

République Algérienne Démocratique et Populaire  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
وزارة التعليم العالي و البحث العلم  
Ecole Nationale Supérieure Agronomique  
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

# Thèse

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques  
Département : Zoologie Agricole et Forestière  
Spécialité : Protection des Végétaux -Zoologie  
Option : Entomologie Appliquée.

## Thème

**Activité insecticide des extraits de quelques  
plantes cultivées et spontanées sur les  
insectes du blé en post récolte**

présentée par KARAHACANE Tahar

**Soutenu devant le Jury composé de**

Mr.	CHAKALI G.	Président	Professeur ENSA
Mr.	MOKABLI A.	Directeur de thèse	Professeur U.K.Miliana
Mme	MOUHOUCHE F.	Examinatrice	Professeur ENSA
Mr.	HAMACHE M.	Examineur	M.C « A » ENSA
Mr.	BRADA M.	Examineur	Professeur U.K.Miliana
Mme	BELKAHLA H.	Examinatrice	Professeur Univ. Blida

**Le 12 / Mars / 2015**

Année universitaire 2014/2015

## DEDICACES

*Avec l'aide de dieu, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à la mémoire de mon généreux père. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et le respect que j'ai toujours eu pour lui. Ce travail est le fruit de ses sacrifices et de son éducation qu'il a consentie pour moi. Il a tant espéré me voir soutenir et atteindre l'objectif.*

*A ma mère Fettouma qui ne s'arrête pas de me soutenir dans les moments les plus importants en me souhaitant à chaque fois la réussite.*

*A ma chère épouse Habiba et mes enfants Mohamed, Merouane, Fettouma et Maria pour m'avoir soutenu et m'encourager durant tout le long de la réalisation de cette thèse.*

*A mes très chers frères et soeurs, N'fissa, Khedaoudje, Fatiha, Kaddour, Yamina, Nadja, Mehdi, Faiza et Karima, Moussa, Boualem, Rachid, Bettaoui et Ahmed qui hâtent de me voir soutenir ma thèse.*

*A mes chers proches de la famille Takherist, Fatiha, Rabéa, Youcef, Hamida, Ridha et Maamar, Hakou, Badilou, Farsi, Djamel, Mohamed, Soumati, Zoheir, Raouf, Hamdidi, Samir et Smail.*

*A me très chers collègues, Mokhtar, Benalia, Rata, Touil, Rouabah, Kouache, Hachoune, Mekhati, Merouche, Djillali, Kamel et Boualem.*

*Et à tous les travailleurs du laboratoire de recherche et de la faculté.*

# REMERCIEMENTS

Tous d'abord, je remercie Dieu de m'avoir donné la santé, le courage, la patience, les moyens et le pouvoir afin d'accomplir ce modeste travail.

Mes remerciements et reconnaissances vont à notre directeur de thèse Monsieur MOKABLI Aïssa qui a fait preuve d'une grande patience, ses conseils, ses orientations et ses encouragements. Ainsi, son soutien moral et scientifique m'a permis de mener ce projet. Qu'il trouve ici l'expression de mon grand respect et mes vifs remerciements.

Nous exprimons nos remerciements et notre profonde gratitude A :

Mr. CHAKALI G d'avoir bien voulu présider le jury et juger ce travail.

Mme. MOUHOUCHE W d'avoir acceptée d'évaluer ce travail.

Melle. BENKAHLA KH pour avoir voulu faire partie de jury.

Melle. BRADA M pour avoir voulu faire partie de jury.

Melle. HAMACHE M pour avoir voulu faire partie de jury.

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail, plus particulièrement Mr. DJEZZAR M pour son aide précieuse dans la partie analyse statistique et ses conseils ainsi que Mr. BENMOUSSA A pour son aide en informatique.

Nos remerciements vont aussi à Madame LHALOUI S et EL-MEZIANI I de l'INRA de Settat de Maroc qui m'ont beaucoup aidé durant les stages.

Sans oublier Mr. MEDDI M, directeur de laboratoire de recherche « Eau-Roche-Plante » et son successeur Mr. SAADOUNE A pour m'avoir fourni le matériel nécessaire à la réalisation de mon expérimentation.

Je remercie aussi Mr. AMROUCHE A, Directeur de la CCLS de Khemis Miliana de m'avoir aidé à nous fournir mensuellement les échantillons de blé.

Mes remerciements vont aussi à Mr. BENMOKADEM .N.E d'avoir s'occuper de l'achat du matériel de laboratoire. Egalement les ingénieurs de laboratoire, Houria, Kheltoume, Chaabane S, Siham et Amrane F et les ingénieurs d'informatique, Mr. Mohameddi M et Rabie pour leur aide en bureautique.

Je remercie également les enseignants, Mme BAOUCHE F/Z et SADDOUK BEN ABBES

Nos remerciements vont également à tous mes étudiants en particulier, NACEF F, SADDOK Y, AMARICHE, ABDELALI, CHEBBAB H et HAMIZI R, qui ont veillé massivement dans la présentation de ce document.

Sans oublier ma fille FETTOUMA qui m'a aussi aidé dans la traduction de mes fichiers PDF.

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale.....</b>	<b>01</b>
-----------------------------------	-----------

## **Premier chapitre**

<b>Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte.....</b>	<b>03</b>
<b>contre les insectes</b>	

1. - Le stockage actuel des céréales en Algérie.....	03
2. - Entomofaune nuisible du blé durant le stockage.....	04
2.1 Aperçu bio-écologique des deux insectes retenus pour notre expérimentation	06
2.1.1- <i>Tribolium castaneum</i> L (Herbst, 1797).....	06
2.1.1.1. - Description.....	06
2.1.1.2. – Biologie.....	06
2.1.2.- <i>Sitophilus granarius</i> L (1785).....	07
2.1.1.1.- Description.....	07
2.1.1.2- Biologie.....	08
3. - Les pertes et les dégâts occasionnés par les insectes.....	08
4. - Moyens de lutte utilisés contre les insectes nuisibles.....	09
4.1. - Moyen préventifs.....	09
4.2. - Mesures curatives.....	10
4.3. - Méthodes alternatives.....	10
4.3.1.- Généralités.....	10
4.3.2. - Données bibliographiques de quelques plantes utilisées.....	11
4.3.2.1. –Famille des Lamiaceae.....	12
4.3.2.1.1. – <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (le rosmarin). ....	12
4.3.2.1.1.1. - Classification.....	12
4.3.2.1.1.2. - Description botanique.....	12
4.3.2.1.1.3. - Origine et distribution.....	13
4.3.2.1.1.4. - Propriétés et indications principales.....	13
4.3.2.1.1.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle.....	14

4.3.2.1.2. – <i>Mentha pulegium</i> L. (la menthe pouliot).....	14
4.3.2.1.2.1. - Classification.....	14
4.3.2.1.2.2. - Description botanique.....	15
4.3.2.1.2.3. - Origine et distribution.....	15
4.3.2.1.2.4. - Propriétés et indications principales.....	15
4.3.2.1.2.5. - Principaux constituants de l’huile essentielle.....	15
4.3.2.1.3. – <i>Lavandula stoechas</i> L. (la lavande).....	16
4.3.2.1.3.1. - Classification.....	16
4.3.2.1.3.2. - Description botanique.....	16
4.3.2.1.3.3. - Origine et distribution.....	16
4.3.2.1.3.4. - Propriétés et indications principales.....	17
4.3.2.1.3.5. - Principaux constituants de l’huile essentielle.....	17
4.3.2.1.4. - <i>Salvia officinalis</i> L. (la sauge).....	17
4.3.2.1.4.1. - Classification.....	17
4.3.2.1.4.2. - Description botanique.....	18
4.3.2.1.4.3. - Origine et distribution.....	18
4.3.2.1.4.4. - Propriétés et indications principales.....	18
4.3.2.1.4.5. - Principaux constituants de l’huile essentielle.....	19
4.3.2.1.5. – <i>Mentha rotundifolia</i> L (La menthe à feuilles rondes).....	19
4.3.2.1.5.1. - Classification.....	19
4.3.2.1.5.2. - Description botanique.....	20
4.3.2.1.5.3. - Origine et distribution.....	20
4.3.2.1.5.4. - Propriétés et indications principales.....	21
4.3.2.1.5.5. - Principaux constituants de l’huile essentielle.....	21
4.3.2.1.6. – <i>Thymus vulgaris</i> L. (le thym).....	21
4.3.2.1.6.1. - Classification.....	20
4.3.2.1.6.2. - Description botanique.....	21
4.3.2.1.6.3. - Origine et distribution.....	21
4.3.2.1.6.4. - Propriétés et indications principales.....	21
4.3.2.1.6.5. - Principaux constituants de l’huile essentielle.....	22
4.3.2.1.7. - <i>Ocimum basilicum</i> (Le basilic).....	22
4.3.2.1.7.1. - Classification.....	22
4.3.2.2.1.2. - Description botanique .....	22
4.3.2.2.1.3. -Origine et distribution .....	22
4.3.2.2.1.4. - Propriétés et indications principales .....	22

4.3.2.2.1.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle.....	23
4.3.2.1.8. - <i>Marrubium vulgare</i> L. (le marrube blanc)....	23
4.3.2.1.8.1. - Classification.....	23
4.3.2.1.8.2. - Description botanique.....	23
4.3.2.1.8.3. - Origine et distribution.....	23
4.3.2.1.8.4. - Propriétés et indications principales.....	24
4.3.2.1.8.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle.....	24
4.3.2.2. - Famille des Rutaceae.....	24
4.3.2.2.1- <i>Citrus sinensis</i> L (L'oranger).....	25
4.3.2.2.1.1 - Classification.....	25
4.3.2.2.1.2. –Description botanique.....	25
4.3.2.2.1.3. - Propriétés et indications principales.....	25
4.3.2.2.1.4. - Principaux constituants de l'huile essentielle.....	25
4.3.2.2.2. - <i>Citrus aurantium</i> L. (le bigaradier).....	26
4.3.2.2.2.1. - Classification.....	26
4.3.2.2.2.2. - Description botanique.....	26
4.3.2.2.2.3. - Propriétés et indications principales .....	26
4.3.2.2.2.4. - Principaux constituants de l'huile essentielle .....	26
4.3.2.2.3. - <i>Citrus reticulata</i> L. (Le mandarinier).....	27
4.3.2.2.3.1. - Classification.....	27
4.3.2.2.3.2. - Propriétés et indications principales.....	27
4.3.2.2.5.3. - Principaux constituants de l'huile essentielle.....	27
4.3.2.2.4. - <i>Citrus limon</i> L. (le citronnier).....	27
4.3.2.2.4.1. - Classification.....	27
4.3.2.2.4.2. - Propriétés et indications principales.....	28
4.3.2.2.4.3. - Principaux constituants de l'huile essentielle.....	28
4.3.2.3 - Famille des Liliaceae.....	28
4.3.2.3.1. - <i>Allium sativum</i> (l'ail).....	28
4.3.2.3.1.1. – Classification.....	28
4.3.2.3.1.2. - Description botanique.....	29
4.3.2.3.1.3. - Origine et distribution.....	29
4.3.2.3.1.4. - Propriétés et indications principales.....	29



2.4.2.2. - Extraction des huiles essentielles.....	45
2.4.3. - Doses et traitements.....	47
2.4.3.1. - Cas des extraits aqueux.....	47
2.4.3.1.1. - Traitement par ingestion.....	47
2.4.3.1.2. - Traitement par contact.....	48
2.4.3.1.3. - Traitement par inhalation.....	49
2.4.3.2. - Cas des huiles essentielles.....	49
2.4.4. Méthodes d'analyse des résultats.....	51
2.4.4.1. - Détermination des doses létales (DL <sub>50</sub> et DL <sub>90</sub> ) et des temps létaux (TL <sub>50</sub> et TL <sub>90</sub> ) selon la méthode de Finney (1971).....	51
2.4.4.2. - Calcul des rendements en huiles essentielles des plantes.....	52
2.4.4.3. - Analyse statistique.....	52

### **Troisième chapitre**

#### **Résultats et discussions..... 53**

1. - Inventaire des insectes du blé stocké au niveau des lieux de stockage (CCLS de Khemis- Miliana et de Ténès).....	53
1.1. - Résultats.....	53
1.1.1 - Inventaire.....	53
1.1.2. - Fréquences des insectes.....	53
1.1.3. - Taux d'infestation ou pourcentage d'attaque.....	55
1.1.4. - Pourcentage de perte de poids des grains de blé des deux sites.....	56
1.2.- Discussions.....	57
1.3 - Conclusion.....	58
2. - Evaluation de l'activité insecticide des extraits aqueux et des huiles essentielles sur les Insectes.....	58
2.1. - Cas sur l'évaluation de la toxicité de <i>Rosmarinus officinalis</i> L et de <i>Salvia officinalis</i> L sur <i>Sitophilus granarius</i> L.....	59
2.1.1. - Résultats.....	59
2.1.1.1. - Mortalité.....	59
2.1.1.2. - Doses létales DL <sub>50</sub> .....	60
2.1.1.3. - Temps létaux TL <sub>50</sub> .....	61
2.1.2. - Discussions.....	62



## Liste des abréviations

ANOVA : Analysis of variance : Analyse de la variance

CCLS : Coopérative de céréales et de légumes secs

DL<sub>50</sub>, DL<sub>90</sub> : Doses létales d'une population traitée

D1, D2, D3 et D4 : Doses de traitement

F : Facteur

H.R : Humidité relative

H.S : Hautement significatif

J1, J2, J3, J4, J5 : Jours d'observation des mortalités

K : Coefficient de perte spécifique

Ns : Grains sains

N.S : Non significatif

P : Probabilité

Pa : Poids des grains attaqués

PA : Pourcentage d'attaque

PPP : Pourcentage de perte de poids

Probit : Modèle employé en statistique pour la réalisation de la droite de régression

Ps : Poids des grains sains

R : Répétition

S : Significatif

T° : Température

T : Témoin

T.H.S : Très hautement significatif

TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> : Temps létaux pour tuer 50% et 90% d'une population traitée

UCA : Unions de coopératives agricoles

## Liste des tableaux

N°		Page
01	Principaux insectes nuisibles aux céréales stockées	05
02	Liste des autres familles botaniques regroupant les différentes espèces de plantes cultivées et spontanées étudiées.	32
03	Pluviométrie et température moyenne sur 25 ans (1913-1938) à Khemis Miliana	34
04	Pluviométries et températures moyennes mensuelle du premier semestre de l'année 2005 à Ténès	34
05	Liste des plantes cultivées choisies et ayant fait l'objet de tests biologiques	39
06	Liste des plantes spontanées choisies pour l'étude et ayant fait l'objet de tests biologiques	43
07	Inventaire des insectes dans les deux sites à Ténès et à Khemis- Miliana	53
08	La fréquence mensuelle des insectes rencontrés à Ténès et à Khemis Miliana	54
09	La fréquence mensuelle en % des insectes rencontrés à Ténès et à Khemis Miliana	54
10	Evaluation du pourcentage d'attaque des insectes inventoriés à Khemis Miliana et à Ténès	55
11	Evaluation du pourcentage de perte de poids des grains de 1000 grains deblé des deux sites	56
12	Mortalité induite par les 4 doses d'extraits de <i>R. officinalis</i> et de <i>S. officinalis</i>	60
13	Probits des mortalités moyennes cumulées au 5 <sup>ème</sup> jour chez <i>S. granarius</i> et logarithmes décimaux des doses d'extraits de <i>R. officinalis</i> et <i>S. officinalis</i>	60
14	Probits des mortalités moyennes cumulées induites par la dose D1 d'extraits de <i>R. officinalis</i> et de <i>S. officinalis</i> sur <i>S. granarius</i> et logarithmes décimaux des temps d'observations	61
15	Evaluation de la toxicité des plantes et mortalités des adultes et des larves de <i>T. castaneum</i> obtenues par le test d'inhalation à l'aide des huiles essentielles des plantes testées	64
16	Différentes valeurs de DL <sub>50</sub> et DL <sub>90</sub> de chaque huile essentielle des trois	68

	plantes chez les larves de <i>T. castaneum</i> après traitement par inhalation.	
17	Temps létaux des différentes doses de chaque huile essentielle des trois plantes chez les adultes et les larves de <i>T. castaneum</i> traités par inhalation	69
18	Evaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide huiles essentielles sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> L.	73
19	Evaluation sur les résultats de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des extraits aqueux sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> L.	76
20	Evaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des huiles essentielles sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> L.	77
21	Evaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des extraits aqueux sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> L.	84

## Liste des figures

N°		Page
01	Adultes et larves de <i>Tribolium castaneum</i> L. (Herbst, 1797)	06
02	Adultes et larves de <i>Sitophilus granarius</i> L. (1785)	08
03	Les plantes cultivées étudiées	41
04	Les plantes spontanées étudiées	44
05	Dispositif d'hydrodistillation (Appareil de Clevenger)	46
06	Dispositif de récupération de l'huile essentielle	46
07	Traitement par ingestion des adultes de l'insecte	48
08	Traitement par contact d'une population adulte sur l'insecte	48
09	Traitement par inhalation des adultes de l'insecte	49
10	Différentes manipulations relatives au test par d'inhalation	50
11	Dispositif expérimental d'un traitement par inhalation	51
12	Variabilité de la mortalité induite par les 2 extraits végétaux (a) et par les 4 doses (b) d'extraits de <i>R. officinalis</i> et de <i>S. officinalis</i> .	59
13	Droites de régressions (Probits et Log doses) de <i>R. officinalis</i> (a) et de <i>S. officinalis</i> (b)	60
14	Droites de régressions (Probits et Log Temps) de <i>R. officinalis</i> (a) et de <i>S. officinalis</i> (b)	62
15	Moyennes de mortalités des adultes de <i>T. castaneum</i> traités par inhalation avec l'huile de <i>R. officinalis</i> , de <i>T. vulgaris</i> et de <i>M. pulegium</i> en fonction des doses	66
16	Moyennes des mortalités des larves de <i>T. castaneum</i> traités par inhalation avec l'huile de <i>R. officinalis</i> , de <i>T. vulgaris</i> et de <i>M. pulegium</i> en fonction des doses	67

## **Introduction générale**

## Introduction générale

Le blé constitue la principale culture céréalière dans le monde. Sa consommation évolue progressivement d'une année à une autre pour atteindre en 2006 près de 690 millions de tonnes dans le monde et 30 millions de tonnes en Afrique du Nord (Kellou, 2008). En Algérie, la consommation a atteint 201 Kg/tete d'habitant durant l'année 2003 (Djaouti, 2010).

Pour assurer un approvisionnement régulier en blé aux consommateurs, le stockage est devenu une nécessité et le seul moyen de régulation du marché durant toutes les saisons. Mais, malheureusement au cours du stockage, ce produit céréalier est le plus souvent soumis à des attaques par des rongeurs, des champignons, des acariens et des insectes.

Chez les insectes, les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de Coléoptères et de Lépidoptères (Delobel, 1993 ; Fleurat-Lessard, 1994).

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

En effet, les pertes causées par les ravageurs des céréales stockées à l'échelle mondiale sont estimées à plus de 100 millions de tonnes dont 13 millions sont dus aux insectes. En Afrique, ces pertes se chiffrent à 30% par contre, elles restent très faibles dans les pays développés, dont elles avoisinent les 3 % (Bulot, 1990).

en Algérie, les pertes du blé en post-récolte dues aux insectes sont estimées entre 10 à 12% dans les unités de stockage (Nacef et Sadok, 2004).

Pour éviter ces pertes aux niveaux des stocks, très souvent les responsables ont recours à la lutte chimique; alors que plusieurs auteurs ont associé l'application des pesticides à des problèmes de santé humaine et environnementales (Carlos, 2006 ; Isman, 2006).

Face à ce problème, la nécessité de développer de nouvelles stratégies de lutte s'impose. Actuellement, de nombreuses recherches s'orientent vers l'utilisation des moyens alternatifs avec l'utilisation des insecticides d'origine végétale considérés moins toxiques.

Dans la littérature, de nombreuses plantes spontanées sont sources de biopesticides (Regnault-Roger et al, 1993 ; Rahim, 1998 ; Huang et al, 1999 ; Lale et Mustapha, 2000 et Owusu, 2000) et même les plantes cultivées sont actuellement connues pour leur activité insecticide vis-à-vis des déprédateurs et peuvent, de ce fait, être une alternative pour diminuer progressivement l'utilisation des pesticides afin de protéger les denrées stockées.

Dans cet objectif, plusieurs recherches s'orientent vers le test du pouvoir insecticide des plantes pour mieux contrôler les insectes du blé en post récolte en particulier les coléoptères qui appartiennent aux genres *Tribolium et Sitophilus*, considérés comme étant de redoutables ravageurs d'après plusieurs auteurs au niveau mondial.

En Algérie, le recours aux plantes comme source de pesticides est nécessaire d'autant plus qu'elle dispose d'un patrimoine végétal très riche mais malheureusement peu exploité. C'est ce manque de données sur les plantes algériennes qui nous a incité à choisir une grande liste d'espèces végétales composée de plantes spontanées et de plantes cultivées pour notre expérimentation.

Notre travail consiste à évaluer le potentiel insecticide de ces plantes, au nombre de 33, composées essentiellement de *Lamiaceae*, de *Rutaceae* et de *Liliaceae* sur les ravageurs du blé en post récolte, *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) et *Sitophilus granarius* L (1785).

La première partie de notre travail expérimental s'oriente vers le choix du matériel biologique animal qui a nécessité la réalisation d'un inventaire au préalable dans deux endroits de stockage de blé, la CCLS de Khemis Miliana et la CCLS de Ténès afin de cibler les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes et parallèlement, calculer les pertes du blé causées par les insectes durant 6 mois, du mois de janvier jusqu'au mois de juin de l'année 2004.

Le second volet de l'expérimentation concerne l'évaluation de la toxicité des 33 plantes choisies sur *S. granarius* L. et *T. castaneum* L qui se sont avérés les plus fréquentes lors de notre enquête dans les stations de stockage.

# **Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte**

# **Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

## **Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte**

Le stockage est une opération qui consiste à entreposer les produits agricoles en un lieu déterminé et pour une période donnée (Panisset et al, 2003). Il consiste à mettre les céréales dans des silos ou autres dans de bonnes conditions suivant les normes et des règles de conservation. Toutefois, certains silos ne sont pas à l'abri des ravageurs et la conservation prolongée conduit à l'apparition des ravageurs nuisibles, en particulier les insectes, causant des pertes dans les stocks du blé (Sinha et Watters, 1985).

### **1.- Le stockage actuel des céréales en Algérie**

Le stockage est un des maillons d'une ou des filières céréalières dont la fonction de base est la régulation de l'offre d'un produit, dans le temps et dans l'espace, par rapport à une demande relativement constante (Casagrande et Guibourg, 1989). Pour le cas du blé, il est soumis à des contraintes dues à de nombreux facteurs entraînant des pertes au niveau des stocks sur le plan quantitatif et qualitatif. (Campbell et Sinha, 1976 ; Amas et *al.*, 1986 ; Mathon, 1986 ; Lodi, 1988 ; Khare, 1990 ; Imura, 1991).

Actuellement en Algérie, la collecte, le conditionnement, le stockage, la distribution et la commercialisation des céréales sont assurés principalement par l'office interprofessionnel des céréales qui rayonne sur tout le territoire national algérien à travers 41 coopératives de céréales et de légumes secs, appelées (CCLS) et 5 unions de coopératives agricoles (UCA). Ces dernières sont chargées de réceptionner les produits céréaliers à partir de l'importation, de les stocker et de les distribuer aux différents utilisateurs.

L'Algérie dispose d'une capacité de stockage implantée sur l'ensemble du territoire national répartie en huit (08) silos portuaires, 212 silos continentaux (121 en béton et 91 métalliques) et 456 magasins à fond plat (Anonyme, 2014a).

Les silos sont de grands réservoirs destinés à conserver les produits céréaliers. Selon Doumandji et al (2003), leurs capacités varient suivant plusieurs types:

- Silos de ferme : ils peuvent contenir entre 500 et 10 000 quintaux.
- Silos coopératifs : leurs capacités varient entre 10 000 et 100 000 quintaux.
- Silos portuaires : leurs capacités dépassent 50 000 quintaux.

Khemis-Miliana et Ténès disposent des silos en béton pour stocker la semence et le blé de consommation et aussi des silos en métal destinés seulement pour le blé de consommation.

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

La CCLS de Khemis-Miliana, à elle seule, dispose de 56 silos au total, répartis en 12 silos en métal et 44 silos en béton et des hangars pour les sas de blé de consommation et de semence. Les cellules en béton sont deux types, le premier a une capacité de 2000 quintaux et le second d'une capacité de 500 quintaux.

Les traitements appliqués contre les insectes sont de deux types, les traitements de désinsectisation comme traitement préventif dans un silo vide avant qu'il soit rempli à l'aide du produit Malathion et les traitements par fumigation comme un traitement curatif à l'aide de Phosphure d'aluminium, une fois le silo rempli.

Parallèlement, pour donner plus d'importance à la problématique du sujet, nous avons étudié les pertes causées par les insectes au niveau des stocks.

### **2. - Entomofaune nuisible du blé durant te stockage**

Les Insectes sont à l'origine de la plus part des dommages subis dans les réserves des denrées stockées. Ils sont représentés par les ravageurs primaires et les ravageurs secondaires appartenant principalement aux ordres des coléoptères et des lépidoptères.

Nous citons dans le tableau 1 qui suit quelques espèces de Coléoptères, de Lépidoptères (Steffan, 1978) et des Psocoptères (Monthano et *al.*, 2014 ; Fraval, 2008) nuisibles aux céréales stockées.

## Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

Tableau 1 - Principaux insectes nuisibles aux céréales stockées (Steffan, 1978 ; Monthano et al., 2014 ; Fraval, 2008).

<b>Ravageurs primaires</b>				
Ordres	Familles	Espèces	Noms communs	Milieux hôtes principaux
<b>Coléoptères</b>	Curculionidae	<i>Sitophilus granarius</i>	Charançon des grains	Bt, Bd, Orge, Seigle
		<i>Sitophilus oryzae</i>	Charançon du riz	Bt, Bd, Orge, Seigle, Riz
		<i>Sitophilus zeamais</i>	Charançon du maïs	Bt, Bd, Orge, Seigle, Maïs
<b>Lépidoptères</b>	Bostrichidae	<i>Rhyzopertha dominica</i>	Capucin des grains	Bt, Bd, Orge, Seigle, Maïs
	Gelechiidae	<i>Sitotroga cerealella</i>	Alucide des céréales	Bt, Bd, Orge, Maïs, Sorgo, Maïs brisé
		<i>Anagasta kuehniella</i>	Teigne de la farine	Grains brisés farine, semoule
	Pyralidae	<i>Pyralis farinalis</i>	Pyrale de la farine	Farine, Semoule
<b>Ravageurs secondaires</b>				
Ordres	Familles	Espèces	Noms communs	Milieux hôtes principaux
<b>Coléoptères</b>	Silvanidae	<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	Silvain	Bt, Orge, Seigle
		<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	Petit ver des grains	Bt, Bd, Orge, Maïs
	Tenebrionidae	<i>Tribolium castaneum</i>	Petit ver de la farine	Bt, Orge
		<i>Tribolium confusum</i>	ver de la farine	Bt, Orge
Dermestidae	<i>Trogoderma granarium</i>	Dermeste des grains	Bd, Orge, Sorgo	
<b>Psocoptères</b>	Liposcelididae	<i>Liposcelis sp</i>	Psoque	Blè
		<i>Liposcelis paetus</i>		
		<i>Liposcelis entomophilus</i>		

Bt = Blé tendre  
Bd = Blé dur

# Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

## 2.1. - Aperçu bio-écologique des deux insectes retenus pour notre expérimentation

### 2.1.1 - *Tribolium castaneum* L (Herbst).

#### 2.1.1.1 - Description

*Tribolium castaneum* L. (Herbst, 1797) est originaire de l'Inde (Lepesme, 1944). En Afrique, il a une distribution différente comparativement aux autres continents où les climats sont plus frais (Smith, 1993). Selon Aziez et al (2003), cette espèce est répandue dans le monde grâce aux échanges commerciaux.

Selon Lepesme (1944) et Myers et al., (2014), *Tribolium castaneum*, appelé communément le Tribolium rouge de la farine ou petit ver de la farine est un Coléoptère appartenant au sous ordre des *Polyphaga*, à la famille des *Tenebrionidae* et au genre *Tribolium*.

L'adulte mesure 3 à 4 mm. Il est de couleur uniformément brun rougeâtre (Fig.1). Son corps est étroit, allongé, à bords parallèles, à pronotum presque aussi large que les élytres et non rebordé antérieurement. Les trois derniers articles des antennes sont nettement plus gros que les suivants (Lepesme, 1944).

#### 2.1.1.2 - Biologie

Les œufs sont ovulaires et mesurent en moyenne 0,6 mm de longueur. Au moment de la ponte, ils sont de couleur blanche, recouverts par une graisse visqueuse, qui leur permet de se coller aux particules de nourriture et d'autres débris (Balachowsky et Mesnil, 1936).



Figure 1. –Œufs, larves et adulte de *Tribolium castaneum* L. (Herbst, 1797)  
(Camara, 2009)

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large (Fig.1), d'un jaune très pale à maturité, avec quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres (Camara, 2009).

Dès l'âge de trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs. La fécondité moyenne est voisine de 500 œufs par femelle.

C'est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32 et 33°C. Son développement cesse au dessous de 22°C et qui résiste très bien aux basses températures. La durée du cycle dure un mois (Camara, 2009).

Selon Hamizi (2012), le cycle se déroule sur une période de 27 à 35 jours sous une température allant de 27 à 29°C et une hygrométrie de 60 à 70 %.

*T. castaneum*, considéré comme ravageur secondaire, se nourrit des grains cassés et de leurs enveloppes et des débris que provoquent les ravageurs primaires (Arthur, 1996), (Labeyrie, 1992) et (Anonyme, 2004).

Selon Manjunder in Khalfi (1983), dans les grains infestés, l'activité métabolique de *T. castaneum* augmente le taux d'humidité, ce qui crée un environnement favorable au développement des moisissures.

### 2.1.2 - *Sitophilus granarius*L. (1785)

#### 2.1.2.1. - Description

*Sitophilus granarius* est originaire de l'agriculture néolithique (Plarre, 2010). Il a une distribution dans toutes les régions tempérées du monde. Il est rare dans les pays tropicaux et limité dans les régions montagneuses. Il se trouve en Asie, en Afrique, au nord et au sud de l'Amérique, en Europe et en Océanie (Champ et Dyte, 1978).

Selon Pierce (1907), *Sitophilus granarius* L. (1785), appelé communément le charançon de grain, la calandre des grains, le charançon du grenier et charançon de blé est un coléoptère appartenant au sous ordre des Polyphaga, à la famille des Curculionidae, à la sous famille des Rhynchophorinae et au genre *Sitophilus*. Les adultes de *Sitophilus granarius* L (Fig. 2a) ont une taille variant de 2,5 à 5 mm de longueur et il est aptère seulement. Les antennes composées de 8 segments sont de couleur brun rougeâtre brillante. Le prothorax porte des piqûres ovales (Gorham, 1991) et (Haines, 1981).

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 2.1.2.2. - Biologie

Les œufs, pondus au nombre de 150 par femelle, incubent 4 à 14 jours quand les conditions de température et d'humidité sont réunies (Longstaff, 1981).

Les larves de couleur blanchâtre et apodes (Fig. 2b), passent par 4 stades et se développent dans les graines infestées par l'adulte. Elles continuent à s'alimenter de la graine jusqu' à ne laisser que les enveloppes externes. Après les stades pupe et pré adulte, l'adulte émerge et sort de la graine, laissant un trou caractéristique. En été chaud, le cycle peut s'accomplir en 4 à 6 semaines. En hiver, les adultes peuvent rester plus d'un mois sans nourriture quand la température est basse à environ 11°C. Les conditions optimum de développement sont 30°C de température et de 70% d'humidité relative (Richard, 1974).

*Sitophilus granarius* est un ravageur qui s'attaque et déprécie les graines de stockage (Kouassi, (1991). C'est un ravageur primaire. Il vit à l'intérieur de la graine. Il cause les plus lourdes pertes économiques relativement aux ravageurs secondaires (Anonyme, 2004). Les larves s'alimentent du germedes graines ne laissant que l'enveloppe externe. Les infestations graves peuvent ramener le stock à une masse d'enveloppes laissée par les larves et les adultes. Ce ravageur infeste également d'autres espèces de céréales comme l'orge, le seigle, le riz et le maïs et parfois le tournesol (Pajmon, 2000 ; Trematerra et al, 1999).



Figure 2. - Adulte et larves de *Sitophilus granarius* L. (1785) (Anonyme, 2014b)

### 3. - Pertes et dégâts occasionnés par les insectes

Les pertes qu'engendrent les insectes nuisibles sur le blé en post-récolte sont de l'ordre de 690 millions de tonnes dans le monde et de 30 millions de tonnes en Afrique du nord (Kellou, 2008).

## **Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

En effet, les dommages causés par les insectes peuvent entraîner directement des pertes au niveau des stocks et déprécier le blé stocké en quantité et en qualité (Multon, 1982).

Lodi (1988) rapporte que la perte de poids des grains résulte principalement du matériel consommé ou détruit par les insectes déprédateurs. Selon plusieurs auteurs comme Rao et Wilber (1972), Campbell et Sinha (1976) et (Golebio, 1969), les adultes des insectes arrivent à consommer par semaine des quantités importantes de blé d'environ cinq à six fois leur poids corporel. Alors que les larves d'autres espèces en consomment jusqu'à 12 fois.

Sur le plan qualitatif, les insectes affectent le pouvoir germinatif des grains surtout lorsque le stockage est prolongé.

Les insectes peuvent provoquer des pertes aussi d'une manière indirecte en affectant les aspects biophysiques des grains, les aspects biochimiques et les aspects nutritionnels (Dénaturation des protéines, diminution de la teneur en azote et en sucres) (Sharma et al., 1979 ; Khattak et al., 1988 ; Jood et al., 1993).

### **4. - Moyens de lutte utilisés contre les insectes nuisibles**

Des conditions de stockage inadéquates rendent les céréales stockées sensibles aux attaques de plusieurs agents en particulier les insectes.

La lutte contre les ravageurs des stocks est indispensable. Plusieurs réflexions sont préconisées.

#### **4.1. - Moyens préventifs.**

Les différentes méthodes préventives sont axées surtout sur l'hygiène et la propreté des maillons de la chaîne allant de la réception du produit agricole jusqu'à sa commercialisation ou son utilisation pour maintenir un environnement propre (Anonyme, 2011).

Aussi, il faut maintenir les grains secs et propres afin d'éviter les infestations par les *Silvain* et les *Tribolium* (Kalache, 2000). Procéder aussi à une surveillance périodique des stocks. Selon Ducom (1987), un contrôle, par le biais de l'échantillonnage tous les deux à trois mois et toutes les deux à trois semaines à partir du printemps, est nécessaire.

Eviter les élévations de température par des ventilations d'air froid est une méthode préventive afin d'éviter la prolifération des déprédateurs (Fleurat-Lessard, 1987).

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

Le transilage, autre méthode préventive, appliquée en Algérie, consiste à faire circuler les céréales d'une cellule à une autre (Kalache, 2000).

Après tous ces moyens préventifs, on complète par l'application des insecticides de surface après remplissage dans les stocks pour éviter toute prolifération des insectes (Ducom, 1987).

### **4.2. - Mesures curatives.**

Les moyens curatifs sont très variés. La majorité des techniques citées dans la bibliographie sont théoriques et ne sont qu'à l'état expérimental. Parmi les techniques qui sont pratiquées et utilisées actuellement, nous citons la désinfection par refroidissement artificiel des grains (Transilage), refroidissement par les ventilateurs, les désinsectisations et les fumigations à l'aide des produits chimiques.

### **4.3. - Méthodes alternatives**

#### **4.3.1. - Généralités**

En plus de la résistance variétale et de la lutte physique, apportées comme luttés alternatives à la lutte chimique, des techniques nouvelles moins toxiques ont été développées ces dernières années. Il s'agit de l'utilisation des méthodes biologiques.

Le nom de lutte biologique est donné aux méthodes qui consistent à détruire les insectes nuisibles par l'utilisation de leurs ennemis naturels appartenant soit au règne animal ou au règne végétal (Balachowsky, 1951). Les moyens biologiques utilisés dans ce cadre sont les extraits aqueux des extraits de végétaux et les huiles essentielles considérés moins toxiques.

L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes ont la capacité de synthétiser une multitude de substances chimiques, qui sont des métabolites secondaires. Ces derniers sont considérés comme étant les moyens de défense de la plante qu'elle produit contre divers agents phytopathogènes et ravageurs. Ces produits peuvent être exploités par les laboratoires de biopesticides (Kokalis-Burelle et Rodriguez-Kabana, 2006).

