, au cours du cycle végétatif, des modifications importantes dans la composition des essences végétales peuvent être relevées (Garnero, 1985).

**1-4-2-D'origine extrinsèque:** facteurs édaphoclimatiques (sol, climat), localisation géographique (l'altitude et la latitude).

**1-4-3-D'origine technologique:** lié au mode d'exploitation du matériel végétal, en effet, de profondes modifications lors de la récolte, séchage, stockage et conditionnement peuvent être signalées (Mamouni, 1994). Lors de l'extraction, plusieurs perturbations peuvent avoir lieu, en particulier sous l'effet de la température et la durée d'extraction (Evans, 1998).

#### **1-5- Composition chimique des huiles essentielles :**

Les composés chimique des huiles essentielles appartiennent à deux familles chimiques bien distinctes à savoir, les terpénoïdes et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Bruneton, 1993).

##### **1-5-1- Les terpénoïdes :**

Les terpénoïdes retrouvés dans les huiles essentielles sont les terpènes les plus volatiles, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée mono et sesquiterpènes, teleque les monoterpènes et Les sesquiterpènes (Bruneton, 1993).

### **1-5-2- Les composés Aromatiques:**

Les composés de cette série sont beaucoup moins fréquents que les monoterpènes et les sesquiterpènes.

Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane(C3-C6) sont très souvent des allyls et prophenylphenols. Parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae telle que l'eugénole, l'apiol (Bruneton, 1993).

### **1-6-Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles :**

Les huiles essentielles sont des substances liquides à température ambiante, ayant une odeur souvent forte et très caractéristique. En général, elles sont incolores à jaune pâle à quelques exceptions telles que l'huile essentielle de camomille dont la couleur bleu clair. Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques mais peu soluble dans l'eau (Bernard et al 1988).

Leurs densité est inférieure à l'unité (eau), l'exception faite des huiles essentielles de cannelle, de girofle et de saffran. Elles sont extrêmement volatiles et perdent rapidement leurs propriétés lorsqu'elles sont exposées au soleil ou à la chaleur, elles doivent être présentées dans des flacons ombrés pour une meilleure protection (Bruneton. 1993).

### **1-7-Toxicité des huiles essentielles :**

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue, on connaît par contre beaucoup mieux le risque de toxicité aiguë lié à une ingestion massive, en particulier la neurotoxicité des huiles essentielles à thuyone (thuya, absinthe, sauge officinale, tanaïse) ou à pinocamphore (hysop), ces cétones induisent des crises épileptiformes, des troubles physiques et sensoriels nécessitant l'hospitalisation.

Les principes actifs sont des substances chimiques bien définies qui ont une action sur la physiologie animale. Ils jouent par ailleurs un rôle important dans la résistance des plantes aux insectes (Partes et al. 1998).

### **1-8- Procédés d'extraction des huiles-essentiels :**

L'obtention des huiles essentielles fait appel à deux méthodes générales :

- Soit l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation

- Soit l'expression à froid des écorces de fruits de citrus

La technique à employer devrait être choisie selon les caractéristiques d'huile essentielle. (Crespo et *al.*1991).

### **1-8-1- L'entraînement à la vapeur d'eau :**

La plante est placée sur une grille perforée au-dessus de la base de alambic, et n'est pas en contact avec l'eau (Belaiche, 1979). Les particules de vapeur d'eau, se dirigeant vers le haut, font éclater les cellules contenant l'essence et entraînent avec elles les molécules odorantes.

La vapeur passe ensuite à travers un récipient réfrigérant où la température diminue, provoquant le déclenchement des molécules huileuses des particules de vapeur, qui se condense en eau. L'huile et l'eau se séparent du fait de leur poids spécifique différent (BERNARD T., BRAVOR et GASSE T., 1988)

### **1-8-2- Hydrodistillation :**

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Bruneton, 1993).

### **1-9- L'analyse chromatographique**

Les propriétés parfumantes, aromatisantes, thérapeutiques et toxicologiques d'une huile essentielle sont étroitement liées à sa composition chimique.

La chromatographie est une technique d'analyse qui consiste à séparer les constituants d'un mélange par entraînement au moyen d'une phase mobile ou gaz vecteur, le long d'une phase stationnaire qui peut être solide ou liquide fixé.

Vu le nombre de composés et la diversité des constituants d'une huile essentielle, la chromatographie en phase gazeuse(CPG) sur colonne capillaire en programmation de température est la mieux adaptée pour la séparation et l'analyse de ces mélanges complexes et elle réalise à la fois une analyse qualitative et quantitative (Paris et Godon, 1979).

### **1-10- Fonction des huiles essentielles**

La fonction des terpénoïdes des huiles essentielles demeure le plus souvent obscure. Il est tout de même vraisemblable qu'ils ont un rôle dans le domaine des interactions végétales (comme agents allélopathiques, notamment inhibiteurs de germination) et aussi dans les interactions végétales-animales: protection contre les prédateurs (insectes, champignons) et attraction des pollinisateurs (Bruneton, 1993).

### **1-11- Intérêt et utilisation des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont utiles et efficaces dans de nombreux aspects de la vie quotidienne, elles ont des fonctions très variées depuis très longtemps, elles sont utilisées pour leurs vertus médicinales ainsi que pour leurs arômes. Aussi elles sont utilisées en Agroalimentaire, essentiellement dans la technologie de fabrication des boissons non alcoolisées (Valnet, J. 1984)

L'industrie de la parfumerie et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs d'huiles essentielles, même si le coût des importations de tonnages d'essences telles celles de la rose, jasmin, violette, verveine, citron, santal (Bruneton, 1993).

Les huiles essentielles ont une toxicité aiguë, une action répulsive, une inhibition de l'alimentation et un effet nocif sur le système de reproduction des insectes. Les métabolites issus des plantes sont récemment utilisés comme de nouveaux pesticides synthétiques comme la toxaphène (insecticide et herbicide) (Bruneton, 1993).

Les constituants volatils des monoterpènes qui sont alcool, linalool, aldéhydes Acide carboxylique, d- limonène, b-myrcène.  $\alpha$ - terpinéol, ces substances ont une action toxique sur la mouche domestique, la blatte, le charançon du riz (Prates et al, 1998).

## **2-l'extrait aqueux**

Les extraits végétaux ont surtout été employés pour le contrôle des phytophages ravageurs de cultures. Ainsi, les substances végétales les plus couramment utilisées au cours de ces dernières années sont les suivantes :

**-Le pyrèthre**, composé extrait à partir des fleurs de plantes appartenant à la famille des *Asteraceae* comme les chrysanthèmes et les pyrèthres (**ROYAL J., 2000**). Le pyrèthre continue de dominer le marché mondial des insecticides végétaux accaparant à lui seul près de 80% des ventes (**ISMAN MB., 2002**). Ses avantages ; un large spectre d'activité, un effet choc rapide et une disparition totale dans l'environnement (**CASIDA, J et al.,1995**). Les vastes plantations de *Chrysanthemum cinerariaefolium* aménagées en Tasmanie (Australie) devraient parvenir au stade de la récolte comme une nouvelle source d'approvisionnement et devrait contribuer à accroître la disponibilité de la matière première (**ISMAN MB., 2002**).

**-l'azadirachtine** extraite de la noix du margousier ou neem, originaire d'Inde, appartenant à la famille des limonoïdes et qui se révèle être un insecticide puissant, est utilisée sur les noctuelles, les cicadelles, les tordeuses et les doryphores (**ROYAL J., 2000**). Bien que l'azadirachtine ait des effets antiappétants chez les insectes, l'efficacité du neem sur terrain comme agent de protection des cultures réside davantage dans la capacité de l'azadirachtine d'inhiber la croissance des insectes cibles en les empêchant de muer (**ISMAN MB., 2002**). Les extraits du neem ont également des propriétés antifongiques (**SINGH E et al., 1980**). L'Inde demeure à ce jour la principale source de neem, fournissant à elle seule la quasi-totalité du neem utilisé à des fins antiparasitaires aux Etats-Unis (**ISMAN MB., 2002**).

Par ailleurs, les extraits de neem, d'*Eucalyptus tereticornis*, les crotalaires (*Crotalaria spp.*) ou la tagete (*Tagetes spp.*), constituent une matière efficace pour la lutte contre les nématodes à galles (**DJIAN-C et al.,2009**).

# **Chapitre 2 : Matérielle et méthode**

## 1-Introduction

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis de la plante (bactéries, champignons, nématodes, insectes..). Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une détérioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement (**BENAYAD N., 2008**). A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des pesticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive (**WMO, 1965**).

Un examen systématique des découvertes phytochimiques répertoriées, en utilisant la base de données NAPRALERT (Natural Products Alert Database), révèle que seulement 2 à 5% des espèces végétales ont été examinées en détail d'un point de vue phytochimique (**SOEJARTO, D et al., 1989**). Une étude réalisée par **BALICK et coll.** Selon **BALICK, M.J., 1995**, a montré que moins de 1% des plantes tropicales sont étudiées d'un point de vue phytochimique. Par conséquent, la voie reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et par la même de nouvelles molécules à effet bactéricide, nématicide, insecticide ou fongicide (**BENAYAD N., 2008**).

## 2- Objectifs

Les biopesticides d'origine végétale peuvent constituer une solution alternative au « tout chimique » de ces dernières décennies. Leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir (**REGNAULT-ROGER C., 2005**).

L'intérêt du développement de nouvelles formulations à base d'extraits végétaux est dû à leurs avantages écologiques et environnementaux indéniables (**PANDEY D.K et al., 1982**).

Dans Cette étude nous avons entrepris d'évaluer les effets insecticides, Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité insecticide, des huiles essentielles et l'extrait aqueux de l'espèce végétale (*Mentha piperita*), a été réalisé sur des individus (Adultes) de deux insecte ravageurs de céréales stockées économiquement important en Algérie (*Rhizopertha dominica*) et (*Tribolium castaneum*).

Dans cette partie, sont exposés des problèmes d'ordre méthodologique soulevés par notre approche expérimentale.

## 2-Condition expérimentales

### 2-1- Matériel biologique

#### 2-1-1- Espèce entomologique

Les individus de *Rhizopertha dominica* et *Tribolium castaneum* qui ont servi à notre expérimentation provient d'un élevage de masse sur blé tender, effectivement au niveau de laboratoire de Zoophytiatrie, Département des sciences agronomique, Université SAAD DAHLEB (BLIDA) à partir d'une souche issue de CCLS (Coopérative des céréales et des légumes secs). L'élevage de masse est conduit dans des boîtes perforées et mis dans des étuves réglées à une température 30<sup>0</sup> C et 70% d'humidité.



**Fig.16: étuve d'élevage des insectes (Originale).**

#### 2-1-2- Les espèces végétales

La plante utilisée dans notre expérimentation est la Menthe. Plusieurs critères sont à prendre en considération pour le choix du matériel biologique végétal :

- La disponibilité des plantes sur le territoire national.
- Son usage en pharmacopée traditionnelle locale.
- Sur ses propriétés insecticides relatées dans la littérature.

**Tableau 3 : plantes étudiés et lieu de prélèvement**

Noms communs	Noms scientifiques	lieu de prélèvement
Menthe poivrée	<i>Mentha piperita L.</i>	(Blida)

### **2-1-2-1- Classification *Mentha piperita* L. (khelfi 2007)**

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Labiacées

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha piperita* L.

### **2-1-2-2-Historique de la menthe poivrée**

Selon **Akdogan M et al., 2004**, La menthe poivrée (*Mentha x piperita*) est une plante herbacée de la famille des Labiacées. Elle serait issue d'un croisement entre *Mentha aquatica* et *Mentha spicata*. Elle est utilisée depuis fort longtemps en nature et pour son huile essentielle. Des archéologues en ont trouvé des feuilles de menthe poivrée dans des pyramides égyptiennes datant du premier millénaire av. J.-C. Le nom de la plante provient de Minthe, une nymphe de la mythologie grecque que Proserpine, jalouse, transforma en fleur « poivrée » (**Westfall RE. 2004**). Hippocrate et Aristote l'employaient comme anaphrodisiaque (calmant, anesthésiant). Les Grecs et les Hébreux utilisaient la plante pour se parfumer tandis que les Romains en mettaient dans leur vin et leurs sauces. Leurs femmes mâchaient une pâte renfermant de la menthe et du miel pour masquer l'odeur du vin qu'elles buvaient en cachette, car la loi punissait de mort celles qui usaient d'un breuvage réservé aux hommes et aux dieux (**HMPC, 2007**).

La menthe poivrée devint populaire en Europe occidentale au XVIII<sup>e</sup> siècle. De nos jours, l'huile essentielle est largement utilisée dans l'industrie alimentaire et on la retrouve comme ingrédient de nombreuses préparations pharmaceutiques : sirops et pastilles contre la toux et le rhume, lotions, onguents ou crèmes antiseptiques, anesthésiques locaux, etc. (**Blumenthal M (Ed) 2003**).

On cultive la menthe poivrée en Europe, en Asie, en Afrique du Nord et en Amérique du Nord. Les États-Unis sont les plus gros producteurs d'huile essentielle de menthe.

On plante, en général, la menthe poivrée en mars, avril. On peut la bouturer en mars, juillet et août. On la récolte en mai, juin, juillet, août, septembre et octobre. Elle doit, de préférence, être plantée dans un endroit ensoleillé. Elle nécessite un sol drainé, fertile et frais. Elle requiert un pH entre 6 et 7 (**Ford, A.C., et al. 2008**).

### **2-1-2-3-Description Botanique**

Certains produits, pour être utilisés dans l'industrie notamment l'industrie aromatique, doivent être optiquement purs. Les produits de synthèse sont souvent des racémiques, si non la technologie de leur préparation est compliquée et le coût est élevé. Par contre les produits naturels sont souvent optiquement purs ou au moins avec un excès énantiomérique important Ils sont recherchés entre autres pour cette qualité (**ALAOUI ISMAILI M**).

Les Menthes, du nom latin ***Mentha***, font partie de ce grand cortège de substances, ce sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes appartenant à la famille des labiacées (**JAHANDIEZ E.ET MARIE R., 1934**).