Plusieurs auteurs ont étudié le pouvoir insecticide des extraits aqueux et des huiles essentielles de plusieurs plantes. En effet, les végétaux, produisant des composés secondaires tels que les terpènes, les composés soufrés, les alcools, et autres, sont utilisés en tant que biopesticides dans la protection des grains stockés contre les insectes ravageurs (Arthur, 1996).

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

Selon plusieurs auteurs, l'utilisation des extraits végétaux connaît ces dernières décennies un intérêt particulier dans le domaine de lutte alternative, se basant sur les principes actifs naturels. De nombreux chercheurs affirment leur action insecticide vis-à-vis des ravageurs (Philogène et *al.*, 2002 ; Auger et Thibaut, 2002 ; Arthur, 1996 ; Talukder et *al.*, 1998).

Des programmes de recherche sur les insecticides des huiles essentielles ont été initiés dans de nombreux pays africains tels que le Togo, le Bénin, le Burkina Faso et le Niger à la suite des colloques internationaux du réseau africain de recherche sur les insectes ravageurs des denrées stockées (Lale 1991 ; Seck et *al.*, 1991 ; Guey et *al.*, 2010).

L'effet des huiles végétales vis-à-vis de *Sitotroga cerelella*, *Rhyzoperta dominica*, *Sitophilus oryzae* et des Bruchidae empêchent l'oviposition (Dunkel et Read, 1986). Selon Mohiuddin et *al.*, (1990), les huiles végétales diminuent considérablement les générations F1 et provoquent une forte mortalité des œufs et des larves.

En Algérie, de nombreuses études ont été réalisées sur l'effet insecticide des huiles essentielles des plantes spontanées sur de nombreux insectes des denrées stockées en particulier les coléoptères du genre *Tribolium*, *Sitophilus*, *Callosobruchus* et *Rhyzoperta* et autres (Benyoussef et *al.*, 2004 ; El-Guedoui, 2003 ; Hacib, 2005 ; Hamoudi, 2000 ; Khalfi, 1983 ; Mamou, 2003 ; Yahiaoui, 2005).

Dans la région d'Ain Defla, le premier travail sur l'activité insecticide des plantes spontanées sur *Triboliumcastaneum* a été réalisé par Boudjemaa en (2008). Il a été poursuivi par d'autres travaux jusqu'au 2014 par Amariche et Abdelli (2014).

### **4.3.2. - Données bibliographiques de quelques plantes utilisées**

Les 33 espèces végétales étudiées, composées de plantes cultivées et de plantes spontanées, appartiennent à plusieurs familles botaniques, principalement les Lamiaceae, les Rutaceae et les Liliaceae.

#### **4.3.2.1. - Famille des Lamiaceae**

Appartenant à l'ordre des Lamaiales, la famille des Lamiaceae contient 258 genres et 690 espèces répandues depuis le bassin méditerranéen jusqu'en Asie Centrale. De nombreuses espèces appartenant à cette famille sont cultivées dans les jardins, soit comme plantes ornementales, soit pour leurs propriétés médicinales (Belmont, 2013). Le plus souvent ce sont des plantes herbacées, des sous arbrisseaux qui ont de tiges quadrangulaires et ligneuses

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

à la base. Les feuilles sont opposées, souvent velues et aromatiques. Les fleurs portent deux lèvres dont la supérieure est plus petite (Fitter et Cuisin, 1988).

### 4.3.2.1.1. - *Rosmarinus officinalis* L. (le romarin)

#### 4.3.2.1.1.1. - Classification

Selon Quezel et Santa (1963), la classification du romarin est la suivante :

Règne : Plantae (végétal)

Division: Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae ou Labiatae

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *Rosmarinus officinalis* L.

Noms communs : Romarin - Herbe aux couronnes

#### 4.3.2.1.1.2. - Description botanique

La famille auquel le romarin appartient est l'une des plus importantes de la flore d'Algérie. Elle compte plus de 200 genres et 3500 espèces (Boelens, 1985). Le romarin se présente sous forme d'un arbuste ou sous-arbrisseaux très odorants touffus, xérophyte, fortement rameux toujours vert, à racine pivotante et à tiges ligneuses, généralement érigées, pouvant atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur (Quezel et Santa, 1963). Les feuilles portées par des rameaux subarrondies, sont opposées et sessiles, étroites et lancéolées, de 4cm de long sur 5mm de large. Leur port est raide, leur texture est dure et coriace, leurs limbes sont épais, cassant, vert foncé sur la face supérieure et blanchâtre sur la face inférieure ; ses bords sont enroulés sur le dessous et la nervure médiane est saillante (Fig. 3f). Les fleurs sont regroupées en petites grappes axillaires terminales, disposées à l'aisselle des feuilles, le calice bilabié à la forme d'une clochette et duveteuse, la corolle est longuement tubuleuse, de 1,2cm de large, bleu de pâle, lilas ou blanche mais souvent maculée de petites taches violettes.

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

Le fruit est un tétrakène lisse et globuleux, brun foncé de 2,3mm de long (Teuscher *et al.*, 2005). La floraison a lieu de mai à juillet.

### **4.3.2.1.1.3. - Origine et distribution**

Dans le monde, le romarin pousse dans de nombreux pays d'Europe et d'Asie notamment en Espagne, Italie, Grèce, sud de la France, nord de l'Afrique (sud Maroc à Tunisie), Inde, les Philippines, les Etats-Unis et le Mexique (Pelikan, 1986; Teuscher *et al.*, 2005). Il pousse sur tous types de terrains avec une préférence pour les sols calcaires, argileux, argileux-limoneux situés dans les endroits ensoleillés, chauds, secs et abrités du vent. Il est répandu sur la plupart des maquis, garrigues, sur les rivages marins. On le rencontre jusqu'à 1500m d'altitude. Il accompagne souvent le pin d'Alep, la sauge et le thym (Gilly, 2005).

En Algérie le romarin s'étale sur une superficie excédant 100 000 hectares (Bensebia *et al.*, 2009).

### **4.3.2.1.1.4. - Propriétés et indications principales**

L'huile essentielle du romarin est largement utilisée dans l'industrie alimentaire (boissons alcoolisées, desserts, bonbons, Ets.). Elle agit comme agent aromatisant conservateur du fait de ses propriétés antioxydant, antimicrobienne et antiradicalaire (Gachkar *et al.*, 2007; Frankel *et al.*, 1995). Des extraits éthanoliques ont montré une importante dose-dépendante activité cholérétique ainsi qu'une importante activité hépatoprotective (Fahim, 1999).

L'effet antispasmodique des extraits éthanoliques a été mis en évidence après administration d'acétylcholine ou d'histamine (Forster *et al.*, 1980).

L'application dermique d'un extrait de romarin réduit de façon conséquente la formation de tumeur cutanée (Willem, 2002).

Le Carnosol du romarin possède une activité antivirale contre le virus du Sida (HIV) (Aruoma *et al.*, 1996) alors que l'acide carnosique a un effet inhibiteur très puissant contre la protéase de HIV-1 (Paris *et al.*, 1993).

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.1.1.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Le rendement en huiles essentielles du romarin représente 1 à 3% de la plante. Sa composition chimique ainsi que la concentration en ses composés dépend fortement des chémotypes. En effet, ses principaux constituants peuvent être du 1,8-cinéole (teneur peut varier entre 3 et 60 % selon le chémotype), l' $\alpha$ -pinène (1 à 57% selon le chémotype), camphre (1 à 57% selon le chémotype), du borniolo (1 à 18% selon le chémotypes), de l'acétate de bornyl (1à 21% selon le chémotype), de la verbinone (0 à28% selon le chémotype), du p-cymène (0,5 à 10% selon le chémotype) ou du myrcène (0,5 à 12% selon le chémotype); ils peuvent être accompagnés de  $\beta$ -caryophyllène, de limonène, de linalool, de  $\beta$ -pinène, de subinène, de  $\gamma$ -terpinène, d' $\alpha$ -terpinéol et de terpinéole1-4 (Teuscher *et al.*, 2005).

Dans cette partie, nous donnons une description détaillée seulement pour quelques espèces végétales. Les autres seront étudiées sommairement dans le chapitre matériel et méthodes où nous donnons que la famille botanique et l'espèce.

Les plantes spontanées sont représentées essentiellement par la famille des *Lamiaceae* soit plus que 50% du total du nombre d'espèces étudiées.

### 4.3.2.1.2. - *Mentha pulegium* L. (La menthe pouliot)

#### 4.3.2.1.2.1. - Classification

Selon Jahandiez et Maire (1934), la classification de la menthe pouliot est la suivante

Règne: Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha pulegium* L.

Noms communs : Pouliot – Herbe aux puces

Nom arabe : Fliou

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.1.2.2. - Description botanique

*Mentha pulegium* est une plante pluriannuelle robuste qui atteint 10 à 50 cm de hauteur (Fig. 4d). Elle fréquente les lieux humides et expire une odeur aromatique forte (Bencheikh, 2012). La tige est quadrangulaire. Les feuilles sont simples et opposées. Les fleurs sont très petites avec des corolles presque régulières à quatre lobes égaux et leurs quatre étamines également presque égaux (Jahandiez et Marie, 1934).

### 4.3.2.1.2.3. - Origine et distribution

La menthe poulot vit dans la totalité de l'Europe à l'état sauvage et dans les jardins. Elle est originaire de l'Asie. Elle est cultivée en Chypre, en Turkménistan, en Afrique du Nord (Maroc – Tunisie – Algérie et Egypte) (Bencheikh, 2012). Au 16ème siècle. Elle était utilisée dans des buts thérapeutiques (Roger, 1984).

### 4.3.2.1.2.4. - Propriétés et indications principales

La Menthe est employée dans plusieurs domaines. En thérapeutique, elle est utilisée contre la fièvre, la faiblesse, la toux, les nausées, les maux de l'estomac, la mélancolie, les maladies de poitrines, l'hystérie, les troubles de la vue (Garnier el, 1961 ; Fournier, 1948). Elle présente aussi des propriétés médicales, stimulantes du système nerveux, toniques, stomachiques, antiseptiques, analgésiques et vermifuge (Bezanger *etal.*, 1980).

### 4.3.2.1.2.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

La composition chimique de l'huile essentielle de la menthe du Maroc est la suivante. Le composant principal est le Pulégone (85,4 %), suivi de Menthadiène-3,8-£ thujone avec 5,3 %, ensuite de l'octène -3-ol avec 2,4 %. En Iran le Pulégone ne représente que 37,8 % du total, suivi du menthone avec 20,3 %, ensuite le piperitone avec 6,8 % et le 1(7)-p-menthène-2-one avec 4,9 % (Lahrech, 2010).

### 4.3.2.1.3. - *Lavandula stoeakas* L. (La Lavande)

#### 4.3.2.1.3.1. - Classification

Selon (Quezel et Santa, 1963), la classification de la lavande est la suivante :

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

Règne: Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Lavandula*

Espèce : *Lavandula stoechas* L (1753)

Noms communs : Lavande

### 4.3.2.1.3.2. - Description botanique

*Lavandula stoechas* est une plante originaire du Portugal. L'espèce végétale est un sous-arbrisseau qui se présente en souches ou touffes ligneuses, atteignant plus de 80 cm de haut. Les feuilles sont opposées, persistantes, grisâtres ou argentées, parfois vert sombre, entières ou découpées (Anonyme, 2006). L'inflorescence est en forme d'épis, brièvement pédonculée. Elle est surmontée de grandes bractées stériles membraneuses de coloration bleue violette (Fig. 4e). Les fleurs placées à l'aisselle de bractées larges, rhomboïdales, sont de coloration violet pourpre. La corolle est pourpre noirâtre (Lucienne, 2007). Sa période de floraison se situe vers le mois de mai à juillet. Les fleurs sont surmontées de bractées violettes.

### 4.3.2.1.3.3. - Origine et distribution

Le genre *Lavandula* se compose d'environ 28 espèces qui sont dans la plupart d'origine méditerranéenne (Barrett, 1996 ; Maganga, 2004). Plusieurs espèces du genre *Lavandula* se développent à l'état sauvage dans le sol rocheux de l'Europe: L'Espagne, Portugal, la France, l'Afrique, la Russie, la Turquie, le Pakistan et l'Inde. Actuellement, cette espèce vit dans le sol calcaire des pays méditerranéens aussi bien que d'autres régions, particulièrement la Bulgarie et les pays de l'ancienne Yougoslavie (Chu et Kemper, 2001).

### 4.3.2.1.3.4. - Propriétés et indications principales

En plus de l'utilisation dans la phytothérapie, en cosmétique, en parfumerie, en agro alimentaire et dans les préparations culinaires, s'ajoutent d'autres

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

propriétés, antibactériennes, antivirales, antifongiques, insectifuges et insecticides contre les mites et les poux (Willem, 2004). En usage agronomique, les huiles essentielles de la lavande sont proposées dans la lutte biologique contre les ravageurs des denrées stockées.

### 4.3.2.1.3.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Selon Kimizibekmez et *al.*, (2009), les principaux composants de l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles et de fleurs de la lavande sont, l'alpha-fenchone (41,9 %), 1,8-cinéole (15,6 %), camphor (12,1 %) et viridiflorol (4,1 %) pour les feuilles. Pour les fleurs, les éléments principaux sont, alpha-fenchone (39,2 %), myrtenyl acetate (9,5 %), alpha-pinéne (6,1 %), camphor (5,9 %) et 1,8 cinéole (3,8 %).

### 4.3.2.1.4. -*Salvia officinalis* L. (la sauge)

#### 4.3.2.1.4.1. - Classification

Selon (Quezel et Santa, 1963), la classification de la sauge est la suivante :

Règne: Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Salvia*

Espèce : *Salvia officinalis*L (1753)

Nom commun : Sauge

#### 4.3.2.1.4.2. - Description botanique

La sauge est un sous-arbrisseau. Elle peut être annuelle, bisannuelle ou vivace selon l'espèce. Elle fleurit généralement en été. Elle a une forme des buissons touffus en terrain calcaire. C'est une plante à racine ligneuse, brunâtre, fibreuse. La tige, de 20 à 30 cm, est très rameuse. Les feuilles sont opposées, pétiolées, ovales, rugueuses, et blanchâtres. Elles persistent l'hiver grâce au revêtement de poils laineux qui les protègent. Les fleurs sont de couleur bleu rose lilas, visibles de mai à août (Fig. 4a). Elles sont grandes et groupées à la base des feuilles supérieures ; l'ensemble forme de grands épis (Ristic, 2005).

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

### **4.3.2.1.4.3. - Origine et distribution**

La sauge officinale est originaire du pourtour du bassin méditerranéen. Son nom lui vient du latin Salvare (sauver). Elle est intimement liée à la religion chrétienne. Dans l'antiquité, elle est connue des Egyptiens, des Grecs et des Romains. Elle s'est très vite répandue dans tout le bassin puis sur tout le globe (Ristic, 2005).

La sauge préfère les terres chaudes, légères et rocailleuses. Sa multiplication s'effectue par semis au début du printemps. Le repiquage se fait deux mois plus tard, suivi d'une replantation définitive à l'automne. Elle peut également se multiplier par bouturage. La récolte des feuilles se fait au printemps et à l'automne, plusieurs coupes peuvent être réalisées (Fellah, 2001).

En Afrique du Nord, la sauge pousse à l'état naturel dans tout le bassin méditerranéen jusqu'à 800 m d'altitude, sur les pentes ensoleillées et dans les garrigues, sur les pentes montagneuses de la Dalmatie, au Sud Est de la Serbie, de la Macédoine, de l'Espagne, de sud de la France et en Rhénanie (Allemagne) (Lawrence, 1989).

### **4.3.2.1.4.4. - Propriétés et indications principales**

Les feuilles et les tiges sont employées dans de nombreuses préparations à caractère phytothérapeutique et médicinal contre le rhumatisme, problèmes de la peau, la grippe, la bronchite, l'insuffisance biliaire, les cicatrices etc. La sauge est utilisée dans la préparation des tisanes, des sirops et des pommades. Elle est employée comme plante aromatique condimentaire, en usage culinaire et en parfumerie (Roulier, 2009). Les terpènes, ayant un effet insecticide, peuvent servir dans la lutte de nombreux insectes et autres agents nuisibles.

### **4.3.2.1.4.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle**

Les principaux composants de l'huile essentielle de la sauge sont le thujone (35- 60%), le 1,8-cineol (18%), du camphre (16%), du bornéole, du bornyl ester, de l'alpha-pinène et de la salvène

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.1.5. - *Mentha rotundifolia*L. (la menthe à feuilles rondes)

#### 4.3.2.1.5.1. - Classification

Selon (Quezel et Santa, 1963), la classification de la menthe à feuilles rondes est la suivante :

Règne: Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha rotundifolia*L (1753)

Nom commun : Menthe à feuilles rondes.

#### 4.3.2.1.5.2. - Description botanique

Les menthes, du nom latin *Mentha*, appartenant à la famille des Lamiaceae, sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes (Jahandiez et Maire, 1934). Il existe de nombreuses espèces de menthes dont certaines, comme *M. pulegium* et *M. rotundifolia*, qui poussent spontanément en Algérie. *Mentha rotundifolia*, dont le nom commun est «timarssat» en langue arabe, est un hybride de *Mentha longifolia* et de *Mentha suaveolens* (Kokkini-Papageorgiou, 1988 ; Lorenzo et al., 2002) alors que pour d'autres auteurs *Mentha rotundifolia* et *Mentha suaveolens* correspondent à la même espèce (Hendriks et Van, 1976).

La menthe à feuilles rondes ou *Mentha rotundifolia* est une plante que l'on trouve fréquemment au bord des chemins, dans les fossés ou autres lieux humides. Elle est caractérisée par des feuilles rondes, épaisses et ridées (Fig. 4f). La tige, typique des labiées, est à section carrée. L'ensemble de la plante est couvert de poils denses et blanchâtres qui la rendent douce au toucher; comme toutes les menthes, elle dégage une forte odeur. La hauteur de la plante est de 25 à 80 cm, la fleur est de 5 mm de long (Jahandiez et Maire, 1934).

#### 4.3.2.1.5.3. - Origine et distribution

L'histoire de la menthe remonte à l'époque des égyptiens qui la cultivaient. Elle est connue par les japonais depuis plus de deux mille ans. A l'époque gréco-

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

romaine, on lui attribuait des remarquables propriétés thérapeutiques. Son utilisation est ensuite répandue au cours de la seconde moitié du 18<sup>ème</sup> siècle en Europe, en Amérique puis en Asie (Jorek, 1982).

### 4.3.2.1.5.4. - Propriétés et indications principales

La composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* qui pousse dans diverses parties du monde (Kokkini, Papageorgiou, 1988 ; El Arch et al., 2003) a fait l'objet de nombreux travaux et différents chémotypes ont été définis. L'un d'eux est particulièrement riche en oxyde de pipériténone. Ce monoterpène oxygéné possède des effets biologiques très intéressants. Il présente des effets cardiovasculaires hypotensives, vasodilatateurs (bradycardie), une activité sur les centres nerveux sympathiques (relaxante, stimulante), des propriétés antibactériennes et antifongiques, et agit aussi comme agent retardant la reproduction du vecteur de malaria, *Anopheles stephensis* (Damien et al, 2003 ; Tripathi et al, 2004).

### 4.3.2.1.5.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Les composants de l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles de *Mentha rotundifolia* L sont principalement les monoterpènes oxygénés avec 84,6 % les monoterpènes hydrocarbures avec 5,3 %, les sesquiterpènes hydrocarbures avec 2 % et les sesquiterpènes oxygénés avec 0,5 % (Lorenzo et al, 2002).

### 4.3.2.1.6. - *Thymus vulgaris* L. (le thym commun)

#### 4.3.2.1.6.1. - Classification

Selon Guingnard (1977), la classification du thym est la suivante :

Embranchement: Phanérogames.

Sous embranchement: Angiospermes.

Classe: Dicotylédones.

Sous classe: Gamopétales.

Ordre: Tubiflorales.

Famille: Labiatae ou Lamiaceae.

Genre: *Thymus*.

Espèce: *Thymus vulgaris* L.

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

Noms communs : Thym commun

Nom arabe: zaater (Perroti *et al.*, 1999)

### **4.3.2.1.6.2. - Description botanique**

Le thym est un sous arbrisseau ligneux typique de la région de la méditerranée où il est fréquemment cultivé (Ghestem *et al.*, 2001). Il est caractérisé par des tiges ligneuses et ramifiées, il mesure jusqu'à 50 cm de haut.

Les feuilles sont lancéolées, duveteuses au revers, lisses à l'avant, et à bord récurvé. Elles sont disposées en touffes (Fig. 4b), visibles durant le mois d'avril et de septembre, sont bleue violets, voire rouge claires (Grunwald et Janick, 2006).

Le thym est très parfumé et préfère les endroits secs et ensoleillés. Il a un goût légèrement amer (Luncienne, 2007).

### **4.3.2.1.6.3. - Origine et distribution**

Le thym est une plante originaire de l'ouest des régions méditerranéennes (Ozcan et Chalchat, 2004) et aussi autochtone du sud d'Europe (Takeuchi *et al.*, 2004). Il est originaire des garrigues et des roches calcaires du pourtour méditerranéen (Grunwald et Janick, 2006).

### **4.3.2.1.6.4. - Propriétés et indications principales**

Les principaux constituants du thym montrent des propriétés vermifuges et vermicides (Bazylo et Strzelevka, 2007). Il a aussi des propriétés antivirales, antifongiques, anti inflammatoires, antibactériennes (Jiminez-Arellanes *et al.*, 2006) et antioxydantes (Takeuchi *et al.*, 2004; Golmakani et Rezaei, 2008).

Le thym possède d'autres propriétés et usages multiples. Il est utilisé en parfumerie et en cosmétique, en phytothérapie, en pharmacologie et en industrie agro alimentaire.

### **4.3.2.1.6.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle**

L'huile essentielle du thym est composée essentiellement de Thymol (44,55 %) de p-cymène (18,6 %), de  $\gamma$ -Terpinène (16,5%), de carvarol (2,4 %) et de myrcène avec 2,4 % et autres (Porte *et al.*, 2007).

## Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.1.7. - *Ocimum basilicum* L. (le basilic)

#### 4.3.2.1.7.1. - Classification

Selon (Quezel et Santa, 1963), la classification de la sauge est la suivante :

Règne: Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Ocimum*

Espèce : *Ocimum basilicum* L (1753)

Nom commun : Basilic

#### 4.3.2.1.7.2. - Description botanique

Le basilic est une plante herbacée rameuse de 20 à 50 cm de haut. Les feuilles de cette herbacée vivace sont ovales, vertes avec de petites fleurs rassemblées en grappes de couleur blanche à rose pale (Lucchesi, 2005).

#### 4.3.2.1.7.3. - Origine et distribution

Le basilic est une plante originaire des Indes orientales, d'Asie et d'Afrique. Il a été répandu ensuite en Europe puis en Afrique (Boullard, 2001)

#### 4.3.2.1.7.4. - Propriétés et indications principales

Le basilic a un intérêt médicamenteux. C'est un anti-inflammatoire et analgésique (Roux-Sitruk et al, 2008). Ses tisanes traitent de nombreuses maladies, la dysenterie, les nausées, les rhumes, les spasmes et la rhinite (Chalchat, 2002 in Messai Alima, 2014).

#### 4.3.2.1.7.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Les principaux constituants de l'huile essentielle du basilic sont l'Estragol (86,49 %, L'Eucalyptol (1,8 cinéole) (3,15 %),  $\epsilon$ -beta-ocimène (1,33%), Le linalool (0,96 %) et autres constituants sous formes de traces (Aiboud, 2012)

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.1.8. –*Marubium vulgare* L. (le marrube blanc)

#### 4.3.2.1.8.1. – Classification

Selon (Quezel et Santa, 1963), la classification de la sauge est la suivante :

Règne: Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Marubium*

Espèce : *Marubium vulgare*L (1753)

Nom commun : Marrube blanc

#### 4.3.2.1.8.2. - Description botanique

Le marrube blanc est une plante de couleur blanchâtre à odeur forte et désagréable. Sa hauteur est de 30 à 80 cm. Les fleurs sont blanches et petites. Les feuilles ont un aspect velu et cotonneux sur la face inférieure. C'est une plante à tige vivace, épaisse, très feuillée, qui se multiplie par des bourgeons nés sur la tige souterraine (Kaabeche, 1990)

#### 4.3.2.1.8.3. - Origine et distribution

C'est une plante qui pousse en Afrique du nord, en Europe, en Asie, en Amérique du nord et en Amérique du sud(Kaabeche, 1990). C'est une plante commune dans toute l'Algérie et presque dans toute l'Europe (Baba Aissa, 1999).

## **Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes**

---

### **4.3.2.1.8.4. - Propriétés et indications principales**

Le marrube blanc est largement utilisé en médecine traditionnelle. Il est utilisé contre de nombreuses maladies comme la thyphoïde, le diabète, l'hypertension, les hémorroïdes et les rhumatismes cardiaques. En usage externe, il est utilisé comme cataplasme sur le front et sur les abcès pour traiter les brûlures (Bellakhdar, 1997 ; Nait Said, 2007)

### **4.3.2.1.8.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle**

Les principaux constituants de l'huile essentielle sont 4,8,12,16 Tetraméthyl (16,97 %), Germacrène D-4-ol (9,61%), Alpha pipène (9,37 %), Le phytol (4,87 %), le dehydro-sbina kétone (4,12 %), le pipéritone (3,27 %), l'alphacadinène (3,13 %), 1-octène-3-ol (2,35 %) et benzaldéhyde (2,31 %) (Abadi et Hassani, 2013)

### **4.3.2.2. - Famille des Rutaceae**

Appartenant à l'ordre des Sapindales, la famille des Rutaceae compte environ 900 espèces réparties en 150 genres. Les espèces sont distribuées et répandues sur presque tous les continents excepté l'Antarctique (Shwartz, 2011)

Selon Guillaumin (1948), les Rutaceae sont des arbres ou arbustes. Les feuilles sont généralement opposées, sans stipule. Les fleurs sont hermaphrodites et les fruits sont des capsules formant une drupe ou une baie.

Selon Scora (1988), le Nord de l'Inde, les régions proches de la Birmanie et de la Chine, auraient abrité l'existence et l'apparition de Citrus limon, Citrus aurantium et Citrus sinensis. Le Vietnam, le sud de la Chine et le Japon seraient la zone de diversification de Citrus reticulata (Anonyme, 1998). La diffusion des Rutaceae en particulier les Agrumes à travers le monde s'est faite très lentement. Le bigaradier, le citronnier et l'oranger ont été introduites dans le bassin méditerranéen vers la moitié du XII<sup>e</sup> siècle, et le mandarinier au XIX<sup>e</sup> siècle. Leur introduction en Afrique a été faite par les arabes et hindous vers le XIV<sup>e</sup> siècle (Spiegel-Roy et Goldschmidt, 1996).

## Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.2.1 *Citrus sinensis*

#### 4.3.2.2.1.1 – Classification

Selon Quezel et Santa (1963), la classification de l'oranger est la suivante :

Règne : Plantae

Division: Magnoliophyta.

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Sapindales.

Famille: Rutaceae.

Genre: *Citrus*

Espèce: *Citrus sinensis*L.

Noms communs : Oranger

#### 4.3.2.2.1.2. - Description botanique

*Citrus sinensis* est l'oranger aux fruits doux. C'est un arbre de taille moyenne, à architecture touffue et serrée. Les feuilles portent des pétioles toujours ailés. Les fleurs sont blanches. Le fruit est de couleur orange, à peau adhérent à la pulpe. Il est cultivé dans les régions à climat méditerranéen, il supporte les gelées et il est rare dans les climats tropicaux (Frémont M.T, 1935).

#### 4.3.2.2.1.3. - Propriétés et indications principales

Les orangers peuvent être considérés comme des plantes médicinales. On utilise en phytothérapie des extraits de leurs fleurs, de leurs feuilles et de leurs fruits et en aromathérapie les huiles essentielles distillées à partir des fleurs, des feuilles et des jeunes rameaux et des zestes des fruits. Ces huiles essentielles sont digestives.

#### 4.3.2.2.1.4. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Les principaux constituants de l'huile essentielle sont les Monoterpènes avec du Limonène (61,34 %), le Myrcène (17,55 %), le Sabinène (6,50 %), et le Linalool (1,4 %) et les Aldéhydes comme le n-octanal (8,37 %) et le n-décanal (1,40 %) (Azar et Al, 2011)

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.2.2 *Citrus aurantium*

#### 4.3.2.2.2.1 - Classification

Selon Quezel et Santa (1963), la classification de l'oranger est la suivante :

Règne : Plantae

Division: Magnoliophyta.

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Sapindales.

Famille: Rutaceae.

Genre: *Citrus*

Espèce: *Citrus aurantium*L.

Noms communs : Bigaradier en français

Anradj en arabe

#### 4.3.2.2.2.2. - Description botanique

Le bigaradier est un arbrisseau épineux très décoratif de 4 à 5 m de hauteur, qui produit l'orange amère. Il est largement implanté en région méditerranéenne. Son tronc est ramifié et ses feuilles sont vertes brillantes. Ses fleurs blanches sont pourprées et odorantes. Le fruit, plus petit que l'orange, est ovoïde et jaune foncé (Hadrich et al, 2008).

#### 4.3.2.2.2.3. - Propriétés et indications principales

Les bigaradiers sont réputés pour leurs bienfaits médicaux, et aromatiques (Ait Mohamed, 2006).

#### 4.3.2.2.2.4. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Les principaux constituants de l'huile essentielle extraite des fleurs sont essentiellement le linalool (29,14 %), le Beta pinene (19,08 %) le limonene avec (12,04 %), le (E)-Farnesol (5,14 %), Alpha-Terpinol (4,56 %), le Géraniol (4,31 %), le linalil acetate (3,88 %) et Le Geranyl acetate (2,59 %). Ceux extraite des feuilles sont le linalool (58,21 %), le linalyl acetate (12,42 %), l'alpha terpineol (7,11 %), le geranyl acetate (4,49 %) et le Beta-pinene (3,58 %).

## Chapitre I. - Généralités sur le stockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

### 4.3.2.2.3 *Citrus reticulata*

#### 4.3.2.2.3.1 - Classification

Selon Quezel et Santa (1963), la classification de l'oranger est la suivante :

Règne : Plantae

Division: Magnoliophyta.

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Sapindales.

Famille: Rutaceae.

Genre: *Citrus*

Espèce: *Citrus reticulata*L.

Noms communs : Mandarinier

#### 4.3.2.2.3.2. - Propriétés et indications principales

Le mandarinier est une plante aromatique utilisé dans l'agro alimentaire. Les huiles essentielles extraites du zeste des fruits sont utilisés principalement en parfumerie, en cosmétique, en confiserie et en phytothérapie(Hellal, 2011). Le mandarinier est une source aussi de vitamines C et de calcium.

#### 4.3.2.2.3.3. -Principaux constituants de l'huile essentielle

Les principaux constituants de l'huile essentielle du mandarinier sont le bêta-myrcene, le limonene, l'alpha-terpinene, le linalool, l'alpha-terpinol, le decanl, le Z-carveol, l'isopropyl cresol, le Béta-caryophyllene, le germacarene-D, L'y-munrolene, le farnesol et le Nootkatone(Kamal et al, 2013)

### 4.3.2.2.4. - *Citrus limon*

#### 4.3.2.2.4.1 - Classification

Selon Quezel et Santa (1963), la classification de l'oranger est la suivante :

Règne : Plantae

Division: Magnoliophyta.

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Sapindales.

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

Famille: Rutaceae.

Genre: *Citrus*

Espèce: *Citrus limon* L.

Noms communs : Citronnier

### 4.3.2.2.4.2. - Propriétés et indications principales

Le fruit du citron est très riche en vitamine C. Il possède de nombreuses vertus sur l'organisme grâce à ses propriétés thérapeutiques. C'est un antiseptique. Il est utile pour combattre de nombreuses infections. Il est aussi connu pour ses propriétés amaigrissantes et détoxifiantes. Il s'acclimate bien dans les préparations culinaires (Anonyme, 2013)

### 4.3.2.2.4.3. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Les composants essentiels de l'huile essentielle extraite de la peau du fruit de citron sont le limonène (73,84 %), l'alpha-terpinène (9,76 %), le bêta-pinène (3,63 %), l'alpha-cymène (2,36 %), le citral (2,24%) et autres sous forme de traces (Jomaa, 2012).

### 4.3.2.3. - Famille des Liliaceae

Les liliaceae est une famille vaste qui comporte 4000 espèces. Elle est ancienne et cosmopolite. Ce sont des plantes à souches vivaces à bulbes. Le système racinaire est fasciculé. Les feuilles sont allongées en tubes cylindriques.

La majorité des plantes contiennent des alcaloïdes et des hétérosides. L'inflorescence est une grappe solitaire. Les fruits sont des capsules qui peuvent être appétants. La graine a un albumen développé sans amidon. Certaines espèces comme l'ail, l'oignon et le poireau ont un intérêt alimentaire (Chalandre M-C, 2000).

#### 4.3.2.3.1. - *Allium sativum* L. (l'ail commun)

##### 4.3.2.3.1.1. - Classification

Selon Anonyme (2010), la classification de l'ail est la suivante :

Ordre : *Liliales*

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

Famille : *Liliaceae* ou *Alliaceae*

Genre : *Allium*

Espèce : *Allium sativum* L. (1753)

Noms communs : Ail commun – Ail cultivé – Ail à la tige dure

### 4.3.2.3.1.2. - Description botanique

D'après Beloued (2001) et Hubert (2001), le bulbe d'ail ou tête d'ail (Fig. 3i), est composé de caïeux disposés, en nombre variable, sur un plateau ayant la structure d'une tige très courte (Fig. 3i). Chaque caïeu est constitué d'une tunique charnue coiffant entièrement le bourgeon central et revêtu d'une mince tunique protectrice. La partie basale des caïeux, de nature caulinaire, différencie très tôt une série de racines adventices qui se développent lorsque celui-ci, détaché du bulbe, est placé dans les conditions de germination.

L'ail est une plante bulbeuse, vivace et rustique, estimée de tous temps des populations méridionales. Elle est aujourd'hui cultivée dans tous les jardins.

### 4.3.2.3.1.3. - Origine et distribution

L'ail provient à l'origine d'Asie centrale. Il y 'a environ 10 000 ans, il s'est répandu progressivement en Extrême-Orient, en Asie, en Arabie Saoudite, en Egypte et dans le bassin méditerranéen, transporté par les marchands au gré des routes commerciales (Settimi, 2010).

### 4.3.2.3.1.4. - Propriétés et indications principales

Les propriétés de l'ail sont très nombreuses. Il est vermifuge, excitant, expectorants, stimulant, antiseptique, diurétique, hypotenseur et antirhumatismal. L'ail présente des propriétés importantes au niveau vasculaire, agissant dans la protection des artères et des veines. Il exerce également une activité hypotensive par vasodilatation des vaisseaux sanguins et il est utilisé dans les troubles de la circulation sanguine en cas d'hypertension légère ou de cholestérol sanguin élevé.

L'ail est aussi utilisé dans les bronchites chroniques en favorisant les sécrétions, la coqueluche, asthme, faiblesse générale, fatigue physique et intellectuelle, d'où son effet vermifuge ainsi que pour lutter contre les *Condidia albicans*, responsables de nombreuses

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

mycoses, Il réduirait également le taux de glycémie du sang, devenant un vaillant adjuvant dans les cures traditionnelles contre le diabète (Beloued, 2001).

### 4.3.2.3.1.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Le rendement en huiles essentielles de l'ail est de 0,32% ( $\pm 0,2$ ) de poids frais. Les principaux groupes composant l'huile essentielle sont par ordre d'importance : les trisulfides, di-2-propenyl (45%), le bisulfure, di-2-propenyl (16%), le trisulfure, di-2-méthilique (10,88%) et le disulfure de diallyl (7,15%) (Douiri et al., 2013).

### 4.3.2.3.2. - *Allium cepa* L. (l'oignon)

#### 4.3.2.3.2.1. – Classification

Selon Schwartz (2008 et al.), la classification de l'oignon est la suivante :

Règne : Plantae

Ordre : *Asparagales*

Famille : *Alliaceae*

Genre : *Allium*

Espèce : *Allium cepa* L.1753

Nom commun : Oignon du jardin

#### 4.3.2.3.2.2. - Description botanique

L'oignon est une plante herbacée bisannuelle, glabre, atteignant 100 cm de haut (Fig.3j). Elle a une tige véritable très courte et des racines adventives à la base. Le bulbe est formé par l'épaississement de la base des feuilles sur une faible longueur à partir de la tige véritable, solitaire ou en groupe, de globuleux déprimé ou aplati à ovoïde, jusqu'à 20 cm de diamètre, diversement coloré. Les feuilles sont alternes distiques, de couleur glauque, avec une gaine tubulaire. Le limbe a une section creuse, jusqu'à 50 cm de long avec apex aigu. L'inflorescence est une ombelle sphérique jusqu'à 8 cm de diamètre, sur une longue hampe érigée, cylindrique, creuse, jusqu'à 100 cm de long, généralement renflée au-dessous du milieu. Les fleurs sont bisexuées, étoilées, à pédicelle mince, jusqu'à 4 cm de long. Le fruit est une capsule globuleuse, de 4 à 6 mm de diamètre,

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

---

contenant jusqu'à 6 graines. Les graines, de 4 à 6 mm, sont de couleur noire (Messiaen et Rouamba, 1993).

### 4.3.2.3.2.3. - Origine et distribution

Il est probablement originaire d'Asie centrale (entre le Turkménistan et l'Afghanistan), où l'on trouve encore certaines espèces apparentées à l'état sauvage (Messiaen et Rouamba, 1993). Ils sont communs des régions subtropicales sèches à la zone boréale. Quelques espèces se développent à l'état sauvage dans la ceinture subarctique (Kamenetsky et Rabinowitch, 2006).

### 4.3.2.3.2.4. - Propriétés et indications principales

Les propriétés des composés volatils d'oignon ont un effet insecticide sur les ravageurs des denrées stockées (Auger et *al.*, 2002). Ils inhibent la ponte des *Pieridae* (Regnault-Roger et *al.*, 2002) et ils perturbent et empêchent l'alimentation du puceron *Myzus persicae* (Hori, 1996).

L'usage médical de l'oignon est multiple. La propriété antiscorbutique est sa principale vertu thérapeutique connue depuis l'antiquité. La plante présente aussi un pouvoir antiseptique, antiviral, anti-inflammatoire, expectorant, diurétique, laxatif, antirhumatismal, stimulant circulatoire et hypoglycémiant. Aujourd'hui, elle peut convenir pour la prévention des maladies cardiovasculaires (Ozias, in Catherine et *al.*, 2002).

### 4.3.2.3.2.5. - Principaux constituants de l'huile essentielle

Les composants principaux de l'huile essentielle d'*Alliumcepa* sont le diméthyl-trisulfide (16,64 %), méthyl-propyl-trisulfide (14,21%), diéthyl-1, 2,4-tritolian (3R, 5S-, 3S,5s and 3R,5R-isomers (33,55%) (13,71%) et le méthyl -(1-propenyl)-disulfide (13,14%) and méthyl-(1-propenyl)-trisulfide (13,02%) (Tanackov et *al.*, 2012).

### 4.3.2.4. - Autres familles

Les autres familles botaniques sont regroupées et décrites sommairement sur le tableau 2 qui suit où nous donnons que le nom commun, le nom de l'espèce, la famille et l'élément majeur qui compose l'huile essentielle.

## Chapitre I. - Généralités sur lestockage des céréales et les moyens de lutte contre les insectes

**Tableau 2** - Liste des autres familles botaniques regroupant les différentes espèces de plantes cultivées et spontanées étudiées

Plantes cultivées	Espèce	Famille botanique	Principaux composants de l'huile essentielle
Faux poivrier	<i>Schinus molle</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Alpha-Phellandrene- Beta-Phellandrene (Benadoud et al., 2010)
Pistachier lentisque	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Myrcene – Limonene (Amhamdi et al., 2009)
Caroubier	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Leguminosae</i>	Nonadecane-heneicosane et Naphtaleine (Hsouna et al., 2011)
Acacia	<i>Acacia sp</i>	<i>Leguminosae</i>	Cis-verbenol – Alcool – Phytol (Avoseh et al., 2014)
Courge	<i>Cucurbita sp</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	(2)-3-hexenol – propanol – Limonene Diméthyle sulfide – Butanone (Leffingwell et al., 2015)
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	<i>Solanaceae</i>	Chrysanthenyl acetate- 1,8 cinéol- ethanol- camphor (Mayekeso et al., 2012)
Plaqueminier	<i>Diospyros kaki</i>	<i>Ebenaceae</i>	Ethyl hexanoate – ethyl octanoate – méthyl decanoate (Zhu et al., 2014)
Noyer	<i>Juglans regia</i>	<i>Juglandaceae</i>	Beta pinene – Alpha pinene – germacrene D – (E) caryophyllene (Shah et al., 2014)
Laurier feuille	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Lauraceae</i>	Ocimene E (Fiorini, 1996)
Eucalyptus globuleux	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Myrtaceae</i>	1,8 cinéol (Chabard et al., 1995))
Fenouil	<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Umbelliferae</i>	Trans-anethole – Limonene (Stefanini et al., 2006)
Pélargonium	<i>Pelargonium sp</i>	<i>Geraniaceae</i>	Linalool – geraniol – geranyl (Kaul et al., 2011)
Mélia	<i>Melia azedarach</i>	<i>Meliaceae</i>	Flavonoid – phytosterols – diterpene (Sen and Batra, 2012)
Ricin	<i>Ricinus communis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Alpha thujone et cinéol 1,8 (Kadri et al., 2011)
Le Férule	<i>Ferula communis</i>	<i>Apiaceae</i>	Alpha pinene – germacrene D (Zohreh et al., 2006)
L' Absinthe	<i>Artemisia absinthium</i>	<i>Asteraceae</i>	Myrcene (Wichtl et auto, 2003)
Le Soucis des champs	<i>Calendula arvensis</i>	<i>Compositae</i>	Sesquiterpene glycosides et triterpenoid saponins (Zhao, 2014)
La Bourrache	<i>Borrago officinalis</i>	<i>Borraginaceae</i>	Monoterpenes aldehydes : (E.E)- decadienal (Salim et al., 2014)
Verveine citronnelle	<i>Cymbopogaan citratus</i>	<i>Poaceae</i>	Geranial – neral – myrcene (Gbenon et al., 2012)

En plus du nom commun, du nom scientifique de l'espèce et du nom de la famille botanique, nous présentons d'autres données bibliographiques relatives aux composants essentiels de l'huile essentielle de chaque plante étudiée.

## **Chapitre II. - Matériel et méthodes**

### Chapitre II. - Matériel et méthodes

L'objectif de cette étude est de cibler les espèces les plus fréquentes et les choisir comme matériel biologique animal servant à notre expérimentation. Pour cela, nous avons jugé nécessaire de faire un inventaire des insectes sur le blé stocké au niveau de quelques lieux de stockage. Deux sites différents ont été choisis, le premier à la CCLS de Khemis-Miliana et l'autre à La CCLS de Ténès. Les espèces les plus fréquentes étaient, *Sitophilus granarius* et *Tribolium castaneum* (Nacef et Saddok, 2004). La première espèce est un ravageur primaire et la seconde est un ravageur secondaire.

Parallèlement, pour donner plus d'importance à la problématique du sujet, nous avons étudié les pertes causées au niveau des stocks des CCLS de Ténès et de Khemis-Miliana. Car en Algérie, les pertes dues aux insectes des céréales stockées sont peu connues et de ce fait nous nous y sommes penchés sur le problème du blé stocké.

#### 1. - Présentation des sites d'étude

On a choisi deux lieux de stockage différents, l'un situé à la CCLS de Ténès et l'autre à la CCLS de Khemis-Miliana.

##### 1.1. - Situation géographique

Khemis-Miliana est située dans la plaine du Cheliff avec une altitude variant de 250 à 300 mètres. Les coordonnées de Lambert sont de 2°, 14' Est et de 36°, 15' Nord de latitude. La CCLS dispose de 56 cellules en béton dont leur capacité de stockage est de 90.000 quintaux.

##### 1.2. - Etude climatique

La région de Khemis-Miliana est caractérisée par un climat méditerranéen, située dans un étage bioclimatique semi aride. Les données climatiques présentées dans le tableau 4 sont fournies par Seltzer (1946).

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

**Tableau 3** -Pluviométrie et température moyenne sur 25 ans (1913-1938)

à Khemis Miliana

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Pluviométrie (mm)	77	61	63	38	29	18	01	01	26	38	64	56
Température Maximale (°C)	13	15	17	21	27	32	36	36	31	25	18	14
Température Minimale (°C)	5	6	8	16	14	19	23	22	19	15	10	6
Température moyenne (°C)	9	10,5	12,5	15,5	25,5	25,5	29,5	29	25	20	14	10

D'après le tableau 3, nous remarquons que Khemis-Miliana est caractérisée par des températures mensuelles importantes du mois de mai jusqu'au mois de septembre où les températures sont plus ou moins supérieures à 27°C, températures favorables au développement des insectes et aux attaques du blé stocké.

Quant à Ténès, elle est caractérisée par un climat méditerranéen situé dans un étage bioclimatique humide. Nous donnons dans le tableau 4 les différentes valeurs moyennes relevées durant le premier semestre de l'année 2005. Les relevés sont enregistrés seulement durant le premier semestre de l'année car la région ne dispose pas de station météorologique, grâce au matériel fourni par le laboratoire pédagogique de l'université de Khemis-Miliana.

**Tableau 4** -Pluviométries et températures moyennes mensuelle du premier semestre de l'année 2004 à Ténès

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Pluviométrie (mm)	26	21	34	40	84	05
Température Maximale (°C)	21,2	26	24,5	23,4	25,6	26,2
Température Minimale (°C)	6,6	7,6	3,1	8,9	11,8	18,4
Température moyenne (°C)	13,9	16,8	13,8	16,1	18,7	22,3

Les températures moyennes enregistrées ne sont pas aussi importantes comme celles de la station de Khemis-Miliana. Mais la pluviométrie est importante durant le mois de mars et le mois d'avril (Tableau 5).

### **2. - Inventaire des insectes du blé stocké au niveau des lieux de stockage (CCLS de Khemis Miliana et CCLS de Ténès)**

#### **2.1. - Méthode d'inventaire et évaluation de la fréquence des insectes**

Les silos en métal sont munis d'un système de ventilation qui permet lors des périodes chaudes d'abaisser les températures, alors que les silos en béton n'en disposent pas ; Seul le transilage est appliqué pour abaisser les températures. Ce dernier est donc beaucoup plus exposé aux attaques d'insectes où la température est moins maîtrisée. C'est sur ce dernier que les prélèvements d'échantillons de blé ont été pris.

Les échantillons pris mensuellement durant six mois, du mois de janvier jusqu'au mois de juin. Ils sont recueillis à travers la trappe du silo qui permet l'écoulement du blé. Chaque ½ heure une petite quantité de blé est prélevée afin de toucher tous les niveaux du silo. Toutes les quantités prises sont mélangées dans un sac d'un kilogramme pour avoir un échantillon homogène et représentatif.

L'inventaire des insectes sur un échantillon se fait après tamisage à l'aide d'un tamis de 2 mm d'ouverture de maille pour recueillir ainsi facilement les insectes. L'évaluation de l'importance de la fréquence d'insectes par les indications suivantes établies par Champ et Dyte (1978) qui sont :

- Plus de 15 insectes par kilogramme : Très fréquent ++++
- De 10 à 15 par kilogramme : Assez fréquent +++
- De 5 à 9 insectes par kilogramme : Peu fréquent ++
- De 1 à 4 insectes par kilogramme : Rare +

La fréquence d'occurrence des espèces est une autre méthode de calcul (Dajoz, 1976). Elle est le rapport exprimé sous la forme d'un pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération sur le nombre total de relevés.

Elle est calculée par la formule :

$$C (\%) = 100P_i / P$$

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

Pi : le nombre de prélèvements où l'espèce est présente

P : nombre total des prélèvements

En fonction de la valeur de C (%), nous qualifions les espèces de la manière suivante :

C = 100% espèces omniprésentes

C = [100- 75[espèces constantes

C = [75- 50[espèces fréquentes

C = [50- 25[espèces communes

C = [25- 5[espèces accessoires

C ≤ 5% espèces rares.

### 2.2. - Méthode de détermination du taux d'infestation ou du pourcentage

#### d'attaque (PA)

Soit un lot de N Grains (souvent 100 ou mieux 1000) que l'on sépare en grains sains et en grains attaqués. Ceci nous permet de calculer le pourcentage (%) d'attaque (PA) par la méthode de comptage et pesée « Count and weight » (Pointel, 1980).

$$PA = \frac{Na}{Ns + Na} \times 100$$

Avec

Na = Nombre de grains attaqués

Ns = Nombre de grains sains

Selon Anonyme (1993), le pourcentage d'attaque obtenu permet de préciser le degré d'attaque exprimé comme suite :

- Attaque très forte : Supérieur à 33 %
- Attaque forte : 16 – 33 %
- Attaque moyenne : 9 – 15 %
- Attaque faible : inférieur à 8 %

### 2.3. - Méthode d'évaluation du pourcentage de perte de poids de blé

Pour les attaques par les insectes, il existe des tables de conversion qui permettent de déterminer le pourcentage des pertes en poids (PPP) à partir du pourcentage d'attaque (PA%) en divisant ce dernier par un facteur de conversion C.

$$C = \frac{PA}{PPP}$$

Ce facteur est déterminé par type de céréales (Adams et Shulten, 1978).

D'autres auteurs (Pointel et Coquard, 1979) définissent un coefficient de pertes spécifique K pour lequel on lui multiplie le pourcentage d'attaque (PA %) pour obtenir le pourcentage de perte en poids (PPP).

$$PPP \% = K \times PA \%$$

Où K devait être égal à 1/C. En effet ils diffèrent un peu.

$$\text{Pour le calcul du } K = \frac{PS}{\frac{1000 \times PS}{NS}}$$

PS : Perte spécifique

NS : Nombre des grains sains

$$\text{LA perte spécifique : } PS = Ps - Pa$$

Ps : Poids des grains sains

Pa : Poids des grains attaqués (Pointel, 1980)

### 2.4. -Méthode de traitements insecticides des extraits aqueux et des huiles essentielles sur *Tribolium castaneum* Let sur *Sitophilus granarius* L

Dans cette partie, nous décrivons le choix du matériel biologique, les méthodes d'extraction des extraits végétaux, les doses et traitements utilisés dans l'évaluation de la toxicité sur les insectes et les méthodes d'analyse des résultats.

### 2.4.1. - Choix du matériel biologique

Plusieurs critères ont été pris en considération pour le choix du matériel biologique. Concernant le matériel biologique animal, nous avons jugé nécessaire de faire un inventaire des insectes sur le blé stocké au niveau de quelques lieux de stockage. Deux sites différents ont été choisis, le premier à la CCLS de Khemis-Miliana et l'autre à la CCLS de Ténès. Les espèces les plus fréquentes étaient, *Sitophilus granarius* L. et *Tribolium castaneum* L. La première est un ravageur primaire, la seconde est un ravageur secondaire.

En ce qui concerne les critères de choix du matériel biologique végétal, nous rappelons que le choix repose sur la disponibilité de la plante, son utilisation phytothérapeutique et culinaire comme plantes aromatiques par les familles algériennes et aux études antérieures relatées dans la littérature précisant leur activité insecticide.

Les espèces végétales ont été regroupées en plantes cultivées et en plantes spontanées.

#### 2.4.1.1. - Matériel biologique animal

Les traitements insecticides vis-à-vis des insectes demandent de nombreux individus issus des élevages en masse. Les conditions de température et d'humidité nécessaires à leur élevage sont décrites ci-dessous.

Le matériel biologique animal retenu pour notre étude est composé de *Tribolium castaneum* et de *Sitophilus granarius*. Ce dernier n'a été étudié qu'une seule fois, car il est caractérisé par un élevage très difficile. Pour cela, nous nous sommes intéressés de travailler seulement sur *Tribolium castaneum* pour le reste des tests.

##### 2.4.1.1.1 - *Tribolium castaneum* L

L'élevage en masse des insectes en vue de l'obtention des larves et des adultes de *T. castaneum* (Tenebrionidae) pour les bio-essais a été réalisé dans des bocaux, d'une capacité de 500 ml, fermés avec de la toile permettant l'aération aux insectes et contenant 250g du blé dur concassé. L'ensemble est mis dans une chambre d'élevage contrôlée dans les mêmes conditions que celles décrites par Toumnou et *al.*, (2012), une température de 28°C et une humidité relative de 70 ± 5% (Fig. 15).

Une semaine après la ponte, les adultes sont éliminés. Les œufs pondus évoluent jusqu'à donner de nouveaux adultes formant la première génération. En répétant le même processus,

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

les adultes de la deuxième génération, considérés comme homogènes, seront expérimentés avec des huiles essentielles et les extraits aqueux.

Les souches de *T. castaneum* proviennent d'un ancien élevage de masse déjà entamé au niveau du laboratoire depuis l'année 2004.

### 2.4.1.1.2. - *Sitophilus granarius* L

Appartenant à la famille des Curculionidae et à l'ordre des Coléoptères, les individus adultes de *Sitophilus granarius* utilisés dans les traitements sont issus d'un élevage en masse, contrôlé sous une température voisine de  $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$  et une humidité relative proche de  $70 \pm 5\%$  (Benazzedine, 2010), fait dans des bocaux en verre contenant des grains de blé.

### 2.4.1.2. - Matériel biologique végétal

Pour mieux cerner l'étude nous avons regroupé les espèces dans les tableaux (tableaux 6 et 7) qui suivent, le premier représente les plantes cultivées et le second représente les plantes spontanées (figures 3 et 4) avec quelques précisions de date et de lieux de récolte.

#### 2.4.1.2.1 - Liste des plantes cultivées utilisées

Dans le tableau 5, nous regroupons toutes les plantes étudiées en familles botaniques (figure 3) en précisant le lieu et la date de récolte et la partie de la plante utilisée.

**Tableau 5** - Liste des plantes cultivées étudiées

Espèce	Famille botanique	Date de récolte	lieu de récolte	Parties utilisées de la plante
<i>Citrus limon</i>	<i>Rutaceae</i>	Juin 2011	Sidi lakhdhar	feuilles
<i>Citrus aurantium</i>	<i>Rutaceae</i>	Juin 2011	Sidi lakhdhar	feuilles
<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	Février 2013	Boumedfaa	fruits
<i>Citrus reticulata</i>	<i>Rutaceae</i>	Juin 2009	Sidi lakhdhar	feuilles
<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Lamiaceae</i>	Mai 2010	Ain Defla	feuilles
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Lamiaceae</i>	Octobre 2011	Khemis Miliana	feuilles
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Juin 2010	Khemis Miliana	feuilles
<i>Schinus molle</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Juin 2011	U.K.M - Miliana	feuilles
<i>Allium sativum</i>	<i>Liliaceae</i>	Avril 2009	U.K.M - Miliana	bulbes

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

<i>Allium cepa</i>	<i>Liliaceae</i>	Avril 2009	U.K.M -Miliana	feuilles
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Leguminosae</i>	Décembre 2010	Bourached	feuilles
<i>Acacia sp</i>	<i>Leguminosae</i>	Juin 2010	Khemis Miliana	feuilles
<i>Cucurbita sp</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	Avril 2009	U.K.M -Miliana	feuilles
<i>Lycopersicum esculentum</i>	<i>Solanaceae</i>	Mai 2009	U.K.M -Miliana	feuilles
<i>Diospyros kaki</i>	<i>Ebenaceae</i>	Juin 2010	Miliana	feuilles
<i>Juglans regia</i>	<i>Juglandaceae</i>	Juin 2010	Miliana	feuilles
<i>Laurus nobilis</i>	<i>Lauraceae</i>	Avril 2010	Miliana	feuilles
<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Myrtaceae</i>	Février 2014	Miliana	feuilles
<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Umbelliferae</i>	Mai 2011	Miliana	feuilles
<i>Pelargonium sp</i>	<i>Geraniaceae</i>	Avril 2009	U.K.M -Miliana	feuilles
<i>Melia azedarach</i>	<i>Meliaceae</i>	Avril 2012	Khemis Miliana	feuilles
<i>Ricinus communis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Décem 2010	Khemis miliana	feuilles

Les plantes cultivées sont représentées surtout de Rutaceae, de Lamiaceae, d'Anacardiaceae, de Liliaceae et de Leguminosae. Ensuite viennent les Cucurbitaceae, les Solanaceae, les Ebenaceae, les Juglandaceae, les Lauraceae, les Myrtaceae, les Umbelliferae, les Geraniaceae, les Meliaceae et les Euphorbiaceae qui sont représentées chacune par une seule espèce.

**Chapitre II. - Matériel et méthodes**

		
<p><i>Citrus limon</i></p>	<p><i>Citrus aurantium</i></p>	<p><i>Citrus sinensis</i></p>
		
<p><i>Citrus reticulata</i></p>	<p><i>Ocimum basilicum</i></p>	<p><i>Rosmarinus officinalis</i></p>
		
<p><i>Pistacia lentiscus</i></p>	<p><i>Schinus molle</i></p>	<p><i>Allium sativum</i></p>
		
<p><i>Allium cepa</i></p>	<p><i>Ceratonia siliqua</i></p>	<p><i>Acacia sp</i></p>

**Fig 3 - Les plantes cultivées étudiées**

 <p><i>Cucurbita sp.</i></p>	 <p><i>Lycopersicum esculentum</i></p>	 <p><i>Diospyros kaki</i></p>
 <p><i>Juglans sp,</i></p>	 <p><i>Laurus nobilis L.</i></p>	 <p><i>Eucalyptus globulus</i></p>
 <p><i>Foeniculum vulgare</i></p>	 <p><i>Pelargonium sp</i></p>	 <p><i>Melia Azedarach</i></p>
 <p><i>Ricinus communis</i></p>		

**Fig 3 - Les plantes cultivées étudiées (suite)**

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

### 2.4.1.2.2. - Liste des plantes spontanées utilisées

Dans le tableau 6, nous regroupons toutes les plantes étudiées en familles botaniques en précisant le lieu et la date de récolte et la partie de la plante utilisée (figure 4).

**Tableau 6** -Liste des plantes spontanées étudiées

Espèce	Date de récolte	Date de récolte	lieu de récolte	Parties utilisées de la plante
<i>Salvia officinalis</i>	<i>Lamiaceae</i>	Mars 2013	Ain defla	Feuilles, Tiges, Fleurs
<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Lamiaceae</i>	Juillet 2011	Médéa	Feuilles
<i>Marubium vulgare</i>	<i>Lamiaceae</i>	Mars 2011	Bourached	Feuilles
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Lamiaceae</i>	Juillet 2011	Berrouaguia	Feuilles
<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Lamiaceae</i>	Avril 2012	Chlef	Feuilles, Fleurs
<i>Mentha rotundifolia</i>	<i>Lamiaceae</i>	Mars 2014	Ain defla	Feuilles
<i>Artemisia absinthium</i>	<i>Asteraceae</i>	2012	Ain defla	Feuilles
<i>Ferula communis</i>	<i>Apiaceae</i>	2010	Ain defla	Feuilles
<i>Calendula arvensis</i>	<i>Compositae</i>	2011	Miliana	Feuilles
<i>Borago officinalis</i>	<i>Boraginaceae</i>	2010	Khemis Miliana	Fleurs
<i>Cymbopogon citratus</i>	<i>Poaceae</i>	2011	Ain Defla	Feuilles

Les plantes spontanées sont représentées surtout de *Lamiaceae*. Puis viennent les autres familles, les *Asteraceae*, les *Apiaceae*, les *compositae*, les *Boraginaceae* et les *Poaceae*, représentées chacune par une seule espèce.

Au total 33 espèces végétales sont étudiées, constituées de 22 espèces de plantes cultivées et 11 espèces de plantes spontanées regroupées en familles botaniques (figures 3 et 4).

- Famille des *Lamiaceae* : 8 espèces (dont 2 sont des plantes cultivées)
- Famille des *Rutaceae* : 4 espèces cultivées.
- Famille des *Liliaceae* : 2 espèces cultivées.
- Famille des *Anacardiaceae* : 2 espèces cultivées.
- Famille des *Leguminosae*: 2 espèces cultivées.
- Famille des *Umbelliferae* ou *Apiaceae* : 2 espèces (dont une est une plante cultivée).
- Autres familles : 13 espèces (dont 9 espèces cultivées).

L'identification de certaines plantes spontanées a été faite par Mr. Beloued à l'école nationale d'agronomie d'El Harrach.

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

 <p><i>Salvia officinalis</i> L.</p>	 <p><i>Thymus vulgaris</i> L.</p>	 <p><i>Marrubium vulgare</i> L.</p>
 <p><i>Mentha pulegium</i> L.</p>	 <p><i>Lavandula stoechas</i> L.</p>	 <p><i>Mentha rotundifolia</i> L.</p>
 <p><i>Artemisia absinthium</i></p>	 <p><i>Ferula communis</i> L.</p>	 <p><i>Calendula arvensis</i> L.</p>
 <p><i>Borago officinalis</i> L.</p>	 <p><i>Cymbopogon citratus</i> L.</p>	

Fig 4 - Les plantes spontanées étudiées

### 2.4.2. - Extraction des extraits végétaux

Nous avons traité *S. granarius* L et *T. castaneum* L à l'aide des extraits aqueux et des huiles essentielles obtenus à partir des plantes.

#### 2.4.2.1. - Préparation des extraits aqueux

Les extraits végétaux sont obtenus par chauffage jusqu'à l'ébullition de 50 grammes de feuilles fraîches dans un récipient contenant 0.7 litres d'eau distillée pendant 15 à 30 minutes tout en agitant de temps à autre, puis filtré constituant le premier jus. Le marc restant du jus 1 est versé à son tour dans un autre récipient contenant 0.3 litres d'eau distillée et laissé macérer pendant 30 minutes avec agitation. Ainsi le deuxième jus obtenu, après filtration, sera mélangé avec le jus 1 pour obtenir un extrait final prêt à l'emploi (Pasquier et Gerbinot, 1945).

Nous notons que certaines plantes comme l'ail, l'oignon, la courge et la tomate ont été cultivées à l'exploitation agricole de l'université de Khemis-Miliana. Les cultures ont été conduites sans aucune application de pesticides ni de fertilisants.

#### 2.4.2.2. - Extraction des huiles essentielles.

La technique utilisée est l'hydrodistillation à l'aide d'un cleverger. Elle permet de séparer les huiles essentielles à l'état pur. La plante est mise en contact avec l'eau dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire. Le tout est ensuite porté à ébullition par le chauffe ballon (Fig. 5). Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité.

On introduit 50g de matériel végétal sec (les feuilles) dans un ballon d'un litre, rempli d'eau distillée au 1/3 de sa capacité. Le mélange est chauffé à l'aide d'un chauffe ballon. L'eau s'évapore entraînant avec elle les constituants de l'huile essentielle qui sont ensuite canalisées dans un condensateur et réfrigérées à une température de 17°C à 22°C pour se liquéfier à nouveau. Par la suite, l'huile qui flotte à la surface de l'eau de distillation est récupérée dans une ampoule à robinet (Fig. 6). L'huile essentielle est conditionnée dans des tubes « eppendorf ». Ce sont de petits tubes en plastique d'une capacité de 2 ml permettant la conservation de l'huile essentielle. Une fois remplis, les tubes sont fermés et couverts avec du

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

---

papier aluminium pour éviter toute altération de l'huile. Ces dernières sont conservées à une température de 4°C dans un réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

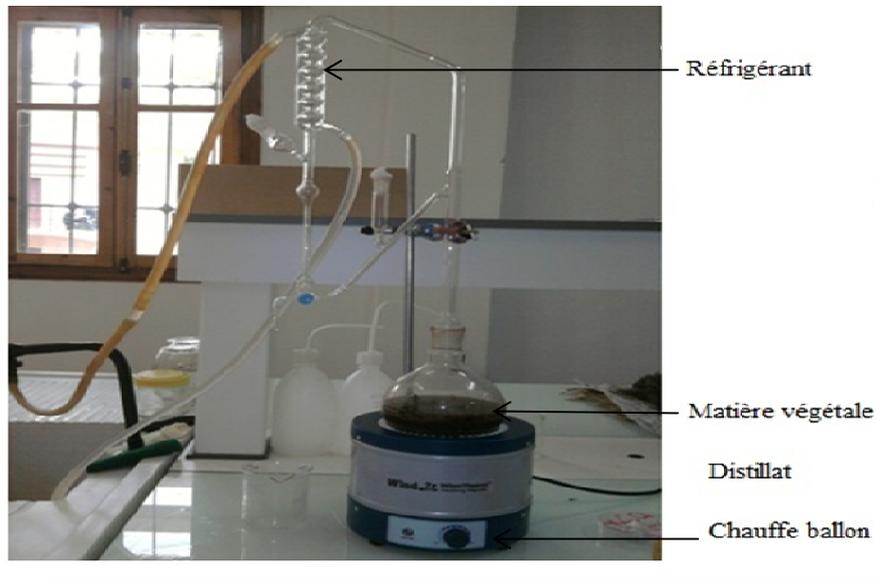


Figure 5 - Dispositif d'hydrodistillation (appareil de Clevenger)



Figure 6. - Dispositif de récupération de l'huile essentielle

L'opération de distillation est immédiatement suivie par un calcul simple de rendement en huiles essentielles de chaque plante.

### 2.4.3. - Doses et traitements

#### 2.4.3 1. - Cas des extraits aqueux

Les traitements insecticides par ingestion, par contact, par inhalation et par fumigation d'extraits aqueux des plantes sont réalisés dans des bocaux en verre d'une capacité de 0,5 litres.

Pour le test insecticide, 4 doses sont choisies :

Dose 0 : Elle représente la solution d'eau distillée stérile appliquée sur les lots témoins

Dose 1 (55%): 0,0275 g/ml

Dose 2 (70%): 0,0350 g/ml

Dose 3 (85%) : 0,0450 g/ml

Dose 4 (100%) : Elle représente la solution mère.

L'essai consiste à mettre en place 4 blocs expérimentaux pour chaque plante, exprimant 4 doses et une dose témoin (D1, D2, D3, D4 et Dt) de la solution végétale à appliquer.

Chaque bloc est constitué de 4 bocaux dont chacun contient 10 individus non sexés et 5 grammes de blé traité à l'aide des extraits aqueux. Tous les bocaux sont fermés avec du tulle qui permet l'aération et aux individus de ne pas s'échapper.

Trois répétitions sont appliquées pour les différentes doses utilisées.

Pour le cas du traitement par ingestion, les individus destinés à l'expérimentation sont soumis à une diète de 48 heures avant les traitements.

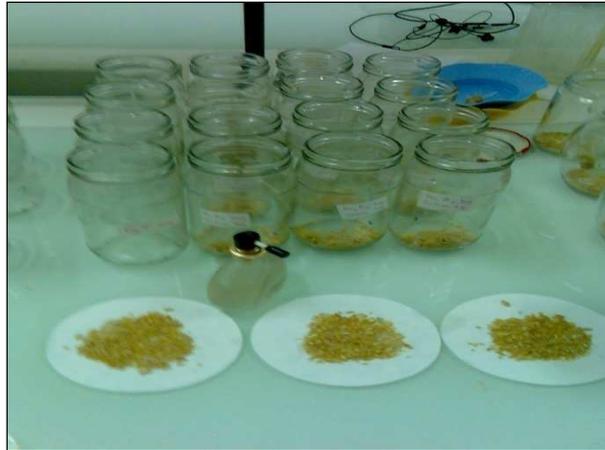
Les temps d'observation des mortalités des adultes a été réalisé quotidiennement, du 1<sup>ère</sup> jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour.

L'expérimentation a été réalisée dans les mêmes conditions de température et d'humidité que celui de l'élevage en masse des insectes..

#### 2.4.3 1.1. - Traitement par ingestion

Chaque lot de blé, pesant environ 5 grammes, est pulvérisé par les extraits aqueux (nombre de pulvérisations doit correspondre exactement au volume de la solution à pulvériser pour chaque dose appliquée), ensuite donné à la population de l'insecte

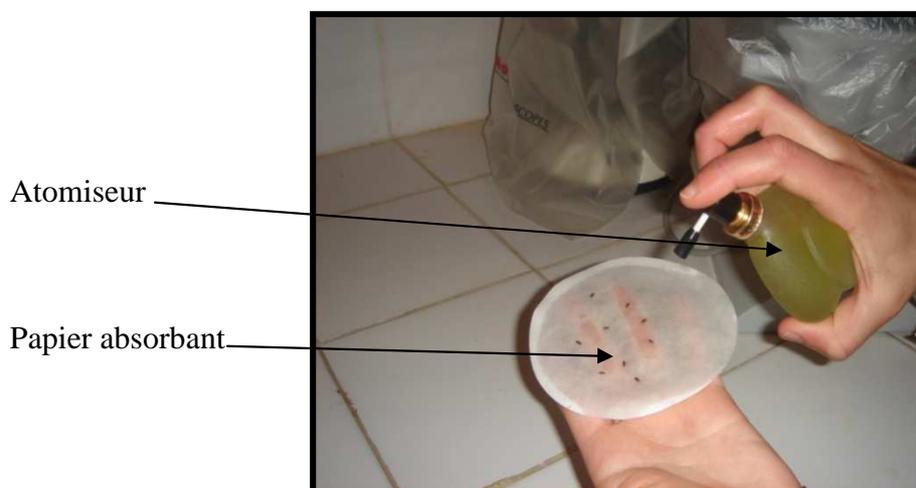
(Fig. 7). Les bocaux, contenant 10 individus avec du blé traité, sont fermés avec du tulle et mis dans la chambre d'élevage.



**Figure 7.** - Traitement par ingestion des adultes de l'insecte

### 2.4.3 1.2. -Traitement par contact

Il s'agit d'appliquer l'extrait aqueux directement sur l'insecte à l'exception des témoins. Le traitement consiste donc à pulvériser, à l'aide d'un atomiseur, les différentes doses des extraits sur les lots d'insectes (Fig. 8). Chaque bocal, contenant 10 individus, est tout de suite fermé par du tulle et remis dans la chambre d'élevage sous les mêmes conditions d'élevage en masse.



**Figure 8.** - Traitement par contact d'une population adulte sur l'insect

### 2.4.3 1.3. - Traitement par inhalation

Un coton, bien imbibé par les quatre doses des extraits végétaux, est suspendu et fixé sur le couvercle du bocal (Fig. 9) qui contient 10 individus adultes de l'insecte. Les bocaux restent bien fermés jusqu'à leurs utilisations.



**Figure 9.** - Traitement par inhalation des adultes de l'insecte

### 2.4.3.2. - Cas des huiles essentielles

Pour le cas des huiles essentielles, le traitement par inhalation est le seul traitement utilisé dans notre expérimentation.

Des tests insecticides par inhalation d'huiles essentielles sont réalisés dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et de 1,5 cm de profondeur (Fig. 10).

Sur la base des tests préliminaires, des doses sont choisies. Elles sont différentes d'une plante à une autre. Elles sont exprimées en  $\mu\text{l}$  de l'huile essentielle pure.

Les témoins ne reçoivent aucun volume d'huiles essentielles.

Les essais sont réalisés sur dix individus le plus souvent sur des adultes non sexés. Ces derniers sont mis dans des boîtes de pétri fermées hermétiquement avec du parafilm. Les huiles essentielles, déposées sur un papier filtre Wattman, sont mises dans un bouchon de 3 cm de diamètre et 1 cm de profondeur couvert en aluminium et fermé par un morceau de toile (figure 10). La toile évite tout contact des insectes avec l'huile essentielle.

Les temps d'observation des mortalités des adultes retenus sont exprimés en jour, quelques fois en heures suivant le potentiel insecticide de la plante et après l'essai préliminaire. Toutes

## Chapitre II. - Matériel et méthodes

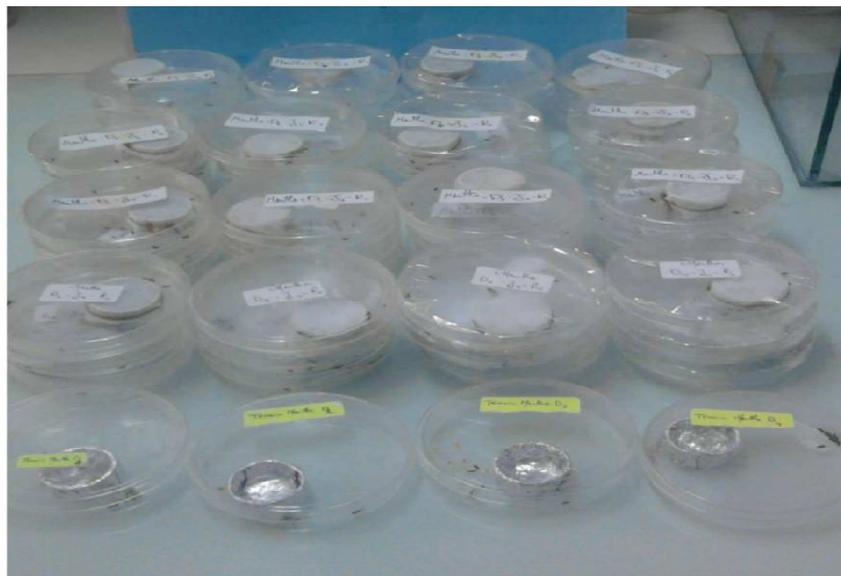
---

les expérimentations ont été réalisées dans les mêmes conditions d'élevage en masse avec une température de 28°C et une humidité relative de  $70 \pm 5 \%$ .