Les Menthes conservent depuis l'antiquité une infinie diversité d'emplois et occupent une large place dans la thérapeutique. Elles fortifient tout le système des nerfs, donnant la vigueur aux uns pour mouvoir, l'acuité aux autres pour sentir, mais non pour souffrir. Stimulant diffusible et aussi un sédatif diffusible, la Menthe rend d'éminents services contre la nervosité et les différentes manifestations nerveuses (**IL IDRISSE A., 1982**).

Sur le plan des principes chimiques, la plupart des espèces de Menthe doivent leur odeur et activité à leurs Huiles Essentielles ou Essences de Menthe (**IL IDRISSE A., 1982**).

Ces essences très odoriférantes ont un intérêt industriel important ; elles sont souvent extraites des plantes de la race cultivée avec de bons rendements.

Autant les Menthes sont faciles à reconnaître à leur odeur tout à fait caractéristique, autant elles sont difficiles à distinguer les unes des autres, en raison des formes intermédiaires, d'origine hybride, qui les relie.

Parmi toutes les labiées, les Menthes se reconnaissent, en plus de leur odeur spéciale, à leurs fleurs très petites, à leurs corolles presque régulières à quatre lobes presque égaux et leurs quatre étamines également presque égales.

Alors les principales caractéristiques de ces espèces sont :

- une tige quadrangulaire.
- des feuilles simples et opposées.
- l'odeur caractéristique qui se dégage par simple touché.

***Mentha piperita* L:** Menthe poivrée (*naâna abdi*)



**Fig .17: *Mentha piperita* L (Nisrin BENAYAD).**

C'est une plante vivace qui fait partie de la famille des labiées, et du groupe systématique dicotylédones.

Les exigences de la culture de cette plante sont :

- Température : la menthe craint les basses températures, elle entre en repos végétatif pendant l'hiver. Il est possible qu'elle ait besoin du froid, mais si le sol est gelé profondément et longtemps, il peut y avoir une destruction mécanique des racines **(GUENTHER E., 1984)**.
- Sol : elle peut être cultivée dans tous les sols sauf dans les terres trop argileuses, humides et froides en hiver.
- Altitude : la menthe poivrée peut être cultivée en climat de montagne, tempéré, humide jusqu'au 900-1000 m d'altitude et en climat de montagne méditerranéen, à condition d'arroser pendant la sécheresse d'été **(GUENTHER E., 1984)**.

## 2-1-2-5-Composition chimique de l'huile essentielle de la menthe

-Selon Unger M, Frank A. 2004 :

**Procédé d'obtention** : Distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau

**Organe distillé** : parties aériennes.

**Nom botanique** : Mentha x piperita Franco-Mitcham.

**Pays d'origine** : Algérie.

**Culture** : conventionnelle.

**Qualité** : 100% pure et naturelle

**Distillation** : juillet 2010 (lot LE242).

**A utiliser de préférence avant fin** : juillet 2014 (lot LE242).

### Propriétés Organoleptiques :

- Aspect : liquide très fluide
- Couleur : incolore à jaune pâle
- Odeur : herbacée, fraîche, mentholée, puissante

**Conditions de conservation** : au sec, à l'abri de la chaleur et de la lumière

### Principaux composants biochimiques :

- *Chromatographie phase gaz du lot LE242* :

- **Monoterpènes** : limonène (4.01%), bêta-pinène (0.85%), (Z)-bêta-ocimène (0.66%), alpha-pinène (0.55%), gamma-terpinène (0.47%), sabinène (0.40%), alpha-terpinène (0.27%), myrcène (0.26%), para-cymène (0.22%), (E)-bêta-ocimène (0.19%)
- **Monoterpénols** : menthol (**40.17%**), néomenthol (4.26%), cis-hydrate de sabinène (0.53%), linalol (0.25%)
- **Oxydes** : 1,8-cinéole (4.71%), menthofurane (0.80%), oxyde de caryophyllène (0.11%)
- **Monoterpénones** : menthone (**24.43%**), isomenthone (2.89%), pipéritone

(0.80%), pulégone (0.70%)

- **Esters terpéniques** : acétate de menthyle (4.29%), acétate de néomenthyle (0.27%)
- **Sesquiterpènes** : germacrène-D (1.47%), bêta-caryophyllène (1.42%), bêta-bourbonène (0.45%), (E)-bêta-farnésène (0.38%), bicyclogermacrène (0.37%), bêta-élémente (0.13%)
- **Sesquiterpénols** : viridiflorol (0.27%)

**Densité** : 0.910 (lot LE242)

**Point éclair (température à laquelle le produit devient inflammable)** : 67°C

Certains composés naturels contenus dans cette huile essentielle peuvent présenter un risque d'allergie chez certaines personnes sensibles lorsque l'huile essentielle est incorporée dans une composition cosmétique (selon le 7ème Amendement de la Directive Européenne relative aux produits cosmétiques (2003/15/CE): limonène, linalol.

En règle générale, faites toujours un test d'application de votre préparation, dans le pli du coude, au moins 48h avant de l'utiliser.

## **2-2- Matériel de laboratoire**

### **2-2-1- Matériel utilisé pour l'extraction des huiles essentielles**

Les parties végétales utilisées pour extraire les huiles essentielles du menthe et le sont les feuilles.

#### **2-2-1-1- Appareillage**

Nous avons utilisés la méthode d'hydrodistillation comme méthode d'extraction de l'HE des feuilles de la menthe a case de la présence des cellules sécrétrices exogène (localisées sur ou à proximité de la surface des feuilles) (Bousbia., 2004).

#### **2-2-1-2- Méthodologie**

Pour l'hydrodistillation, la matière végétale baigne dans l'eau bouillante à l'intérieur d'un ballon à deux cols relié à un réfrigérant. La vapeur ainsi produite entraîne les constituants volatils qui après condensation et refroidissement dans le réfrigérant sont recueillis dans un récipient de collecte (Fig. 7).



**Fig. 18 :** dispositif d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation

### 2-2-2-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles

Le matériel utilisé pour cette expérimentation est constitué :

- Des étuves.
- Des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre.
- Des papiers filtres de 9 cm de diamètre.
- Micropipette.
- Des moustiquaires.
- L'eau distillée.

### 2-2-3-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide d'Extrait aqueux :

#### 2-2-3-1-Méthode de préparation :

Pour préparer cet extrait on a réalisé les étapes suivantes :

- La récolte des plantes de thym sur terrain.
- séchage à l'étuve à 30°C pendant 24h.
- Broyage à l'aide de mortier
- La dilution dans l'eau distillée (20gde matière sèche/250ml d'eau distillée)

-Agitation dans un agitateur pendant 72h

-récupération de l'extrait dans une bouteille recouverte par un papier aluminium et conservée dans un endroit froid.

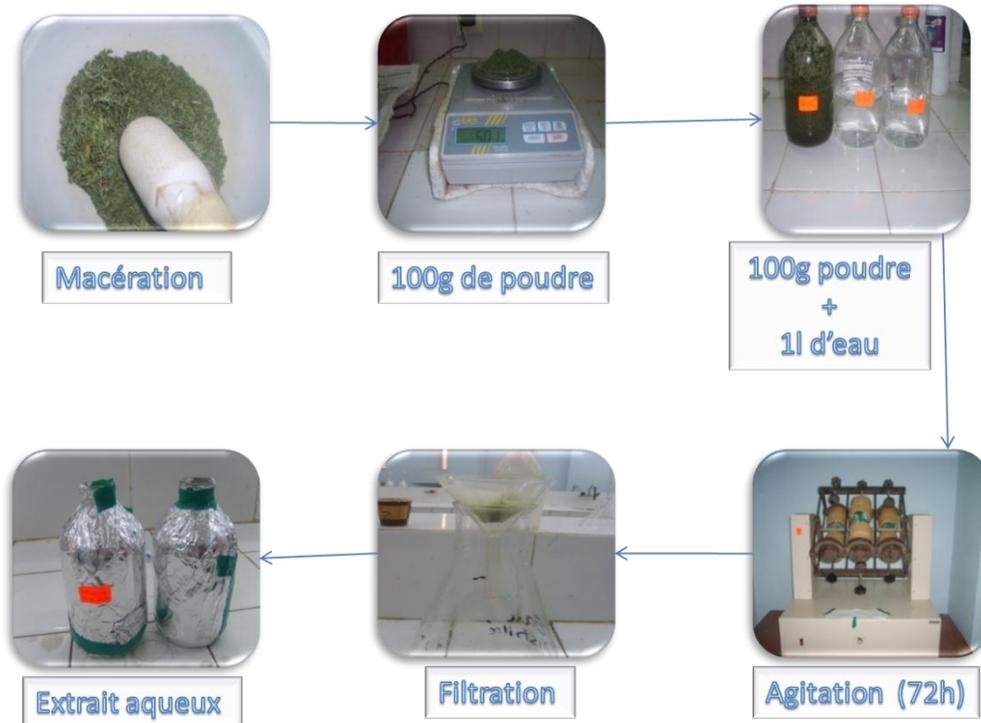


Fig. 19: Différents étapes pour la préparation de l'extrait aqueux.

### 3-Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles

#### 3-1-Préparation des huiles essentielles

A partir des huiles essentielles obtenues, nous préparons les doses à tester après dilution dans l'eau selon **une progression géométrique de raison de 2**.

Nous avons utilisé l'eau comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution d'huiles essentielles.

#### 3-1-1-Test d'efficacité par contact

La méthode de l'imprégnation de papiers filtres a été utilisée pour évaluer la toxicité des huiles par contact.

-Des papiers filtres de 9 cm de diamètre sont imprégnés chacun de 1ml **d'une solution** d'huile essentielle d'une concentration donnée. (témoin imprégné avec tween)

- Les papiers filtres sont placés dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre et de 1,5cm de hauteur. Dans chaque boîte sont déposés 30 individus de l'insecte étudié. **Les boîtes de Pétri** sont recouvertes avec de la moustiquaire pour éviter la fuite des insectes.

-Après 24 heures d'exposition aux huiles essentielles, les insectes sont transférés dans des boîtes contenant 10 g de blé non traité et placés dans une étuve.

- Pour chaque huile essentielle nous avons utilisé quatre doses en progression géométrique de raison 2. Trois répétitions sont réalisées pour chaque concentration de même que pour le témoin.

-La mortalité des insectes est évaluée 6 jours après traitement afin de déterminer la DL50 et DL90 selon la méthode de Finney (1971).

### **3-1-2- Test d'efficacité par inhalation.**

-des morceaux de cotons sont imprégnés par 1ml **d'une solution d'huile essentielle** avec concentration donnée. (Témoin imprégné avec l'eau distillé).

Les cotons sont placés dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur à condition qu'il n'y a aucun contact avec les insectes. chaque boîte contient 20 individus de l'insecte étudié est fermé hermétiquement.

-Après 24 heures d'exposition aux huiles essentielles, les insectes sont transférés dans des boîtes contenant 10 g de blé non traité et placés dans une étuve.

-La mortalité des insectes est observée 8 jours après traitement afin de déterminer la DL50 selon la méthode de Finney (1971) (fig. 20).

### **4- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux**

Le même principe utilisée pour les huiles essentielles sauf que pour l'extrait on a utilisé 3 doses (d1=25g de poudre /1L, d2=50g de poudre /1L, d3=100g de poudre/1L)

et pour le mode du test par on a utilisé un seul mode (contact) et le produit a été pulvérisé direct sur le Corps de l'insecte (fig. 20).



**Fig. 20 : Protocole expérimentale utilisé pour l'étude d'effet insecticide des deux produits(Original).**

## **5- Exploitation des résultats**

### **5-1- Rendement en huile essentielle des plantes**

Le rendement est défini comme étant le rapport de la masse d'huile essentielle obtenue sur la masse de matière végétale.

$$R (\%) = (mHE/mMV) \times 100$$

mHE: masse d'huile essentielle (g)

mMV: masse de matière végétale

(g)

R(%) : rendement en huile essentielle (%)

### **5-2- Correction de la mortalité**

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le

nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de **Schneider- Orelli** qui est la suivante :

$$MC = \frac{M - M_t}{100 - M_t} \times 100$$

MC (%) : Pourcentage de mortalité corrigée

M (%) : Pourcentage de morts dans la population traitée

M t (%) : Pourcentage de morts dans la population témoin

### 5-3- Calcul des doses létales 50 et 90

L'efficacité d'un toxique se mesure par la DL50 qui représente la quantité de substance toxique qui entraînant la mort de 50% d'individus d'un même lot. Elle est déduite a partir de tracer la droite de régression .pour cela les pourcentages de mortalité corrigée sont transformés en probits selon le tableau 4 suivant :

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.18	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.2	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.5
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

Ces probits sont représentés graphiquement en fonction de logarithme népérien afin d'évaluer la dose létale 50(DL50) et la dose létale 90 (DL90) pour l'essai contacte la

concentration létale 50 (CL50) et la concentration létale 90 (CL90) pour chaque huiles essentielle .Ces deux dose sont détermines a partir de l'équation d'une droite obtenue théoriquement

On déterminera la dose qui correspond à un probits de 5 (50% de mortalité) d'où la DL50 et la dose qui correspond à un probits de 6.28 (90% de mortalité) d'où la DL90

#### **5-4- Traitement statistique des résultats**

Pour l'analyse statistique des résultats, nous avons procédé à l'analyse de la variance à 2 critères

Facteur 1 : dose avec 4 niveaux

Facteur 2 : Temps avec 8 niveaux

Facteur 3 : mode avec 2 niveaux

Facteur 4: insecte avec 2 niveaux

Facteur 5 : nature de produit avec 2 niveaux.

# **Chapitre 3- : Résultats et Discussion**

# **Chapitre 3-**

## **Partie 1: Les résultats**

## 1-Introduction:

Dans le but d'atteindre les objectifs cités en méthodologie, Notre étude expérimentale consiste à :

L'analyse quantitative de l'HE et l'extrait aqueux a été faite par la méthode suivante :

- Evaluation des rendements des plantes en huiles essentielles.
- Evaluation des rendements des plantes en extrait aqueux.
- Evaluation du pouvoir insecticides de l'huile essentielle sur les deux insectes ravageurs par deux modes d'application.
- Evaluation du pouvoir insecticides de l'extrait aqueux sur les deux insectes ravageurs par contacte.
- Comparaison entre le pouvoir insecticides de l'huile essentielle et le pouvoir insecticides de l'extrait aqueux sur les deux insectes ravageurs.
- Comparaison de l'efficacité des différents modes d'applications sur les deux insectes ravageurs.
- Comparaison de sensibilité des deux insectes ravageurs à différentes doses, la nature de produits (l'huile essentielle ; l'extrait aqueux) et le mode d'application.