**Figure 10.** -.La manipulation relative au test par inhalation

Quatre doses de chacune des huiles essentielles aux concentrations arrêtées après le test préliminaire, et à l'aide d'une micropipette d'une gamme de (5 $\mu$ l-50 $\mu$ l), sont appliquées dans chaque boîte contenant 10 individus de l'insecte. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque huile essentielle plus un témoin. Les boîtes doivent être conservées dans des mêmes conditions précédentes de l'élevage. Les temps d'observation des mortalités retenus laissent à multiplier les traitements et le nombre de boîtes de pétrie en fonction du nombre de temps d'observation pris (Fig. 11).



**Figure 11.** - Dispositif expérimental d'un traitement par inhalation

### 2.4.4 - Méthodes d'analyse des résultats

#### 2.4.4.1. - Détermination des doses létales (DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub>) et des temps létaux (TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub>) selon la méthode de Finney (1971)

Pour chaque huile essentielle, le pourcentage moyen de mortalité est calculé ensuite corrigé par la formule de Finney (1971)

$$MC\% = (M - Mt / 100 - MT) \times 100$$

**MC (%)** : Pourcentage de mortalité corrigée.

**M (%)** : pourcentage de morts dans la population traitée.

**Mt (%)** : pourcentage de morts dans la population témoin

Pour calculer les DL<sub>50</sub> et les DL<sub>90</sub> et les TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub>, nous avons transformé les doses et les temps en logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité en probit en se servant de la table de (Finney, 1971) (Annexe 18).

Ces transformations nous permettent à l'aide d'un logiciel EXCEL d'obtenir des équations de droites de régression de type :  $Y = ax + b$

Y= probit de mortalité corrigées.

x = logarithme de la dose ou du temps.

a = la pente.

b = valeur constante.

Ou encore se munir de logiciels comme le R qui arrive à calculer directement les DL<sub>50</sub> et les DL<sub>90</sub> et les TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> sans application numérique.

### 2.4.4.2. - Calcul des rendements en huiles essentielles des plantes

L'intérêt du calcul de rendement en huiles essentielles est à caractère économique et se résume dans la rentabilité d'utilisation de la plante choisie.

Les rendements d'extraction sont calculés en tenant compte du taux de matière sèche de la plante (Kaid-Slimane, 2004) selon la relation :

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

Où :

**R** : rendement en huile essentielle en %

**m<sub>1</sub>**: masse en grammes d'huile essentielle.

**m<sub>2</sub>** : Masse en grammes de la matière végétale sèche

### 2.4.4.3. - Analyse statistique

En fonction de la loi normale, des tests d'hypothèses paramétriques et non paramétriques ont été appliqués afin d'analyser la variance des moyennes et comparer les groupes expérimentaux. Pour le test de Kruskal-Wallis, test non paramétrique la limite de signification a été appliquée avec une p-value=0,05, alors que pour le test de Fisher, test paramétrique la limite de signification a été appliquée avec une p-value=0,01. Si des différences sont constatées, des tests post-hoc (à posteriori) sont appliqués par des comparaisons multiples par paires ; pour cela le test de Newman est appliqué. Deux logiciels ont été utilisés dans les calculs statistiques et l'élaboration des droites de régression, il s'agit de l'Excel stat version 2009 et R (R Development CoreTeam 2010).

## **Chapitre III. - Résultats et discussions**

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

### Chapitre III. - Résultats et discussions

#### 1. - Inventaire des insectes du blé au niveau des lieux de stockage (CCLS de Khemis Miliana et CCLS de Ténès)

##### 1.1. - Résultats

##### 1.1.1. - Inventaire

Les espèces d'insectes rencontrées dans les stocks et la fréquence de leurs apparitions dans les échantillons prélevés mensuellement dans les deux sites du mois de janvier jusqu'au mois de juin sont mentionnées dans le tableau 7.

**Tableau 7.** - Inventaire des insectes dans les deux sites à Ténès et à Khemis- Miliana

<b>KHEMIS MILIANA</b>			
<b>Espèce</b>	<b>Ordre</b>	<b>Famille</b>	<b>Fréquence</b>
<i>Trogoderma granarium</i> L	Coleoptera	Dermestidae	Rare (+)
<i>Tribolium castaneum</i> L	Coleoptera	Tenebrionida	Rare (+)
<i>Rhyzoperta dominica</i> L	Coleoptera	Bostrichydae	Rare (+)
<i>Sitophilus granarius</i> L	Coleoptera	Curculionidae	Rare (+)
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> L	Coleoptera	Cucujidae	Rare (+)
<i>Ephestia kuhniella</i> L	Lepidoptera	Pyralidae	Rare (+)
<b>TENES</b>			
<i>Sitophilus granarius</i> L	Coleoptera	Curculionidae	Rare (+)
<i>Tribolium castaneum</i> L	Coleoptera	Tenebrionida	Rare (+)
<i>Trogoderma granarium</i> L	Coleoptera	Dermestidae	Rare (+)
<i>Rhyzoperta dominica</i> L	Coleoptera	Bostrichydae	Rare (+)
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> L	Coleoptera	Cucujidae	Rare (+)
<i>Plodia interpunctella</i> L	Lepidoptera	Pyralidae	Rare (+)

Au total, 7 espèces sont rencontrées dans les deux stations, appartenant en majorité à l'ordre des coléoptères. Elles sont toutes d'une fréquence rare (Tableau 7). L'identification des espèces a été faite par Mr. Doumandji S en 2005 à l'école nationale d'agronomie d'El Harrach.

##### 1.1.2. - Fréquence des insectes

Nous présentons dans les tableaux 8 et 9 les fréquences mensuelles par espèce d'insecte et les fréquences moyennes mensuelles du nombre total des espèces.

### Chapitre III. - Résultats et discussions

**Tableau 8.** -La fréquence mensuelle des insectes rencontrés à Ténès et à Khemis Miliana

KHEMIS-MILIANA							
Espèces	Janvier	Février	Mars	Avri l	Mai	Juin	Fréquence moyenne par espèce
<i>Trogoderma granarium</i> L	3	3	2	2	3	5	3
<i>Tribolium castaneum</i> L	1	2	2	4	4	4	2,83
<i>Rhyzoperta dominical</i> L	-	1	2	2	4	5	2,33
<i>Sitophilus granarius</i> L	-	1	1	3	4	4	2,16
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> L	-	-	-	2	3	3	1,33
<i>Ephestia kuhniella</i> L	1	-	-	-	-	-	0,16
<b>Fréquence moyenne par mois</b>	0,83	1,16	1,16	2,16	3	3,5	11,84
TENES							
Espèces	Janvier	Février	Mars	Avri l	Mai	Juin	Fréquence moyenne par espèce
<i>Sitophilus granarius</i> L	1	1	3	4	4	4	2,83
<i>Tribolium castaneum</i> L	2	2	3	3	3	4	2,83
<i>Trogodermam granarium</i> L	-	1	3	3	3	4	2,33
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> L	-	-	-	2	3	4	1,5
<i>Rhyzoperta dominical</i> L	-	-	-	1	2	3	1
<i>Plodia interpunctella</i> L	-	1	-	-	-	-	0,16
<b>Fréquence moyenne par mois</b>	0,5	0,83	1,5	2,16	2,5	3,16	10,66

**Tableau 9.** -La fréquence mensuelle en % des insectes rencontrés à Ténès et à Khemis Miliana

Localité	Espèces	Fréquence en %	Niveau de constance
<b>Khemis- Miliana</b>	<i>Trogoderma granarium</i> L		Omniprésente
	<i>Tribolium castaneum</i> L		Omniprésente
	<i>Rhyzoperta dominica</i> L		Constante
	<i>Sitophilus granarius</i> L		Constante
	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> L		Commune
	<i>Ephestia kuhniella</i> L		Accessoire
<b>Ténès</b>	<i>Sitophilus granarius</i> L		Omniprésente
	<i>Tribolium castaneum</i> L		Omniprésente
	<i>Trogodermam granarium</i> L		Constante
	<i>Cryptolestes ferrugineus</i> L		Commune
	<i>Rhyzoperta dominica</i> L		Commune
	<i>Plodia interpunctella</i> L		Accessoire

## Chapitre III. - Résultats et discussions

Les fréquences moyennes sont calculées et données pour chaque espèce d'insecte obtenue dans les deux sites et durant les six (06) mois d'observation. La présence est fortement marquée durant les mois chauds (Tableau 8). Les fréquences ont commencé à augmenter à partir du mois de février à Khemis-Miliana et à partir du mois de mars à Ténès.

*Tribolium castaneum* et *Sitophilus granarius* sont omniprésents dans les deux stations (Tableau9).

### 1.1.3. - Taux d'infestation ou pourcentage d'attaque

L'évaluation du pourcentage d'attaque des espèces rencontrées au cours de l'échantillonnage des deux sites est mentionnée dans le tableau 10.

**Tableau 10.** -Evaluation du pourcentage d'attaque des insectes inventoriés à Khemis Miliana et à Ténès

<b>Khemis Miliana</b>							
<b>Mois</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>juin</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Grains sains (Ns)</b>	982	976	975	948	910	880	945,16
<b>Grains attaqués (Na)</b>	18	24	25	52	90	120	54,83
<b>Pourcentage d'attaque (PA)</b>	1,8	2,4	2,5	5,2	9,0,	12,0	5,48
<b>Ténès</b>							
<b>Mois</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>juin</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Grains sains (Ns)</b>	986	979	970	960	940	900	955,83
<b>Grains attaqués (Na)</b>	14	21	30	40	40	60	34,16
<b>Pourcentage D'attaque (PA)</b>	1,4	2,1	3,0	4,0	6,0	10,0	4,416

Les pourcentages d'attaque causée par les insectes dans les deux stations évoluent dans un sens croissant du mois de janvier jusqu'au moi de juin. Ils arrivent à atteindre 12 % à Khemis-Miliana et 10 % à Ténès (Tableau 10).

## Chapitre III. - Résultats et discussions

### 1.1.4. - Pourcentage de perte de poids des grains de blé des deux sites

Les résultats du pourcentage de perte de poids des grains de blé des deux sites sont consignés dans le tableau 11.

**Tableau 11.** -Evaluation du pourcentage de perte de poids de 1000 grains de blé des deux sites

<b>KHEMIS-MILIANA</b>								
<b>Mois</b>	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	juin	total	Moyenne
<b>Grains (1000)</b>								
<b>Nombre de grains sains Ns (gr)</b>	982	976	975	948	910	880	5671	945,16
<b>Poids des grains sains Ps (gr)</b>	40,8	40,8	40,7	40,6	35	30	227,9	37,98
<b>Poids des grains attaqués Pa (gr)</b>	0,63	0,80	0,80	1,8	8	9	21,03	3,505
<b>Pourcentage d'attaque (PA)</b>	1,8	2,4	2,50	5,2	9	12	32,90	5,483
<b>Coefficient de perte spécifique (K)</b>	0,98	0,97	0,97	0,94	0,91	0,88	5,65	0,940
<b>Pourcentage de perte de poids (PPP)</b>	1,764	2,328	2,42	4,88	8,2	10,56	30,152	5,025
<b>TENES</b>								
<b>Mois</b>	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	juin	total	Moyenne
<b>Grains (1000)</b>								
<b>Nombre de grains sains Ns (gr)</b>	986	979	970	960	940	900	5735	955,83
<b>Poids des grains sains Ps (gr)</b>	42,4	40,8	40,4	39	35	30	227,6	37,93
<b>Poids des grains attaqués Pa (gr)</b>	0,4	0,8	1	2	4	8	16,2	2,7
<b>Pourcentage d'attaque (PA)</b>	1,4	2,1	3	4	6	10	26,5	4,41
<b>Coefficient de perte spécifique (K)</b>	0,99	0,97	0,97	0,96	0,94	0,90	5,73	0,95
<b>Pourcentage de perte de poids (PPP)</b>	1,386	2,037	2,91	3,84	5,640	9	24,813	4,135

Le pourcentage d'attaque des grains est faible durant les premiers mois frais et devient important durant les mois chauds. Les pertes en poids des grains évoluent progressivement

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

d'un mois à un autre selon l'élévation des températures Les pourcentages maximum de pertes sont de 10,56 % à Khemis Miliana et de 9 % à Ténès.

### 1.2. - Discussion

A Khemis-Miliana, l'analyse des échantillons a permis de recenser six (06) espèces d'insectes dont cinq (05) sont des Coléoptères, *Trogoderma granarium* L, *Rhyzoperta dominica*, *Sitophilus granarius* et un (01) Lépidoptère, *Ephestia kiihniella*.

A Ténès, l'inventaire a donné aussi (06) espèces d'insectes, les mêmes espèces que celles rencontrées à Khemis-Miliana, excepté chez les lépidoptères où on a identifié *Plodia interpunctella*.

Les résultats obtenus concernant l'inventaire réalisé à Khemis-Miliana, sont presque les mêmes et ressemblant en espèces inventoriées à ceux obtenus par Mebarkia (2002) à Bordj Bou Ariridj.

L'évaluation de la fréquence des insectes est déterminée par la fréquence mensuelle par espèce. Les espèces rencontrées ont une fréquence rare, variant de 0,16 à 3 insectes par kilogramme et que la fréquence moyenne du nombre total d'espèces varie de 0,66 à 3,5 insectes par kilogramme dans le site de Khemis-Miliana. A Ténès, la fréquence moyenne mensuelle par espèce varie de 0,16 à 2,83 insectes par kilogramme. Alors que, la fréquence moyenne mensuelle pour le total des insectes varie de 0,5 à 3,16 insectes par mois ressemblant presque à ceux de Khemis Miliana. Selon la méthode de Dajoz (1976), le même classement de fréquence est donné pour les deux CCLS.

On remarque un faible taux d'attaque durant les trois premiers mois, janvier, février et mars. Ils sont respectivement 1,8%, 2,4% et 2,5% à Khemis Miliana et 1,4 %, 2,1 % et 3,0 à Ténès. Ensuite, ils augmentent progressivement durant les autres mois qui suivent pour atteindre au mois de juin les 12 % à Khemis Miliana et 10 % à Ténès.

Comparativement aux travaux de Mebarkia (2002), les résultats sont presque similaires. Le pourcentage d'attaque est beaucoup plus important dans les mois chauds que durant les mois frais.

L'évaluation du pourcentage de perte de poids des grains du blé occasionné par la présence et l'alimentation des espèces présentes dans les stocks de chaque site, varie selon les mois de l'année, les mois frais et les mois les plus chauds.

La moyenne du pourcentage de perte de poids, pendant 6 mois, est de 5,027 % à la CCLS de Khemis Miliana et de 4,135 % à la CCLS de Ténès. Le pourcentage de perte est faible durant

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

les premiers mois, janvier, février et mars et il devient important durant les mois chauds pour atteindre 10,56 % à Khemis-Miliana et 09 % à Ténès.

Nos résultats sont beaucoup plus bas que ceux mentionnés par Bulot (1990), où les pertes arrivent jusqu'à 30 % dans certains pays non développés. Et dépassent le taux de celui des pays développés.

Bekon et Fleurat Lessard (1989) ont estimé des pertes de blé lors de sa conservation dans une salle aménagée spécialement pour une fumigation. Même après traitement au bromure de méthyle pendant 24 heures, à la dose de 32 g/m<sup>3</sup>, les infestations ont apparu de nouveau et que les pertes enregistrées étaient de l'ordre de 17% sur une masse de 200 g de blé infesté.

### 1.3. - Conclusion

Durant les mois chauds, les insectes inventoriés marquent plus de présence dans les stocks par rapport aux mois frais. En plus, les attaques commencent à apparaître progressivement. Les deux stations se démarquent par une légère différence en inventaire, en attaque des grains et en pertes.

Les pourcentages d'attaque pourraient être plus importants si on avait associé d'autres ennemis tels que les champignons et les acariens.

## 2. - Evaluation de l'activité insecticide des extraits aqueux et des huiles essentielles sur les insectes

Vu le nombre élevé de paramètres pris en considération durant cette étude, le nombre élevé des espèces végétales choisies ainsi que les conditions d'élevage difficiles de *Sitophilus granarius*, nous n'avons réalisé qu'une seule étude sur ce dernier et nous nous sommes contenté de continuer seulement avec *Tribolium castaneum* L pour le reste des traitements.

Pour cela, nous avons jugé de passer en premier lieu par une étude détaillée sur l'évaluation de la toxicité du *Rosmarinus officinalis* L et de *Salvia officinalis* L sur *Sitophilus granarius* L., suivie d'une deuxième étude aussi détaillée sur l'évaluation de la toxicité de *Rosmarinus officinalis*, de *Mentha pulegium* L et de *Thymus vulgaris* L sur *Tribolium castaneum* L, puis en second lieu regrouper et récapituler tous les résultats de l'évaluation de la toxicité du reste des traitements dans les tableaux 19, 20, 21 et 22

## Chapitre III. - Résultats et discussions

### 2.1. - Cas sur l'évaluation de la toxicité de *Rosmarinus officinalis* L. et de *Salvia officinalis* L. sur *Sitophilus granarius*

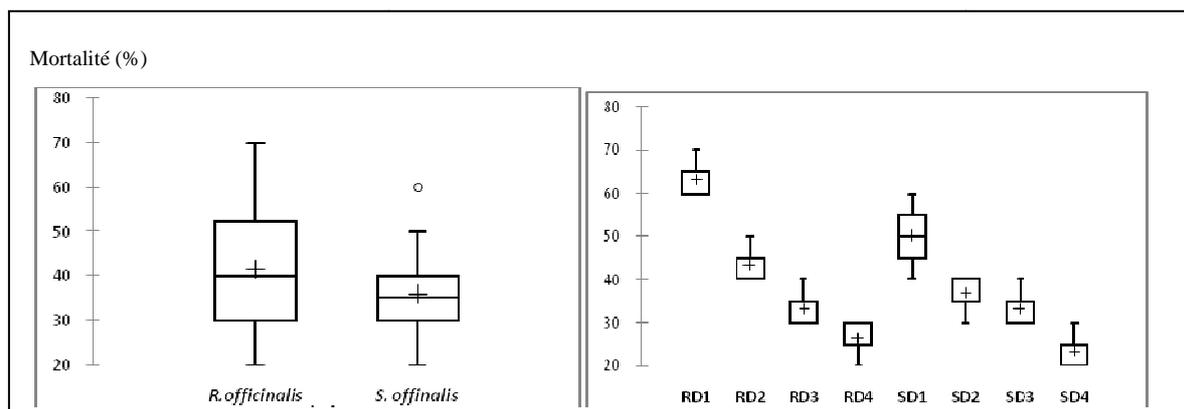
#### 2.1.1.- Résultats

##### 2.1.1.1. - Mortalité

Des tests d'hypothèses paramétrés ou non paramétrés ont été appliqués pour valider les résultats de mortalité induits par les deux plantes. Deux logiciels ont été utilisés dans les calculs statistiques et l'élaboration des droites de régression. Il s'agit d'Excel stat version 2009 et R (R Development CoreTeam 2010).

Les extraits végétaux de *R. officinalis* et de *S. officinalis* ont provoqué des mortalités chez *S. granarius* (Tableau 12). Si nous comparons la variabilité des mortalités induites par les 2 extraits végétaux (Tab.12 et Fig. 12a, 12b), nous constatons qu'il n'existe aucune différence significative (t. test,  $p=0,304$ ). Cependant la comparaison des niveaux de mortalités induites par les 4 doses de chacun des 2 extraits végétaux a permis de constater qu'il existe une différence significative entre les doses (kruskal test,  $p=0,009$ ). Le test post hoc a permis d'identifier que les mortalités maximales sont induites par la dose D1 des 2 extraits végétaux :  $63,33\pm 5,77$  pour *R. officinalis* et  $50\pm 10$  pour *S. officinalis*, alors que les mortalités minimales sont obtenues avec la dose D4 des deux extraits végétaux :  $26,66\pm 5,77$  avec *R. officinalis* et  $23,33\pm 5,77$  avec *S. officinalis*.

Chez les témoins traités à l'eau distillée (D0), aucune mortalité n'a été observée.



**Figure 12.** -Variabilité de la mortalité induite par les 2 extraits végétaux (a) et par les 4 doses (b) d'extraits de *R. officinalis* et de *S. officinalis*.

R1, R2 et R3 : Répétitions,

M : Moyenne

## Chapitre III. - Résultats et discussions

**Tableau 12.** - Mortalité induite par les 4 doses d'extraits de *R. officinalis* et de *S. officinalis*

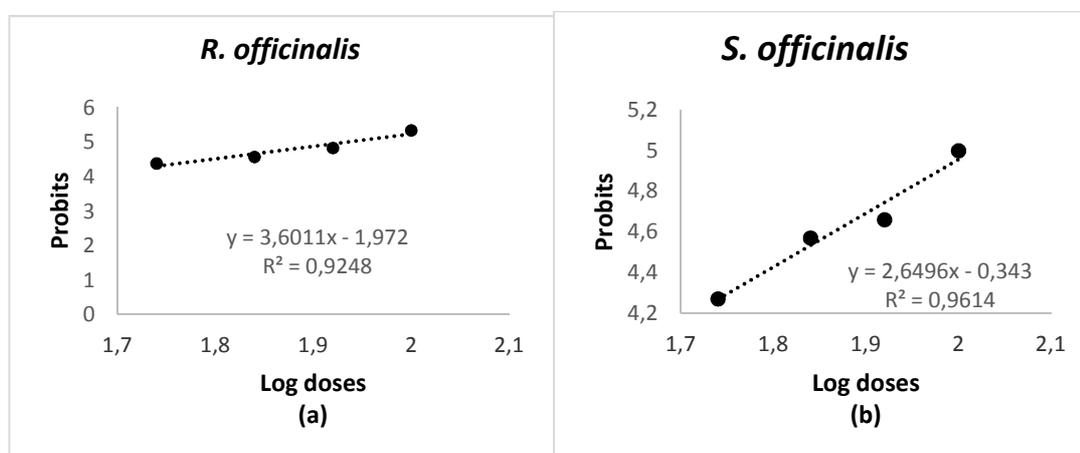
Doses	<i>Rosmarinus Officinalis</i>				<i>Salvia officinalis</i>			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	M	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	M
<b>D0</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>D1</b>	60	70	60	63,33±5,77	50	60	40	50,00±10
<b>D2</b>	40	40	50	43,33±5,77	40	40	30	36,66±5,77
<b>D3</b>	30	30	40	33,33±5,77	30	30	40	33,33±5,77
<b>D4</b>	30	30	20	26,66±5,77	20	30	20	23,33±5,77

### 2.1.1.2. - Doses létales DL<sub>50</sub>

Sur la base des probits des mortalités cumulées au 5<sup>ème</sup> jour d'observation et des logarithmes des doses d'extraits végétaux appliquées (Tableau 13), des droites de régression ont été tracées (Fig. 13a et 13b) et ont permis de définir les doses létales de 50% (DL<sub>50</sub>) de la population de *S. granarius*.

**Tableau 13.** - Probits des mortalités moyennes cumulées au 5<sup>ème</sup> jour chez *S. granarius* et logarithmes décimaux des doses d'extraits de *R. officinalis* et *S. officinalis*

Doses	Log doses	<i>Rosmarinus officinalis</i>		<i>Salvia officinalis</i>	
		Moyennes des mortalités en % (M)	Probits	Moyennes des mortalités En % (M)	Probits
<b>D0</b>	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>D1</b>	2	63,33	5,34	50,00	5,00
<b>D2</b>	1,92	43,33	4,83	36,66	4,66
<b>D3</b>	1,84	33,33	4,57	33,33	4,57
<b>D4</b>	1,74	26,66	4,38	23,33	4,27



**Figure 13.** -Droites de régressions (Probits et Log doses) de *R. officinalis* (a) et de *S. officinalis* (b)

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

Sur la base des équations tirées des droites de régressions (Fig. 13a et 13b) nous avons :

- Pour *R. officinalis* ;  $Y=3,6011x-1,972$ . La  $DL_{50}$ = **86,31%** de la solution mère ou 43,155 g/l
- Pour *S. officinalis* ;  $Y= 2,6496x- 0,343$ . La  $DL_{50}$ =**103,88%** de la solution mère ou 51,94 g/l

### 2.1.1.3. -Temps létaux $TL_{50}$

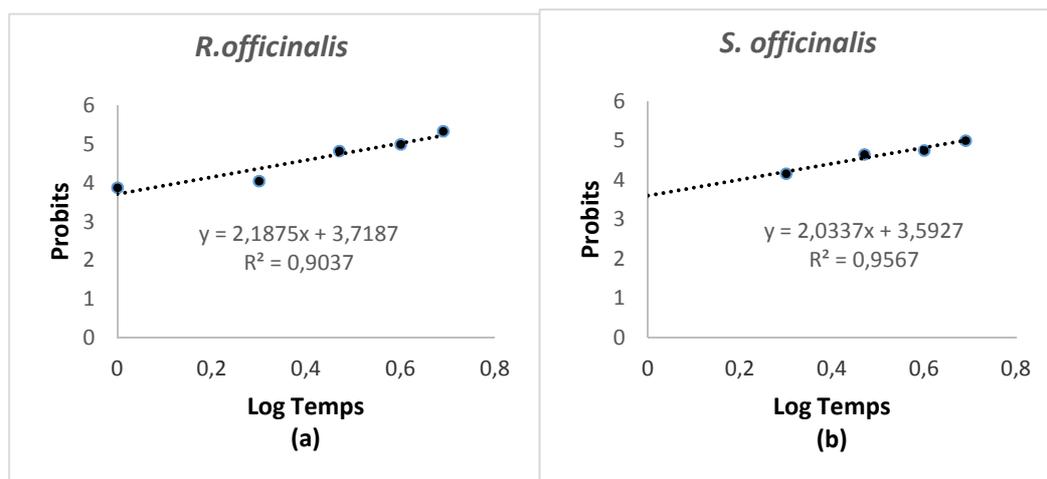
Les  $TL_{50}$  sont calculés uniquement pour les doses D1 des deux extraits végétaux en raison de leur rapprochement des résultats des  $DL_{50}$  obtenues à partir des droites de régression. Ces doses D1 sont constituées de 100% de la solution mère et ont induit une mortalité maximale chez *S. granarius*.

Sur la base des moyennes de mortalités cumulées durant 5 jours d'observation (Tableau 14), les droites de régression (Fig. 14a et 14b) ont permis de tirer les équations suivantes :

- Pour *R. officinalis* ;  $Y=2,1875x+3,7187$ . La  $TL_{50}$ = 3,85 jours
- Pour *S. officinalis* ;  $Y=2,0337x+3,5927$ . La  $TL_{50}$  = 4,92 jours

**Tableau 14.** - Probits des mortalités moyennes cumulées induites par la dose D1 d'extraits de *R. officinalis* et de *S. officinalis* sur *S. granarius* et logarithmes décimaux des temps d'observations

Jours	<i>R. officinalis</i>			<i>S. officinalis</i>		
	Moyenne de mortalité en % (M)	probits	Log temps	Moyenne de mortalité en % (M)	probits	Log temps
<b>J1</b>	13,33±5,77	3,88	0	0±00	-	0
<b>J2</b>	16,67±5,77	4,05	0,3	20±10	4,16	0,3
<b>J3</b>	43,33±5,77	4,83	0,47	36,66±5,77	4,65	0,47
<b>J4</b>	50±00	5	0,6	40±10	4,75	0,6
<b>J5</b>	63,33±5,77	5,34	0,69	50±10	5	0,69



**Figure 14.** -Droites de régression (Probits et Log Temps) de *R. officinalis* (a) et de *S. officinalis* (b)

### 2.1.2. - Discussion

Les résultats de traitement par ingestion sur les individus adultes de *S. granarius* donnent des mortalités progressives en fonction des doses et du temps d'exposition. Les mortalités moyennes maximales sont 63,33% pour *R. officinalis* et 50% pour *S. officinalis* avec des DL<sub>50</sub> respectives de 86,31% et de 103,88% des solutions mères.

De nombreux auteurs ont étudié l'efficacité insecticide du genre *Salvia* et en particulier *S. officinalis* et *R. officinalis* sur *S. granarius* et *Sitophilus oryzae*. Les toxicités évaluées ont porté surtout sur les traitements par fumigation, par contact et par effet répulsif et rarement par ingestion. Shaaya et al (1991) ont évalué la toxicité des huiles essentielles de *S. officinalis* par fumigation sur *S. oryzae*. La mortalité a atteint 100% à la dose de 15 µl/l.

Kotan et al (2007) ont testé le pouvoir insecticide de *S. hydrangea* sur les adultes de *S. granarius*. Les mortalités augmentent aussi avec la durée d'exposition et atteignent un taux de 68,3 % à la dose de 40 µl/petri/dish après 96 h d'exposition à l'huile essentielle. Le Camphre, élément essentiel de l'huile essentielle, serait le plus toxique contre *S. granarius* (Obeng-Ofri et al, 1998 ; Erlor, 2005 ; Kordali et al., 2006). Ce même composé (Camphre) suivi du  $\alpha$ -thujone et du 1,8-le cinéole possède un potentiel insecticide important (Lamari et al., 2014).

Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus par Lee et al., (2001), qui ont utilisé les huiles essentielles de plusieurs plantes sur *S. oryzae*. Parmi ces plantes, *R. officinalis* s'est montré le plus toxique avec une DL<sub>50</sub> de 30,5 µl/l d'air. Selon ce même auteur l'élément toxique de cette plante serait 1,8 cinéole.

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

Des traitements par fumigation, à base de *R. officinalis*, ont été effectués sur *S. oryzae* (Rozman et al., 2006a) ont révélé une activité insecticide qui a induit une mortalité de 100% de la population traitée après 24 h d'exposition à une dose basse de 0,1µl/720 ml. Selon ces mêmes auteurs, le bornéol et le thymol sont responsables de cette forte mortalité.

Une autre espèce, *Salvia lerufolia* Bent, examinée par Hashemi et al., (2013) à l'aide des traitements par contact et par fumigation, a montré des mortalités considérables. Elles sont de l'ordre de 82% après 9 h d'exposition pour atteindre 100% au bout de 24 h à des doses respectives de 4,72 mg/cm<sup>2</sup> et 4,80 mg/cm<sup>2</sup>.

Nerio et al (2009) ont étudié l'effet répulsif de *R. officinalis* avec 6 autres espèces aromatiques provenant de Colombie sur les adultes de *Sitophilus zeamais*. L'effet répulsif est de 12% à la dose de 0.063 µl/cm<sup>2</sup> et de 67% à la dose de 0,503 µl/cm<sup>2</sup>.

D'autres résultats ont été trouvés par Zoubiri et Baaliouamer (2001), où les mortalités, causées par l'huile essentielle de *R. officinalis* suite à un traitement par fumigation sur les adultes de *S. granarius*, ont enregistré 50% à la dose de 5 µl/l après 120 h de fumigation et de 100% à la dose de 500 µl/l après 24 h d'exposition.

Popovic et al., (2014) ont évalué l'efficacité insecticide de *S. officinalis* par contact et par effet répulsif sur les adultes de *S. oryzae*. Seulement, les solutions les plus concentrées en huiles essentielles (2%) ont causé la mortalité significative comparativement aux solutions les moins concentrées (0,05 et 0,5%).

Dans notre expérience, nous n'avons pas identifié les principes actifs, mais ce qui est fort intéressant ce sont les temps létaux (TL<sub>50</sub>) obtenus avec les solutions mères (D1) qui sont de 3,85 jours pour *R. officinalis* et de 4,92 jours pour *S. officinalis* et, indique une bonne activité insecticide de ces deux plantes utilisées à l'état brut.

### 2.1.3. - Conclusion

Les extraits des 2 plantes utilisés *Rosmarinus officinalis* et *Salvia officinalis* ont montré une activité insecticide. L'insecte *Sitophilus granarius* s'est montré sensible aux extraits de ces deux plantes.

Les temps létaux (TL<sub>50</sub>) de 3,85 jours pour *R. officinalis* et de 4,92 jours pour *S. officinalis* confirment les résultats des études antérieures faites par de nombreux auteurs et laisse croire à l'avenir l'application de leur extraits comme une solution pour remplacer les insecticides à forte persistance et à effet néfaste pour l'environnement et la santé humaine.

## Chapitre III. - Résultats et discussions

### 2.2.- Cas sur l'évaluation de la toxicité de *Rosmarinus officinalis* L, de *Mentha pulegium* L. et de *Thymus vulgaris* L. sur *Tribolimu castaneum* L.

#### 2.2.1. - Résultats

##### 2.2.1.1. - Mortalité

Deux logiciels ont été utilisés dans les calculs statistiques et l'élaboration des droites de régression. Ensuite, pour le traitement statistique, nous nous sommes appuyés sur l'analyse de la variance (ANOVA) pour vérifier la variation entre les moyennes de mortalité induite par chaque dose. Le test de Newman-Keuls a été utilisé pour les comparaisons à posteriori.

Les taux de mortalité des adultes et des larves de *T. castaneum*, traités aux différentes doses des huiles essentielles de *R. officinalis*, de *T. vulgaris* et de *M. pulegium*, figurent dans le tableau 15

**Tableau 15** - Mortalités des adultes et des larves de *T. castaneum* obtenues par le test d'inhalation à l'aide des huiles essentielles des plantes testées

Doses	Adultes					Larves					
	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	
<b>Plante</b>	<b><i>Rosmarinus officinalis</i></b>										
<b>J1</b>	0	20	23.33	30	46.66	<b>J1</b>	0	3,33	3,33	10	16.66
<b>J2</b>	0	33.33	36.66	46.66	<b>70</b>	<b>J2</b>	0	10	10	16.66	16.66
<b>J3</b>	0	46.66	<b>76.66</b>	<b>86.66</b>	<b>100</b>	<b>J3</b>	0	10	13,33	<b>26,66</b>	<b>30</b>
<b>Plante</b>	<b><i>Thymus vulgaris</i></b>										
<b>J1</b>	0	6.66	10	13,33	16.66	<b>J1</b>	0	3,33	10	10	13,33
<b>J2</b>	0	13,33	16.66	23.33	33.33	<b>J2</b>	0	6,66	10	13.33	16,66
<b>J3</b>	0	16,66	23.33	33.33	<b>53.33</b>	<b>J3</b>	0	16,66	16,66	16,66	<b>23.33</b>
<b>Plante</b>	<b><i>Mentha pulegium</i></b>										
<b>4 h</b>	0	13.33	26.66	30	40	<b>J1</b>	0	6,66	6.66	10	13,33
<b>8 h</b>	0	36.66	46.66	60	60	<b>J2</b>	0	6.66	10	23.33	33.33
<b>12 h</b>	0	50	<b>66.66</b>	<b>86.66</b>	<b>100</b>	<b>J3</b>	0	20	16.66	<b>36.66</b>	<b>53,33</b>
<b>16 h</b>	0	66.66	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>100</b>						

### Chapitre III. - Résultats et discussions

---

Une réponse insecticide a été enregistrée chez les trois plantes, *R. officinalis*, *M. pulegium* et *T. vulgaris*

L'analyse statistique montre un niveau de mortalité proportionnel aux doses appliquées des huiles essentielles sur les adultes et les larves de *T. castaneum*.

Chez les adultes, il existe des différences significatives entre les mortalités provoquées par les 4 doses des huiles essentielles appliquées chez les trois plantes testées ( $P < 0,05$ ).

*M. pulegium* ( $P = 0,01$ ), *R. officinalis* ( $P = 0,016$ ) et *T. vulgaris* ( $P = 0,007$ ).

La mortalité induite par les huiles essentielles extraites des trois plantes est graduelle en fonction de la dose. Pour *M. pulegium*, il existe une différence significative entre la mortalité provoquée par la D4 et la D1 ( $P=0,009$ ) et la D3 et D1 ( $P=0,03$ ). Cependant, les autres mortalités ne présentent aucune différence significative entre la D4 et la D2 ( $P=0,170$ ), la D4 et D3, la D3 et D2 ( $P= 0,27$ ) et D2 et D1 ( $P=0,136$ ).

Selon le facteur durée d'exposition, il existe une différence significative entre T4 et T1 ( $P=0,0001$ ), T4 et T2 ( $P=0,0001$ ), T4 et T3 ( $P=0,041$ ), T3 et T1 ( $P=0,0001$ ), T3 et T2 ( $P=0,001$ ) et T2 et T1 ( $P=0,0001$ ) et des différences non significatives entre T3 et T2 ( $P= 0,0050$ ) et T2 et T1 ( $P=0,095$ ). Chez *T. vulgaris*, il existe une différence significative entre la mortalité provoquée par la D4 et D1 ( $P=0,006$ ) et D4 et D2 ( $P=0,019$ ). Les autres valeurs de doses présentent une différence non significative.

Selon le facteur temps d'exposition, il existe une différence significative seulement entre T3 et T1 ( $P=0,002$ ).

Pour *R. officinalis*, il existe une différence significative uniquement entre la mortalité provoquée par la D4 et D1 ( $P=0,011$ ). Les autres doses ne présentent aucune différence significative. Selon le temps d'exposition, il existe une différence significative entre tous les temps, T3 et T1 ( $P=0,0001$ ), T3 et T2 ( $P=0,000$ ) et T2 et T1 ( $P=0,024$ ).

Chez les larves (Tableau 15), il existe une différence significative entre la mortalité provoquée par les 4 doses des huiles essentielles appliquées chez *R. officinalis* ( $P = 0,009$ ) ( $P < 0,05$ ), une différence hautement significative chez *T. vulgaris* ( $P = 0,000$ ) ( $P < 0,05$ ) et une différence non significative chez *M. pulegium* ( $P = 0,511$ ) ( $P > 0,05$ ).

En ce qui concerne les différences significatives, on déduit que la mortalité induite par les huiles essentielles de *R. officinalis* et de *T. vulgaris* est graduelle en fonction de la dose.

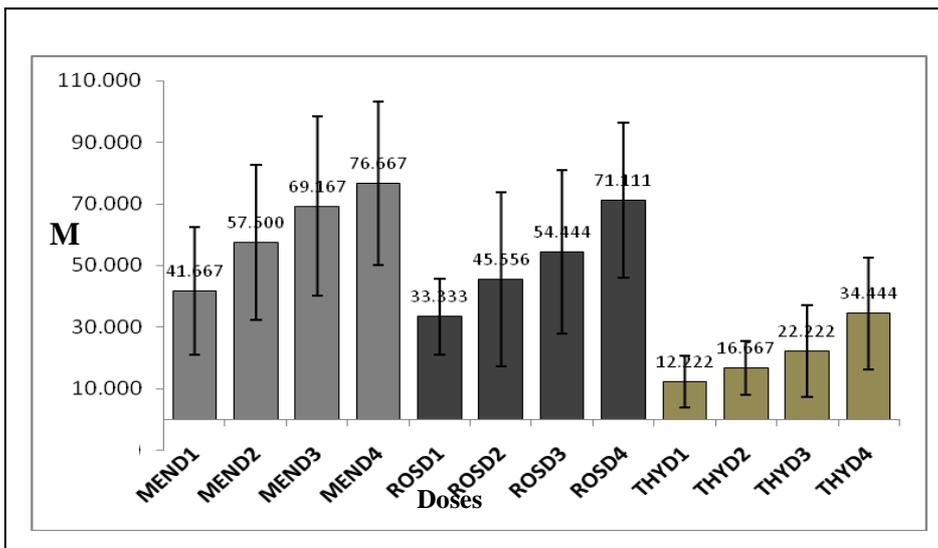
Pour *R. officinalis*, il existe une différence significative seulement entre la mortalité provoquée par la D4 et D2 ( $P=0,030$ ). Les autres doses ne présentent aucune différence

### Chapitre III. - Résultats et discussions

significative. Selon le temps d'exposition, il existe une différence significative entre seulement T3 et T1 (P=0,006).

Chez *T. vulgaris*, il existe une différence hautement significative entre la mortalité provoquée par D3r1 et D1r3 (P=0,000) et D3r1 et D3r2 (P=0,001), la D3r1 et D1r2 (P= 0,03), la D3r1 et D2r2 (P=0.017) et la D3r1 et D3r3 (P=0,064). (D= Dose et r = répétition).

Les autres valeurs de doses présentent une différence non significative. Selon le temps d'exposition, il n'existe aucune différence significative.



**Figure 15.** - Moyennes de mortalités corrigées des adultes de *T. castaneum* traités par inhalation avec l'huile de *R. officinalis*, de *T. vulgaris* et de *M. pulegiumen* fonction des doses. M : Moyenes des mortalités (%)

Les mortalités obtenues dues aux traitements par les huiles essentielles varient progressivement avec l'augmentation des doses (Fig. 15), du temps d'exposition, de la nature de l'essence et le stade de développement.

Chez *R. officinalis*, les mortalités des adultes de *T. castaneum* varient de 20% en dose 1 à 46,66% en dose 4 après 24 heures d'exposition aux huiles essentielles.

Ces mortalités ont évolué ensuite pour passer à 70% en dose 4 après une exposition de 48 heures. Après un temps de 72 heures, elles augmentent encore pour passer respectivement à 76%, 86,66% et 100% en dose 2, dose 3 et dose 4.

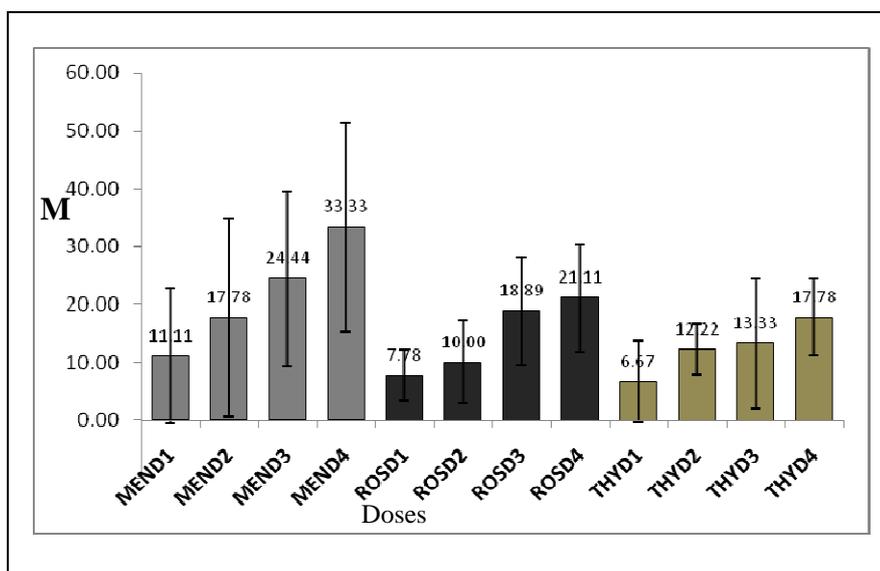
*T. vulgaris* a enregistré des mortalités variant seulement de 6,66% en dose 1 à 16,66% en dose 4, 24 heures après le traitement. Après 48 heures, les mortalités sont passées à 23,33% et à

### Chapitre III. - Résultats et discussions

33,33% respectivement en dose 3 et en dose 4. Ensuite, elles ont évolué jusqu'à atteindre 53,33% en dose 4 après une exposition de 72 aux huiles essentielles.

Quant à *M. pulegium*, les mortalités ont commencé à apparaître 4 heures après traitement avec une mortalité de 13,33% à la dose 1, 26,66% à la dose 2, 30% à la dose 3 et 40% à la dose 4. Après 8, 12 et 16 heures d'exposition, les mortalités ont évolué rapidement et proportionnellement aux doses et aux temps pour passer de 60%, à 86,66%, 90% et 100% (Tableau 15).

Le témoin chez les trois plantes n'a enregistré aucune mortalité.



**Figure 16.** - Moyennes des mortalités corrigées des larves de *T. castaneum* traités par inhalation avec l'huile de *R. officinalis*, de *T. vulgaris* et de *M. pulegium* en fonction des doses. M : Moyennes des mortalités (%)

Après 24 h d'exposition, les huiles essentielles de *R. officinalis*, de *T. vulgaris* et de *M. pulegium*, montrent une toxicité moins prononcée chez les larves par rapport à celle enregistrée chez les adultes (Fig. 16).

Chez *R. officinalis*, les mortalités enregistrées chez les larves de *T. castaneum* varient de 3,33% à la dose 1 à 16,66% à la dose 4 après 24 heures d'exposition (Tableau 15).

Après 48 heures d'exposition, les mortalités ont évolué légèrement ; 10% en dose 1 et en dose 2 et 16,66% à la dose 3 et dose 4.

Le maximum de mortalité n'est enregistré qu'après 3 jours d'exposition avec 30% seulement. L'huile essentielle de *T. vulgaris* a provoqué des mortalités variant de 3,33% à la dose 1 à 13,33% à la dose 4 sur les larves de *T. castaneum* (Tableau 15).

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

Même avec un temps d'exposition plus élevé, les mortalités n'ont pas évolué ; soit 16,66% à la dose 4 après 48 heures de traitement et 23,33 % toujours à la même dose après 72 heures de traitement.

Chez *M. pulegium*, les mortalités enregistrées varient de 6,66% à 13,3% après le premier jour d'exposition, de 6,66% à 33,33% après le deuxième jour d'exposition et de 20% à 53,33% après le troisième jour d'exposition (Fig. 16).

Les maximums de mortalités provoquées par les huiles essentielles sur les larves de *T. castaneum*, obtenues après une exposition de 72 heures, sont 30% pour le romarin, 23,3% pour *T. vulgaris* et 53,33% pour *M. pulegium* à la dose de 40µl (Tableau 15).

### 2.2.1.2. - DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub>

Les DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub> et du TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> sont calculés à partir des droites de régression selon le logiciel Excelstat 2009 après trois jours d'exposition.

Les différentes valeurs de DL<sub>50</sub> et de DL<sub>90</sub> sont exprimées par rapport au volume de la boîte de pétri (Tab 16).

**Tableau 16** - Différentes valeurs de DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub> de chaque huile essentielle des trois plantes chez les larves de *T. castaneum* après traitement par inhalation.

Plantes	Adultes		Larves	
	DL <sub>50</sub> (µL)	DL <sub>90</sub> (µL)	DL <sub>50</sub> (µL)	DL <sub>90</sub> (µL)
<i>Mentha pulegium</i>	7,025	27,94	29,90	61,775
<i>Rosmarinus officinalis</i>	11,167	32,496	39,327	75,642
<i>Thymus vulgaris</i>	27,60	52,222	46,756	89,778

Nous observons à travers ces résultats que la menthe pouliot est considérée comme la plus toxique par rapport aux autres plantes avec une DL<sub>50</sub> de 7,025 µl et une DL<sub>90</sub> de 27,94 µl.

### 2.2.1.3. -TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub>

Les différentes valeurs de TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub>, calculées pour chaque dose appliquée lors des traitements pour les adultes et des larves de *T. castaneum*, sont résumées pour chaque plante dans le tableau 17.

### Chapitre III. - Résultats et discussions

**Tableau 17.** - Temps létaux des différentes doses de chaque huile essentielle des trois plantes chez les adultes et les larves de *T. castaneum* traités par inhalation

<b>Adultes</b>					
<b>Huiles essentielles des plantes</b>	<b>Temps létaux en jours</b>	<b>Dose1</b>	<b>Dose2</b>	<b>Dose3</b>	<b>Dose4</b>
<i>Mentha pulegium</i>	<b>TL<sub>50</sub></b>	1,09	0,3	0,24	0,20
	<b>TL<sub>90</sub></b>	2,01	0,83	0,42	0,33
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<b>TL<sub>50</sub></b>	3,52	1,89	1,6	1,16
	<b>TL<sub>90</sub></b>	23	5,02	3,99	1,87
<i>Thymus vulgaris</i>	<b>TL<sub>50</sub></b>	12,11	14,04	6,24	2,85
	<b>TL<sub>90</sub></b>	100,62	195,13	49,9	11,03
<b>Larves</b>					
<i>Mentha pulegium</i>	<b>TL<sub>50</sub></b>	27,7	5,85	8,54	2,8
	<b>TL<sub>90</sub></b>	207,25	23,81	13,37	9,05
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<b>TL<sub>50</sub></b>	25,85	14,4	9,04	14,4
	<b>TL<sub>90</sub></b>	263,76	90,2	78,3	611,58
<i>Thymus vulgaris</i>	<b>TL<sub>50</sub></b>	36,22	85,73	85,73	34,41
	<b>TL<sub>90</sub></b>	346,57	7114,08	7114,08	1897,98

Les valeurs de TL<sub>50</sub> et des TL<sub>90</sub> sont intéressantes chez les adultes que chez les larves. Chez les adultes, *M. pulegium* présente des TL courts par rapport aux autres plantes. Les valeurs varient entre 1,09 et 02 jours pour provoquer une mortalité de 50% de population de *T. castaneum* et entre 0,33 à 2,01 jours une population de 90% (Tableau 17).

On retrouve en seconde position *R. officinalis* avec des valeurs variant de 1,16 j à 3,52 j pour provoquer une mortalité de 50% des adultes de *T. castaneum* et entre 1,87 à 5,02 j une population de 90% des adultes de *T. castaneum*.

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

### 2.2.2. - Discussion

L'objectif de notre travail est d'atteindre une dose létale permettant la destruction du ravageur visé le plus rapidement possible et de façon la plus homogène dans la masse du stock à traiter (Arnault et al, 2005).

Les résultats obtenus montrent que les mortalités induites par les huiles essentielles de *M. pulegium*, de *R. officinalis* et de *T. vulgaris* varient selon la dose utilisée, le temps d'exposition et le stade du développement de l'insecte.

L'activité insecticide des huiles essentielles des trois plantes est plus importante chez les adultes que chez les larves.

Les huiles essentielles des plantes qui se sont montrées plus toxiques sur les adultes de *T. castaneum* sont *M. pulegium* et *R. officinalis*.

Les mortalités se sont manifestées dès le premier jour avec une mortalité de 46,66% à la dose D<sub>4</sub> pour atteindre 86,66% et 100% au troisième jour avec les doses respectives D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub> pour *R. officinalis*.

L'effet de *M. pulegium* pouliot s'est manifesté en un temps très court par rapport aux autres plantes, 4 h et 8 h après traitement avec des mortalités respectives de 40% et de 60% en D<sub>3</sub> et en dose D<sub>4</sub> pour atteindre les 100% après 12 h de traitement.

Chez les larves, les huiles essentielles se sont montrées peu toxiques durant les trois jours d'exposition, excepté *M. pulegium* dont la mortalité ne s'est manifestée qu'à partir du troisième jour avec une mortalité de 53,33%.

L'activité insecticide à l'aide des traitements par fumigation de plusieurs espèces de *Mentha* en particulier *M. pulegium* ont été évaluées sur les adultes et les larves de *T. castaneum* par Kumar et ses collaborateurs en (2011) où les mortalités enregistrées avoisinent les 80% à une concentration de 6 µl/l et 100% à une concentration de 8µl/l.

Quant au romarin, Licciardello et ses collaborateurs (2013) ont évalué son efficacité sur les adultes de *T. castaneum*. Cette Lamiaceae a montré une activité insecticide potentielle à des concentrations supérieures à 0,0005 µl/cm<sup>2</sup>.

Lee et al., (2002) notent que l'huile essentielle du romarin est sélectionnée pour sa toxicité potentielle et il est noté comme étant le fumigant le plus puissant contre *T. castaneum* avec une DL<sub>50</sub> de 7,8 µl/l air et une DL<sub>90</sub> de 13,5µl/l air.

Relativement à d'autres plantes comme l'anis, le cumin, l'eucalyptus et l'origan, le romarin est moins actif sur *T. castaneum*, où seulement 65% de mortalité a été enregistrée avec une dose de 98,5 µl/l air (Tunc et al, 1999).

### Chapitre III. - Résultats et discussions

---

D'autres travaux similaires ont été réalisés sur plusieurs plantes de la famille des Lamiaceae sur *T. castaneum* où toujours les adultes qui sont très sensibles (Rajendran et al., 2007).

Al-Jabr (2006) a mis en évidence l'effet répulsif du *R. officinalis* et de *Mentha viridis* sur *T. castaneum* et *Oryzaephilus surinamensis*.

Aussi, de nombreux travaux scientifiques relatifs à l'activité insecticide du thym et du romarin sont actuellement connus appartenant à plusieurs auteurs comme Clement et al., (2003), Hamoudi (2000) et Keita et al., (2001).

Shaaya et al in Chiasson et Beloin (2007), ont testé des huiles essentielles de plusieurs plantes comme le Basilic, la Marjolaine, l'Anis, la Menthe ainsi que le Romarin et la Sauge. La majorité de ces plantes ont révélé jusqu'à une mortalité de 100% sur *Rhyzoperta dominica*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* et *Sitophilus oryzae* ; et que le composé essentiel de cette mortalité serait l'alpha-terpineol.

Selon Ojmelukwe et alder (1999),  $\beta$ -pinène, composant chimique principal d'une Lamiaceae du genre *Artemisia* a révélé un effet insecticide intéressant contre *T. castaneum*.

Selon Prates et al., (1998), les composants responsables de l'effet insecticide serait le  $\beta$ -terpinéol, le cinéol et le limonène.

Suivant les valeurs des DL<sub>50</sub> et les DL<sub>90</sub> obtenues, *M. pulegium* peut être retenue comme la plante la plus toxique puisqu'elle enregistre des doses létales très faibles, soit 7,05  $\mu$ l pour la DL<sub>50</sub> et 27,90  $\mu$ l pour la DL<sub>90</sub> sur les adultes.

Keto et al (2004) affirment que les produits toxiques sont ceux qui provoquent une forte mortalité dans la population à faible concentration. Chez les larves, la DL<sub>50</sub> et la DL<sub>90</sub> sont respectivement 29,90 $\mu$ l et 61,775  $\mu$ l.

Le calcul des temps létaux TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> s'est montré plus intéressant chez les adultes que chez les larves avec des valeurs variant de 2,8 à 27,7 jours pour un temps létaux TL<sub>50</sub> et 2,8 à 27,7 pour un temps létaux TL<sub>90</sub> de la population de *T. castaneum*.

Des travaux similaires ont été réalisés par Boudjemaa en (2008) sur *Salvia officinalis* et *Rosmarinus officinalis* avec le même insecte ravageur *T. castaneum* mais traité à l'aide d'extraits aqueux. Le maximum de mortalité enregistrée chez le romarin, suite au traitement par ingestion, est de 30 % avec un TL<sub>50</sub> de 10,47 jours et un TL<sub>90</sub> de 83,17 jours.

Un autre travail effectué par Babarinde et al.,(2014) traitant l'activité biologique de *Hoslundia opposita* Vahl de la famille des Lamiaceae sur les adultes de *T. castaneum*, les mortalités variaient de 61,13% observées, 24 h après le traitement, de 88,86% où le TL<sub>50</sub> était de 10,42h..

### 2.2.3. - Conclusion

Les huiles essentielles extraites à partir des plantes spontanées de la région de Berrouaghia (Medéa) présentent un effet insecticide lorsqu'elles sont appliquées par inhalation sur la population de *T. castaneum*. L'effet insecticide varie en fonction de la nature de l'huile essentielle, des doses utilisées, du temps d'exposition et du stade du développement de l'insecte. Les huiles essentielles de *M. pulegium* et de *R. officinalis* ont montré une toxicité importante et intéressante chez les adultes de *T. castaneum* en enregistrant une mortalité de 100% et des faibles valeurs de DL<sub>50</sub> et des DL<sub>90</sub>.

Cependant chez *T. vulgaris*, l'activité insecticide était moins importante. La mortalité enregistrée n'a pas dépassé les 55%.

L'effet insecticide des huiles essentielles sur les larves est moins important par rapport aux résultats de mortalité et les DL<sub>50</sub> et des DL<sub>90</sub> obtenues sur les adultes.

Nos travaux ont permis de conclure l'importance de l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir des végétaux, en particulier *M. pulegium* qui présente des propriétés insecticides et être comme étant un biopesticide potentiel pour lutter contre *T. castaneum*.

### 2.3. - Etude récapitulative sur l'évaluation de la toxicité des plantes cultivées et des plantes spontanées sur *T. castaneum*.

Des résultats et des discussions sur l'évaluation de la toxicité des extraits végétaux des plantes cultivées et des plantes spontanées sont présentés dans cette partie.

#### 2.3.1. - Evaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des huiles essentielles

Nous rappelons que seul le traitement par inhalation a été étudié. Les résultats sont présentés dans le tableau 18 qui suit.

### Chapitre III. - Résultats et discussions

Tableau 18 - Evaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide huiles essentielles sur les adultes de *Tribolium castaneum* L

plante	Organe utilisé	Type de traitement	Moyenne maximale de mortalité en %	Dose ayant causé la mortalité maximale	Signification	TL50 TL90	DL50 DL90	R2
<i>Citrus limon</i>	Peau du fruit Sèche	Inhalation	17,75 %	D4 = 20 µl au 3 <sup>ème</sup> j	N S	TL50=----- TL90=-----	DL50=----- DL90=-----	0,070
<i>Citrus sinensis</i>	Peau du fruit Sèche	inhalation	37,77 %	D4 = 20 µl au 3 <sup>ème</sup> j	Fact Dose *** Fact temps ***	TL50=6,24 j TL90=38,41 j	DL50=1265,02 µl DL90=3971,83 µl	0,991
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Feuilles Sèches	inhalation	100 % ± 0,416	D4=20 µl Au bout de 12 h	Fact Dose * Fact Temps *	TL50=1,16 j TL90=1,87 j	DL50=11,167 µl [09,93 µl-24,07µl] DL90=32,49 µl [25,93 µl-47,07]	
<i>Ocimum basilicum</i>	Feuilles Sèches	inhalation	47,21% ± 0,416	D4 = 20 µl au 3 <sup>ème</sup> j	Fact Dose N S Fact temps N S	TL50=80,34 h TL90=365,33 h	DL50=88,31 µl DL90=2268,43 µl	
<i>Eucalyptus globulus</i>	Feuilles Sèches	inhalation	100 % ± 0,296	D4 = 80 µl Au 3 <sup>ème</sup> jour	Fact Dose *** Fact temps ***	TL50=28,02 j TL90=46,39 j	DL50=57,02 µl [48,294 µl- 66,106µl] DL90=96,56 µl [84,664 µl- 115,536µl]	

Signification : NS non significatif, \* (P<0,05), \*\* (P<0,01), \*\*\* (P<0,001)

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

### 2.3.1.1. - Résultats et discussions

L'évaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des huiles essentielles traite seulement 5 espèces de plantes cultivées. Les organes des plantes utilisés sont les peaux des fruits du genre *Citrus* et les feuilles pour les autres espèces de plantes cultivées (Tableau 18).

L'analyse de la variance a révélé pour les deux facteurs doses et traitement des résultats significatifs pour *Citrus sinensis*, *Eucalyptus globulus* et *Rosmarinus officinalis* et non significatifs pour *Ocimum basilicum* et *Citrus limon*.

Les huiles essentielles de *R. officinalis* et d'*E. globulus* ont causé 100 % (Annexes 3 et 2) de mortalité par inhalation (seul traitement appliqué) sur les adultes de *T. castaneum*. Elles sont les plus toxiques, au bout du 3<sup>ème</sup> jour pour *E. globulus* et au bout de 12 heures seulement pour *R. officinalis* à des DL<sub>50</sub> = 57,02 µl et DL<sub>90</sub> = 96,56 µl et DL<sub>50</sub> = 11,167 µl et DL<sub>90</sub> = 32,49 µl. L'activité insecticide de *R. officinalis* a été étudiée par plusieurs auteurs. En effet, l'eugénol, principal composant de l'huile essentielle, cause jusqu'à 100 % de mortalité chez *T. castaneum*, *R. dominica* et *Oryzaephilus surinamensis* par fumigation à la dose de 10 à 15 µl/l air (Shaaya et al., 1991).

Selon Rozman et al. (2006b), L'eugénol, étudié avec plusieurs composants des huiles essentielles telles que le 1,8 cinéole, le carvacrol, le camphor, le linalool, le borméol et le thymol, a donné presque les mêmes résultats. La mortalité enregistrée est de 97 % et de 100 % après 24 h et 72 h respectivement après traitement (Rozman et al., 2006b).

Quant à l'huile essentielle d'*E. globulus*, le composant principal 1,8 cinéole forme, parmi les constituants, l'élément le plus actif contre les insectes des denrées stockées (Cristos et al., 2014). Selon Weaver et al., (1991) ; Kurowska et al., (1991). Ce principal composant d'*E. globulus* est toxique sur *T. castaneum*, *R. dominica* et *Bruchus chinensis*.

En seconde position viennent *O. basilicum*, *C. sinensis* et *Citrus limon* avec des mortalités respectives de 47,21, 37,77 et 17,75 % (Annexes 4 et 1). Les TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> sont 1,16 jour et 38,41 jours chez *C. sinensis*. Les huiles d'*Ocimum basilicum*, testées par fumigation avec plusieurs plantes de la famille des Lamiaceae, ont causé jusqu'à 100 % de mortalité sur *T. castaneum*, *R. dominica*, et *O. surinamensis* à la dose de 10 à 15 µl/ l'air (Shaaya et al., 1991). Selon Ogendo et al., (2008), Les huiles essentielles d'*O. gratissimum* L, constituées essentiellement de β-(Z)-ocimène et d'eugénol, agissent par fumigation et par effet répulsif sur les ravageurs des denrées stockées.

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

En ce qui concerne les agrumes, le composant responsable de la mortalité des insectes des denrées stockées serait le limonène, extrait à partir de la peau des fruits (Karr et Coats, 1988). Theon et *al.*, (2013) affirment que les huiles essentielles, de *C. sinensis* et de *C. limon*, ont une forte activité insecticide par fumigation sur les stades immatures et stades adultes de *T. confusum*. Les mortalités obtenues, au 4<sup>ème</sup> jour d'exposition, sont 76 % chez *C. sinensis* et 70 % chez *C. limon*, chez les males adultes. Muhammad et al (2013), notent que l'huile essentielle de *C. sinensis*, obtenue à partir de la peau des fruits, en agissant par contact, donne après 24 h, 48h et 72h d'exposition, des CL50 respectives de 58,31 µL, 53 µl, et 24,48 µl.

### 2.3.1.2. - Conclusion

L'évaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des huiles essentielles sur les adultes de *T. castaneum* révèle que *R. officinalis* et *E. globulus* sont les plus actifs en causant 100 % de mortalité dans un temps très court, soit 12 heures seulement pour le romarin et 72 heures pour l'Eucalyptus. Les DL<sub>50</sub> sont importantes pour le romarin avec 11,67 µl et moins importante pour l'Eucalyptus avec 57,02 µl. En seconde position, viennent *O. basilicum* et *C. sinensis*, qui manifestent avec des mortalités de 47,21 % et de 37,77% avec des DL<sub>50</sub> respectives de 88,31 µl et 1265 µl.

### 2.3.2. - Evaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des extraits aqueux

Nous présentons l'évaluation des plantes cultivées traitées par les extraits aqueux des différentes plantes.

#### 2.3.2.1. - Résultats et discussions

Les différents résultats de l'évaluation de la toxicité des extraits aqueux sont présentés dans le tableau 19. Ils concernent les traitements appliqués par contact, par ingestion et par inhalation.

### Chapitre III. - Résultats et discussions

Tableau 19 – Evaluation sur les résultats de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des extraits aqueux sur les adultes de *Tribolium castaneum* L

<i>Plante</i>	<b>Organe utilisé</b>	Traitement	Moy maximale de mortalité en %	Dose ayant causé la forte mortalité	Signification	TL50 TL90	DL50 DL90	R2
<i>Citrus aurantium</i>	<b>Feuilles fraîches</b>	Ingestion	6,66 % ± 0,69	D2 au 1 <sup>ère</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 8,45 j TL90 = 15,88 j	DL50 = ----- DL90 = -----	-----
		Contact	40 % ± 0,69	D4 au 5 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 8,80 J TL90 = 132,03 j	DL50 = 440,55 g/l DL90 = >1 Kg	0,9288
		Inhalation	10 % ± 0,69	D4 au 5 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 7,54 j TL90 = 12,06 j	DL50 = ----- DL90 = -----	0,1117
<i>Citrus sinensis</i>	<b>Feuilles fraîches</b>	Ingestion	23,33 % ± 0,85	D3 au 4 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) S	TL50 = 5,04 J TL90 = 8,33 j	DL50 = ----- DL90 = -----	0,2335
		Contact	40 % ± 0,85	D4 au 5 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) S	TL50 = 6,998 J TL90 = 37,25 j	DL50 = 139,63 g/l DL90 = 650,12 g/l	0,3535
		Inhalation	10 % ± 0,85	D4 au 5 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) S	TL50 = 7,85 j TL90 = 14,35 j	DL50 = 6,024 g/l DL90 = 1,865 g/l	0,2202
<i>Citrus reticulata</i>	<b>Feuilles fraîches</b>	Ingestion	23,33% ±0,59	D3 au 5 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 6,41 J TL90 = 9,89 j	DL50 = >1 Kg DL90 = >1 Kg	0,538
		Contact	50 % ±0,59	D4 au 4 <sup>ème</sup> j	Fact dose Fact temps (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 4,27 J TL90 = 44,31 j	DL50 = 359,74 g/l DL90 = >1 Kg	0,4325
		Inhalation	6,66 % ±0,59	D3 au 3 <sup>ème</sup> j	Fact dose Fact temps (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 7,44 j TL90 = 13,51 j	DL50 = >1 Kg DL90 = >1 Kg	0,1893

## Chapitre III. - Résultats et discussions

<i>Pistacia lentiscus</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	13,33% ± 5,45	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 7,24 J TL90= 11,48 j	DL50>1 Kg DL90>1 Kg	0,0004
		Contact	16,66 % ± 5,45	D3 au 5 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 6,76 J TL90= 10,47 j	DL50>1 Kg DL90>1 Kg	0,958
<i>Schinus molle</i>	Feuilles fraîches	Inhalation	6,66 % ± 5,45	D4 au 4 <sup>ème</sup> j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 7,94 j TL90 = 12,88 j	DL50 = 7,24 g/l DL90 = 14,48 g/l	0,4479
		Ingestion	3,33% ± 0,49	D2 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps ** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 78,53 J TL90= 213,64 j	DL50 = ----- DL90 = -----	-----
		Contact	20 % ± 0,49	D3 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps ** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 9,357 J TL90= 15,91 j	DL50 = 323,59 g/l DL90>1 Kg	0,8674
		Inhalation	6,66 % ± 0,49	D3 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps ** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 9,50 j TL90 = 15,91 j	DL50 >1 Kg DL90 >1 Kg	-----
		Ingestion	23,33 % ± 9,72	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 10,10 J TL90= 25,70 j	DL50 = 0,043 g/l DL90 = 0,0023 g/l	0,937
<i>Allium sativum</i>	Feuilles fraîches	Contact	53,33 % ± 17,09	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 4,99 J TL90= 33,74 j	DL50 = 149, 87 g/l DL90 = 251,55 g/l	0,564
		Inhalation	10 % ± 4,33	D2 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = ----- TL90 = -----	DL50 = 9,01 g/l DL90 = 5,19 g/l	-----
		Ingestion	13,33 % ± 8,18	D3 au 3ème jour	Fact dose *** Fact temps N S (Fact 1 et 2) N S	TL50= 44,91 j TL90= -----	DL50 >1 Kg DL90 >1 Kg	0,002
<i>Allium cepa</i>	Feuilles fraîches	Contact	60% ± 4,33	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps N S (Fact 1 et 2) N S	TL50= 3,72 j TL90= 25,76 j	DL50 >1 Kg DL90 >1 Kg	0,003
		Inhalation	10 % ± 4,56	D3 au 3ème j	Fact dose *** Fact temps N S (Fact 1 et 2) N S	TL50 = ----- TL90 = -----	DL50 >1 Kg DL90 >1 Kg	0,519

### Chapitre III. - Résultats et discussions

<i>Ceratonia Siliqua</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	6,66% ± 6,12	D4 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps ***	TL50= 7,98 j TL90= 12,97 j	DL50 = 3,82 g/l DL90 = 0,96 g/l	0,1103
		Contact	33,33 % ± 6,12	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps ***	TL50= 28,63 j TL90= -----	DL50 = 27,03 g/l DL90 = 16,05 g/l	0,466
<i>Acacia sp</i>	Feuilles fraîches	Inhalation	13,33 % ± 6,12	D3 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps ***	TL50 = 8,52 j TL90 = 14,09 j	DL50 = 131,1 g/l DL90 = 173,0 g/l	0,072
		Ingestion	10% ± 0,49	D2 au 3ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) S	TL50= 6,60 j TL90= 11,48 j	DL50 = 10,96 g/l DL90 = 14,89 g/l	0,3163
		Contact	16,66 % ± 0,49	D2 au 3ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 25,70 j TL90= 204,17 j	DL50 > 1 Kg DL90 > 1 Kg	0,8803
		Inhalation	6,66 % ± 0,49	D2 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 9,33 j TL90 = 15,84 j	DL50 > 1 Kg DL90 > 1 Kg	0,1117
		Ingestion	6,66% ± 3,63	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50= 9,15 j TL90= 15,45 j	DL50 > 1 Kg DL90 > 1 Kg	0,012
<i>Cucurbita Moschata</i>	Feuilles fraîches	Contact	6,66 % ± 3,63	D4 au 3ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50= 8,36 j TL90= 232,64 j	DL50 = 16,18 g/l DL90 = 8,53 g/l	0,500
		Inhalation	3,33% ± 3,63	D4 au 1èr j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50 = ----- TL90 = -----	DL50 = 205,16 g/l DL90 = 334,99 g/l	0,738
<i>Lycopersicum esculentum</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	13,33 % ± 5,85	D3 au 4ème j	Fact dose ** Fact temps N S (Fact 1 et 2) ***	TL50= 7,53 j TL90= 12,09 j	DL50 = ----- DL90 = -----	0,035
		Contact	26,66 % ± 5,85	D3 au 3ème j	Fact dose ** Fact temps N S (Fact 1 et 2) ***	TL50= - TL90= 13,09 j	DL50 = 0,14 mg/l DL90 = 2,68 g/l	0,012
		Inhalation	6,66 % ± 5,85	D3 au 2ème j	Fact dose ** Fact temps N S (Fact 1 et 2) ***	TL50 = 6,29 j TL90 = 11,03 j	DL50 = 0,761 g/l DL90 = 0,997 g/l	0,042
		Ingestion	10% ± 5,93	D2 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 7,41 j TL90= 12,02 j	DL50 = DL90 > 1 Kg DL90 = DL90 > 1 Kg	0,117

### Chapitre III. - Résultats et discussions

<i>Diospyros kaki</i>	Feuilles fraîches	Contact	23,33 % ± 5,93	D4 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 32,35 j TL90= 645,65 j	DL50 = 562,34 g/l DL90 = DL90>1 Kg	0,2067
		Inhalation	6,66% ± 5,93	D2 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) S	TL50 = 9,33 j TL90 = 18,62 j	DL50 = 6,60 g/l DL90 = 2,95 g/l	0,4707
<i>Juglans sp</i>		Ingestion	20% ± 5,82	D1	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 6,30 j TL90= 9,77 j	DL50>1 Kg DL90>1 Kg	0,2067
		Contact	23,33 % ± 5,82	D2 =	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 12,83 j TL90= 79,43 j	DL50 = 776,24 g/l DL90 >1 Kg	0,4707
		Inhalation	13,33% ± 5,82	D1 =	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = 6,16 j TL90 = 10,47 j	DL50 = ----- DL90 = -----	0,0004
		Ingestion	6,66% ± 0,65	D3 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= ----- TL90= -----	DL50 = 12,58 mg/l DL90 = 6,02 mg/l	0,4214
<i>Laurus nobilis</i>	Feuilles fraîches	Contact	6,66% ± 0,65	D4 au 1èr j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 8,31 j TL90= 15,84 j	DL50 = 1,89 mg/l DL90 = 0,81 mg/l	0,3036
		Inhalation	13,33% ± 0,65	D3 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps *** (Fact 1 et 2) N S	TL50 = ----- TL90 = -----	DL50 = 42,65 g/l DL90 =	0,1697
<i>Foeniculum vulgare</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	3,33% ± 0,36	D4 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps N S	TL50= 31,63 j TL90= 85,11 j	DL50 = 0,63 g/l g/l DL90 = 1.318 g/l	0,486
		Contact	6,66% ± 0,36	D4 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps N S	TL50= 7,94 j TL90= 12,58 j	DL50 = 0,27 mg/l DL90 = 1,07 mg/l	0,707
		Inhalation	6,66% ± 0,36	D4 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps N S	TL50 = 8,31 j TL90 = 15,84 j	DL50 = 0,446 g/l DL90 = 1.00 g/l	0,4386
<i>Pelargonium sp</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	6,66 % ± 0,18	D3 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50= 7,76 j TL90= 14,12 j	DL50 = ----- DL90 = -----	0,0144
		Contact	3,33% ± 0,18	D3 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50= 14,45 j TL90= 26,30 j	DL50 = 8,51 mg/l DL90 = 3,98 mg/l	0,7686
		Inhalation	3,33% ± 0,18	D3 au 4ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50 = 11,74 j TL90 = 19,95 j	DL50 = ----- DL90 = -----	-----

### Chapitre III. - Résultats et discussions

<i>Melia azedarach</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	3,33 % ± 0,40	D4 au 5ème j	Fact dose N S Fact temps ** (Fact 1 et 2) N S	TL50= 6,76 j TL90= 11,48 j	DL50 = 2,63 mg/l DL90 = 0,61 mg/l	0,1117
		Contact	6,66%±0,40	D4 au 5ème j	Fact dose N S Fact temps ** (Fact 1 et 2) N S	TL50= ----- TL90= -----	DL50 = 15,48 g/l DL90 = 8,12 g/l	0,509
		Inhalation	3,33 % ± 0,40	D4 au 5ème j	Fact dose N S Fact temps ** (Fact 1 et 2) N S	TL50= ----- TL90= -----	DL50 = ----- DL90 = -----	-----
<i>Ricinus communis</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	16,66 %± 7,76	D2 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50= TL90=	DL50 = 2,15 g/l DL90 = 2,92 g/l	0,059
		Contact	16,66%± 7,76	D3 au 2ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50= TL90=	DL50 = 0,47 g/l DL90 = 3,17 g/l	0,778
		Inhalation	13,33%± 7,76	D3 au 5ème j	Fact dose *** Fact temps N S	TL50 = 8,45 j TL90 = 15,88 j	DL50 = 13,1 g/l DL90 = 173 g/l	0,261
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	33,33 % ± 8,27	D4 au 4ème j	Fact dose ** Fact temps **	TL50 = 8,45 j TL90 = 15,88 j	DL50 = 162,18 mg/l DL90 = 4,466 g/l	0,9318
		Contact	30 % ± 9,11	D4 au 5ème j	Fact dose ** Fact temps **	TL50=17,4 j TL90=611,58 j	DL50=870, 96 mg/l DL90=19,498 g/l	0,9842
		inhalation	26,66 % ± 4,64	D4 au 4ème j	Fact dose ** Fact temps **	TL50=17,4 j TL90=611,58 j	DL50=741,31 mg/l DL90=12,589 g/l	0,7868

Signification : NS non significatif, \* (P<0,05), \*\* (P<0,01), \*\*\* (P<0,001).