## 2-Evaluation des rendements de plante ET Examen organoleptique de l'huile essentielle de menthe :

La matière première utilisée lors de notre expérimentation est la menthe verte commercialisées pour la confection du thé. Ces dernières ont été récoltées dans la région de (Blida) La récolte a été réalisée respectivement pour les échantillons au mois de mai de l'année 2011.

### 2-1-Rendement obtenu :

L'extraction des huiles essentielles a été utilisée par hydrodistillation, le rendement obtenu affichée sur le tableau 5 est comme suit :

Espèce	Rendement (%)
<i>Mentha piperita</i>	1,72

### 2-2-Examen organoleptique de l'huile essentielle de la menthe verte.

Les caractères organoleptiques d'huile essentielle de la menthe verte obtenues par hydrodistillation sont représentés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Propriétés organoleptiques des huiles essentielles de *Mentha piperita* L.

Origine	Caractères organoleptiques		
	Aspect	Couleur	Odeur et saveur
Menthe de Blida	Liquide mobile limpide	Presque incolore à jaune claire	Donnant une forte odeur, rappelant l'odeur de la feuille

**4-Evaluation du pouvoir insecticide de l'huile essentielle, et l'extrait aqueux de *M. piperita* par deux modes d'application sur *Rhizopertha dominica* et *Tribolium castaneum*:**

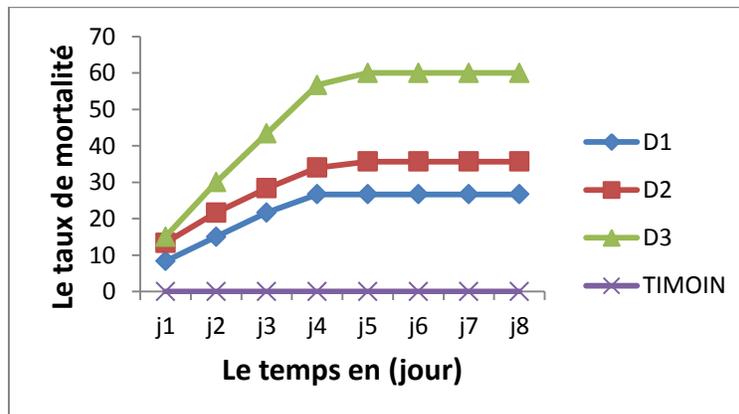
L'activité insecticide de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de la menthe (*M. piperita*) a été évaluée *in vitro* avec le mode traitement par contact et par inhalation sur le taux de mortalités des adultes des deux ravageurs des denrées stockée du blé (*Rhizopertha dominica* et *Tribolium castaneum*).

**4-1-L'effet d'huile essentielle de *Mentha piperita* sur le taux de mortalités cumulée de capucin (*R. dominica*) :**

**4-1-1-Test d'efficacité par contact :**

D'après la (Fig. 21), on constate qu'en fonction de la durée de traitements (24heure ,48 heure ,72 heure ,96 heure jusqu'à le huitième jour) une nette augmentation de taux de la mortalité a été notée sous l'effet de différentes doses, l'effet insecticide de l'huile essentielle est apparu au premier jour de traitement avec toutes les doses, dont le pic de taux de mortalité de 26,66% est obtenu au bout de 4<sup>ème</sup> jour avec la dose d1, au 5<sup>ème</sup> jour le taux est de 35,66% avec d2, au 5<sup>ème</sup> jour le taux est de 60% avec d3.

Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité nous avons confronté nous donnés à une logicielle de Excel.

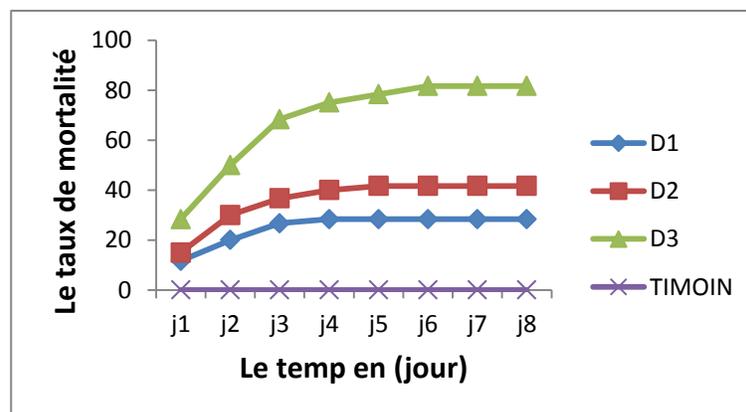


**Fig. 21 : pourcentage de mortalité de capucin traité au huile essentielle de *Mentha piperita* par contact.**

#### 4-1-2-Test d'efficacité par inhalation :

D'après la (Fig. 22), Chez les individus du capucin, on constate qu'en fonction de la durée de traitements (24heure ,48 heure ,72 heure ,96 heure jusqu'à le huitième jour) une nette augmentation de taux de la mortalité a été notée sous l'effet de différentes doses, l'effet insecticide de l'huile essentielle est apparu au premier jour de traitement avec toutes les doses, avec un taux de mortalité de 11,66% est obtenu avec la dose d1, 15% avec la dose d2, 28,33% avec la dose d3. Au 3<sup>eme</sup> jour un taux de 26,66% est obtenu avec la dose d1, 36,66% avec la dose d2, 68,33 %avec la dose d3. Le taux de mortalité est nul chez les témoins, le taux de mortalité de 28,33% est obtenu au bout de 4<sup>eme</sup> jour avec la dose d1, au 5<sup>eme</sup> jour le taux de 41,66% avec d2, au 6<sup>eme</sup> jour est de 81,66 % avec d3.

Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité nous avons confronté nous donnés à une logicielle de Excel.



**Fig. 22 : pourcentage de mortalité de capucin traité par huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation**

#### 4-1-3-L'effet de l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée de *capucin* (*R. dominica*) :

##### a -Test d'efficacité par contact :

Chez les individus de capucin traités par l'extrait aqueux de menthe par contacte aucun mortalités ont été enregistré avec la dose d1, d2 pendant les 8 jours de suivi .une mortalités de 3,33% ont été remarqué au 1<sup>er</sup> jour et reste constante pendant les 8 jours de suivi avec la dose d3.le taux de mortalités est nul chez les séries témoins (Fig. 23). Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité nous avons confronté nous donnés à une logicielle de Excel.

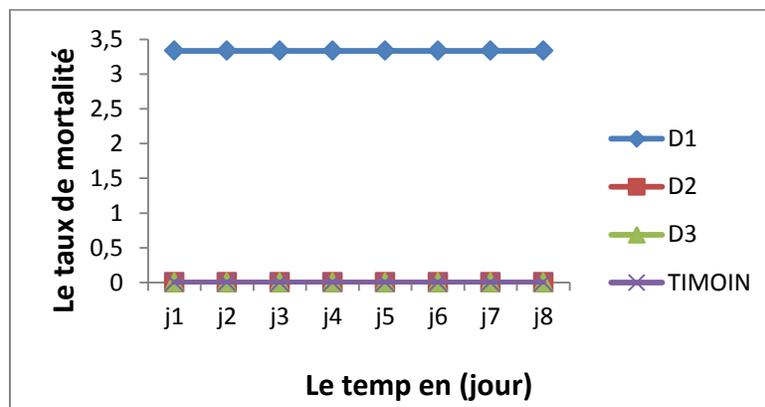


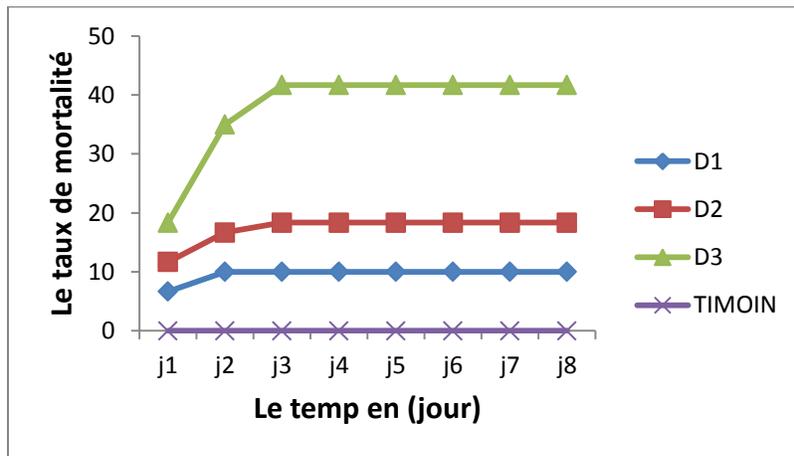
Fig. 23 : pourcentage de mortalité de capucin traité par l'extrait aqueux de *Mentha piperita* par contact.

#### 4-2-L'effet d'huile essentielle de *Mentha piperita* sur le taux de mortalités cumulée de (*Tribolium castaneum*) :

##### 4-2-1-Test d'efficacité par contact :

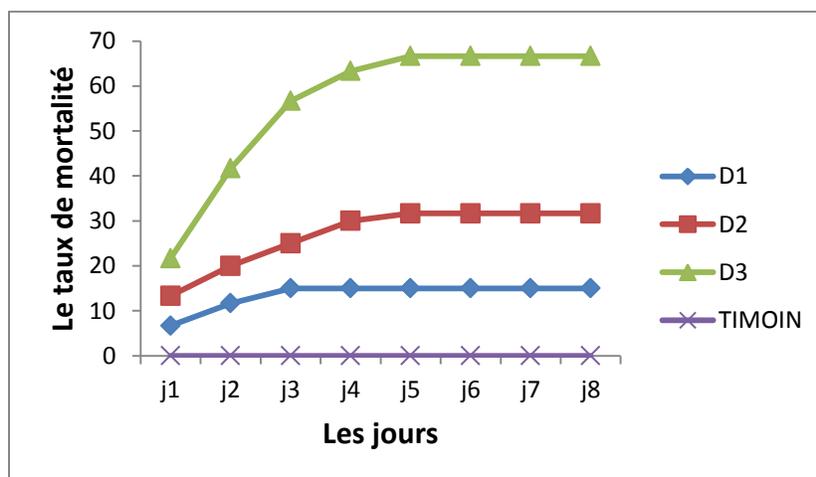
D'après la (Fig. 24), Chez les individus du *Tribolium*, on constate qu'en fonction de la durée de traitements (24heure ,48 heure ,72 heure ,96 heure jusqu'à le huitième jour) une nette augmentation de taux de la mortalité a été notée sous l'effet de différentes doses, l'effet insecticide de l'huile essentielle est apparu au premier jour de traitement avec toutes les doses, avec un taux de mortalité de 6,66% est obtenu avec la dose d1, 11,66% avec la dose d2, 18,33% avec la dose d3. Le taux de mortalité est nul chez les témoins, dont le pic de taux de mortalité de 10%est obtenu au bout de 2<sup>eme</sup> jour avec la dose d1, au 3<sup>eme</sup> jour le taux est de 18,33% avec d2, est de 41,66% avec

d3. Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité nous avons confronté nos données à une logicielle de Excel.



**Fig. 24 : pourcentage de mortalité de (*Tribolium castaneum*) traité par huile essentielle de *Mentha piperita* par contact**  
**4-2-2-Test d'efficacité par inhalation :**

D'après la (Fig. 25), Chez les individus du *Tribolium*, on constate qu'en fonction de la durée de traitements (24heure ,48 heure ,72 heure ,96 heure jusqu'à le huitième jour) un effet insecticide de l'huile essentielle est apparu au premier jour de traitement avec toutes les doses, avec un taux de mortalité de 6,66% est obtenu avec la dose d1, 13,33% avec la dose d2, 21,66% avec la dose d3. Le taux de mortalité est nul chez les témoins, le taux de mortalité de 15% est obtenu au bout de 3<sup>eme</sup> jour avec la dose d1, au 5<sup>eme</sup> jour le taux est de 31,66% avec d2 et de 66,66% avec d3.



**Fig. 25 : pourcentage de mortalité de (*Tribolium castaneum*) traité par huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation**

#### 4-2-3- L'effets de l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée de (*Tribolium castaneum*) :

##### -Test d'efficacité par contact :

D'après la (Fig. 26), Chez les individus de capucin traités à l'extrait aqueux de menthe par contacte aucun mortalités a été enregistré avec la dose d1, d2 pendant les 8 jours de suivi .des mortalités de 1,66% ont été remarqué au 1<sup>er</sup> jour et reste constante pendant les 8 jours de suivi avec la dose d3.le taux de mortalités est nul chez les séries témoins.

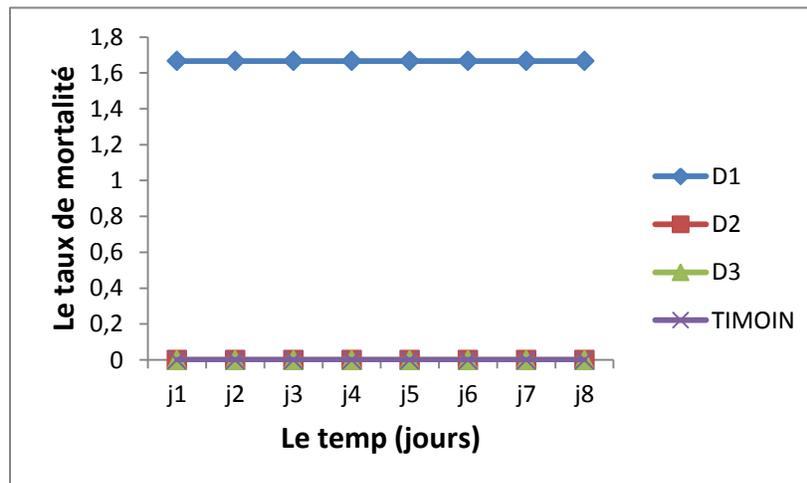


Fig. 26 : pourcentage de mortalité de (*Tribolium castaneum*) traité par l'extrait aqueux de *Mentha piperita* par contact.