### Chapitre III. - Résultats et discussions

---

L'activité insecticide des plantes cultivées, à l'aide des extraits aqueux sur les adultes de *T. castaneum*, montre que sur les 19 plantes cultivées étudiées, *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus aurantium*, *Ceratonia siliqua* et *R. officinalis*, sont les plus toxiques, avec des valeurs respectives de 60%, 53,33%, 50 %, 40 %, 40 %, 33,33% et 30% (Annexes 5, 6, 7, et 8) en traitement par contact (Tableau 20). Auger et al., (2002) notent la possibilité de l'utilisation des composés allélochimiques des *Allium* en tant qu'insecticides. Les composés allélochimiques du genre *Allium* présente des propriétés répulsives et des effets anti-appétents vis-à-vis des insectes. Ils ont été évalués et testés sur les insectes des denrées stockées. Les composés comme les Thiosulfates sont testés sur *Callosobruchus maculatus*, *Sitophilus oryzae* et *Sitophilus granarius* et autres lépidoptères. Les Thiosulfates sont toxiques sur tous les insectes testés. Les CL<sub>50</sub> sont comprises entre 0,02 et 0,25 mg/l après une exposition de 24 heures après traitement (Auger et al., 2002).

Aussi, des substances soufrées d'*Allium*, sont testées sur les insectes des denrées stockées sur *C. maculatus*, montrent que les taux de mortalité chez les adultes sont inférieurs à 10 % pour une [C] = 0,3 µl/l et atteint 100 % à une [C] = 1,1 µl/l. La CL<sub>50</sub> est égale à 0,65± 0,01 µl/l (Dugravot, 2004). Les extraits par macération des bulbes d'*Allium cepa* et d'*Allium sativum* sont testés sur *Tetranychus urticae* (Tétranyque des vergers). Les tests ont montré que l'oignon a produit un contrôle efficace contre l'acarien. Une diminution de nombre de larves mobiles a été observée (Attia et al., 2011).

Nous remarquons donc que l'activité insecticide par contact est le mode de traitement qui a donné le plus de mortalité par rapport aux autres et que les espèces, appartenant à la famille des Liliaceae et des Rutaceae, sont les plus toxiques. Les mortalités enregistrées sont 60% pour *A. cepa*, 53,33% pour *A. sativum* (DL<sub>50</sub>= 149,87 g/l et DL<sub>90</sub>= 251,55 g/l), 50 % pour *C. reticulata*, 40 % pour *C. sinensis* (DL<sub>50</sub>= 139,63 g/l et DL<sub>90</sub>= 650,12 g/l) et *C. aurantium*, 33,33% pour *Ceratonia siliqua* (DL<sub>50</sub>= 3,82 g/l et DL<sub>90</sub>= 0,96 g/l, 30 % pour *R. officinalis* (DL<sub>50</sub>= 0,0870 g/l et DL<sub>90</sub> = 19,498 g/l), 26,66 % pour *Lycopersicum esculentum* (Annexe 5) (DL<sub>50</sub>= 0,14 mg/l et DL<sub>90</sub>= 2,68 g/l), 23,33 % pour *Diospyros kaki* (Annexe 14)(DL<sub>50</sub> = 562,34 g/l), puis *Schinus molle* avec 20 % et 16,66 % pour *Pistacia lentiscus* (Annexe 14). Les autres valeurs sont inférieures à 16,66 % et même faibles avec des valeurs variant de 3,33 et 13,33 % de mortalité (Tableau 19). Les huiles extraites des peaux de *C. sinensis* et *C. reticulata* testées sur les larves et les adultes de *T. castaneum* par contact, ont

### Chapitre III. - Résultats et discussions

---

donné des CL<sub>50</sub> respectives de 58,31 µl et de 45,46 µl, 24 heures après traitement (Muhammad et al., 2013).

Par ingestion, les plantes qui sont les plus toxiques, sont représentées par presque les mêmes plantes à savoir, *R. officinalis* avec 33,33% de mortalité, suivies de *C. sinensis*, *C. reticulata* et *A. sativum* avec 23,33 %. Les autres valeurs de mortalité varient entre 3,33 et 20 %. Les valeurs de DL<sub>50</sub> et de DL<sub>90</sub> sont 162,18 g/l et 4,466 g/l pour *R. officinalis* et 0,043 g/l et 0,0023 g/l pour *A. sativum*.

Par inhalation, les taux de mortalité sont faibles comparativement aux autres modes de traitements. Les valeurs de mortalité varient entre 3,33 et 13,33 %, excepté, *R. officinalis* qui en a enregistré 26,66 %. Les DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub> enregistrées sont 741, 31 mg/l et 741,31 g/l pour *R. officinalis* et 6,60 g/l et 2,95 g/l pour *D. kaki*. Les huiles obtenues à partir de la peau des fruits de *C. reticulata* sont considérées comme un biopesticide intéressant par fumigation dans la lutte contre les insectes des denrées stockées. Les mortalités enregistrées des adultes de *T. castaneum*, 24 heures après traitement, sont de 76,6 % à la concentration de 63 µl/l et 79 % après 48 heures pour la même concentration. Les CL<sub>50</sub> sont 33,8 l/l air, après 24 h et 28,2 µl/l air, après 48 h d'exposition (Mobki et al., 2014).

Les huiles essentielles de *C. sinensis*, agissant par fumigation sur les adultes de *T. castaneum*, donnent des mortalités de 60% à la concentration de 442,68 µl/l et 100 % à la concentration de 471,24 µl/l. Les CL<sub>50</sub> sont 391,28 µl/l air, après 24 h et 362,40 µl/l air, après 48 h. Pour les mêmes temps, les CL<sub>90</sub> sont respectivement 482,70 µl/l air et 442,69 µl/l air (Mahmoud Vand et al., 2011). Les CL<sub>50</sub> obtenues sur par Mishra et al., (2011) sont plus importantes, seulement 21,638 µl sur *T. castaneum* et 19,336 µl sur *S. oryzae*. Les DL<sub>50</sub> et les DL<sub>90</sub> du romarin sont respectivement 7,8 et 13,5 µl/l air après 24 heures de fumigation (Lee et al., 2002).

Les TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> sont relativement courts par rapport à ceux enregistrés par les plantes spontanées. Chez certaines plantes comme les TL<sub>50</sub> sont de 3,72 jours pour *A. cepa*, 4,99 jours pour *A. sativum*, suivies du genre *Citrus* où les valeurs varient de 4,27 à 8,80 jours. L'action des huiles de *C. sinensis* et de *C. reticulata*, obtenues à partir de la peau fraîche de fruit, donnent des mortalités par fumigation à des TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> suivants, TL<sub>50</sub>= 967 h et TL<sub>90</sub>=1033 h pour *C. sinensis* à 6% de concentration et de TL<sub>50</sub>= 1256 h et TL<sub>90</sub>= 1736 h pour *C. reticulata* pour la même concentration (Zia et al., 2013)

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

### 2.3.2.2.- Conclusion

L'activité insecticide des plantes cultivées à l'aide des extraits aqueux a montré que sur les 19 plantes étudiées, deux (02) espèces de Liliaceae et trois (03) espèces de Rutaceae sont les plus toxiques. Elles sont représentées par *A. cepa*, *A. sativum*, *C. reticulata*, *C. auruntium* et *C. sinensis*. Puis, viennent *Ceratonia siliqua* et *R. officinalis*. Cette manifestation active des extraits aqueux est marquée surtout pour le traitement par contact. Selon les DL<sub>50</sub>, les espèces, ayant montré plus d'activité par contact, sont le romarin avec 0,87 g/l, le Caroubier avec 27,03 g/l, *C. sinensis* avec 139,63 g/l, l'ail avec 149,87 g/l et le mandarinier avec 359,74 g/l.

Les autres espèces, comme le pistachier, le faux poivrier, l'acacia, la tomate, la courge, le pélargonium, le melia, le laurier, le fenouil, le plaqueminié et le ricin, ont répondu positivement à l'activité insecticide mais faiblement où le taux de mortalité varie entre 3,33 et 23,33 %. Certaines espèces, comme le fenouil, le laurier et la tomate montrent une activité insecticide importante, malgré le faible taux de mortalité, car elles ont donné des DL<sub>50</sub> importantes respectivement de 0,27 mg/l, 1,89 mg/l et 0,14 mg/l. Il faut penser à l'avenir à ajuster correctement les doses préliminaires pour arriver à une mortalité totale.

Par le mode d'ingestion, les plantes qui sont les plus actives sont représentées presque par les mêmes plantes à savoir, le romarin, suivies de l'oranger, du mandarinier et de l'ail mais à des taux mortalité moindres que le traitement par contact.

Suivant les DL<sub>50</sub> comparées, seules *A. sativum* et *R. officinalis* sont considérées comme étant les plus actifs.

Par inhalation, les taux de mortalité sont faibles comparativement aux autres traitements, le taux ne dépasse pas 26,66 %.

### 2.3.3. - Evaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des huiles essentielles

La toxicité des huiles essentielles des différentes plantes spontanées n'est évaluée que pour le traitement par inhalation (Tableau 20).

Tableau 20– Evaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des huiles essentielles sur les adultes de *Tribolium castaneum* L

plante	Organe utilisé	Type de traitement	Moyenne maximale de mortalité en %	Dose ayant causé la mortalité maximale	Signification	TL50 TL90	DL50 DL90 µl de H-E pure
<i>Salvia officinalis</i>	Feuilles sèches	Inhalation	60 % ± 7,6	D3 = 80 µl au 3ème j	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 3,41 j TL90= 10,56,j	DL50= 94,65 µl [81,94-108,08] DL90= 159,16 µl [139,79-190,24]
<i>Thymus vulgaris</i>	Feuilles sèches	Inhalation	96,66 %± 1,2	D4 = 100 µl au 2 <sup>ème</sup> j	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 22 h TL90= 113 h	DL50= 60,808 µl [51,959-68,817] DL90= 106,513 µl [97,330-118,086]
<i>Menta rotundifolia</i>	Feuilles sèches	Inhalation	86,66-100 %	D3 et D4 15 µl et 20 µl Après 12 et 16 h	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 5,82 h TL90= 10,28 h	DL50= 15,87 µl [51,468-65,910] DL90 = 35,87 µl [80,130-98,550]
	Feuilles fraîches	Inhalation	90-100 %	D3 et D4 15 µl et 20 µl Après 12 et 16 h	Fact Dose N S Fact temps N S	TL50= 5,75 h TL90= 6,96 h	DL50= 14,22 µl DL90= 33,97 µl
<i>Lavendula stoechas</i>	Feuilles sèches	Inhalation	96,66 %	D4 = 800 µl au 3 <sup>ème</sup> j	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 1,89 j TL90= 4,74 j	DL50= 563,712 µl DL90= 987,913 µl
	Fleurs sèches	Inhalation	73,33 %	D4 = 800 µl au 3 <sup>ème</sup> j	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 4,70 j TL90= 7,23 j	DL50= 681,844 µl DL90= 1148,04 µl
	Mélange feuilles et fleurs sèches	Inhalation	70 %	D4 = 800 µl au 3 <sup>ème</sup> j	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 4,31 j TL90= 8,2 j	DL50= 642,181 µl DL90= 1101,044 µl
<i>Mentha pulegium</i>	Feuilles sèches	Inhalation	100 %	D4= 20 µl après 12 h	Fact Dose + Fact temps +	TL50= 4,20 h TL90= 7,85 h	DL50= 7,05 µl DL90= 27,94 µl
	Feuilles sèches	Inhalation	25,76 %	D4 = 20 µl	Fact Dose N S Fact temps N S	TL50= 193,57 j TL90= -----	DL50= 299,41 µl DL90= -----
<i>Cymbopogon citratus</i>	Feuilles sèches	Inhalation	39,99 %	D4 = 20 µl	Fact Dose +++ Fact temps +++	TL50= 8,57 J TL90= 260,61 j	DL50= 1460,49 µl DL90= 7728,09 µl

Signification : NS non significatif, \* (P<0,05), \*\* (P<0,01), \*\*\* (P<0,001)

### 2.3.3.1. - Résultats et discussions

L'analyse de la variance a révélé pour les deux facteurs doses et traitements des résultats significatifs, mises à part quelques traitements où les résultats sont non significatifs (Tableau 20).

Les résultats de l'évaluation de la toxicité par inhalation des huiles essentielles des plantes spontanées sont importants et très marqués par les taux élevés des mortalités des adultes de *T. castaneum*. Les plantes ayant donné le plus de mortalité, variant entre 90 et 100 % (Annexes 9 et 16), sont *Mentha pulegium* en un temps très court de 12 heures après traitement, *Mentha rotundifolia* en un temps de 12 et 16 h après traitement, *Thymus vulgaris* (Annexe 10) au bout du 2<sup>ème</sup> jour après traitement, *Lavandula stoechas* (Annexe 11) au bout du 3<sup>ème</sup> jour, *Salvia officinalis* (Annexe 10) au bout du 3<sup>ème</sup> jour, *Cymbopogon citratus* (Annexe 1) au bout du 4<sup>ème</sup> jour et *Artemisia absinthium* (Annexe 4) au bout du 4<sup>ème</sup> jour après traitement.

Shaaya et al., (1977), considèrent que ces espèces végétales, citées ci-dessus, sont toxiques sur quatre (04) espèces principaux des grains stockées, *T. castaneum*, *R. dominica*, *O. surinamensis* et *S. oryzae*.

Nos résultats sont similaires aux travaux de Hannin et al., (1997) où Les huiles essentielles de *M. rotundifolia* arrivent à provoquer une mortalité de 100 % des adultes de *T. castaneum* à une dose de 0.016 µl/cm<sup>3</sup>

El Arch et al., (2003), notent que l'huile essentielle de *M. rotundifolia* arrive à détruire la totalité des insectes grâce à son composant principale pulégone (80%). Après une durée de 7 j d'exposition, les mortalités de 100% sont causées à la dose de 0.017 µl/cm<sup>3</sup> sur *S. oryzae* et à la dose de 0,035 µl/cm<sup>3</sup> sur *R. dominica*.

L'activité insecticide de *Thymus vulgaris* est liée aux Terpénoïdes présents dans l'huile essentielle (Lee et al., 2003). Selon Regnault-Roger et Hamraoui (1997), le thym testé par inhalation sur *Acanthosechides obtectus* (Coleoptera : Bruchidae) n'a donné que 33 % de mortalité, après 24 heures d'exposition.

Selon Abadollahi et al., (2010), Les huiles essentielles, obtenues à partir des feuilles de *A. stoechas*, sont considérées comme un puissant insecticide contre *T. castaneum* et *R. dominica*. Elles agissent comme un anti-appétant contre les ravageurs des denrées stockées, en donnant des mortalités de 65 % à la dose de 60,71 µl, après 24 h d'exposition, et 84 %, après 48 h d'exposition (Abadollahi et al., 2010). Plusieurs espèces du genre *Salvia* (Lamiaceae) ont été rapportées en tant qu'insecticide. Certaines arrivent à perturber l'accouplement des ravageurs

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

des denrées stockées (Karborklii et *al.*, 2010). Une autre espèce du même genre que *S. officinalis*, *Salvia hydrangena* possède une activité par fumigation sur les adultes de *T. confusum* avec une mortalité variant de 68,3 et 75 % (Kotan et *al.*, 2007).

Le pulégone, composant principal de l'huile essentielle de *M. pulegium* (Lamiaceae) est un constituant très actif vis-à-vis des ravageurs des denrées stockées (Cristos et *al.*, 2014).

*Artemisia vulgaris* (Asteraceae) a une grande activité insecticide répulsive vis-à-vis de *T. castaneum*. A une concentration de 0,6 µl/ml, elle donne une mortalité de 100 %. Par fumigation, le taux de mortalité observé chez les adultes est de 74 % à la dose de 8 µl/ml et de 100 % à la dose de 12 µl/l (Wang et *al.*, 2005).

*Cymbopogon citratus* est aussi considérée comme une plante active sur les ravageurs des denrées stockées grâce à son composant principal citronellal (Cristos et *al.*, 2014).

### 2.3.3.2. - Conclusion

L'évaluation de la toxicité, par inhalation des huiles essentielles des plantes spontanées sur les adultes de *T. castaneum*, révèle que *M. pulegium*, *M. rotundifolia*, *T. vulgaris* et *L. stoechas*, appartenant à la famille des Lamiaceae, sont les plus toxiques. Leurs mortalités oscillent entre 86,66 et 100 %.

En comparant les DL<sub>50</sub>, il ressort que *M. pulegium* et *M. rotundifolia* sont les plus actifs avec des DL<sub>50</sub> respectives de 7,05 µl et de 14,22 µl. Les autres espèces qui suivent sont *S. officinalis* avec 60 %, *C. citratus* avec 39,99 % et *A. absinthium* avec 25,76 % de mortalité avec des DL<sub>50</sub> moins importantes que les premières espèces citées ci-dessus.

### 2.3.4. - Evaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des extraits aqueux

Dans le tableau 21, nous présentons les différents résultats récapitulatifs de la toxicité des plantes spontanées.

#### 2.3.4.1.- Résultats et discussion

**Tableau 21** –Evaluation de la toxicité des plantes spontanées à l’aide des extraits aqueux sur les adultes de *Tribolium castaneum* L

Plante	Organe utilisé	Type de traitement	Moy maximale de mortalité en %	Dose ayant causé la mortalité maximale	Signification	TL50 TL90	DL50 DL90	R2
<i>Thymus vulgaris</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	33,33% ± 7,59	D4 au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps ++	TL50= 7,24 j TL90= 12,88 j	DL50 = 162,16 mg/l DL90 = 389,04 mg/l	1,000
		Contact	23,33% ± 9,34	D4 au 4ème j	Fac dose +++ Fact temps ++	TL50= 9,54 j TL90= 47,86 j	DL50 = 251,18 mg/l DL90 = 1174,89 mg/l	0,9885
		Inhalation	10% ± 3,6	D2=au 4ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50 = 36,30 j TL90 = 389,04 j	DL50 = 4,69 g/l DL90 = 27,75 g/l	0,0907
<i>Marrubium vulgare</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	6,66% ± 7,68	D2 et D4 au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 12,94 j TL90= 22,69 j	DL50 = 3,82 mg/l DL90 = 0,96 mg/l	0,1103
		Contact	43,33% ± 7,68	D4 au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 29,66 j TL90=	DL50 = 2,007 g/l DL90 = 2,645 g/l	0,5249
		Inhalation	23,33% ± 7,68	D3 au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++ (Dose et temps) N S	TL50 = 6,40 j TL90 = 11,15 j	DL50 = 0,55 g/l DL90 = 9,42 g/l	0,708
<i>Calendula arvensis</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	50% ± 7,66	D3 au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++ (Dose et temps) N S	TL50= 10,58 j TL90= 63,64 j	DL50 = ----- DL90 = -----	0,0014
		Contact	30% ± 7,66	D4 au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++ (Dose et temps) N S	TL50= 47,84 j TL90= -----	DL50 = 33,2g/l DL90 = -----	0,7448
		Inhalation	16,66% ± 7,66	D3 au 4ème j	Fac dose +++ Fact temps +++ (Dose et temps) N S	TL50 = 9,36 j TL90 = 15,91 j	DL50 = 175 g/l DL90 = -----	0,093
<i>Artemisia absinthium</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	26,66% ± 6,58	D4 = au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 7,94 j TL90= 10,69 j	DL50 = 4265,79mg/l DL90 = 5011,8 mg/l	0,2865
		Contact	36,66% ± 10,87	D4 = au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 6,02 j TL90= 13,18 j	DL50 = 331,13 mg/l DL90 = 3981,07 mg/l	0,957
		Inhalation	26,66% ± 9,03	D4 = au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50 = 8,70 j TL90 = 30,19 j	DL50 = 436,51 mg/l DL90 = 6309,57 mg/l	0,946
<i>Ferula communis</i>	Feuilles fraîches	Ingestion	16,66% ± 4,83	D1 au 4ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 7,41 j TL90= 12,09 j	DL50 = 0,121 g/l DL90 = 0,190 g/l	0,857
		Contact	16,66% ± 4,83	D1 au 4ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 6,02 j TL90= 10,23 j	DL50 = 6,27 mg/l DL90 = 3,146 g/l	0,419
		Inhalation	10 % ± 4,83	D3 au 3ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50 = 7,24 j j TL90 = 12,88 j	DL50 = 16,54 mg/l DL90 = 8,51 mg	0,04
<i>Borago officinalis</i>	Fleurs	Ingestion	26,66% ± 9,66	D4 = au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 7,44 j TL90= 13,51 j	DL50 = 407,38 mg/l DL90 = 4786,30 mg/l	0,9686
		Contact	33,33% ± 11,35	D4 = au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++	TL50= 12,02 j TL90= 63,09 j	DL50 = 177,82 mg/l DL90 = 660,69 mg/l	0,6964
		Inhalation	20 % ± 6,40	D4 = au 5ème j	Fac dose +++ Fact temps +++ Dose et temps N S	TL50= 12,02 j TL90= 43,65 j	DL50 = >1 Kg DL90 = >1 Kg	---

Signification : NS non significatif, \* (P<0,05), \*\* (P<0,01), \*\*\* (P<0,001)

### Chapitre III. - Résultats et discussions

---

Nous présentons sur le tableau 21 les différents taux de mortalités moyennes obtenues suite aux différents traitements insecticides réalisés sur les adultes de *T. castaneum* à l'aide des extraits aqueux des plantes spontanées et les différentes valeurs de DL<sub>50</sub> et DL<sub>90</sub> et les TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub>.

L'analyse de la variance à 2 critères de classification a révélé dans les trois types de traitements, pour la plupart des plantes, des différences significatives pour les facteurs dose et les facteurs temps; excepté quelques interactions entre facteurs (doses et temps) qui sont non significatives.

A travers l'étude des effets insecticides des extraits végétaux des plantes spontanées sur les adultes de *T. castaneum*, les résultats montrent que la mortalité maximale, obtenue par contact, est chez *Marrubium vulgare* avec un taux de 43,33 % après un temps d'exposition de 5 jours, suivies par *Artemisia absinthium*, *Borrago officinalis* et *Calendula arvensis* (Annexes 11 et 12) avec des taux respectifs de 36,66 %, de 33,33 % et de 30 %. Les DL<sub>50</sub> enregistrées par ces trois plantes sont 2,007 g/l pour *M. vulgare*, 0,331 g/l pour *A. absinthium* et 33,2 g/l pour *C. arvensis*.

Selon Camara (2009), les extraits de *M. vulgare*, appliqués dans les stocks de riz arrivent à provoquer une mortalité de 65,2 % chez *S. oryzae* à la concentration de 5 cc µl et 96,2 % chez *T. castaneum* pour la même concentration.

Les huiles essentielles d'*A. absinthium* avec ses composants principaux le β-thujone et camphor ont un effet répulsif et agissent par fumigation et par contact sur *T. castaneum* et *O. surinamensis*. Par contact, après 24 h, elles donnent des mortalités, à des CL<sub>50</sub>= 1,432 µL/l air et CL<sub>90</sub>= 133,323 µl/l air chez *T. castaneum*. A l'aide de l'effet répulsif, à une concentration de 0,09 µl/cm<sup>2</sup>, les taux de mortalité sont 92,5 % et 97 % à la concentration de 0,19 µl/cm<sup>2</sup> (Mediouni Ben Jamaa, 2014). Des tests répulsifs ont été réalisés sur les larves de *T. castaneum* à l'aide des extraits préparés au méthanol et à l'acétone à la dose de 0,25 %, ont donné une mortalité variant de 50 à 70 % (Pascual-Villalobos, 1998). Selon Chaubey (2011), 1,8 cinéol présente à la fois une action par contact et par fumigation.

Les autres plantes testées enregistrent derrière *T. vulgaris* des taux inférieurs à 23,33 % (Tableau 22). L'activité insecticide sur les insectes du genre *Culex* et *Anopheles* a été testée par des extraits aqueux de *Ferula galbaniflua*. Les mortalités des larves sont modérées. Seulement 14 % ont été enregistrées (Amer et Melhorne, 2006). *Ferula gummosa*, une autre espèce des Apiaceae a été testée. Ses huiles essentielles sur les larves d'*Ephestia kuhniella*

## Chapitre III. - Résultats et discussions

---

(Lepi : Pyralidae) ont donné des CL<sub>10</sub>, CL<sub>30</sub> et CL<sub>50</sub> respectivement 8,42, 15,86 et 15,86 µl/l air (Ghasemi et al., 2013)

L'action par ingestion enregistre des mortalités maximales de l'ordre de 50 % chez *C. arvensis* avec un TL<sub>50</sub> de 10,58 J, de 33,33 % chez *T. vulgaris* avec un TL<sub>50</sub> de 7,24 j et de 26,66 % chez *A. absinthium* et *Borrago officinalis* (Annexes 12 et 13) avec des TL<sub>50</sub> respectifs de 7,94 et de 7,44 j. Les autres plantes enregistrent des taux faibles de mortalité. Elles sont inférieures à 16,66%. *M. vulgare* a des propriétés anti-appétantes. Elle abaisse la nourriture de 45 à 65 % des larves de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera : Noctuidae) et agit sur le taux de croissance (Pavela et Chermenskaya, 2004).

Par action d'inhalation, le taux de mortalité le plus élevé est obtenu chez *A. absinthium* avec une valeur de 26,66%, suivies par *M. vulgare* avec 23,33% (Annexes 11 et 12) et *Borrago officinalis* avec 20 % (Annexe 12). Les valeurs des autres plantes sont inférieures à 20 %, obtenue chez *C. arvensis*. Ullah et al., (2012) enregistre que les extraits végétaux préparés au méthanol à partir de la partie aérienne de *Calendula arvensis*, par le traitement de fumigation, provoquent des mortalités sur *T. castaneum*, sur *R. dominica*, *Trogoderma granarium* et *Callosobruchus analis*. Elles sont de 66,66 % à la concentration de 10 mg/ml chez *T. castaneum*, 76 % chez *S. oryzae* et 43,33 % chez *R. dominica*. Les CL<sub>50</sub> respectives sont 3,035, 1,45 et 90,55 mg/ml. Quelques monotérpinoïdes tels que le  $\gamma$ -Terpinène (16,5%) et Carvacrol (2,4 %) de *T. vulgaris* sont testés sur les adultes de *T. confusum* par fumigation. Elles ont donné des mortalités respectives, après 24 h, de 94, 1 % à une concentration de 46,2 mg/l air pour  $\gamma$ -Terpinène et 100 % pour carvacrol (Erler, 2005). Lee et al., (2002) rapportent que le 1,8 cinéol est le plus toxique des fumigants sur les adultes de *T. castaneum*.

### 2.3.4.2. - Conclusion

L'évaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des extraits aqueux sur les adultes de *T. castaneum* révèle trois (03) plantes les plus toxiques par rapport à l'ensemble des plantes ayant subi le test par contact. Ce sont *Marrubium vulgare* avec un taux de 43,33 %, *Artemisia absinthium* avec 36,66 % et *Calendula arvensis* avec 30 %, observés durant le 5<sup>ème</sup> jour. Les DL<sub>50</sub> sont respectivement par ordre décroissant, 0,331 g/l pour *A. absinthium*, 2,007 g/l pour *M. vulgare* et 33,2 g/l pour *C. arvensis*.

*C. arvensis*, *T. vulgaris*, *A. absinthium* et *Ferula communis* sont les plantes qui ont manifesté le plus par ingestion avec des TL<sub>50</sub> intéressants de l'ordre de 6 à 10 jours et des mortalités

### **Chapitre III. - Résultats et discussions**

---

variant de 26,66 à 50 %. Les autres plantes présentent de faibles activités insecticides avec des mortalités inférieures à 16,66 %.

## **Conclusion générale**

#### 4.- Conclusion générale

La meilleure protection du blé en stock contre les insectes est conditionnée par des mesures préventives et des mesures curatives.

La prévention en matière de stockage, dans une installation bien conçue, régulièrement entretenue, bien nettoyée à chaque période de stockage et dotée d'une ventilation, est d'une grande importance.

En matière de mesures curatives, de nouvelles méthodes sont étudiées afin de réduire les applications chimiques et les risques liés à leurs usages. Parmi ces méthodes, on insiste sur le recours aux méthodes alternatives basées sur l'application des extraits végétaux comme biopesticides moins persistants et moins toxiques.

Afin d'identifier les espèces animales responsables de dégâts et des pertes, l'inventaire a permis de recenser au total sept (07) espèces d'insectes dans les deux CCLS de Khemis-Miliana et de Ténès dont la majorité sont des coléoptères. Presque les mêmes espèces rencontrées se retrouvent dans les deux stations, excepté *Plodia interpunctella*, trouvée à la CCLS de Ténès et *Ephestia kuhniella* à la CCLS de Khemis-Miliana.

Les espèces les plus fréquentes, parmi les ravageurs inventoriés, sont *Sitophilus granarius*, et *Tribolium castaneum*. Le premier est un ravageur primaire et le second est un ravageur secondaire.

Les pourcentages d'attaque sont faibles durant les mois frais (Janvier, février et mars). Ils varient de 1,4 à 3 % pour les deux stations. Ils commencent à augmenter durant les mois chauds (avril, mai et juin) pour atteindre un maximum de 10 % à Ténès et 12 % à Khemis-Miliana.

Les pourcentages de pertes de poids maximum sont notés pour les deux stations, durant les six (06) mois d'étude, 9 % à Ténès et 10,56 % à Khemis-Miliana.

Toutes les plantes étudiées, lors du travail expérimental, ont vu une évaluation de leurs activités insecticides.

L'évaluation de la toxicité des plantes cultivées à l'aide des huiles essentielles sur les adultes de *T. castaneum* révèle que *R. officinalis* et *E. globulus* sont les plus actifs en causant 100 % de mortalité dans un temps très court, soit 12 heures seulement pour le romarin et 72 heures pour l'Eucalyptus. Les DL<sub>50</sub> sont importantes pour le romarin avec 11,67 µl et moins importante pour l'Eucalyptus avec 57,02 µl. En seconde position, viennent *O. basilicum* et *C. sinensis*, qui manifestent avec des mortalités de 47,21 % et de 37,77% avec des DL<sub>50</sub> respectives de 88,31 µl et 1265 µl.

L'activité insecticide des plantes cultivées à l'aide des extraits aqueux a montré que sur les 19 plantes étudiées, deux (02) espèces de Liliaceae et trois (03) espèces de Rutaceae sont les plus toxiques. Elles sont représentées par *A. cepa*, *A. sativum*, *C. reticulata*, *C. aurantium* et *C. sinensis*. Puis viennent *Ceratonia siliqua* et *R. officinalis*. Cette manifestation active des extraits aqueux est marquée surtout pour le traitement par contact. Selon les DL<sub>50</sub>, les espèces, ayant montré plus d'activité par contact, sont le romarin avec 0,87 g/l, le Caroubier avec 27,03 g/l, *C. sinensis* avec 139,63 g/l, l'ail avec 149,87 g/l et le mandarinier avec 359,74 g/l. Les autres espèces, comme le pistachier, le faux poivrier, L'acacia, la tomate, la courge, le pélargonium, le melia, le laurier, le fenouil, le plaqueminer et le ricin, ont répondu positivement à l'activité insecticide mais faiblement où le taux de mortalité varie entre 3,33 et 23,33 %. Certaines espèces, comme le fenouil, le laurier et la tomate, montrent une activité insecticide importante, malgré le faible taux de mortalité. Car elles ont donné des DL<sub>50</sub> importantes respectivement de 0,27 mg/l, de 1,89 mg/l et de 0,14 mg/l. Il faut penser à l'avenir à ajuster correctement les doses préliminaires pour arriver à une mortalité totale.

Par le mode d'ingestion, les plantes qui sont les plus actives sont représentées presque par les mêmes plantes à savoir, le romarin, suivies de l'oranger, du mandarinier et de l'ail mais à des taux mortalité moindres que le traitement par contact.

Suivant les DL<sub>50</sub> comparées, seules *A. sativum* et *R. officinalis* qui sont considérées étant les plus actifs.

Par inhalation, les taux de mortalité sont faibles comparativement aux autres traitements, le taux ne dépasse pas 26,66 %.

L'évaluation de la toxicité, par inhalation des huiles essentielles des plantes spontanées sur les adultes de *T. castaneum*, révèle que *M. pulegium*, *M. rotundifolia*, *T. vulgaris* et *L. stoechas*, appartenant à la famille des Lamiaceae, sont les plus toxiques. Leurs mortalités oscillent entre 86,66 et 100 %.

En comparant les DL<sub>50</sub>, il ressort que *M. pulegium* et *M. rotundifolia* sont les plus actifs avec des valeurs respectives de 7,05 µl et de 14,22 µl. Les autres espèces qui suivent sont *S. officinalis* avec 60 %, *C. citratus* avec 39,99 % et *A. absinthium* avec 25,76 % de mortalité avec des DL<sub>50</sub> moins importantes que les premières espèces citées ci-dessus.

L'évaluation de la toxicité des plantes spontanées à l'aide des extraits aqueux sur les adultes de *T. castaneum* révèle trois (03) plantes les plus toxiques par rapport à l'ensemble des plantes ayant subi le test par contact. Ce sont *Marrubium vulgare* avec un taux de 43,33 %, *Artemisia absinthium* avec 36,66 % et *Calendula arvensis* avec 30 %, observés durant le

5<sup>ème</sup> jour. Les DL<sub>50</sub> sont respectivement par ordre décroissant, 0,331 g/l pour *A. absinthium*, 2,007 g/l pour *M. vulgare* et 33,2 g/l pour *C. arvensis*.

*C. arvensis*, *T. vulgaris*, *A. absinthium* et *Ferula sp* sont les plantes qui ont manifesté le plus par ingestion avec des TL<sub>50</sub> intéressants de l'ordre de 6 à 10 jours et des mortalités variant de 26,66 à 50 %. Les autres plantes présentent de faibles activités insecticides avec des mortalités inférieures à 16,66 %.

Notons aussi que chez certaines espèces de plantes cultivées, les huiles essentielles sont plus actives que les extraits aqueux, par inhalation. C'est le cas de *R. officinalis*, de *C. limon et de C. sinensis*. C'est pareil chez les plantes spontanées où *T. vulgaris* et *A. absinthium* se sont montrés moins toxiques avec leurs extraits aqueux qu'avec leurs huiles essentielles.

Pour ce modeste travail, nous avons contribué à recenser un nombre important de plantes insecticides. Certaines ont montré une activité insecticide potentielle importante avec une étude détaillée de leurs activités insecticides. Alors que d'autres n'ont montré qu'une faible activité.

Pour cela, nous proposons de poursuivre les efforts de recherche sur d'autres plantes afin d'élargir la liste, de généraliser l'étude sur les différents organes de la plante en combinant avec la date de récolte, les types d'extraction et les différents types de traitement.

Il reste à réunir aussi tous les autres paramètres nécessaires afin de les proposer à un programme de lutte éventuelle. Pour cela, une mobilisation des grands acteurs, est nécessaire pour répondre au déficit de l'alimentation de la population sans cesse croissante. En effet, le travail nécessite de grands efforts qui associent plusieurs spécialités afin de mettre les céréales stockées dans les meilleures conditions les plus favorables.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- 1 - Abadi A et Hassani A., 2013- Chemical composition and Antibacterial activity of Essential Oil of *Marrubium vulmgare* from Eastern Algeria. International letters of chemistry, physic and astronomy, vol 15, 61-69 p.
- 2- Abadollahi A., Safaralizadeh M., Pourmiza A., 2010- Fumigant toxicity of *Lavandula Stoechas* L. oil against three insect pest attacking stored products. *Jour. of Plant Protection Research*, Vol. 50 (1): 56-60.
- 3- Abbott M.S., 1925- A method of computing effectiveness of an insecticide. *Jour. Econ. Entomol*, Vol. 18: 265-267.
- 4- Adams J. M. et Shulten G. G., 1978- Les pertes causées par les insectes, les acariens et les microorganismes. Ed. AFNOR, Paris, pp: 83-93.
- 5 - Aiboud K., 2012-. Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L) walp. Thèse de magister en biologie et écologie des populations et des communautés. Université de Mouloud Mammeri, Tizi ouzou, 58 p.
- 6 - Ait Mohamed L., 2006-. Etude physico-chimique de la qualité et de la conservation avant et après séchage convectif solaire du *Gelidium sesquipedale* (Algue rouge) et du *Citrus aurantium* (orange amère), Thèse de doctorat, Université Cadi Ayyad, Merrakach, Maroc.
- 7 - Al-Jabr A.M., 2006- Toxicity repellency of seven plants essential oils to *Oryzeaphilus surinamensis* (Coleoptera : Silvanidae) And *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Jour. Scien. King. Faisal Univ.*, Vol. 1 (7): 49-60.
- 8- Amariche F. et Abdelli C., 2014- Effet insecticide de deux plantes spontanées, *Eucalyptus globulus* et *Mentha rotundifolia* sur l'insecte ravageur de blé en post-récolte *Tribolium*

*castaneum* (Herbest, 1797) (Coléoptera: Tenebrionidae) Mémoire. Master en Gestion qualitative des productions agricoles. Université de Khemis. Miliana, 56 p.

**9-** Amas J.G., Semple R.L. et Williams P., 1986- La multiplication de certains insectes des grains stockés sur une variété de blé. *Rev.Entomol, U.S.A*, Vol. 18, 48-52.

**10 -** Amer A. and Melhorn H., 2006-Variuos essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera: Culucidae). *Parasitology Research*, Vol. 99: 466-472.

**11 –** Amhamdi H, Aouinti F, Whathelet J-P and El bachiri A (2009). Chemical composition of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Journal of records of natural products*, (3)2 : 90-95.

**12 -** Anonyme, 1993 - Enquête sur les insectes des denrées stockées des céréales et des légumes secs en Algérie. Ed. Inst. Nat. Pro. Veg. El-Harrach. Alger, pp : 5-7.

**13 -** Anonyme, 1998-. Les Agrumes. Bureau des ressources génétiques, plate-forme espèces tropicales et méditerranéennes

**14 -** Anonyme, 2004- Stockage des Oléagineux : Maîtriser les insectes. Ed. CETIOM et Laboratoire National des denrées stockées de la protection des végétaux, I.N.R.A, Bordeaux, France, 4 p.

**15-** Anonyme, 2006- Le jardin potager et la lutte biologique. Ed. Sand et Cie, France, 45 p.

**16 -** Anonyme, 2010- Filière des plantes médicinales biologiques du Québec. L'ail, guide de production sous régie biologique, Québec, 29 p.

**17 -** Anonyme, 2011- Guide de bonnes pratiques d'hygiène pour la collecte, le stockage, la commercialisation et le transport de céréales, d'oléagineux et de protéagineux. Direction de l'information légale et administrative. France, 121 p.

**18-** Anonyme, 2013- Les vertus du citron : Découvrez le pouvoir médicinal de ce fruit. Ed. AEUD.INFO, 2 p.

- 19-** Anonyme, 2014 a - Office Algérien interprofessionnel des céréales. Rev. Trimes. Chamb. Agric. Algérienne de commerce et d'industrie, Algérie, 6 p.
- 20-** Anonyme, 2014 b - Granary weevil (*Sitophilus granarius* L.). Ed. OZ. Animals, Australian wildlife, USDA-ARS-GMPRC Image Database.
- 21-** Arnault I., Andre I., Dino-Allain S., Auger J. et Vey F., 2005- Propriétés pesticides des Alliaceae. Bio désinfection des sols maraîchers au moyen d'Oignon et de Poireau. *Rev Phyto, Protec vég. France*, pp: 40-43.
- 22 -** Arthur F.H., 1996-Grains protectants: current status and prospects for the future. *Journal. Stored. Prod. Resea.* Vol.32: 203-293.
- 23-** Aruoma O.I., Spencer J.P., Rossi R., Khan A., Mahmoud N., Munoz A., Murcian A., Butler J. and Halliwell,1996- An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extract or Rosemary and Provençal herb. *Ed. Food and chemical toxicology.* Vol. 34 (5), 449-456.
- 24 -** Attia S., Lebdi G., Grissa K., Ghrabi-Gammar Z., Catherine Mailleux A., Lognay G., Le Goff G. et Hance T., 2011-Contrôle de *Tetranychus urticae* par les extraits de plantes en vergers d'Agrumes. *Jour Entomol Faunistique*, Vol. 63 (4) : 229-235.
- 25-** Auger J., Dugravot S., Naudin A., Abo-Ghalia A., Pierre M., Thibout E., 2002- Utilisation des composés alléochimiques des *Allium* en tant qu'insecticides. *Bulletin IOBC wpns*, Vol. 25 : 1-10.
- 26-** Auger J. et Thibaut E., 2002- *Substances soufrées des Allium et des crucifères et leurs potentialités phytosanitaires in biopesticides d'origine végétale.* Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 337 p.
- 27 –** Avosech O-N, Oyedeji OO, Aremuk K, Nkeh-Chungag B-N, Songa S-P, Oluwafemi S-O and Oyediji A-O (2014). Chemical composition and anti-inflammatory activities of the essential oils from *Acacia mearnsii* de wild. *Journal.Pub.med.gov, Us National Library of Madecine, Nat.Inst.Of Health.* 25 : 1-5

- 28-** Azar P-A, Nekoei M., Larijani K and Bahraminasab S (2011). Chemical composition of the essential oils of *Citrus sinensis* cv. *Valencia* and a quantitative structure-retention relationship study for the protection of retention indices by multiple linear regression. *Journal of Serbian. Chemical Society*, 76(12) : 1627-1637.
- 29-** Aziez M., Hammadouche O., Mallem S. et Tacherifet S., 2003- *Le guide pratique pour l'agréeur céréales et légumineuses alimentaires*. C.N.M.A, Algérie, 55 p.
- 30 -** Baba Aissa F., 1999-. *Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie*, Ed. Librairie moderne. Rouiba, Alger 231 p.
- 31 -** Babarinde S.A., Akynyemi A.O., Usman L.A., Sangodele A.O. and Lyiola O.O., 2014- Toxicity and repellency of *Hoslundia opposita* Vahl (Lamiaceae) eaves essential oils against rust-red flour beetle, *Tribolium castaneum* Herbst (coleopteran: Tenebrionidae). *Journ. Nature Product. Research*, Vol. 28 : 365-371.
- 32-** Balachowsky A.S., 1951- *La lutte contre les insectes: principes, méthodes, applications*. Payot, Paris, 380 p.
- 33-** Balachowsky et Mesnil L., 1936- *Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, et leurs destructions*. Ed. Etabl. Busson, Tome 2, Paris, pp: 1722-1724
- 34 -** Barrett P., 1996- Growing and using Lavender. A Storey Country wisdom bulletin. *Journal of the science of Food and Agriculture*, Vol. 70: 359-363.
- 35 -** Bekon K., Fleurat-Lessard F., 1989- Evolution des pertes en matière sèche des graines dues à un ravageur secondaire: *Tribolium castaneum* (herbst), Coleptera: Tenbrionidae, lors d la conservation des céréales. *Céréales en régions chaudes, AUPELF-UREF, Ed. John Libbey Eurotext, paris*, pp : 97-104.
- 36 -** Bellakhdar J., 1997- *Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. La pharmacopée marocaine traditionnelle*, Ibis Press, Paris, 766 p.

- 37** - Belmont M., 2013-*Lavandula angustifolia* M., *Lavandula latifolia* M., *Lavandula x intermedia* E3. : Etudes botaniques, chimiques et thérapeutiques. Thèse de doctorat d'état en pharmacie. Faculte de Grenoble, 105 p.
- 38**- Beloued A., 2001- *Les plantes médicinales d'Alger*. ED. Off. Pub. Univ, Alger, 5 p.
- 39**- Beloued A., 2005- *Les plantes médicinales d'Algérie*. Office des publications universitaires. Alger, 124 p.
- 40** - Benazzedine S., 2010- *Activité insecticide de 5 huiles essentielles vis-à-vis de S. oryzae (Coleoptera-Curculionidae) et Tribolium confusum (Coleoptera-Tenebrionidae)*. Thèse. Ing.Etat, Sci. Agrono. I.N.A. El-Harrach, 89 p.
- 41** - Bencheikh D., 2012- *Polyphenols and antioxidant properties of extracts from Mentha pulegium L. and Matricaria camomilla L.* Thèse de magister en biochimie et physiologie expérimentale, Université Ferhat Abbas de Sétif, 62 p.
- 42** - Bendaoud H, Romdhane M, Souchard J-P, Casaux S and Bouajila J (2010). Chemical composition and anticancer and antioxidant activities of *Schinus molle* L. and *Schinusterebinthifolius raddi* Berries essential oils. Journal of food Science (75) 6 : 466-472
- 43**- Bensebia O., Barth D., Bensebia B., and Dahmani A., 2009- Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of rosemary: Effect of extraction parameters and modelling. Ed. *The journal of supercritical fluids*, Vol.49: 161-166.
- 44** - Benyoussef E.H., Yahiaoui N., Nacer-Bey N., Khelfaoui A and Belhadj M., 2004- Essential oil of *Mentha spicata* L. from Algérie. *Rivista Italiana EPPOS*, Vol. 30 : 31-35.
- 45** - Bezanger-Beauquesne L., Pinkas M., Tork M. et Totin F., 1980- *Les plantes médicinales et régions tempérées*. Ed. Maloine S.A., Paris, 87 p.
- 46**- Boelens M.H., 1985- The essential oil from *Rosmarinus officinalis* L. Ed. *Perfumes flavours*, Vol. 5 (10): 1235-1241.

- 47** - Boudjemaa H., 2008- *Activité biologique de deux espèces végétales spontanées, le romarin (Rosmarinus officinalis) et la sauge (Salvia officinalis) sur l'insecte ravageur du blé en post récolte (Tribolium castaneum) (Coleoptera : Tenebrionidae)*. Thèse d'ingénieur en phytotechnie, Centre universitaire de Khemis Miliana, 79 p.
- 48**- Boullard B., 2001-. *Plantes médicinales du monde : Réalité et croyances*. ESTEM, 660 p.
- 49**- Bulot S., 1990- *Traitement à la carte pour le grain stocké*. *Ed. Sémi .Univ. U.S.A*, Vol. 63: 140-142.
- 50** - Camara A., 2009- *Lutte contre Sitophilus oryzae et Tribolium castaneum dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales*. Thèse de doctorat, Université de Québec, Montréal, 154 p.
- 51**- Campbell A. et Sinha R.N., 1976- *Les pertes du blé causées par l'alimentation de certains insectes des produits stockés*. *Ann. Rev. Entomol., USA*, pp : 257-272.
- 52** - Carlos J.S., 2006- *Exposition humaine aux pesticides : Un facteur de risque pour le suicide au Brésil*. *Ed. Vertigo. Rev. Scienc de l'environ.* Brésil. 18 p.
- 53** - Casagrande P. et Guibourg C., 1989- *Rôle et importance d'une organisation de marché dans une politique de conservation et de transformation des céréales. Céréales en régions chaudes*. AUPELF.UREF, *Ed. John Libbey Euotext*, Paris,pp : 9-17.
- 54** - Catherine R., Philogène B.J.R. et Vincent C., 2002- *Biopesticides d'origine végétale*. *Ed. Lavoisier F.*, Paris, pp : 77-86.
- 55**- Cavelier A., 1976- *Phytopharmacie. Cours poly.* T. 1. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 514p.
- 56** - Chabard L., Gorunovic M.S., Djermanovic V and Bulatovic V., 1995- *Chemical composition of Eucalyptus globulus Labill oils from the Montenegro Coast East Coast of Spain*. *Journal of essential oil research*, Vol. 2(7): 147-152.

- 57** - Chalandre M-C., 2000-. Eléments de botanique. Cours de pharmacie. UFR de Pharmacie et ingénierie de la santé. Angers, France. Sans page.
- 58** - Champ B.R. and Dye C.E., 1978- Report of the FAO global Survey of pesticide susceptibility of stored grain pests. FAO Plant Production and Protection. Serie n° 5, Rome, Italy. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 374 p.
- 59** - Chaubey M.K., 2011- Fumigant toxicity of essential oils against Rice Weevil *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Biological Sciences*, Vol. 11:411-416.
- 60**- Chiasson H. et Beloin N., 2007- Les huiles essentielles, des biopesticides " nouveau genre ". *Bul.Scie. Entom. Quebec*, Vol. 14 (1) : 3-6.
- 61** - Chu J. et Kemper K.J., 2001- *Lavander (Lavandul spp)*. Longwood Herbal Task Force, 32 p.
- 62** - Clement S., Marrgiani G., Broussalis A., Martino V. and Ferraro G., 2003- Insecticidal effect of Lamaiaceae species against stored products insects. *Ed. Bol. Sant. Vég. Plagas*, Vol. 29: 421- 426.
- 63** - Cristos G., Athanassion, Vsharami P. and kavallieratos N.G., 2014- The use of plant extracts for stored Product Protection. *Advances in plant Biopesticides*, Vol. 8: 131-147.
- 64**- Dajoz R., 1976- *Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée*. Edition Dunod. Paris. 195 p.
- 65** - Damien D.H.J., Kosar M., Kahlos K., Holm Y and Hiltunen R., 2003- Antioxidant properties and Composition of aqueous Extracts from *Mentha* Species, Hybrids, Varieties and Cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 51: 4563-4569.
- 66** - Delobel A. et Tran M., 1993- *Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes*. ORSTOMICTA, Paris: 425 p.

- 67-** Djaouti M., 2010- *Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréale en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif*. Thèse. Mast of Sciences.CIHEAM- Montpellier, 120 P.
- 68** - Douiri F.L., Boughdad A., Assobhi O et Moumni M., 2013- Composition chimique et activité biologique d'huiles essentielles d'*Allium sativum* contre *callosobruchus maculatus*. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, (3): 30-36.
- 69** - Doumandji A., Doumandji-Mitiche B. et Doumandji S.A., 2003- *Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Cours de technologie des céréales*. Office de publication universitaire, 67 p.
- 70-** Dugravot S., 2004- *Les composés secondaires soufrés des Allium : Rôle dans les systèmes de défense du poireau et action sur la biologie des insectes*. Ecology, Environnement. Univ. Francis, Rabelais-Tours, France, 197 p.
- 71-** Ducom, 1987- Dernières tendances dans la protection des grains stockés. *Rev. Phytoma. Def. Cult.* N° 385, Paris, pp : 39-39.
- 72-** Dunkel F.V. et Read N.R., 1986- L'utilisation de l'acide sorbique comme protection à long terme sur le maïs stocké. *Ed. Entomologie*, n° 79, France, pp : 805-812.
- 73-** El Arch M., Satrani B., Farah A., Bennani L., Boriky D., Fechtal M., Blaghem M. et Talbi M., 2003- Composition chimique et activités antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* du Maroc. *Jour. Acta. Botanica Gallica : Botany letters*, Vol. 150 (3) : 267-274.
- 74** - El-Guedoui R., 2003- *Extraction des huiles essentielles du romarin et du thym. Comportement insecticide de ces deux huiles sur Rhyzoperta dominica (Fabricius) (Coleoptera : Bostrychidae)*. Thèse d'ingénieur en génie chimique. Ecole. Polytechnique, El-Harrach, 76 p.
- 75-** Erler F., 2005- Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and

Mediterranean flour moth, *Ephestias kuhniella*. *Journal of plant Diseases and protection*, Vol. 112 (6): 602-611.

**76** - Fahim F., 1999- Allied on the effect of *Rosmarinus officinalis* L. in Sardinia on experiment hepatotoxicity and mutagenesis. *Ed. International of Food Science and Nutrition*, Vol. 50, (6): 413-427.

**77** - Fellah S., 2001- *Valorisation de l'huile essentielle de Salvia officinalis de Tunis, extraction et étude physico-chimique et théorique*. DEA en chimie organique, Faculté des sciences, Tunis, 102 p.

**78**- Finney D-J., 1971- Probit analysis. Third edition, Cambridge, University Press, 333p

**79** - Fiorini C., 1996- *Contribution à l'étude phytochimique de Laurus nobilis* L. (*Lauraceae*). Thèse de doctorat, Institut national de Toulouse, France, 526 p.

**80** - Fitter A., et Cuisin M., 1988-. *Les fleurs sauvages*. Ed.Delachaux et Nestlé, Paris, 93-94 p

**81**- Fleurat-Lessard F., 1987- Evolution des méthodes de détection et de protection des grains par des procédés physiques. *Annal. A.N.P.P*, III, Paris, pp : 449-454

**82**- 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.

**83** - Forster H.B., Niklas H. and Lutz S., 1980- Antispasmodic effects of some medicinal plants. *Ed. Plants Medicinal*, Vol. 40 : 309-319.

**84**- Fournier P., 1948- *Le livre des plantes médicinales et vénéneuses de France : 15000 espèces*.Le chevalier, Paris, 447 p.

**85**- Frankel E.N., Waterhouse A.L and Teissedre P.L., 1995- Principal phenolic phytochemical in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting

oxidation of human low-density lipoproteins. *Ed. Journal of agricultural Food Chemistry*, Vol. 43 (4): 890 p.

**86-** Fraval A., 2008- Les Psocoptères. *Ed. Insectes*, n° 149, (2) : 27-30.

**87 -** Frémont M.T., 1935- Etude de quelques caractères botaniques et agronomiques du genre *Citrus*. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, Vol.15, n° 165, 325-340 p.

**88-** Gachkar L., Yadegari, Rezaei M.B., Tarizadeh M., Alipoor A.S. et Rasooli I., 2007- Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oil. *Ed. Food. Chemistry*, Vol. 102: 898-904.

**89-** Garnier G., Beauquesne L.B. et Debraux G., 1961- *Ressources médicinales de la flore française*. Vigot. Frère, Tom II, Paris, 1512 p.

**90-** Gbeno J-D, Ahounou J-F, Akakpo H-B, Laleye A, Yayi E, Gbaquidi F, Baba-Moussa L, Darboux R, Dansou P, Moudacherou Mand Kokchoni S-O (2012). Phytochemical composition of *Cymbopogon citrates* and *Eucalyptus citiodora* essential oils their anti-inflammatory and analgesic properties on wistar rats. *Jour. Pub. Med. Gov. Us Nti.Libr of Medecine. Nati. Inst. Of Health*, 40(2) : 27-34.

**91-** Ghasemi V., Yazdi K., Tavallaie F.Z., Sendi J.J., 2013- Effet of essential oils from *Callistemon viminalis* and *Ferula gummosa* on toxicity and on the hemocyte profile of *Ephestia kuhniella* (Lep: Pyralidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 10 (2) : 368-385.

**92-** Golebio W., 1969- L'alimentation de *Sitophilus garnarius* et *Rhyzoperta dominica* sur les grains du blé. *Rev. Prod. Stoc.*, France, pp: 143-147.

**93 -** Gorham J.R., 1991- *Insect and mite pests in food. An illustrated key*, Vol. 1 et 2, US Department of agriculture, Agriculture Handbook, Washinton, DC, USA, pp: 655- 767 .

- 94** - Gueye M.T., Seck D., Whathelet J.P. et Lognay G., 2010- Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : Synthèse bibliographique. *Biotechnologie, Agronomie, Société et environnements*, (15) :183-194.
- 95**- Guillaumin A., 1948-. Flore analytique et synoptique de la Nouvelle Calédonie, O.R.S.C. : in Nguyen T-M (2002). *Activity biologiques des substances naturelles. Reconnaissance moléculaire et communication cellulaire. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris*, 33 p.
- 96**- Gwinner J., Harnisch R. et Muck O., 1996- Manuel sur la manutention et la consommation des graines après récolte. *Ed.GTZ. Eschborn. R.F.A*, pp : 159-183.
- 97**- Hacib H., 2005- *Extraction des huiles essentielles du faux poivrier (Schinus mole), du genévrier (Juniperus phoenica) et de l'armoise blanche (Artemisia herba alba). Evaluation de ces trois huiles essentielles sur Ryzoperta dominica (F) (Coleoptera : Bostrychidae)*. Thèse de Magister en sciences agronomiques, I.N.A, El-Harrach, 115p.
- 98**- Hadrich B., Dahak K., Abdenouri N., et Kechaou N, 2008- Etude de séchage des feuilles de bigaradier. *Revue des énergies renouvelables SMSTS, Alger*, 145-149 p.
- 99**- Haines C.P., 1981- *Insects and arachnids from stored products: a report on specimens received by the tropical stored Products Centre. Report of the tropical Products institute, Vol. 54: 73 p.*
- 100**- Hamizi R., 2012- *Activité insecticide de trois plantes, la menthe pouliot (Mentha pulegium), le romarin (Rosmarinus officinalis) et le thym (Thymus vulgaris) vis-à-vis des larves et des adultes de Tribolium cataneum) (Coleoptera : Tenebrionidae)*. Thèse de master en analyse biologique et biochimique, Université de Khemis Miliana, 76 p.
- 101** - Hamoudi S., 2000- *Extraction des huiles essentielles du romarin et du thym. Evaluation de la toxicité vis-à-vis d'un insecte des denrées stockées*. Mémoire d'ingénieur en génie chimique. Ecole National. Polytechnique, El-Harrach, 76 p.

- 102** - Hannin S., Bourarah K., Ismail Aloui M., Bendjilali B., 1997- Activité insecticide de *Mentha pulegium* vis à vis de *Ryzoperta dominica*, *Sitophilus oryzae* et *T.castaneum*. Actes Editions, Rabat, 311-315.
- 103** - Hashemi S.M., Hosseini B. and Estaji A., 2013- Chemical composition and insecticidal properties of the essential oil of *Salvia leriifolia* Benth (Lamniaceae) at two Development stages. *Journal of essential oil Bearing plants*, Vol. (16) 6 : 806-816.
- 104** - Hellal Z., 2011- Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites de *Citrus*. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Thèse de magister en biologie, Univ. Moulopuud Mammeri, Tizi Ouzou, 78 p.
- 105** - Hendriks H. and Van Os F.H.L., 1976- Essential oils of two chemotypes of *M.suaveolens* durig ontogenesis. *Phytochemistry*, Vol 15: 1127-1130.
- 106**- Hori M., 1996- Ettlign inhibition and insecicidal activity of garlic and onion against *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera : Aphididae). *Pppl. Entomol. Zool.*, 612 p.
- 107** – Hsouna A-B, Triqui M, Mansour R-B, Jarraya R-M, Damak M and Jaouas B (2011). Chemical composition, citotoxicity effet and antimicrobial activities of *Ceratonia siliqua* essential oil with preservative effects against *Listeria* inoculated in minced beef meat. *Journal of food microbial*, 148(1) : 66-72.
- 108** - Huang Y., Ho S.H. and ManjunathaKini R., 1999- Bioactivities of Safrole and Isosafrole On *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleopterae: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, Vol. 92 (3): 676-683.
- 109** - Hubert R., 2001- *Les plantes aromatiques et huiles essentielles à grasse : Botanique-culture- chimie - Production - Marché*. Ed. Ecole. Polytechnique, Paris, pp: 39- 66.
- 110**- Imura O., 1991- A comparative study of the feeding rabbitis of *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* (Coleptera, Tenebrionidae). *Jour. Insect. Physiol.* N° 35. pp: 493-500.

- 111** - Isman M.B., 2006- Botanical insecticides deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Ed. Annu. Rev. Entomol.*,pp: 45-66.
- 112** - Jahandiez E. et Maire R., 1934- *Catatalogues des plantes du Maroc, spermaphytes et ptérydophytes*. Ed. Imprimerie. Minerva, Alger, 87 p.
- 113** - Jomaa S., Rahmo A., Alnori A-S., et Chatty M-E, 2012-.The cytotoxic effect of essential oil of Syrian *Citrus limon* Peel on human colorectal carcinoma Cell Line (Lim 1863). *Middle East journal of cancer* 3(1) : 15-21
- 114** - Jood S., Kapoor A.C. et Singhr D., 1993- L'évaluation biologique de la qualité des protéines par *Sorghum* après l'infestation par les insectes. *Plant. Aliment. Hum. Netherlands*, Vol. 43: 341-348.
- 115** - Jorek N., 1983 - Epices et plantes aromatiques médicinales: Description, Culture, propriétés et employ de 50 aromates culinaires. ED. Guide point vert, 123 p.
- 116** - Kaabeche M., 1990-. Les groupements végétaux de Boussaada. Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de doctorat en sciences biologiques fondamentales et appliquées. Université de Paris 11 Sud, Centre d'Orsay, 104 p.
- 117** - Kadri A., Gharsallah N., DAMAK M. and Gdura R., 2011- Chemical composition and in vitro antioxidant properties of essential oil of *Ricinus communis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, Vol. 5 (8):1466-1470.
- 118** - Kaid-Slimane I.L., 2004- Contribution à l'étude de la composition chimique et du pouvoir antibactérien des huiles essentielles de *Citrus ladaniferus* de la région de Tlemcen, mémoire ing. D'état en biologie, option : contrôle de qualité et analyse. Univ. Tlemcen, pp : 23-25.
- 119** - Kalache F. Z., 2000- *Efficacité de quelques insecticides vis-à-vis de Sitophilus oryzae, Tribolium castaneum et Rhyzoperta dominica sur le blé stocké*. Thèse.ing. Agro.I.N.A , El Harrach, 85 p.

- 120** - Kamal G-M., Ashraf M-H., Hussain A-I., Shahzadi A., and Chughtai M-I, 2013-. Antioxidant potential of peel essential oils three Pakistani *Citrus*: *Citrus reticulata*, *Citrussinensis* and *Citrus paradisi*. *Pak. Jour. Bot*, 45(4) : 1449-1454.
- 121** - Kamenetsky R. and Rabinowitch H.D., 2006- The Genus *Allium*: A developmental and Horticultural Analysis. *Horticultural Reviews*, Vol. (32): 329-337.
- 122** - Karaborklii S., Ayvas A., Yilmaz S., 2010- Bioactivities of different essential oil against the adults of two stored products insects. *Pac Jour. Zool*, Vol. 42: 679-686.
- 123** - Karr L.L. and Coats J.R., 1988- Insecticidal properties of d.limonène. *Jour. Pestic. Sci*, Vol.13 : 287-290.
- 124** - Kaul P-N, Bhaskaruni R, Rajeswara R, Bhattacharya A-K, Mallavarapu G-R and Ramesh S-I (2011). *Jour of essential Research*, (9)1 : 115-117..
- 125** - Keita S.M., Vincent C., Schmit J.P., Arnason G.T. and Belanger A., 2001- Efficacy of essential oil of *Ocimum bacilicum* L. And *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab) (Coleoptera: Bruchidae). *Jour. of stored products Research*, Vol.37 : 339-349.
- 126** - Kellou R., 2008- *Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales*. Groupe. Coopératif. Occitan et aude coop. Thèse. Mast. C.I.H.E.A.M. I.A.M. Montpellier. France, pp : 47-48.
- 127** - Keto G.K., Glitho I.A et Koumaglou H.K., 2004- Activité insecticide comparée des huiles Essentielles de trois espèces du genre *Cymbopogan genus* (Poaceae). *Jour. Soc. Ouest. Afr. Chim*. Vol.18:21-34.
- 128**- Khalfi O., 1983- *Biologie de la reproduction de Callosobruchus (F) (Coloptera : Bruchidae)*. Effet de trois insecticides de synthèse sur la reproduction. Thèse de magister, opton Phytotechnie, INA, EL-Harrach, 120 p.

- 129-** Khare B.P., 1990- Stored grain infestation by insect in North India. *Bul.Grain.Tech.* V3, pp: 1633-1638.
- 130 -** Khattak S.U., Alamez B. and Khan A., 1988- Studies on progeny production and losses caused by *Tribolium castaneum* in different local maize varieties flour. *Sarhad J, Agric*, (4) pp: 313-316.
- 131-** Kimizibekmez H., Demirci B., Yesilada E., Baser K.H. and Dermici F., 2009- Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Lavandula stoechas* L. ssp *Stoechas* growing wild in Turkey. *Jour. Pub. Med*, Vol. 4(7): 1-6.
- 132-** Kokalis-Burelle N. and Rodriguez-Kabana R., 2006- Allelochemicals as biopesticides for management of plante-parasite nematodes. *Allelochemicals: Biological control of plantes pathogens and deseases*. Pp: 15-29.
- 133-** Kokkini S. et Papageorgiou, 1988- Constituents of Essential Oils from *Mentha X rotundifolia* Growing Wild in Greece. *Plante Med.* 38, pp: 166–167.
- 134-** Kordali S., Aslan I., Calmasur O. and Cakir A., 2006- Toxicity of essential isolated from three *Artemesia* species and some of their components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L) (Coleoptera: Curculionidae). *Ind. Crop Product.* (23), pp: 162-170.
- 135-** Kotan R., Kordali S., Cakir A., Kesdek M., Kaya Y. and Kilic H., 2007- Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea* DC. Ex Benth. *Jour. Bioch.Syst. and Ecology*, Vol. 36: 360-368.
- 136 -** Kouassi B., 1991- *Influence de quelques facteurs extérieurs sur le cycle de développement et la survie de Sitophilus oryzae L. (Coleoptera, Curculionidae)*. Thèse de doctorat en sciences naturelles, Université de Cote d’Ivoire, 80 p.
- 137 -** Kumar P., Mishra S., Mlaik A. and Satya S., 2011- Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. *Jour. of industrial Crops and Products*, Vol. 34: 802-817.

- 138-** Kurowska A., Kalembe D., Gora J. and Majda T., 1991- Analysis of essential oils: Influence on insects. Parts IV. Essential oils of garden thym (*Thymus vulgaris*). *Pesticidy* , 2: 25-29.
- 139-** Labeyries V., 1992- *Problèmes environnementaux posés par les insectes des denrées*. Art. Sem. Inter. Abidjan, Cote d'Ivoire, pp : 9-14.
- 140** - Lahrech K., 2010- *Extraction et analyse des huiles essentielles de Mentha pulegium L. et de Saccocalyx sutureiodes. Tests d'activité antibactériens et antifongiques*. Thèse de magister en chimie moléculaire, Univ. Oran, 89 p.
- 141-** Lale N.E.S., 1991- The biological effects of three essential oils on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae). *J. Afric. Zool.*, Vol. 105: 357-362.
- 142** - Lale N.E.S. and Mustapha A., 2000- Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seed oil for with varietal resistance for the management of the coleoptera Bruchidae, *callosobruchus maculatus* (F). *Journal of Stored Products Research*, Vol.36 (3): 215-222.
- 143** - Lamari A., Teyen H., Ben Cheikh H., Douki W. and Neffati M., 2014- Chemical composition and insecticidal activity of essential oil of *Salvia Officinalis* (L) cultivated in Tunisia. *Journal of essential oil Bearing Plants*, Vol. (17) 3: 506-512.
- 144** - Lawrence B.M., 1989- *Progress in essential oils*. Perf. Ray, Vol. 14: 29-41.
- 145** - Lee B., Choi W., Lee S. and Park B., 2001- Fumigants toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L). *Jour. Crop. Protec*, Vol. 20: 317-320.
- 146** - Lee B.H., Lee S.E., Annis P.C., Pratt S.J., Park B.S. and Tumaali. F., 2002- Fumigant toxicity off essential oils and Monoterpenes against the Red Flour Beetle, *Tribolium castaneum*. *Herbst. Journ. of Asia- Pacific Entomol*, Vol. 5 (2): 237-240.
- 147-** Lee S.E., Peterson C.J., Coats J.R., 2003- Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. *Jour Sored. Prod. Res*, Vol. 39: 77-85.

**148** - Leffingwell J-C, Alford E-D and Liffingwell D (2015). Identification of the volatile constituents of Raw Pumpkin (*Curcubita pepo* L.) by dynamic headspace Analyses. *Leffingwell. Reports*, 7(1): 1-14

**149** - Lapesme P., 1944- Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés dans les régions chaudes. *Ed. Chevalier*, Paris, pp: 61- 67.

**150**- Licciardello F., Muratore G., Suma P., Russo A. and Nerin C., 2013- Effectiveness of a novel insect repellent food packaging incorporating essential oils against the red flour beetle (*T. castaneum*). *Journ of Innovative. Food. Science and Emerging Technologies*, Vol. 19: 173-180.

**151**- Lodi M., 1988- Plus de poussière dans les silos. *Rev. Phytoma, Défense des cultures*, N° 368, Paris, pp : 54-55.

**152** - Longstaff B.C., 1981- Biology of the grain pest species of the genus *Sitophilus* (Coleoptera : Curculionidae) a critical review. *Protection Ecology*, Vol. 3(2): 83-130.

**153**- Lorenzo D., Paz D., Dellacassa E., Davies P., Vila R. et Canigueral S., 2002- Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *International journal of biologie and technologie*, Vol. 45 (4) : 519-524.

**154** -Lucchesi M-E., 2005- Extraction sans solvant assistée par micro-onde conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat en sciences. Université de la réunion p 121.

**155**- Maganga A., 2004- *Influence of Variety and Organic Cultural Practices on Yield and Essential Oil Content of Lavender and Rosemary in Interior. Prepared for South Thompson. Organic Producers Association (STOPA). BC : Ecorational. Technologies. Kamloops. 23 p.*

**156** - Mahmoud vand M., Abbasipour H., Basij M., Hosseinpou M.H., Rastegar F. and Bagher-Nasiri M., 2011- Fumigant toxicity of some essential oils on adults of stored-Product pests. *Chilean Journal of Agricultural research*, Vol. 71 (1): 83-89.

**157** - Mamou A., 2003- *Contribution à l'étude de l'effet insecticide de deux huiles essentielles et de la deltaméthrine sur le charançon du riz Sitophilus oryzae L. (Coleoptera : Curculionidae)*. Thèse d'ingénieur en Agronomie. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 65p.

**158** - Mathon B., 1986- Les insectes du stockage. *Rev. Agromais*, Vol. 44 : 30-32.

**150** - Mayekiso B, Magwa M-L and Arnold L (2012). The essential oil composition and antimicrobial activity of leaves of *Schistophium hippifolium*. *African journal of biotechnology*, 11(38) : 9248-9253.

**159**- Mebarkia A., 2002- Inventaire et estimation des dégâts causés par les insectes des stocks dans la région de Bordj-Bou Arridj. *Bioécologie et effets des radiations ionisantes sur le potentiel biotique de Rhyzoperta dominica. (Coleoptera: Bosrtrychidae)*.Thèse de Magister, option: production végétale et agriculture de conservation, Université de Farhat Abbas, Sétif, 67 p.

**160**- Mediouni Ben Djamaa J., 2014- Essential oil as a source of bioactive constituents for the control of insect pests of economic importance in Tunisia. *Jour. Medicinal et Aromatic Plants*, (65): 127-133.

**161** - Mesai A., 2014- L'extraction de lectines à partir de quelques plantes médicinales et leurs études biologiques. Thèse de magister en biologie appliquée, Univ de Constantine 1, 70 p.

**162** - Messiaen and Rouamba., 1993- *Plant resources of South-East Asia. Vegetables. Pudoc Scientific, Wageningen, Netherlands*, 412 pp.

**163**- Mishra B.B., Tripathi S.P. and Tripathi C.P.M., 2011- Contact toxicity of essential oils of *Citrus reticulata* fruits peels against stored grain pests *Sitophilus oryzae* L. and *Tribolium castaneum* (Herbst). *World journal of Zoologie*, Vol. 6 (3): 307-311.