#### 4-3-L'effet d'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité journalière de capucin et de tribolum (l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux) :

Les graphes montrent clairement que le pourcentage de mortalité journalière la plus élevé est enregistré en premier jour de traitement, puis jour par jour diminue pour attendre un de taux 0% de mortalité, ce qui explique la diminution de l'efficacité de l'huile essentielle avec le temps, avec la remarque que l'effet de HE par contacte sur les deux ravageur durée lentement comparée à l'inhalation (Fig. 27, 28, 30 et 31) par a pour a l'extrait aqueux on a remarqué qu'il a un effet choque précoce sur les deux ravageurs (capucin et Tribolium) (Fig. 29 et 32).

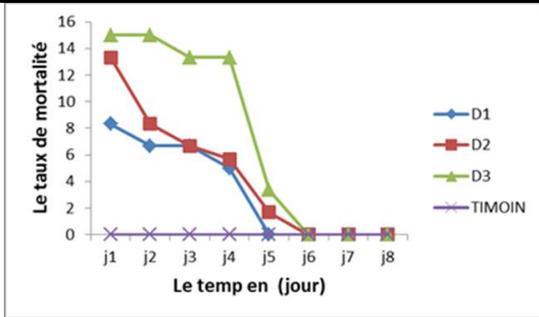


Fig. 26 : pourcentage de mortalité de capucin traité au huile essentielle de *Mentha piperita* par contact

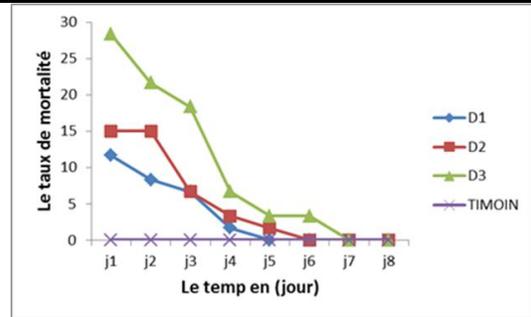


Fig. 27 : pourcentage de mortalité de capucin traité par huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation

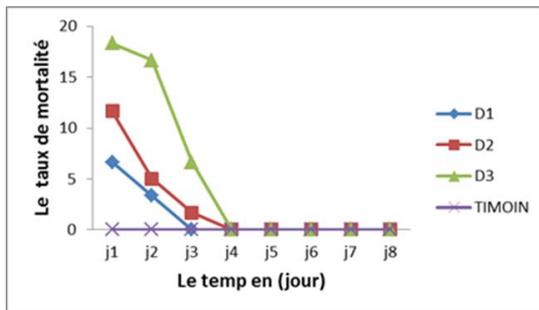


Fig. 29 : pourcentage de mortalité journalière de (*Tribolium castaneum*) traité par huile essentielle de *Mentha piperita* par contact

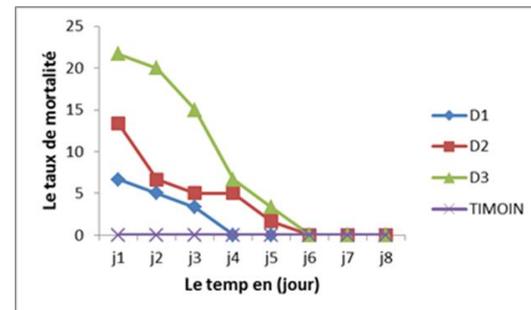


Fig. 30 : pourcentage de mortalité journalière de (*Tribolium castaneum*) traité par huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation

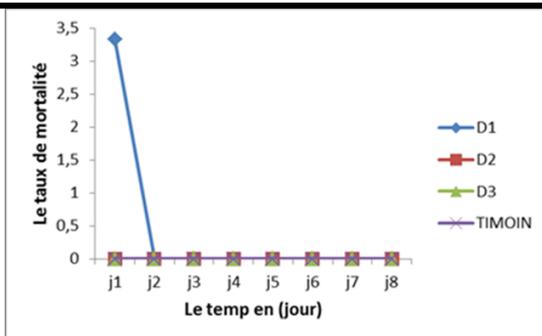


Fig. 28 : pourcentage de mortalité journalière de capucin traité par l'extrait aqueux de *Mentha piperita* par contact

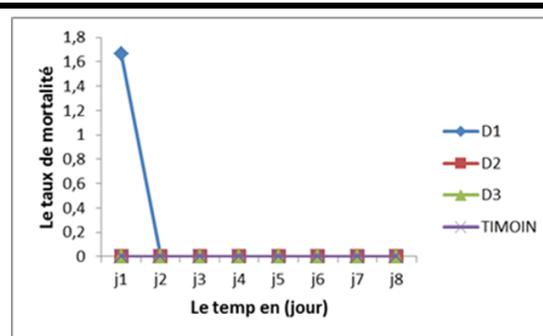
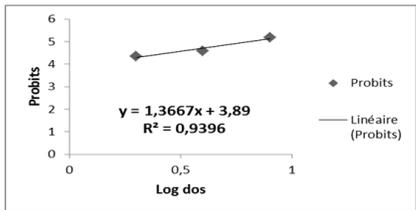
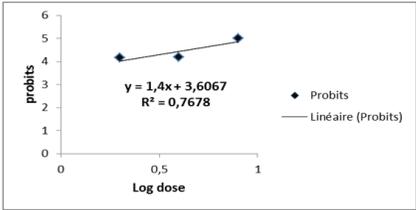
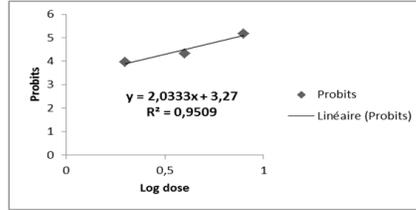


Fig. 31 : pourcentage de mortalité journalière de (*Tribolium castaneum*) traité par l'extrait aqueux de *Mentha piperita* par contact

## 5-Le calcul de la CL 50 et la CL90

Comme l'efficacité des produits (huile essentielle, extrait aqueux) diffère entre les deux ravageurs (*Tribolium*, capucin) et entre le mode d'action (contact, inhalation), on a décidé de tracer les droites de régression au 4<sup>ème</sup> jour (Fig. 33) pour le capucin traité au HE par contact, au 2<sup>ème</sup> jour (Fig. 34) pour le capucin traité au HE par inhalation et au 3<sup>ème</sup> jour (Fig. 35) pour le *Tribolium* traité au HE par inhalation pour connaître :

- L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par contacte sur le capucin au 4<sup>ème</sup> jour DL 50 et DL 90.
  - L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation sur le capucin au 2<sup>ème</sup> jour CL 50 et CL90.
  - L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation sur le Tribolium au 3<sup>ème</sup> jour CL 50 et CL90.
- Les résultats obtenus sont réunis dans les tableaux (8, 9 et 10).

 <p><b>Fig. 32 :</b> L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte sur le capucin au 4<sup>ème</sup> jour après traitement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tableau 8 :</b> L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte sur le capucin au 4<sup>ème</sup> jour après traitement.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="716 516 1425 642"> <thead> <tr> <th>dose</th> <th>Log dose</th> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> <th>MOY</th> <th>%mor</th> <th>%M.C</th> <th>probits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>0,3</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>5,33</td> <td>26,66</td> <td>26,66</td> <td>4,36</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>0,6</td> <td>8,4</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>6,8</td> <td>34</td> <td>34</td> <td>4,59</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>0,9</td> <td>13</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>11,33</td> <td>56,66</td> <td>56,66</td> <td>5,18</td> </tr> </tbody> </table> <p>La DL50 au 4<sup>ème</sup> jour est égale à : 0,1 µl/cm2 Le pourcentage de 90% n'est pas atteint au 8<sup>ème</sup> jour après traitement.</p>	dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits	D0	0	0	0	0	0	0	0	-	D1	0,3	6	6	4	5,33	26,66	26,66	4,36	D2	0,6	8,4	6	6	6,8	34	34	4,59	D3	0,9	13	11	10	11,33	56,66	56,66	5,18
dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits																																						
D0	0	0	0	0	0	0	0	-																																						
D1	0,3	6	6	4	5,33	26,66	26,66	4,36																																						
D2	0,6	8,4	6	6	6,8	34	34	4,59																																						
D3	0,9	13	11	10	11,33	56,66	56,66	5,18																																						
 <p><b>Fig. 33 :</b> L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le capucin au 2<sup>ème</sup> jour après traitement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tableau 9 :</b> L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le capucin au 2<sup>ème</sup> jour après traitement.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="711 831 1419 957"> <thead> <tr> <th>dose</th> <th>Log dose</th> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> <th>MOY</th> <th>%mor</th> <th>%M.C</th> <th>probits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>0,3</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>4,16</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>0,6</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>4,18</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>0,9</td> <td>13</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>10</td> <td>50</td> <td>50</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>La CL50 au 2<sup>ème</sup> jour est égale à : 0,15 µl/cm3, Le pourcentage de 90% n'est pas atteint au 8<sup>ème</sup> jour après traitement.</p>	dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits	D0	0	0	0	0	0	0	0	-	D1	0,3	2	6	4	4	20	20	4,16	D2	0,6	7	6	5	6	30	30	4,18	D3	0,9	13	10	7	10	50	50	5
dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits																																						
D0	0	0	0	0	0	0	0	-																																						
D1	0,3	2	6	4	4	20	20	4,16																																						
D2	0,6	7	6	5	6	30	30	4,18																																						
D3	0,9	13	10	7	10	50	50	5																																						
 <p><b>Fig. 34 :</b> L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le Tribolium au 3<sup>ème</sup> jour après traitement.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tableau 10 :</b> L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur le Tribolium au 3<sup>ème</sup> jour après traitement</li> </ul> <table border="1" data-bbox="716 1129 1425 1255"> <thead> <tr> <th>dose</th> <th>Log dose</th> <th>R1</th> <th>R2</th> <th>R3</th> <th>MOY</th> <th>%mor</th> <th>%M.C</th> <th>probits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>0,3</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>3,96</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>0,6</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>4,33</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>0,9</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>11</td> <td>11,33</td> <td>56,66</td> <td>56,66</td> <td>5,18</td> </tr> </tbody> </table> <p>La DL50 au 3<sup>ème</sup> jour est égale à : 0,11 µl/cm2, Le pourcentage de 90% n'est pas atteint au 8<sup>ème</sup> jour après traitement.</p>	dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits	D0	0	0	0	0	0	0	0	-	D1	0,3	4	3	2	3	15	15	3,96	D2	0,6	5	5	5	5	25	25	4,33	D3	0,9	11	12	11	11,33	56,66	56,66	5,18
dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits																																						
D0	0	0	0	0	0	0	0	-																																						
D1	0,3	4	3	2	3	15	15	3,96																																						
D2	0,6	5	5	5	5	25	25	4,33																																						
D3	0,9	11	12	11	11,33	56,66	56,66	5,18																																						

#### 5-4-L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par contacte sur le Tribolium au 4<sup>ème</sup> jour :

Le pourcentage de 50% n'est pas atteint au 8<sup>ème</sup> jour après traitement.

Le pourcentage de 90% n'est pas atteint au 8<sup>ème</sup> jour après traitement.

### 6-Les analyses de la variance

#### 6-1-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (sensibilité des insectes) :

Pour mieux interpréter ces résultats, on a procéder à une analyse de la variance à cinq critères de classification.

Facteur1: Temps avec 8 niveaux (j1, j2, j3.....j8).

Facteur2 : Nature de produits avec 2 niveaux (EA, HE).

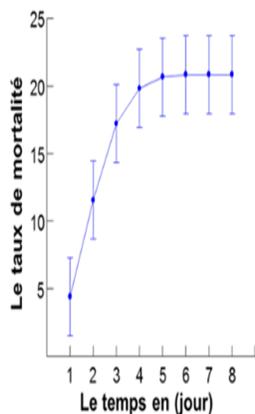
Facteur3 : Dose avec 4 niveaux d0 (témoin), d1, d2, et d3.

Facteur4 : Mode d'application avec 6 niveaux (ECC, ETC, HCCO, HCIN, HTCON, HTIN).

Facteur5 : Espèce (insecte) avec 2 niveaux (Capucin, Tribolium).

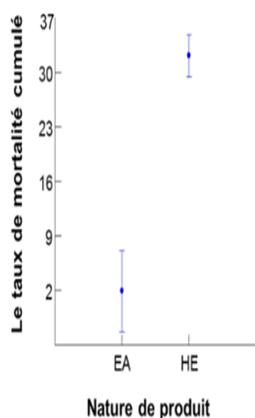
Les résultats de cette analyse sont mentionnés sur le tableau ci dessous

**6-1-1-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium*, *capucin*) en fonction de temps : (Fig. 36, 37, 38, 39 et 40).**



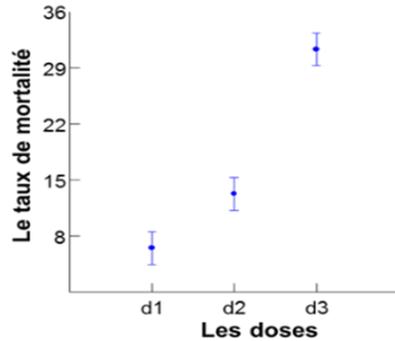
**Fig. 36 :** L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, castaneum*) en fonction de temps

Le taux de mortalité du deux ravageurs dans le temps, on le plus grand taux d'efficacité au bout de 5 eme jour, est L'efficacité des produits et le temps est hautement significative  $P(\text{Tempe})=0.000$  ;  $P \leq 0.05$ , plus le temps est important plus l'efficacité est important.



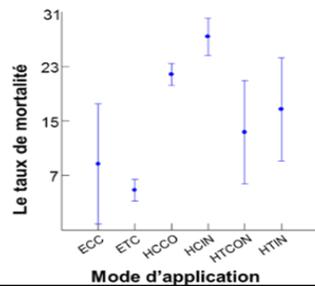
**Fig. 37 :** L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, castaneum*) en fonction de Produits.

Le taux de mortalité cumulé du deux ravageurs (*Tribolium, castaneum*). augment avec les différents produits sur, D'après les résultats de l'analyse de la variance on constate que la différence entre les différents produits est hautement significative  $P(\text{Produits})=0.000$  ;  $P \leq 0.05$ , donc l'huile essentielle est plus efficace que l'extrait aqueux de la menthe.



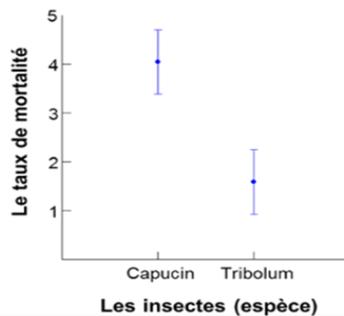
**Fig. 38 :** L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction des doses.

Le taux de mortalité du deux ravageurs à différent dose est hautement significative ( $P$  (dose)=0.000,  $P \leq 0.05$ ) plus la dose est important plus l'efficacité est important plus le taux de mortalité est important.



**Fig. 39 :** L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction de mode d'application.

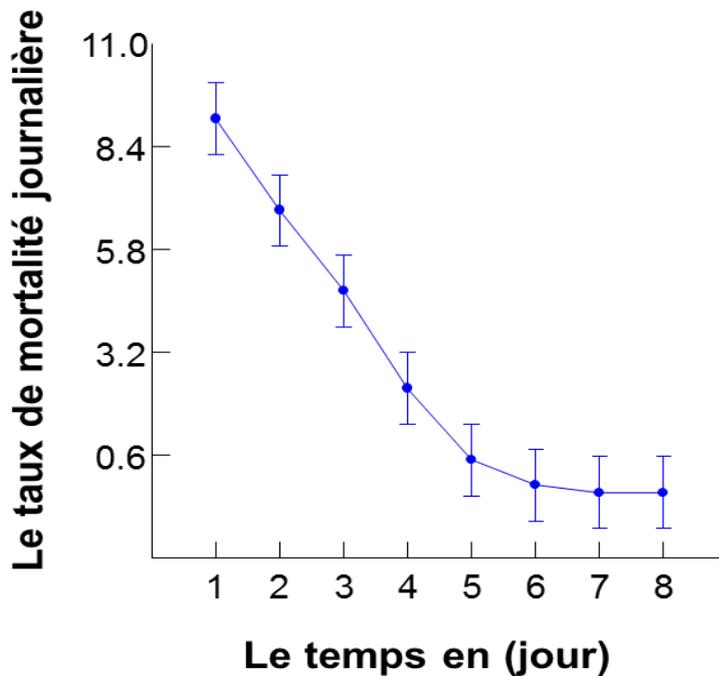
Le taux de mortalité du deux ravageurs à différent mode d'application est hautement significative ( $P$  (dose)=0.000 ;  $P \leq 0.05$ ), d'après les résultats on a remarqué que le mode d'application par inhalation sur capucin plus efficace que le mode d'application par inhalation sur tribolum et plus efficace que le mode d'application par contacte sur capucin et tribolum.



**Fig. 40 :** L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction des espèces.

Le taux de mortalité du deux ravageurs avec les différents espèces est significative ( $P$  (dose)=0.024 ;  $P \leq 0.05$ ), donc on a constaté que le capucin et plus sensible que le tribolum.

6-2-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité journalière de (*Tribolium, capucin*) en fonction de temps (efficacité des produits).



P(Tempe)=0.000

**Fig. 41 : L'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité journalière de (*Tribolium, capucin*) en fonction de temps.**

D'après la (Fig. 41), Le taux de

mortalité agit différemment, en fonction de temp sur le taux de mortalité journalière de (*Tribolium, capucin*). D'après les résultats de l'analyse de la variance on constate que la différence entre les différentes doses est hautement significative  $P(\text{Tempe})=0.000$  ;  $P<0.05$ , plus le temps est important plus l'efficacité de l'HE est faible ou diminué.

**Chapitre3-**  
**Partie 2 : La discussion**  
**des résultats**

## Discussions

Toutes ces dernières années, les biopesticides ont été l'objet d'une recherche considérable et de développement des produits. L'intérêt pour les biopesticides a augmenté en réponse au problème de l'impact des pesticides chimiques à large spectre sur l'environnement, la santé et l'apparition d'une résistance aux pesticides chimiques.

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées, en effet, en plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), elles synthétisent et accumulent perpétuellement des métabolites secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source immense de molécules exploitables par l'homme dans des domaines aussi distincts que la pharmacologie, l'agroalimentaire ou encore en agriculture dans le cadre de la phytoprotection( AUGER J , THIBOUT E, 2002)

D'après Cseke et Kaufman (1999), les huiles essentielles végétales sont des métabolites secondaires sécrétés par les plantes comme moyens de défense contre les ravageurs phytophages. En laboratoire, des huiles végétales ont été testées par de nombreux auteurs comme Teugwa *et al.* (2002), Gakuru et Foua-Bi (1996), Morallo et Tantengco (1986) contre les ravageurs des denrées en stockage.

Selon Sanon *et al.* (2002), les huiles essentielles agissent souvent comme neurotoxines chez les arthropodes.

Actuellement, les huiles essentielles et les extraits aqueux des plantes commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ces produits font l'objet des études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématocides et fongicides (YAKHLEF G., 2010).

Dans le présent travail, l'activité insecticides de l'espèce végétale étudiée *T. capitatus* sur des individus (Adultes) de deux insecte ravageurs de céréales stockées économiquement important en Algérie (*Rhizopertha dominica*) et (*Tribolium castaneum*).constitue une étude préliminaire sur la recherche de nouvelles molécules bioactives à intérêt pesticide. Les résultats des tests du pouvoir insecticides sont intéressants du fait qu'ils constituent une première initiative de recherche sur des plantes spontanées d'intérêt agronomique.

Ces résultats ont montré une efficacité élevée entre les différents insectes en relation avec l'origine des produits (huile essentielle ou l'extrait aqueux) et sa concentration, mode utilisée et espèces étudiées. Ils peuvent même expliquer et confirmer que les plantes étudiées possèdent des propriétés biocides appréciées. Toutefois, il est à signaler une différence d'action entre les produits considérés qui pourrait être expliquée par une diversité de leur composition chimique.

D'après l'expérience de la technique d'activité par contact utilisée dans cette étude, les résultats ont montré des effets insecticides très importants variant en fonction de type des produits, des volumes utilisés, de temps et des insectes.

Une diminution graduelle de survie des insectes a été observée en fonction de l'augmentation des doses pour les deux produits.

Pour l'huile, la dose d1 et d2 ont montré un faible pouvoir de toxicité par rapport à la dose d3. Les concentrations nécessaires pour avoir 50% de mortalité des insectes par cette méthode sont variables d'un insecte à un autre, Il ressort que l'huile essentielle a montré une efficacité plus importante sur *Rhyzopertha dominica* (CL50= 0,1µl/cm<sup>2</sup>) au 4<sup>ème</sup> jour, pour le *tribolium castaneum* (Le 50% de mortalité n'a pas atteint jusqu'à 8ème jour), L'absence de mortalité au niveau du témoin montre que notre test reste fiable pour l'étude de l'effet insecticide de l'huile essentielle testée.

Cette variabilité de toxicité est due à leur fort contenu phénoliques (monoterpénones, Monoterpénols) en particulier en menthol, comme composés majoritaire dans la composition de l'huile essentielle .L'activité toxique par effet contact de plusieurs huiles essentielles sur *Rhyzopertha dominica* et *tribolium castaneum* et d'autres insectes des denrées stockées ont été mis en évidence par de nombreux auteurs, **Tripathi et al.** (2003) et par **Papachirstos et Stamopoulos** (2002) sur *mentha microphila* et *mentha viridis*, vis à vis d'*Acanthocelides obtectus*.

Selon Kim et al, (2003) ont montré que l'activité insecticide des dérivées des graminées d'acarus par contact contre les adultes de *Sitophilus oryzae*(L), les constituants de ces graminées responsable de cette toxicité sont les phénylopranes, sur la même espèce en (2005) a montré l'effet du faux poivrier avec une DL50 (2.24 mg/cm<sup>2</sup>).

Plusieurs travaux ont été menés pour comprendre les mécanismes d'action de l'extrait des plantes, dont plusieurs attribuent cette fonction aux composants phénoliques (VIALA A., 1998). Certains travaux sommaires à travers le monde ont

consisté à tester *in vitro* les extraits aqueux, alcooliques et lipidiques des différents tissus d'espèces insecticides sur les ravageurs des denrées stockées, principalement les *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium confusum* (ISMAN MB., 2002).

Les résultats du pouvoir insecticide de menthe est montré une activité très faible de l'extrait en particulier ceux de la partie aérienne avec un effet choc précoce remarquable se traduisant par un pourcentage de mortalité de 1.6% chez les adultes de *Tribolium confusum* et 3.33% chez les adultes de *Rhyzopertha dominica* après 6h de traitement.

malgré sa faible toxicité avec la dose d3, ce composé a aussi montré son efficacité insecticide, cela suppose que l'extrait obtenu renferme des molécules bioactives qui exprimé un effet choc précoce.

Notre résultats similaire à celui des études menées par EHWAEE A et al., 1999, *in vivo*, des plants des (*Urticaceae*)inoculés par des larves et des masses d'œuf des espèces de *Meloidogyne*, n'ont montré aucune formation de galles sur les racines de l'ortie. MENNAN et al. MENNAN, S, et al., 2000 ont montré l'efficacité *in vitro* des extraits des plants des (*labiacées* et *Urticaceae*), sur l'éclosion des œufs, la pénétration et le développement de *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium confusum*.

Dans ce cas les résultats ont montré que l'huile essentielle a été plus active que l'extrait aqueux. AMADA(2010) a bien mit en évidence l'activité des deux huiles essentielles (origan et romarin) et un produit chimique (proclaim) et un extrait aqueux (ortie) sur la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) par le mode de contact, montrent que l'insecticide est plus toxique par effet contact suivi par l'huile essentielle du romarin et l'origan ainsi l'extrait aqueux de l'ortie.

Pour le mode de pénétration par inhalation, nous avons constatés que les deux produits étudiés possèdent une action biocide sur notre ravageur. Un taux de mortalité de 81.66% a été obtenu sur *capucin* et 60% sur *Tribolium castaneum*.

L'activité des produits étudiés était variée en fonction des doses utilisées, du temps d'exposition et enfin de la nature des insectes. Pour l'huile essentielle, les volumes allant de 1 à 4 ML .L'activité insecticide de l'huile essentielle de ces plantes ne nécessite pas beaucoup de temps pour se manifester ; elle est presque identique pour les deux espèces, la mortalité maximale étant enregistrée pendant les trois jours qui suivent les traitements pour les deux insectes. Les effets insecticides augmentent lentement du 3<sup>eme</sup> au 6<sup>eme</sup> jour, à partir de ce dernier les mortalités sont nulles. Plus la dose était élevée, plus le temps de réaction était court.

Les CL50 évaluées par les droites de régression révèlent un effet toxique par inhalation sur les deux insectes, pour le *Rhyzopertha dominica*  $CL_{50}=0,15\mu\text{l}/\text{cm}^3$  au 2<sup>ème</sup> jour, le *tribolium castaneum*  $0,029\mu\text{l}/\text{cm}^3$  au 3<sup>ème</sup> jour. Ces effets toxiques de ces huiles sont à l'origine des principes actifs rapidement volatiles de l'huile essentielle de *T. capitatus*.

Khelfi (2007) montre la toxicité par inhalation de neuf huiles essentielles des plantes algériennes (l'armoise, faux poivrier, genévrier, eucalyptus, origan, la menthe, romarin, thym, laurier sauce) sur *Rhyzopertha dominica* avec une forte toxicité enregistré chez la menthe

Il a été également signalé par **Huang et al.**, (2002) que le *Tribolium castaneum*, était moins sensible que *Sitophilus zeamais* lors de l'administration de composés purs d'eugenol,

Ce même auteur et ses collaborateurs (**Huang et al.**, 2002) ont également mentionné que l'huile essentielle de *allerena cardamomum* présentait une toxicité par inhalation plus élevée sur *Sitophilus zeamais* que sur *Tribolium castaneum*.

De plus. **Tapondjou et al.**, (2005). ont bien mis en exergue l'activité insecticide des huiles essentielles du cyprès et de l'eucalyptus vis-à-vis de *Sitophilus zeamais* et de *Tribolium confusum*, mais ces auteurs ont obtenus des Doses Létales (DL 50) différentes pour les deux insectes appliquées par contact ; ils obtiennent  $0.36 \mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour *Sitophilus zeamais* et  $0,48\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour *Tribolium confusum*, démontrant ainsi l'efficacité de ces deux huiles essentielles sur ces deux insectes. S'agissant de l'inhalation, nous constatons que l'huile essentielle du Mente agit pratiquement de la même manière sur les deux insectes avec un taux de mortalité croissant en fonction de la dose administrée.

Les résultats des taux de mortalité des deux insectes en fonction des doses administrées par contact et par inhalation montrent que l'huile essentielle de *Mentha piperita* a un effet insecticide plus élevé sur *Rhyzopertha dominica* par rapport au *Tribolium castaneum* pour les deux produits.ces résultat rejoignent d'une manière les travaux de PRATES *et al.*, (1998) portant sur l'efficacité monoterpène dont 1,8cineol par contact qui donne 100%de mortalité sur *R-dominica* et 58,3% sur *T-confusum*  
Solen **EI-Lakwah et EI-Kashla** (1999) ont obtenu lors de l'administration de neemazel comme insecticide contenant 10 % d'azadirachtine sur quatre ravageurs de denrées stockées que *Collosobruchus maculatus* est l'espèce la plus sensible

suivie de *Sitophilus zeamais* puis de *Rhyzopertha dominica* et enfin de *Tribolium castaneum*.

De plus, **YAHYIAOUI(2005)**, a bien mis en évidence l'activité insecticide de l'huile essentielle de mantha spicta vis-à-vis de *Tribolium confusum* et *Rhyzopertha dominica* et montrent que *Tribolium castaneum* possède une certaine résistance par rapport *Rhyzopertha dominica*.

L'effet de l'huile essentielle de *T.Capitatus* montre une différence non significative entre les deux modes de tests utilisés malgré la présence d'une certaine sensibilité des deux espèces à la méthode d'inhalation par rapport à la méthode de contact. Nos résultats rejoignent ceux trouvés par **Regnault-Roger et Hamraoui (1993)**, ces derniers signalent aussi la toxicité par inhalation des espèces végétales appartenant à la famille des Labiées tels que *Thymus vulgaris* L. et *Rosmarinus Officinalis* L., ils citent également d'autres familles dont les Myrtacées et des Graminées vis-à-vis de la bruche du haricot.

Tous ces tests effectués peuvent confirmer que le traitement des denrées alimentaires par l'huile essentielle issue des plantes aromatiques et médicinales peut être très efficace pour lutter contre les ravageurs de ces denrées.

# **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

Au cours des dernières décennies, l'attention portée aux effets secondaires des pesticides a profondément modifié la perception à l'égard des pesticides. Ils sont devenus, pour certains, des produits dangereux que l'on devrait bannir ou, au mieux, un mal nécessaire.

Ces conséquences écotoxicologiques plus contraignantes mènent à une augmentation importante des coûts de développement de nouveaux produits phytosanitaires. Le concept de lutte intégrée se réfère principalement à l'écologie, aux rapports existants entre les organismes vivants et leur environnement ou leur espace vital. A l'origine, cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des futurs biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes (**GOTTLIEB et al ., 2002**).

De ce fait, le travail entrepris dans ce mémoire avait pour objectifs nous a réunis de suivre l'évolution du rendement en huile essentielle de *Mentha piperita* du Nord, L'analyse des huiles essentielles récupérées nous a permis d'identifier la quasi-totalité des constituants de cette huile essentielle et de suivre la cinétique d'extraction de ses constituants majoritaires, analyser les effets biopesticides de plante qui abondent au nord de l'Algérie, et L'analyse de l'effet biopesticide a porté sur leur action sur les deux ravageurs des denrées stockées appartenant à la famille de Bostrichidae et Ténébrionidé.

Les résultats de la présente étude portant sur l'évaluation du pouvoir insecticide de l'espèce cultivée (*Mentha piperita*), révèlent que cette plante présentent des potentialités et pourraient être utilisées et exploitées avec succès pour la gestion des populations des ravageurs des stocks, entraînent des pertes considérables sur le rendement et la qualité des denrées stockées. Les résultats ont montré que l'huile essentielle de *Mentha piperita* avec les différentes dilutions présentent un pouvoir insecticide contre les individus du capucine et tribolum testées.

L'extrait de la partie aérienne de l'espèce *Mentha piperita* avec les dilutions (100%, 50% et 25%) n'a pas montré d'effet sur capucine et tribolum testées.

Nous avons observé que action de l'huile essentielle avec le mode inhalation présenté une efficacité meilleure que le mode contact sur *Rhyzopertha dominica* pour la dose d<sub>3</sub> avec de pourcentage de mortalité allant jusqu'à 81,66%.

Concernant le *Tribolium confusum* le même constat a été fait, l'huile essentielle présente la même réponse que sur *Rhyzopertha dominica* avec une meilleure efficacité du mode inhalation.

En conclusion nous pouvons dire que l'huile essentielle de menthe verte a un effet insecticide plus élevé que l'extrait aqueux de la menthe verte cultivée dans le Nord Enfin, par le biais de cette étude, nous avons montré la synergie existante entre les deux constituants majoritaires de l'huile essentielle de menthe verte qui sont la mentole et le 1.8 cineol.

Pour les travaux futurs il serait intéressant de tester ces deux constituants individuellement et de préparer des binaire à diverses concentrations pour conforter l'hypothèse de synergie de ces constituants.

Ces propriétés insecticides des composés volatils de l'huile essentielle de *Mentha piperita* semblent intéressantes, elles présentent un potentiel pour le contrôle des ravageurs des denrées stockées, plus particulièrement utilisés par fumigation.

Les perspectives de ce travail ouvrent sur divers domaines (recherche fondamentale des huiles essentielles à propriétés insecticides), mais sa principale perspective est de substituer l'utilisation des pesticides de synthèse par des huiles essentielles à travers la mise au point de formulations phytosanitaires, constituant ainsi une alternative nouvelle dans les systèmes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées.

**LA LISTE DES ANNEXES.**



**L'annexe 02** :Pourcentage de mortalité cumulée de capucine et tribolum causé par l'huile essentielle et l'extrait aqueux par inhalation et contact.

jour	%de la mortalité cumulée																	
	HCIN			HCCO			HTIN			HTCON			EC			ET		
	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3
J1	11,6	15	28,3	8,33	13,3	15	6,66	13,3	21,6	6,66	10	18,3	3,33	0	0	1,66	0	0
J2	20	30	50	15	21,6	30	11,6	20	41,6	10	15	35	3,33	0	0	1,66	0	0
J3	26,6	36,6	68,3	21,6	28,3	43,3	15	25	56,6	10	18,3	51,6	3,33	0	0	1,66	0	0
J4	28,3	40	75	26,6	34	56,6	15	30	63,3	10	18,3	51,6	3,33	0	0	1,66	0	0
J5	28,3	41,6	78,3	26,6	35,6	60	15	31,6	66,6	10	18,3	51,6	3,33	0	0	1,66	0	0
J6	28,3	41,6	81,6	26,6	35,6	60	15	31,6	66,6	10	18,3	51,6	3,33	0	0	1,66	0	0
J7	28,3	41,6	81,6	26,6	35,6	60	15	31,6	66,6	10	18,3	51,6	3,33	0	0	1,66	0	0
J8	28,3	41,6	81,6	26,6	35,6	60	15	31,6	66,6	10	18,3	51,6		0	0	1,66	0	0

**L'annexe 04 :** L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par contacte sur le capucin au 4<sup>ème</sup> jour après traitement.

dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits
D0	0	0	0	0	0	0	0	-
D1	0,3	6	6	4	5,33	26,66	26,66	4,36
D2	0,6	8.4	6	6	6,8	34	34	4,59
D3	0,9	13	11	10	11.33	56,66	56,66	5,18

**L'annexe 05 :** L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation sur le capucin au 2<sup>ème</sup> jour après traitement.

dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits
D0	0	0	0	0	0	0	0	-
D1	0,3	2	6	4	4	20	20	4,16
D2	0,6	7	6	5	6	30	30	4,18
D3	0,9	13	10	7	10	50	50	5

**L'annexe 06:** L'efficacité de l'huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation sur le Tribolium au 3<sup>ème</sup> jour après traitement.

dose	Log dose	R1	R2	R3	MOY	%mor	%M.C	probits
D0	0	0	0	0	0	0	0	-
D1	0,3	4	3	2	3	15	15	3,96
D2	0,6	5	5	5	5	25	25	4,33
D3	0,9	11	12	11	11.33	56,66	56,66	5,18

**L'annexe 07:** Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction de temps

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Temps	7	4567.789	652.541	5.444	0.000

**L'annexe 08:** Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction de produits.

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Produits	1	1825.087	1825.087	15.226	0.000

**L'annexe 09:** Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction des doses

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Doses	2	15763.542	7881.771	65.756	0.000

**L'annexe 10:** Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction de mode d'application.

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Mode d'application	3	3295.901	1098.634	9.166	0.000

**L'annexe 11:** Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité cumulée (*Tribolium, capucin*) en fonction des espèces.

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Espèces	1	72.521	72.521	5.215	0.024

**L'annexe 12 :** Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Mentha piperita* sur le taux de mortalité journalière (*Tribolium, capucin*) en fonction de temps.

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Temps	7	1683.042	240.435	17.290	0.000

### **L'annexe 13 :Composition chimique de l'huile essentielle de**

**Procédé d'obtention :** Distillation complète par entraînement à la vapeur d'eau

**Organe distillé :** parties aériennes.

**Nom botanique :** *Mentha x piperita* Franco-Mitcham.

**Pays d'origine :** Algérie.

**Culture :** conventionnelle.

**Qualité :** 100% pure et naturelle

**Distillation : juillet 2010 (lot LE242).**

**A utiliser de préférence avant fin : juillet 2014 (lot LE242).**

**Propriétés Organoleptiques :**

- Aspect : liquide très fluide
- Couleur : incolore à jaune pâle
- Odeur : herbacée, fraîche, mentholée, puissante

**Conditions de conservation : au sec, à l'abri de la chaleur et de la lumière**

**Principaux composants biochimiques :**

**- Chromatographie phase gaz du lot LE242 :**

- Monoterpènes: limonène (4.01%), bêta-pinène (0.85%), (Z)-bêta-ocimène (0.66%), alpha-pinène (0.55%), gamma-terpinène (0.47%), sabinène (0.40%), alpha-terpinène (0.27%), myrcène (0.26%), para-cymène (0.22%), (E)-bêta-ocimène (0.19%)
- Monoterpénols : menthol (40.17%), néomenthol (4.26%), cis-hydrate de sabinène (0.53%), linalol (0.25%)
- Oxydes : 1,8-cinéole (4.71%), menthofurane (0.80%), oxyde de caryophyllène (0.11%)
- Monoterpénones: menthone (24.43%), isomenthone (2.89%), pipéritone (0.80%), pulégone (0.70%)
- Esters terpéniques: acétate de menthyle (4.29%), acétate de néomenthyle (0.27%)
- Sesquiterpènes: germacrène-D (1.47%), bêta-caryophyllène (1.42%), bêta-bourbonène (0.45%), (E)-bêta-farnésène (0.38%), bicyclogermacrène (0.37%), bêta-élémane (0.13%)
- Sesquiterpénols: viridiflorol (0.27%)

**Densité : 0.910 (lot LE242)**

**Point éclair (température à laquelle le produit devient inflammable) : 67°C**

**Certains composés naturels contenus dans cette huile essentielle peuvent présenter un risque d'allergie chez certaines personnes sensibles lorsque l'huile essentielle est incorporée dans une composition cosmétique (selon le**

7ème Amendement de la Directive Européenne relative aux produits cosmétiques (2003/15/CE): limonène, linalol.

En règle générale, faites toujours un test d'application de votre préparation, dans le pli du coude, au moins 48h avant de l'utiliser.

# **TABLE DE MATIERES**

# TABLE DE MATIERES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DEDICACE

SOMMAIRE

LA LISTE DES FIGURES.

LA LISTE DES TABLEAUX.

LA LISTE DES ABREVIATIONS.

Introduction..... 1

## **Chapitre 1- partie1 : le stockage de blé**

1-1- Importance du blé sur le plan économique..... 4

1.2- Caractères botaniques du blé..... 4

1.2.1- Définition..... 4

1-2-2- Morphologie..... 4

1-2-2-1- Appareil racinaire..... 4

1-2-2-2- Tiges et feuilles..... 5

1-2-2-3- L'EPI..... 5

1-2-2-4-Structure et morphologie du grain de blé..... 6

1-2-2-4-1- Les enveloppe..... 6

1-2-2-4-2- L'albumen..... 6

1-2-2-4-3Le germe..... 7

1-2.-3-Composition biochimique du grain de blé..... 7

1-2-3-1- Matière sèche..... 7

1-2-3-2-Matière minérale.....	7
1-2-3-3- Matière organique.....	8
1-2-3-4- Les glucides.....	8
1-2-3-5-Les lipides.....	8
1-2-3-6-Les protéines.....	8
1-2-3-7-Les enzymes.....	8
1-2-4- Stockage et conservation du blé.....	10
1-2-4-1- Stockage en gerbe.....	10
1-2-4-2-Stockage en épis.....	10
1-2-4-3-Stockage en grain en vrac.....	11
1-2-4-3-1-Le stockage en atmosphère renouvelée.....	11
1-2-4-3-2- Le stockage en anaérobiose.....	12
1-2-4-3-3- Le stockage sous atmosphère "confinée".....	13
1-2-4-3-4- Le stockage sous atmosphère "modifiée".....	13
1-2-5- Mécanismes de l'altération des grains.....	13
1-2-5-1-Causes de l'altération.....	13
1-2-5-1-1- Biologique.....	13
1-2-5-1-2- Microbiologique.....	13
1-2-5-1-3- Chimique ou biochimique.....	13
1-2-5-1-4- Mécanique.....	14
1-2-5-2- Facteurs d'altération.....	14
1.2.5.2.1- La durée de stockage.....	14
1-2-5-2-2-L'humidité du grain.....	14
1-2-5-2-3- La température du grain.....	15
1-2-2-4-Composition de l'atmosphère inter granulaire.....	17
1-2-6-Principaux insectes des Céréales Stockées.....	17

1-2-6-1-les coléoptères.....	17
1-2-6-2-Les lépidoptères.....	19
<b>Chapitre 1- Partie 2 : présentation des espèces étudiée</b>	
1- capucin des grains ( <i>Rhyzopertha dominica</i> ).....	20
1-1-Systématique.....	20
1-2-Origine et répartition géographique.....	20
1-3- Habitat, régime alimentaire et dégâts.....	20
1-4-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte.....	21
1-4-1-L'œuf.....	21
1-4-2-La larve.....	21
1-4-3- adulte.....	22
2-7-Description du cycle biologique.....	22
2- <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst).....	24
2-1-Position systématique.....	24
2-2-Caractères généraux de la famille des ténébrionidés.....	24
2-3-Etude du genre <i>Tribolium</i> .....	25
2-4-Origine et répartition géographique.....	26
2-5- Habitat, régime alimentaire et dégâts.....	26
2-6-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte.....	27
2-6-1-L'œuf.....	27
2-6-2-La larve.....	27
2-6-3-La nymphe.....	28
2-6-4-L'imago.....	29
2-6-4-1-Description des adultes.....	29
2-6-4-2-Distinction Du sexe.....	30
2-7-Description du cycle biologique.....	30

## **Chapitre 1- Partie 3: Les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stockées**

1-Lutte préventive.....	32
1-2-Les mesures d'hygiènes.....	32
1-2-la lutte durant L'entreposage.....	32
1-2-1-Lutte génétique.....	32
1-2-2-Lutte par piégeage.....	32
1-2-3-Lutte par dépistage.....	32
1-2-3-1- Dépistage ordinaire.....	32
1-2-3-2- Dépistage par infrarouge.....	33
1-2-3-3- Dépistage électroacoustique.....	33
1-2-3-4- Méthode immuno-enzymatique.....	33
2- Lutte curative.....	33
2-1-Lutte physique.....	33
2-2-Lutte biologique.....	3
	4
2-3-Lutte chimique.....	3
	4
2-3-1-Les insecticides de contact.....	3
	4
2-3-2-Les fumigants.....	3
	4
2-4- L'utilisation des végétaux.....	34

## **Chapitre 1- Partie 4 : les huiles essentielles et l'extrait aqueux**

1-Les huiles essentielles.....	36
1-1- Historique.....	36
1-2- Définition.....	36

1-3- Localisation des huiles essentielles.....	36
1-4- Variabilité des huiles essentielles.....	37
1-4-1-D'origine intrinsèque.....	37
1-4-2-D'origine extrinsèque.....	37
1-4-3-D'origine technologique.....	37
1-5- Composition chimique des huiles essentielles :	37
1-5-1- Les terpénoïdes.....	37
1-5-2- Les composés Aromatiques.....	37
1-6-Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	38
1-7-Toxicité des huiles essentielles.....	38
1-8- Procédés d'extraction des huiles-essentiels.....	38
1-8-1- L'entraînement à la vapeur d'eau.....	39
1-8-2- Hydrodistillation.....	39
1-9- L'analyse chromatographique.....	39
1-10- Fonction des huiles essentielles .....	39
1-11- Intérêt et utilisation des huiles essentielles.....	40
2-l'extrait aqueux .....	40
<b>Chapitre 2 : Matérielle et méthode</b>	
1-Introduction.....	42
Objectifs.....	42
2-Condition expérimentales.....	43
2-1- Matériel biologique.....	43
2-1-1- Espèce entomologique.....	43
2-1-2- Les espèces végétales.....	43
2-1-2-1- Classification <i>Mentha piperita</i> L. (khelfi 2007).....	44
2-1-2-2-Historique de la menthe poivrée.....	44

2-1-2-3-Description Botanique.....	45
2-1-2-4-Composition chimique de l'huile essentielle de la menthe.....	47
2-2- Matériel de laboratoire.....	48
2-2-1- Matériel utilisé pour l'extraction des huiles essentielles.....	48
2-2-1-1- Appareillage.....	48
2-2-1-2- Méthodologie.....	48
2-2-2-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentiels.....	49
2-2-3-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide d'Extrait aqueux...	49
2-2-3-1-Méthode de préparation.....	49
3-Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles.....	50
3-1-Préparation des huiles essentielles.....	50
3-1-1-Test d'efficacité par contact.....	50
3-1-2- Test d'efficacité par inhalation.....	51
4- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux.....	51
5- Exploitation des résultats.....	52
5-1- Rendement en huile essentielle des plantes .....	52
5-2- Correction de la mortalité.....	52
5-3- Calcul des doses létales 50 et 90.....	53
5-4- Traitement statistique des résultats .....	54
<b>Chapitre 3- Partie 1 : Les résultats</b>	
1-Introduction.....	55
2-Evaluation des rendements de plante ET Examen organoleptique de l'huile essentielle de menthe.....	55
2-1-Rendement obtenu.....	55

2-2-Examen organoleptique de l'huile essentielle de la menthe verte.....	55
4-Evaluation du pouvoir insecticide de l'huile essentielle, et l'extrait aqueux de <i>M. piperita</i> par deux modes d'application sur <i>Rhizopertha dominica</i> et <i>Tribolium castaneum</i> .....	56
4-1-L'effet d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalités cumulée de capucin ( <i>R. dominica</i> ).....	56
4-1-1-Test d'efficacité par contact.....	56
4-1-2-Test d'efficacité par inhalation.....	57
4-1-3-L'effet de l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée de capucin ( <i>R. dominica</i> ).....	57
a -Test d'efficacité par contact.....	57
4-2-L'effet d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalités cumulée de ( <i>Tribolium castaneum</i> ).....	58
4-2-1-Test d'efficacité par contact.....	58
4-2-2-Test d'efficacité par inhalation.....	59
4-2-3- L'effets de l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée de ( <i>Tribolium castaneum</i> ).....	60
-Test d'efficacité par contact.....	60
4-3-L'effet d'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité journalière de capucin et de tribolum (l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux).....	60
5-Le calcul de la CL 50 et la CL90.....	61
5-4-L'efficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par contacte sur le Tribolium au 4 <sup>eme</sup> jour .....	62
6-Les analyses de la variance .....	63
6-1-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux	

de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée (sensibilité des insectes) ....	63
6-1-1-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité cumulée ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de temps.....	63
6-2-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>Mentha piperita</i> sur le taux de mortalité journalière de ( <i>Tribolium, capucin</i> ) en fonction de temps (efficacité des produits).....	66
<b>Chapitre3- Partie 2 : La discussion des résultats</b> .....	67
...	
CONCLUSION GENERALE.....	72
LA LISTE DES ANNEXES.	
TABLEAUX DE MATIERES.	
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.	

**LES REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

## LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADRIAN J., POTUS J., POIFFAIT A et DOUVILLIER P., 1998** - Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Tec et Doc. Ed : Lavoisier. P / 47-84.
- ADRIANOR, 2001** - La farine Journal de l'ADRIANOR Agro-Jonction n°26 Juillet / Août 2001
- Akdogan M, Gultekin F, Yontem M., 2004-** Sep; Effect of *Mentha piperita* (Labiatae) and *Mentha spicata* (Labiatae) on iron absorption in rats. *ToxicolIndHealth*. 20(6-10):119-22.
- ALAOUI ISMAILI M.**, Préparation de *L-Camphre* et *D-Bornéol*.
- ALEM M. , 2000** - La conservation et la traitement des denrées stockées. Acte de premier Symposium international sur la filière blé 2000 enjeux et stratégie Ed. OAIC. Alger pp 321-329
- ALEM M., 2000** - La conservation et la traitement des denrées stockées. Acte de premier Symposium international sur la filière blé 2000 enjeux et stratégie Ed. OAIC. Alger pp 321-329
- Alzouma, 1.,Huignard 1., et Lenga, A., 1994.** «Les coléoptères Bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale». *In Post-Récolte, principes et application en zone tropicale*, ESTEM/AUPELF, p.79-103. VerstraetenEds.
- AMADA F., 2010-** EvaluationDEL'efficacité insecticide des substances (végétales) et un produit phytosanitaire contre la mineuse de la tomate (*Tutaabsoluta*) .Mem.Ing agronome .BLIDA .79P
- ANONYME., 2005** - Données statistiques de la F.A.O. Information statistiques mondiales concernat l'alimentation et l »agriculture
- ANSART A, CANARD A, CHARRIER M, CLUZEAU D, CORTESERO AM, DOURLOT S, FRANCEZ A-J, GERARD C, GUEGUEN A, KRESPI L, LE GARFF B, MADEC L, NENON J-P, POINSOT D, RENAULT D, RUSSO J ET SCHRICKE M-T., 2004-** bases systematiques et organisation du vivant.lesMétazoaires.UniversitéRennes1.UE Bio 102.60p.
- ARTHURE F., 1996-**Grain protectants .J.Storedproduct.Res. Vol.32, pp.293-294.

- AUGER J et THIBOUT E., 2002**-substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. *In* Regnault-Roger, C, Philogène, B J.R, Vincent C .Biopesticides d'origine végétale. Tec & Doc, Paris, p 77-96.
- AUSLOOS P., 2002**- les huiles essentielles. CNIL.N 80.6p.
- BAKER J .E., 1988** - purification of alpha-amylase inhibitor from wheat, *Triticumaestivum* and interaction with amylases from the rice weevil, *sitphiphilusoryzae* (Coleoptera, Curculionidae) insect biochem 55(11) : 703-706
- BALACHOWSKY A., et MESNIL L., 1936** - Les insectes nuisibles aux riantes cultivée. .Leurs mœurs, leurs destructions. Ed. Etablissement Busson, Paris T. II, vol .III, pp - 1722-17.24.
- BALICK, M.J., ELISABETSKY, E., LAIRD, S.A., 1995**-Medicinal resources of the tropical forest: biodiversity and its importance to human health. Columbia University Press: New York.
- BELABED., 2008**تخزين الحبوب في السنابلalfowz@batelco.com.bh
- BELAICHE., 1979**- traite de phytothérapie et d'aromathérapie .Ed.Maloine .Paris.
- BENAYAD N., 2008**-Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat.Maroc.61p.
- BENCHARIF et CHAULET., 1991** - problématiques et organisation du projet d'étude. ENIAL – séminaire sur la mise en marché des céréales et les stratégies des entreprises de la filière Blida, pp1-30.
- BERNARD T ., BRAVOR et GASSE T., 1988**- Extraction des huiles essentielles (chimie et technique). Information chimie. pp.178-184.
- Blumenthal M (Ed)., 2003**- The ABC Clinical Guide to Herbs, American Botanical Council, Etats-Unis,.
- Blumenthal M. (Ed)., 1998**-The Complete Commission E Monographs : Peppermint Leaf + Peppermint Oil. American Botanical Council, Boston.
- BOUDREAU A. et MENARD G.,1988** - Le blé élément fondamentaux de transformation Ed. Masson, 216p
- BOUGHRARA S., 2000** - étude du diagnostic d'un atelier de fabrication et contrôle physico-chimique de pâtes alimentaires améliorées, thèse de technicien supérieur en transformation des céréales, Université de Boumerdes, 2000, 62pages

- BRUNETON J., 1993-** Pharmacognosie, phytochimie , plante médicinale .2<sup>eme</sup> edition .Ed.Lavoisier,pp.406-435.
- BRUNETON, J., 2009-** Menthe in : Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., Tec & Doc, Paris, pp. 631-638.ISBN 978-2-7430-1188-8
- CALVEL., 1980** - La boulangerie moderne. Ed. Erolles , Paris, 465p
- CASIDA, J. E., G. B.QUISTAD, eds., 1995-** Pyrethrum Flowers—Production, Chemistry, Toxicology, and Uses. Oxford UniversityPress, Oxford.
- CHAMP, B. R. et DYTE, C. E., 1976** - Rapport de l'enquête mondiale delaFAO sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides, FAO, Rome, 374p
- CHEFTEL J.C. et CHEFTEL L. H., 1977** - Introduction à la technique alimentaire Vol 1 Ed. Lavoisier.Paris. 280-284
- CRESPO, M.E; JIMENEZ J. AND NAVARRO C., 1991** .Special Methods for the Essential Oils of the Genus *Thymus*.Modern Methods for plant analysis, 12, pp. 41-61
- CRUZ JF., TROUDE F. ; GRIFFON D. et HEBERT JP., 1988** – Conservation des grains en regions chaudes, 2éme 2dition, ministère de coopération et de developpement Paris 544p
- CSEKE, L.J. ET KAUFMAN, P.B., 1999-** How and why these compounds are synthesized by plants. In Kaufman, P.B., Cseke, L.J., Warber, S., Duke, J.A. etBrichmann, H.L., (eds), Natural Products from plants. CRC Press, Boca Raton, F.L. 37-90.
- DAMASSE L.,2009-** Algérie : Politique agricole et opportunités en amont des filières céréales et lait 05/08/2009 source multiple
- DJERMOUN A.E.K., 2009** - Revue Nature et Technologie. n° 01/Juin 2009. Pages 45 à 53
- DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE.H., ARRUFAT.A., 2009-** *PHYTOMA*. Gestion des nématodes a galles : lutte conventionnelle et luttés alternatives. L'atout des plantes pièges. INRA UMR Interactions Biotiques et Santé Végétale (IBSV) INRA / UNSA / CNRS 400, Route des Chappes, Les Templiers, BP 167, F-06903 Sophia Antipolis Cedex.18p
- DOUMANDJI A., DOUMANDJI S., et DOUMANDJI MITICHE B., 2003** -technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock, Algérie office des publications universitaires, 2003, 67 pages

- DRAPRON., 1971** - les enzymes leurs rôle dans la technologie du blé et de ses dérivés. Bull des anc.élèves EFM, 246-236
- DUCOM, P. 1980** - Eléments d'écologie. Des stocks et de lutte contre les ravageurs 65-83. In : ACCT - Rapport du séminaire sur l'amélioration des systèmes récolte en Afrique de l'Ouest. ACCT BAMAKO 230p
- EHWAE A. KELEŞ, A. IMALI, E. OGUN, A. KAYA., 1999-** Antimicrobial activity of *Urticadioica*L. and *Rheum ribes*L. *Bio-Science Research Bulletin*, 18: 43-50.
- EL-LAKWAH F., et EL-KASHLA L., 1999-**Efficiency of neemzal (powder 10 %) against some stored product insects. Alexandria res. Vol. 44 (2) pp. 71-283.
- EVANS W.C., 1998-**trease and Evan's pharmacognosy .14<sup>th</sup> edition , pp.48-65.
- FAO., 2001a.** Deuxième forum mondial FAO/OMS des responsables de la sécurité sanitaire des aliments. *Bangkok (Thaïlande)*, 12-14 octobre 2004.
- FARJAN M.E., 1983** - Biodynamiques en laboratoire de deux insectes ravageurs du blé dur : le charançon du riz *S.oryzae*L (Coleoptère, Curculionidae) et la capuchin des grain: *Rhizoperta dominica* (Coleoptère, Bostrichidae) avec application aux conditions de conservation en Afrique du nord. Ed. Tec. Et Doc Lavoisier. Paris pp 3-216
- FEILLET P., 2000-** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. I.N.R.A. Paris, 283p
- FIELDS P., 2001-** Ravageurs des entrepôts des grains et des produits alimentaires. Ed. Centre de recherche sur les céréales. Canada.
- FLEURAT LESSARD F., 1982** - Les insectes et les acariens in : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, Ed Lavoisier et Apria, Paris, pp 349-396
- FLEURAT LESSARD F., 1982-** Facteurs favorables au développement des insectes et des acariens. 83-98 In Scotti, G. Les insectes et les acariens des céréales stockées Eds. AFNOR - ITC ; 237 p.
- FLEURAT LESSARD F., 1991-** entomologie de céréales et dérivés et autre contamination d'origine animale in : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, Ed Lavoisier et Apria, Paris, 192-220
- FLEURAT LESSARD F., 2003** - Préservation de la qualité sanitaire des céréales. Ed. PHYTOMA La défense des végétaux N° 56 3. Pp 22-30
- FLEURAT-LESSARD F., 1990** - Altération dues aux insectes et déprédateurs-présentation Aliscope, 90: 18-24

- FLEURAT-LESSARD, F., 1994.** «Écophysiologie des Arthropodes nuisibles aux stocks de céréales en Afrique tropicale». In *Post-Récolte, principes et application en zone tropicale*, ESTEMIAUPELF Verstraeten, 1-61.
- Ford, A.C. Talley N.J., Spiegel, B.M. et al., 2008-** Effect of fibre, antispasmodics, and peppermint oil in irritable bowel syndrome : systematic review and meta-analysis, *BMJ*, **337**, a2313
- Foua-Bi, K. 1993.,** Produits naturels utilisés dans la préservation des stocks en Afrique noire, 8495. In, *Thiam, A. et Ducommun, G. (éds). Protection naturelle des végétaux en Afrique.* ENDA, Tiers-monde, Dakar.
- FOURAR, R., 1994 -** Variabilité de la sensibilité varietale du blé tendre à *Sitophilus oryzae*(L) ((*Coleoptera : Curculionidae*) dans le grain et de *tribolium confusum* J. Duval ((*Coleoptera : Tenebrionidae*) dans la farine. Analyse des relations éco-physiques insecte-grain thèse de Magister Ins. Nat. Agro. D'EL HARRACH, ALGER
- FREEMAN, 1973 -** Common insect pest of stored and products. A guide of their identification. British Museum(Natural History), Economie Series N° 15, London
- Gakuru, S. et Foua-Bi, K., 1996-** «Effets d'extraits de plantes sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* Fab et le charançon du riz *Sitophilus oryzae*L.». *Cahiers Agricultures*,5:39-42.
- GARNERO., 1985-** Technique de l'ingénieur, les huiles essentielles .Vol.12,pp 65-66.
- GODON B. et WILLIAM C., 1998 -** Les industries de premières transformations des céréales. Ed. Tec. Et Doc Lavoisier. Paris pp 3- 216
- GODON B., 1991 -** Biotransformation des produits céréaliers. Ed.Tec et Doc. Lavoisier Paris 688p
- GUENTHER E. 1984-** The essential oil. Oil of peppermint, vol. III, Robert E. Krieger Publishing Co. Int., New York.
- GUIRAUD J.P., 1998 -** Microbiologie alimentaire Ed. Dunod 648p
- Gwinner, J., Hamisch, R et Muck, O., 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn, 368p.
- HAGSTRUM D.W., 1990-** Acoustical monitoring of *Rhyzoperta dominica* population wheat .J.environ. entomol.Vol. 83. N° 2, pp.625-628.
- Hall, D.W., 1970.** *Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas*, FAO. Rome, 350 p.

- Haubruge, E. Shiffers, B. Gabriel, E. Verbstraeten., 1988.** «Étude 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.
- HMPC., 2007-** Community herbal monograph on *Mentha x piperitae* L., aetheroleum.
- HUANG Y., HO S., LEE H. C. et YAP Y.L., 2002-** Insecticidal activities of eugenol and methyleugenol and their effect on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motshj. (Coléoptère: curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coléoptère. Tenebrionidae), *Journal of Stored Products Research* N° 38 pp 403-412
- IL IDRISSE A-** Thèse de troisième cycle 1982, Faculté des Sciences de Rabat (Etude des huiles essentielles de quelques Espèces *Salvia*, *Lavandula* et *Mentha* du Maroc).
- ISMAN MB., 2002-** problèmes et perspectives de commercialisation des insecticides d'origine botanique. *In*.
- ISMAN, M.B., 2006.** «Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world». *Ann. Rev. Entomol*, 51 :45-66.
- JAHANDIEZ E. ET MARIE R., 1934-** Catalogues des plantes du Maroc, spermatophytes et ptéridophytes. Tome III ; P., Lechevalier, librairie 12, rue de Tournon Vle, Alger-Paris.
- KESSOUS C., 1993-** *biochimie structurale*, Algérie office des publications universitaires, 1993, 194 pages.
- KHELFI H., 2007-** Evaluation du potentiel biocide et étude de l'influence de la composition chimique des huiles essentielles de quelques plantes Algériennes sur *Rhyzoperta dominica* .These.Doc .AGR.INA. EL HARRACH.130p.
- KIGER J.L., 1967** - Techniques moderne de la biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et des produits de régime. Ed. Dunod. T.I, Paris, 676P
- Kim, S., Roh, I., Kim, D., Lee, H. et Ahn, Y., 2003-**  
«Insecticidal activities of aromatic plant extract and essential oils against *Sitophilus oryzae* L and *Callosobruchus chinensis* Fab». *J StoredProd. Res.*, 39: 293-303.
- KODIO O., 1989-** Structures paysannes de stockage. P 19 In Céréales en régions chaudes : Conservation et transformation. Activité scientifique AUPELF

- KOSSOU D et AHON., 1993**-Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux. Ed .Flamboyant., Benin. 125p.
- LEPESME,P., 1944** - Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels. Encycl. Entomol. A : 22 - 249
- LEPIGRE A.L1966**-La désinsectisation des stocks de céréales. Ed .Off interprof,des céréales Paris 406 p.
- LETORCH J.M., 1980** - Méthode de détection des formes cachées d'insectes dans les stocks de grains Bull. Tech. D'Inform. , Paris, n° 349, pp 285-296
- Liu JH, Chen GH, et al., 1997**- Dec; Enteric-coated peppermint-oil capsules in the treatment of irritable bowel syndrome: a prospective, randomized trial.JGastroenterol 32(6):765-8.
- MAMOUNI., 1994**- Application des procedes d'extraction de grain de coriandre. PFE.ENP.Alger.80p.
- MANKIN R.W., 1998**- Thermal enhancement of acoustic detectability of *Sitophilus oryzaelarvae*. Ed. USA Département of agriculteur.
- Markham, R.H., Bosque-Pérez, N.A., Borgemeister, C. et Meikle, W.G., 1994.**«Developing pest management strategies for *Sitophilus zeamais* and *Prostephanustruncatus*»*Tropics FAO plan prot.*42: 97-116.
- McKay, D.L. et Blumberg, J.B., 2006**- Aug;A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.), *Phytother. Res.*, 20, 619-633
- MEBARKIA A. et GUECHI A., 2006** - Protection Phytosanitaire Contre les Ravageurs des Céréales Stockées. Laboratoire de Microbiologie et de phytopathologie , Faculté des Sciences, UFA-Sétif
- MEDDI M., 2009** - Evolution du Régime Pluviométrique du Nord de l'Algérie &Resources en EauMEDA Water Regional Event on Local Water Management
- Menga1, p; Behn, D ; Gil, M. B. et Mompon, B., 1993. VMHD:** Extraction d'hui1e essentielle par micro-ondes, *Parfums, Cosmétiques, Ar6mes*, (114), pp. 66-67
- MENNAN, S., O. ECEVIT AND H. MENNAN., 2000**- Investigation of some plant extracts on root knot nematodes (*M. incognita*). *TurkeyeHerboloji*. 3(1):1-9.
- MILLS J.T., 1990**- Protection des grains et graines oléagineux stockees a la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures .Minist .Ser.Agrican.Public.49p.
- Mizuno S, Kato K, et al., 2006**- Aug;21(8). Oral peppermint oil is a useful antispasmodic for double-contrast barium meal examination. *J Gastroenterol Hepatol.*:1297-301.

- Morallo, R.B etTantengco, G.B., 1986-** «Biological activity offlowers extract as insecticides; NTSA Technology». *J Entamal.*, II : 37-46.
- MULTON J.L., 1982** - conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales oléagineuse, protéagineuse, aliments pour animaux Ed Techn et document, Lavoisier / A.P.R.I.A., Paris, Vol 1, 576p
- PANDEY D.K., TRIPATHI N.N., TRIPATHI R.D., DIXIT S.N., 1982-**Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *CaesuliaaxillarisRoxb.* (Compositae). *AngerwandteBotanik*, 56 : 256-257.
- PAPACHRISTOS D et STAMOPOULOS D.C., 2002-** Reppelenttoxic and reproduction inhibitoryeffects of essential oilsvapours on *Ascanthoscelidesobtectus*(Say) (coleopteraBruchidae), *J. StoredProd. îles.*, 3 8 pp. 117-128.
- PARIS et GODON M., 1979-** Chromatographie en couche mince et sue papier des huiles essentielles .Ed.Masson.Paris.
- PRATES H., 1998-** Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzoperta dominica and Tribolium confusum*.*J.Storedproduct.Res* .Vol.34,pp243-249.
- REAU A. et MENARD G. -1988** - Le blé élément fondamentaux de la transformation Ed. Masson, 216p
- REGNAULT-ROGER C. PHILOGENE B.J.R., FABRES G., 2005-**Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec and Doc, Paris. p: 1013.
- REGNAULT-ROGER, C, PHILOGENE, B J.R ,VINCENT C., 2002.** Biopesticides d'origine végétale. Tec & Doc, Paris, p : 301-312.
- REGNAULT-ROGER, C., PHILOGENE, B.J.R ET VINCENT, C., 2008.** Biopesticides d'origine végétale, 2ème édition, Lavoisier, Paris. édition, 550p.
- REGTNAULT- ROGER C. et HAMRAOUI A., 1993-** Influence d'huiles essentielles aromatiques sur *Acanthoscelid.es obtectus*(Say.), bruche du haricot (*Phasoelusvulgans L.*) *ACTABOT. Gallica.* 140 (2) pp : 217-222.
- RELINGER, L.M., ZETTLER, J.L., DAVIS. R ET SIMONAITIS, RA., 1988.** «Evaluation of pirimiphosmethyl as a protectant for export grain». *J. Eeon. Ent.*, 81 : 718-21.
- ROGER JOLLOIS ÉDITEUR, FRANCE., 1990-** Franchomme P. et Pénéol D. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles.

- ROUSSEL P. et CHIRON H., 2003** - Les pains français, évolution, qualité, production. Ed. Maé-Erti. Paris. 2003 : 433p
- ROYAL J., 2000-**. Utilisation des substances sémiocchimique en agriculture- Master 2<sup>eme</sup>
- Sanon, A, Garba, M., Auger, J. et Huiganrd, 1., 2002-** «Analysis of insecticidal activity of methylisocyanate on *Callasabruchus maculatus* and its parasitoid *Dimarmus basalis*». *J StaredPrad. Res.*, 38:129-138.
- SARA. M., 2001** - Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum. desf*) sous traitement par un fongicide (TILT 250EC) Université de Souk Ahras - D.E.S
- SCHIFFERS B., 1990-** Le point sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des grains entreposés en Belgique. Vol.46.N 4, pp.121-144.
- SINGH E, AHYI MRA, AKE-ASSI L, ELEWUDE JA, FADOJU SO, GBILE ZO, GOUDOLE E, JOHNSON CLA, KEITA A, MORAKINYO O, OJEWOLE JAO, OLATUNJI AO, SOFOWORA EA., 1980-** Contribution to ethnobotanical floristic studies in Western Nig. Pub. Organization of African Unity: Lagos, Nigeria p.420.
- SOEJARTO, D., FARNSWORTH, N.R., 1989-**Tropical rainforsts: potential sources of new drugs. *Perspectives in Biology and Medicine* 32, 244-258.
- STEFFAN J. R., 1978** - Description et biologie des insectes, 1-65 In Scotti, G. Les insectes et les acariens des céréales. AFNOR/ITCF, Paris, 238 P
- STEFFAN J. R., 1978** - Ecologie des denrées stockées (Milieu Peuplementn Agressions)
- TAPONDJOU A.L. ADLER C., FONTEMC D.A., BOUDA H. et REICHMUTH C., 2005-**Bioactivities of cymol and essential oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du Val, *Journal of Stored Products Research* N°41 pp 91-102.
- TEUGWA, M.C., PIAM, G., TANE, P. ET AMVAM ZOLLO, P.R., 2002-** «Activité insecticide des extraits d'*Ageratum haustanianum*, de *Clausenaanisata* et de *Cratan Macrastachyus* sur la bruche du niébé (*Vigna unguiculata* Walp)>>. *Faad-Africa*, 4p.
- THRONE, I.E., 1994.** Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on corn stored at constant temperatures and relative humidities in the laboratory. *Environ. Entomai.* 23 : 1459-1471.

transformation Ed. Masson, 216p

**-TREPETHI A.K., PRAJAPATI V. et KUMAR S., 2003** - Bioactivities of l-Carvone and Dihydrocarvone and three stored product beetles, *Journal of Economic Entomology*, Vol.96 N°5- 1594-1601.

**-Valnet, J., 1984.** Aromatherapie Traitement des maladies par les essences des plantes. 10e Ed., MALOINE S.A., Paris. 544 pages.

**-VINCENT, C., HALLMAN, G., PANNETON, B. ET FLEURAT-LESSARD, F., 2003.** «Management of Agricultural Insects with Physical Control Methods». *Annu. Rev. Entomol.*, 48: 261-281.

**-VINCENT, C., PANNETON, B., FLEURAT-LESSARD, F., 2000.** La lutte physique en phytoprotection. INRA, Paris. 347p.

**-WESTFALL RE. 2004.** Feb; Use of anti-emetic herbs in pregnancy: women's choices, and the question of safety and efficacy. *Complement Ther Nurs Midwifery*. 10(1):30-6.

**-WILKIN D.R et CHAMBERS., 1987**– Methods of detecting insects in grain. *Ann.Conf. Paris* .pp. 489-496.

**-WIRSTA P., 1996** – Evaluation d'une nouvelle méthode immuno- enzymatique destinée à estimer la contamination de lot de blé et de la farine par les insectes. *Rev. Indu. céréale*. N°3, pp. 29-32.

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

**-Yahyaoui N., 2005**- Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *menthaspicata L* sur *Rhyzopertha dominica (F.)* (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusum*(Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, 95 p

**-YAKHLEF G., 2010**- Etude de l'activité biologique de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurusnobilis*. Thèse mag. Univ Batna. 110P

**-YETTER et M.A., SAUDERS R. M. and BOLES H.P., 1979** - alpha amylase inhibitors from wheat kernels as factors in resistance to postharvest insect. *Cereal chemistry*, 56(4), pp.243-244