**164** - Mobki M., Ali Safavi, Safaralizadeh M.H., Panatri O. and Afshar A.T., 2014- Effet of diethyl maleate on the toxicity of essential oil from *Citrus reticulata* fruit peels to *Tribolium*

*castaneum* (Herbst) under laboratory conditions. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, Vol. 47 (9): 1023-1029.

**165** - Mohiuddin S., Qurshi S.A. and Nasir M.K., 1990- Studies on the repellent activity of some indigenous oils against *Tribolium castaneum*. *Ed. Sci.Ind.Research*, Pakistan, pp: 19-21.

**166** - Monthano D., Campbell J.F., Phillips T.W. and Throne J.E., 2014- Evaluation of potential attractants for *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae). *Jour. Econ. Entomol.*, Vol. 2: 67-74.

**167**- Muhammad S., Dilbar H., Rahat H.R., Hafiz S., Ghulam G. and Muneer A., 2013- Insecticidal activities of two *Citrus* oils against *T.castaneum* (Herbst). *American journal of Research Communications*, Vol. 1 (6): 67-74.

**168** - Multon J.L., 1982- *Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés*. Ed. Lavoisier, Paris, pp: 105-111.

**169** - Myers P., Espinosa R., Parr C.S., Jones T., Hammond G.S. and Dewey A., 2014- *Tribolium castaneum* red flour beetle. The Animal Diversity. Museum of Zoology, University of Michigan, pp : 1-2.

**170**- Nerio L.S., Olivero Verbel J. and Stashenko E., 2009- Repellent activity of essential oils from seven aromatic plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of stored products research*, 45: 212-214.

**171** - Obeng-Ofri D., Reichmuth C.H., Bekele A.J. and Hassanali A., 1998- Toxicity and protectant of camphor, a major component of essential oil of *Ocimum kilimandscharicum*, against four stored product beetles. *Inter. Jour of Pest Management*, Vol. (44) 4: 203-209.

**172**- Ogendo J.O., Kostyukovsky M. and Ravid U., 2008- Bioactivity of *Ocimum gratissimum* L. Oil and Two of its constituents against products. *Jour. Stored. Prod. Res*, Vol. 44: 328-334.

- 173-** Ojimekwe P.C. and alder C., 1999- Potential of Zimtadehyde, 4-allyl-anisol, linalool, terpeneol and other phytochemicals for the control of confused flour beetle (*Tribolium confusum*) (J.D.V.) (Coleptera: Tenebrionidae). *Jour. Pest. Sci.* Vol. 72: 81-86.
- 174-** Owusu E.O., 2000- Effect of some Ghanaian plant components on control of two stored Product insect pests of cereals. *Journal of Stored Products Research*, Vol. 37(1): 85-91.
- 175 -** Pajmon A., 2000- The harmful entomofauna of stored cereals. (II). *the main pests of cereal grain, Sodom Kmetijstvo*, Vol. 33(6): 980-989.
- 176 -** Panisset J.C., Dewailly E. et Doucet-Leduc H., 2003- Contamination alimentaire. In: Environnement et santé publique-Fondements et pratiques. *Tec et Doc. Acton Val*, Paris, pp: 369-395.
- 177 -** Paris A., Strukelj B., Benko M., Turk V., Pulk M., Umek A. and Korant B.D.,1993- Inhibition effects of carnosic acid on HIV-I protease in cell free assays. *Ed. Journal of natural products*, Vol. 56(8): 1426-1430.
- 178 -** Pascual-Villalobos M.G., 1998- Repelencia, inhibition oil crecimiento y toxicidad de extractos vegetales en larvas de *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). *Jour Biol San Veg, Plagas*, Vol. 24 :143-156.
- 179-** Pasquier P. et Gerbinot B., 1945- Utilisation du Melia pour la protection des cultures contre les Ailés de la sauterelle péllérine. *Bul. Sem. Offi. Anti-acri.*, Vol. 2: 17-22.
- 180 -** Pavela R. and Chermenskaya, 2004- 18 Species of medicinal plants on larvae of *Spodoptera littoralis*. *Jour of plant-Protec. Sci*, Vol. 40 (4):145-150.
- 181 -** Pelikan J., 1986- *Matière première du règne végétal*. Ed. Masson et Cie, Tome II, Paris, 2343p.
- 182-** Philogene B.J.R., Regnaut-Roger C. et Vincent C., 2002- *Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : Promesses d'hier et d'aujourd'hui*. In *Biopesticides d'origine végétale*. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 337p.

**183** - Pierce W. D., 1907- On the biologies of the *Rhynchophora* of North America. *Nebraska State Board of Agriculture Zoological Report*, pp: 247-319.

**184** - Plarre R., 2010- An attempt to reconstruct the natural and cultural history of the granary Weevil, *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae). *European Journal of Entomology*, Vol. 107 (1) :1-11.

**1856** - Pointel J.G. et Coquard J., 1979- Le pourcentage de perte en poids de la perte spécifique, critère d'évaluation des dégâts causés par les insectes dans les céréales et les légumineuses stockées. *Ed. Extrait de l'argot. Tropicale*, pp : 377-381.

**186** - Pointel J.G., 1980- Le pourcentage de perte en poids et de la perte spécifique, critère d'évaluation des dégâts causés par les insectes dans les céréales et les légumineuses stockées. *Ed. Rev. Zoo.*, Vol. 66 : 185-198.

**187**- Popovic Z., Kostic M., Popovic S. and Skoric S., 2014- Bioactivities of essential oils from Basil and Sage to *Sitophilus oryzae* L. *Journal of Biotechnological Equipment*, Vol. (20) 1: 36-40.

**188** - Porte A., Ronoel L. and Godoy O., 2007- Chemical composition of *Thymus vulgaris* L. (thym) essential oil from the Rio de Janeiro State (Brasil). *Journal of the Serbian Chemical Society*, Vol. 73 (3): 307-310.

**189**- Prates H.T., Santos J.P., Waquil J. M., Fabris J.D., Oliveira A.B. and Foster J., 1998- Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F) and *Tribolium cataneum* (H). *Jour. Stored Prod. Res.*, Vol. 34: 243-249.

**190** - Quezel P. et Santa S., 1963- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, Tome II, Ed. CNRS, 599 p.

**191**- Rahim M., 1998- Biological activity of azadirachtin-enriched neem kernel extract against *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleoptera: Bostrychidae) in stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, Vol.34, n° 23, pp: 123-128.

**192** - Rajendrane S. and Sriranjini V., 2007- Plant Product as fumigants for stored-Product insect control. *Journ. of stor. Prod. Research*, Vol. 44: 126-135.

**193**- Rao H.R. et Wilber D.A., 1972- Perte du pois de blé stocké par l'alimentation des insectes. *Ed. Soc. Entomol., USA*, pp : 237-247.

194- Regnault-Roger C., Hamraoui A., 1977- Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. *Jour. Acta Botanica. Gallica*, Vol. 144 (4) : 401-412.

**195** - Regnault-Roger C., Hamraoui A., Holman M., Theron E. and Pinel R., 1993- Insecticidal effect of essential oils from mediterranean plants up on *Aconthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), a pest of Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Chem. Ecol.*, Vol. 19: 1233-1244.

**196** - Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. et Vincent C., 2002- Biopesticides d'origine végétale. Ed. Tec et Doc. Paris, France, 385 p.

**197**- Richard O.W., 1947- Observations of grain weevils, Calandra (Coleoptera, Curculionidae), I. General biology and oviposition. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Vol. 117 : 1- 43.

**198**- Ristic M., Brikic N.T. and Bric D., 2005- Essential oil of *Salvia officinalis* at différent development. *Journal of medicinal science plant*, Belgrad, pp : 151-167.

**199**- Roger S., 1984- *Essence de menthe dans le monde. Communication au 1<sup>er</sup> Colloque. International sur les PAM du Maroc*, Rabat, 6 p.

**200**- Roulier G., 2009- *Les sauges : Les huiles essentielles pour votre santé*. Ed. Naturemania. Anger, France, 2 p.

**201** - Roux-Sitruk D., Chaumort J-P., Cieur C., Millet J., Morel M., et Tallec D, 2008- *Conseil en aromathérapie. 2<sup>ème</sup> édition*, WOLTERS KLUWER, France, 67 p

**202** - Rozman V., Kalinovic I. and Korunic Z., 2006 a - Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. *Jour. Store. Produc. Resea.*, Vol. 43: 349-355.

**203** - Rozman V., Kalinovic, Liska A., 2006 b - Insecticidal activity of some aromatic from Croatia against Granary Weevil (*Sitophilus grarnarius* L.) on stored wheat. *Cereal Research communications, Opatja, Croatia, Part II*, pp : 705-708.

**204**- Salim N, Msaada K, Hammami M, Limam G, Vasapollo G and Marzouk N (2014). Variation in anthocyanin and essential oil composition and their antioxidant potentialities during flower development of borage (*Borago officinalis*) L.). *Journal of the societa Botanica italiana*. 148(3) : 444-459.

**205** - Schwartz H.F., Mohan S.K., Havey M.J., and Crowe F.J., 2008- Onions. The Genus *Allium*. In, *Compendium of Onion and Garlic Diseases and Pests*, pp : 1-4.

**206** - Scora R.W., 1988- Biochemistry, taxonomie and evolution of modern cultivated *Citrus*. Paper presented at the VIth International *Citrus* Congress.

**207** - Sen A and Batra A (2012). Chemical composition of methanol extract of the leaves of *Melia azedarach* L. *Asian journal of pharmaceutical and chemical Research*, (5)3 : 42-45.

**208** - Shwartz T., 2011- Aphylogeny of the Rutaceae and a biogeographic study of its subfamily Aurantioideae. Degree project for Master of science in systematics and Biodiversity, Biology, Department and Enviromental Science, University of Gothenburg, 37 p.

**209** - Scotti G.,1978. *Les insectes et les acariens des céréales stockées*, AFNOR/ITCF, Paris, 238 p.

**210** - Seck D. Silibe B., HaubrugeE. and Gasper C., 1991- Protection of coupea (*Wigner ungniculata* (L.) Walp) at farm level the use of different formulations of nee (*Azadirachta*

*indica* A. Juss) from Senegal. Medelingen van d Faculteit Landbouwwetenschppen, Rijksuniversiteit Gnt. Vol. 56 (3b): 1217-1224.

**211-** Seltzer P., 1946- *Le climat de l'Algerie*. Ed. Lassere, Grand, anberty et Fourey, Alger, 219 p.

**212 -** Settimi F., 2010- *L'ail, une plante aux multiples vertus*, Ed. Filière Nutrition et diététique, Haute école de Santé, Genève, 5p.

**213-** Shaaya E., Kostjukovsky, Eilberg J., Sukprakarn C., 1977- Plant oils as fumigant and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Jour Stored Prod. Res*, Vol. 33: 7-15.

**214 -** Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U. and Pissarev V., 1991- Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-Product insects. *Journal of chemical Ecology*. Vol. 17 (3): 499-504.

**215-** ShahW-A, Dar B-A and Ajaz A (2014). Seasonal impact of the yield, chemo profiling, antibacterial and antioxidant activities of the essential oil of *Juglans regia*. *World. Journal of pharmaceutical Sciences*. 2(4) : 331-337.

**216-** Sharma R.N., Kaul K.K. and Niemanne G., 1979- Evaluation on nutritional quality in plant cultivars using confused flour beetle, *Tribolium confusum*. *Quali. Plant. Nutr*, Vol. 27: 303-312.

**217 -** Sharopov F.S., Sulaimonova V.A. and Setzer W.N., 2012- Composition of the essential *Artimisia absinthium* from Tajakistan. *Journal of records of natural products*, Vol. 6 (2) pp : 127-134.

**218-** Sinha R.N. et Watters F.L., 1985- *Insectes nuisibles des minoteries, des silos-élevateurs, des usines à provendes et méthodes de désinfestation*.Ed. Station de recherche. Agriculture. Canada, 311 p.

**219**- Smith C.M., 1993- *Plant resistance to insects: A fundamental approach*. John Wiley and Sons, New York, USA, 270 p.

**220** - Spiegel-Roy P., et Goldschmidt E.E., 1996- *Biologie of Citrus*. University. Press. Cambridge. U.K, (101) : 23-25.

**221** - Steffanini M-B, Ming L-C, Marques M-O-M, Facanali R, Meireles M-A-A, Moura L-S, Marchese J-A and Soussa L-A (2006). Essential oil constituents of different organs of fennel (*Foeniculum vulgare var vulgare*). *Rev. Bras. Pl. Med, Botucuta*, (8) : 193-198.,

**222** - Steffan A., 1978- Description de la biologie des insectes et des acariens stockées. *Ed. I.T.C.F. AFNOR*, Paris, pp: 105-111.

**223** - Talukder D., Mlek M.A., Khanam M. and Dey K.C., 1998- Toxicity of some indigenous plant seed oil against *Tribolium confusum* (Duval) adults. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Pakistan. Jour. Zool.*, Vol. 30 (4): 331 - 334.

**224** - Tanackov S.K., Dimic G., Levic J., Tanackov L., Tepic A., Vujic and Gvozdanic-Varga J., 2012- Effects of Onion (*Allium cepa* L.) and Garlic (*Allium sativum* L.) Essential Oils on the *Aspergillus versicolor* Growth and Sterigmatocystin Production. *Journal of Food Science*, Vol. (77) : 278-284.

**225** - Theon G., Papachristos D.P. and Stamopoulos D.C., 2013- Fumigant toxicity of six essential oils to the immature stages and adults of *Tribolium confusum*. *Jour. Hellenic Plant Protection*, Vol. 6: 29-39.

**226** - Toumnou A., Seck D., Namkossere N., Cisse N., Kandioura N. et Sembene M., 2012- Utilisation des plantes indigènes à effet insecticide pour la protection des denrées stockées contre des insectes ravageurs à Boukoko (Centrafrique). *International Journal of biological and chemical sciences*, Vol. (6) 3: 1040-1050.

**227** - Trematerra P., Sciarreat A. and Mancini M., 1999- Insect pests in traditional cereal warehouses. *Tecnica Molitoria*, Vol. 50(9) : 980-989.

- 228** - Tripathi A.K., Prajapati V., Ahmad A., Aggrwal K.K. and Khanuja S.P.S., 2004- Piperitenone oxide as Toxic, Reppellnt and Pepproduction Retardant toward Malarial Vector *Anopheles stephensi* (Diptira: Anophlinae). *J. Med Entomol.*, Vol. 41 (4): 691-698.
- 229** - Tunc I., Berger B.M., Eler F. and Dagli F., 1999- Ovocidal activity of essential oils plants against two stored.product. *Journ.of stored Product Research*, Vol. 36, pp: 161-168.
- 230** - Ullah R., Ibrar M., Shah S., HameedI., 2012- Phytotoxic, Cytotoxic and insecticidal activities of *Calendula arvensis* L. *Jour of Biotechnology and Pharmaceutical Research*, Vol. 3 (6): 104-111.
- 231** - Wang J., Zhu F., Zhou X.M., Niu C.Y., Lei C.L., 2005- Reppellent and fumigant activity of essential oil from *Artimisia vulgaris* to *T. castaneum* (Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae). *Jour. of Stored Products Research*, Vol. 42 : 339-343.
- 232**- Weaver D.K., Dubkel F.V., Netzububanza L., Jackson L. and Stoch Dit, 1991- The efficacy of Linalool, a major component of freshly milled *Ocimum canum* Sim (Lamiaceae) for Protection against post harvest damage by certain stored Coleoptera. *Jour.S Stored Prod. Res*, Vol. 27: 213-270.
- 233**- Willem J.P., 2002 - *Les huiles essentielles : Médecine d'avenir*. Ed. Dauphin, Paris, 311 p.
- 234**- Willem J.P., 2004- *Les huiles essentielles, médecine d'avenir*. Ed. ARVAS, 318 p.
- 235** - Yahiaoui N., 2005- *Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Mentha spicata L. sur Ryzoperta dominica (F). (Coleoptera: Bostrychidae) et Tribolium confusum (Duv) (Coleoptera, Tenebrionidae)*. Thèse de Magister en sciences Agronomiques, I.N.A, El-Harrach, 95 p.
- 236**- Zhao M 52014°. *Caracterisation chimique et biologique d'extraits de plantes aromatiques et médicinales oubliées et sous utilisées de Midi-pyrennées (France) et Chongqing (Chine)*. Thèse de doctorat en sciences agroressources, Univ. Toulouse, France, 153p.

**237** - Zhu J-C, Niu Y-W, Feng T, Liu S-J, Cheng H-X, Xu N-A, Yu H-Y and Xiao Z-B (2014). Evaluation of the formation of volatiles and sensory characteristics of persimon (*Diospyros kaki* L.F). Fruit Wines using different commercial yeast strains of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Products reserach*, 28(21).

**223** - Zia S., Sagheer M., Razaq A., 2013- Comparative bioefficacy of differeht Citrus peel extracts as grain protectant against *Callosobruchus chinensis*, *Trogoderma granrium* and *Tribolium castaneum*. *World Applied Sciences journal*, Vol. 21 (12): 1760-1769.

**238** - Zoubiri and Baaliouamer, 2001- Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. *Jour. Food. Chemistry*, Vol. 129:179-182.

## **Annexes**

## Annexes

**Annexe 1.** - Mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* (Herbst) obtenues par le traitement d'inhalation à l'aide des huiles essentielles, obtenues des fruits de *Citrus sinensis* et des feuilles de *Cymbopogon citratus*.

	<i>Citrus sinensis</i>					<i>Cymbopogon citratus</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	1.11	4.55	10.21	12.59	0	2.96	6.48	9.81	13.33
<b>J2</b>	0	2.22	9.1	20.42	25.18	0	5.92	12.96	19.62	26.66
<b>J3</b>	0	3.33	13.65	30.63	37.77	0	8.88	19.44	29.43	<b>39.99</b>

**Annexe 2.** - Moyennes de mortalités cumulées journalières en % pour *Cucurbita sp*

	<i>Cucurbita sp</i>										
	Traitement par Contact					Traitement par ingestion					
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	
<b>J1</b>	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	3,33	
<b>J2</b>	0	0	0	0	3,33	0	0	0	3,33	3,33	
<b>J3</b>	0	0	0	3,33	6,66	0	3,33	0	3,33	3,33	
<b>J4</b>	0	0	0	3,33	6,66	0	3,33	0	3,33	3,33	
<b>J5</b>	0	0	3,33	6,66	6,66	0	3,33	0	3,33	6,66	

**Annexe 2.** - Moyennes de mortalités cumulées journalières en % pour *Cucurbita sp*

	<i>Cucurbita sp</i>										
	Traitement par inhalation										
	T	D1	D2	D3	D4						
<b>J1</b>	0	0	0	0	3,33						
<b>J2</b>	0	0	0	0	3,33						
<b>J3</b>	0	3,33	0	0	3,33						
<b>J4</b>	0	3,33	0	0	3,33						
<b>J5</b>	0	3,33	0	0	3,33						

## Annexes

**Annexe 3.** - Mortalité des adultes de *Tribolium castaneum* (Herbst) obtenues par le test d'inhalation à l'aide des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis*.

	<i>Rosmarinus officinalis</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
J <sub>1</sub>	0	20	23.33	30	46.66
J <sub>2</sub>	0	33.33	36.66	46.66	70
J <sub>3</sub>	0	46.66	76.66	86.66	100

**Annexe 4.** - Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium castaneum* traités par inhalation aux huiles essentielles de la peau des fruits de *Citrus limon*, d'*Ocimum basilicum* et d'*Artemisia absinthium*.

Traitement par inhalation										
	<i>Citrus limon</i>					<i>Ocimum basilicum</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
24h	0	5,91	2,96	2,59	5,55	6,85	2,4	8,69	15,37	6,85
48h	0	11,83	5,93	5,18	11,1	13,7	4,8	17,39	31,47	13,7
72h	0	17,75	8,88	7,77	16,66	20,22	6,87	26,09	47,21	20,22

**Annexe 4.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium castaneum* traités par inhalation aux huiles essentielles de la peau des fruits de *Citrus limon*, d'*Ocimum basilicum* et d'*Artemisia absinthium*

<i>Artemisia absinthium</i>				
Temps	D1	D2	D3	D4
24h	8,58	4,62	7,58	8,51
48h	17,17	9,25	15,17	17,03
72h	25,76	13,88	22,76	25,54

## Annexes

**Annexe 5.** - Moyennes de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, témoins et traités par contact aux extraits des feuilles d'ail, d'oignon, et de tomate

		Plantes												
		<i>A.sativum</i>				<i>A.cepa</i>				<i>L. esculentum</i>				
M. mortalité	Jours	T	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
	<b>J1</b>	0	16,66	10	20	20	20	10	13,33	16,66	6,66	13,33	0	10
	<b>J2</b>	0	23,33	16,66	23,33	23,33	33,33	13,33	20	26,66	16,66	20	0	20
	<b>J3</b>	0	30	23,33	26,66	26,66	43,33	20	26,66	33,33	20	26,66	3,33	20
	<b>J4</b>	0	40	36,66	30	36,66	50	26,66	33,33	36,66	20	26,66	6,66	20
	<b>J5</b>	0	53,33	43,33	36,66	36,66	60	36,66	40	50	23,33	26,66	10	20

**Annexe 5.** - Moyenne de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par ingestion aux extraits des feuilles d'ail, d'oignon, et de tomate

		Plantes														
		<i>A.sativum</i>					<i>A.cepa</i>					<i>L. esculentum</i>				
M. mortalité	Jours	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
	<b>J1</b>	0	6,66	0	0	0	0	3,33	0	6,66	6,66	0	3,33	6,66	0	3,33
	<b>J2</b>	0	6,66	0	0	3,33	0	6,66	0	10	6,66	0	3,33	6,66	0	6,66
	<b>J3</b>	0	13,33	0	13,33	6,66	0	10	6,66	13,33	6,66	0	6,66	6,66	0	6,66
	<b>J4</b>	0	16,66	6,66	13,33	10	0	13,33	6,66	13,33	6,66	0	6,66	10	6,66	10
	<b>J5</b>	0	23,33	20	20	10	0	13,33	6,66	13,33	10	0	6,66	20	6,66	13,33

## Annexes

**Annexe 5.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par inhalation aux extraits des feuilles d'ail, d'oignon, et de tomate

		Plantes														
		<i>A.sativum</i>					<i>A.cepa</i>					<i>L. esculentum</i>				
M. mortalité	Jours	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
	<b>J1</b>	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	6,66	0	0	0
	<b>J2</b>	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0	0	6,66	0	0	0
	<b>J3</b>	0	0	3,33	0	0	0	0	6,66	0	3,33	0	6,66	6,66	0	0
	<b>J4</b>	0	0	10	0	0	0	0	10	0	3,33	0	6,66	6,66	6,66	0
	<b>J5</b>	0	0	10	0	0	0	0	10	3,33	3,33	0	6,66	6,66	6,66	0

**Annexe 6.** - Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *T. castaneum*, traitées par contact aux extraits des feuilles du Faux poivrier, de Bigaradier, d'Oranger et de Clémentinier.

	<i>Citrus sinensis</i>					<i>Citrus reticulata</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	0	0	3.33	10	0	3.33	3.33	3.33	16.66
<b>J2</b>	0	0	0	6.66	10	0	3.33	13.33	3.33	23.33
<b>J3</b>	0	3.33	0	13.33	13.33	0	6.66	20	3.33	33.33
<b>J4</b>	0	3.33	3.33	13.33	13.33	0	6.66	23.33	3.33	36.66
<b>J5</b>	0	3.33	6.66	20	16.66	0	6.66	23.33	3.33	40

**Annexe 6.** - Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *T. castaneum*, traitées par contact aux extraits des feuilles du Faux poivrier, de Bigaradier, d'Oranger et de Clémentinier.

	<i>Citrus sinensis</i>					<i>Citrus reticulata</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	0	3.33	6.66	3.33	0	0	3.33	0	20
<b>J2</b>	0	3.33	10	16.66	10	0	10	6.66	3.33	36.66
<b>J3</b>	0	3.33	13.33	26.66	13.33	0	10	10	6.66	43.33
<b>J4</b>	0	3.33	20	36.66	30	0	13.33	10	6.66	50
<b>J5</b>	0	6.66	20	36.66	33.33	0	13.33	10	6.66	50

## Annexes

**Annexe 6.** - Moyenne journalières de mortalités cumulées en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par ingestion aux extraits de feuilles de Faux poivrier, de Bigaradier, d'Oranger et de Clémentinier.

	<i>Schinus molle</i>					<i>Citrus auruntium</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	0	0	0	0	6.66	3.33	0	0
J2	0	0	0	0	0	0	6.66	3.33	3.33	0
J3	0	0	0	0	0	0	6.66	6.66	3.33	0
J4	0	0	0	0	0	0	6.66	6.66	3.33	3.33
J5	0	0	3.33	0	0	0	6.66	6.66	6.66	6.66

**Annexe 6.** - Moyennes journalières de mortalités cumulées en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par ingestion aux extraits de feuilles de faux poivrier, de bigaradier, d'oranger et de clémentinier.

	<i>Citrus sinensis</i>					<i>Citrus reticulata</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	3.33	3.33	0	0	0	0	0	0	0
J2	0	3.33	10	16.66	6.66	0	0	3.33	0	3.33
J3	0	10	13.33	16.66	6.66	0	3.33	6.66	10	3.33
J4	0	13.33	23.33	20	13.33	0	3.33	10	13.33	6.66
J5	0	13.33	30	23.33	20	0	6.66	16.66	16.66	13.33

**Annexe 6.** - Moyennes journalières de mortalités cumulées en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par inhalation aux extraits de feuilles de faux poivrier, de bigaradier, d'oranger et de clémentinier

	<i>Schinus molle</i>					<i>Citrus auruntium</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33
J2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33
J3	0	0	0	3.33	0	0	0	3.33	0	6.66
J4	0	0	0	3.33	0	0	0	6.66	3.33	6.66
J5	0	0	0	3.33	6.66	0	6.66	10	6.66	10

## Annexes

**Annexe 6.** - Moyennes journalières de mortalités cumulées en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par inhalation aux extraits de feuilles de faux poivrier, de bigaradier, d'oranger et de clémentinier.

	<i>Citrus sinensis</i>					<i>Citrus reticulata</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J2	0	3.33	3.33	0	0	0	0	3.33	3.33	3.33
J3	0	3.33	3.33	0	3.33	0	3.33	3.33	6.66	3.33
J4	0	3.33	3.33	0	6.66	0	3.33	3.33	6.66	6.66
J5	0	10	3.33	0	6.66	0	3.33	3.33	6.66	6.66

**Annexe 7.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium Castaneum*, traités par contact aux extraits de feuilles de Caroubier, de Ricin, de Souci des champs et de Marrube blanc.

	<i>Ceratonia siliqua</i>					<i>Ricinus communis</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	13.33	3.33	10	0	0	0	3.33	10	13.33
J2	0	23.33	13.33	13.33	0	0	0	3.33	13.33	13.33
J3	0	26.66	13.33	13.33	0	0	0	3.33	13.33	13.33
J4	0	26.66	13.33	16.66	0	0	0	3.33	13.33	13.33
J5	0	26.66	33.33	20	0	0	0	3.33	13.33	16.66

**Annexe 7.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium Castaneum*, traités par contact aux extraits de feuilles de Caroubier, de Ricin, de Souci des champs et de Marrube blanc.

	<i>Calendula arvensis</i>					<i>Marrubium vulgare</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	6.66	3.33	6.66	10	0	10	6.66	20	33.33
J2	0	10	3.33	6.66	10	0	13.33	13.33	26.66	36.66
J3	0	13.33	3.33	10	13.33	0	20	13.33	30	40
J4	0	16.66	3.33	10	13.33	0	20	13.33	30	40
J5	0	26.66	26.66	30	30	0	20	13.33	33.33	43.33

## Annexes

**Annexe 7.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium Castaneum*, traités par ingestion aux extraits de feuilles de Caroubier, de Ricin, de Souci des champs et de Marrube blanc.

	<i>Ceratonia siliqua</i>					<i>Ricinus communis</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	0	0	0	0	3.33	13.33	3.33	6.66
J2	0	0	0	0	0	0	3.33	16.66	3.33	6.66
J3	0	3.33	0	0	3.33	0	3.33	16.66	3.33	6.66
J4	0	6.66	0	0	3.33	0	3.33	16.66	3.33	6.66
J5	0	6.66	3.33	0	6.66	0	6.66	16.66	3.33	6.66

**Annexe 7.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium Castaneum*, traités par ingestion aux extraits de feuilles de Caroubier, de Ricin, de Souci des champs et de Marrube blanc.

	<i>Calendula arvensis</i>					<i>Marrubium vulgare</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	6.66	3.33	6.66	6.66	0	0	0	0	3.33
J2	0	6.66	3.33	10	6.66	0	0	0	0	3.33
J3	0	10	6.66	13.33	10	0	0	0	0	3.33
J4	0	10	10	13.33	13.33	0	0	3.33	0	3.33
J5	0	33.33	13.33	50	30	0	3.33	6.66	3.33	6.66

**Annexe 7.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium Castaneum*, traités par inhalation aux extraits de feuilles de Caroubier, de Ricin, de Souci des champs et de Marrube blanc.

	<i>Ceratonia siliqua</i>					<i>Ricinus communis</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0
J2	0	0	3.33	3.33	0	0	0	3.33	0	3.33
J3	0	3.33	3.33	6.66	6.66	0	0	3.33	0	3.33
J4	0	3.33	6.66	6.66	6.66	0	0	3.33	0	3.33
J5	0	6.66	10	13.33	6.66	0	3.33	13.33	10	6.66

## Annexes

**Annexe 7.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en % des adultes de *Tribolium Castaneum*, traités par inhalation aux extraits de feuilles de Caroubier, de Ricin, de Souci des champs et de Marrube blanc.

	<i>Calendula arvensis</i>					<i>Marrubium vulgare</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	3.33	0	16.66	3.33	0	0	0	13.33	3.33
J2	0	3.33	0	16.66	3.33	0	3.33	6.66	20	10
J3	0	6.66	3.33	16.66	3.33	0	3.33	6.66	20	10
J4	0	6.66	3.33	16.66	3.33	0	3.33	6.66	23.33	13.33
J5	0	6.66	3.33	16.66	6.66	0	6.66	16.66	23.33	16.66

**Annexe 8.** - Moyennes de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par contact et par ingestion aux extraits de Romarin

	<i>Rosmarinus officinalis</i>									
	Traitement par contact					Traitement par ingestion				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	10	3.33	0	0	T	D1	D2	D3	D4
J2	0	13.33	3.33	3.33	0	0	16.66	6.66	3.33	3.33
J3	0	16.66	6.66	6.66	0	0	20	16.66	10	3.33
J4	0	20	13.33	10	3.33	0	26.66	23.33	13.33	3.33
J5	0	30	20	13.33	10	0	33.33	26.66	13.33	6.66

**Annexe 8.** - Moyennes de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, témoins et traités par inhalation aux extraits de Romarin

	<i>Rosmarinus officinalis</i>									
	Traitement par inhalation									
	T	D1	D2	D3	D4					
J1	0	13.33	0	0	0					
J2	0	20	0.33	3.33	0					
J3	0	23.33	6.66	3.33	0					
J4	0	26.66	10	6.66	3.33					
J5	0	26.66	13.33	10	6.66					

## Annexes

**Annexe 9.** -Moyenne de mortalités cumulées en % des adultes de *Tribolium castaneum* traités, aux huiles essentielles de feuilles fraîches et sèches de *Mentha rotundifolia*.

<i>Mentha rotundifolia</i>										
Feuilles fraîches						Feuilles sèches				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>4h</b>	0	3.33	10	16.66	26.66	0	0	3.33	13.33	23.33
<b>8h</b>	0	13.33	26.66	43.33	66.66	0	13.33	13.33	30	46.66
<b>12 h</b>	0	36.66	50	70	90	0	36.66	33.33	46.66	83.33
<b>16 h</b>	0	56.66	73.33	90	100	0	56.66	60	86.66	100

**Annexe 10.** - moyennes de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *Tribolium castaneum*, traités par inhalation aux huiles essentielles des feuilles de *Thymus vulgaris* et de *Salvia officinalis*

	<i>Thymus vulgaris</i>					<i>Salvia officinalis</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	16,66	30	43,33	66,66	0	6,66	13,33	23,33	36,66
<b>J2</b>	0	26,66	43,33	60	96,66	0	16,66	26,66	36,66	56,66
<b>J3</b>	0	56,66	66,66	90	96,66	0	23,33	36,66	46,66	60

**Annexe 11.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *Tribolium castaneum*, traités aux huiles des feuilles, fleurs et leur mélange (feuille + fleurs) de *Lavandula stoechas*.

	Feuilles					Fleurs					Feuilles et fleurs				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	10	20	43,33	60	0	3,33	13,33	33,33	50	0	3,33	16,66	33,33	60
<b>J2</b>	0	13,33	20	50	70	0	10	16,66	36,66	56,66	0	13,33	20	43,33	63,33
<b>J3</b>	0	20	33,33	56,66	96,66	0	13,33	23,33	50	73,33	0	13,33	26,66	50	70

**Annexe 12.** - Moyennes de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par contact aux extraits de Thym, d'Absinthe et de Bourrache.

	<b>Plantes</b>											
	<i>Thymus algériensis</i>				<i>Artemisia absinthium</i>				<i>Bourrago officinalis</i>			
	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	3,33	10	0	0	0	0	0	0	3,33	10	0	0
<b>J2</b>	13,33	13,33	0	0	3,33	0	3,33	0	13,33	13,33	0	0
<b>J3</b>	16,66	13,33	0	0	13,33	10	10	3,33	20	20	0	0
<b>J4</b>	23,33	13,33	6,66	0	23,33	23,33	16,66	3,33	26,66	20	6,66	0
<b>J5</b>	30	13,33	10	0	36,66	26,66	20	10	33,33	26,66	10	0

**Annexe 12.** - Moyenne de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par ingestion aux extraits de Thym, de l'Absinthe et de Bourrache.

	<b>Plantes</b>											
	<i>Thymus algériensis</i>				<i>Artemisia absinthium</i>				<i>Bourrago officinalis</i>			
Jours	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
J1	6,66	3,33	0	0	0	0	0	0	0	3,33	0	0
J2	13,33	6,66	0	0	6,66	0	0	0	10	10	6,66	0
J3	13,33	10	0	0	10	3,33	3,33	0	10	16,66	6,66	0
J4	33,33	10	0	0	20	10	10	0	20	23,33	10	0
J5	33,33	10	0	0	26,66	16,66	16,66	3,33	26,66	26,66	16,66	6,66

## Annexes

**Annexe 12.** - Moyenne de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum*, traités par inhalation aux extraits de Thym, d’Absinthe et de Bourrache.

<b>Plantes</b>												
	<i>Thymus algériensis</i>				<i>Artemisia absinthium</i>				<i>Bourrago officinalis</i>			
<b>Jours</b>	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>J2</b>	0	0	0	0	6,66	6,66	0	0	3,33	3,33	0	0
<b>J3</b>	0	0	0	0	10	13,33	3,33	0	10	6,66	3,33	0
<b>J4</b>	10	3,33	6,66	0	20	23,33	13,33	3,33	10	10	10	0
<b>J5</b>	10	3,33	6,66	0	20	26,66	16,66	6,66	20	20	10	0

**Annexe 13.** -Moyennes de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T. castaneum* traités par contact, par ingestion et par inhalation aux extraits de *Ferula sp*

<i>Ferula sp</i>															
	Traitement par contact					Traitement par ingestion					Traitement par inhalation				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
<b>J1</b>	0	0	3.33	3.33	13.33	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	3.33
<b>J2</b>	0	3.33	13.33	3.33	13.33	0	6.66	0	0	0	0	0	0	3.33	3.33
<b>J3</b>	0	3.33	13.33	6.66	13.33	0	13.33	3.33	6.66	0	0	0	0	6.66	10
<b>J4</b>	0	13.33	16.66	6.66	13.33	0	16.66	6.66	6.66	0	0	0	0	6.66	10
<b>J5</b>	0	16.66	16.66	6.66	13.33	0	16.66	6.66	6.66	0	0	0	0	6.66	10

## Annexes

**Annexe 14.** -Moyennes journalières de mortalités cumulées en % des adultes de *Tribolium castaneum*, traités par contact aux extraits des feuilles des plantes testées

Plantes testées										
	<i>Diospyros kaki</i>					<i>Acacia sp</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
<b>J<sub>1</sub></b>	0	6,66	3,33	0	0	0	3,33	3,33	3,33	0
<b>J<sub>2</sub></b>	0	13,33	6,66	0	0	0	3,33	3,33	6,66	0
<b>J<sub>3</sub></b>	0	16,66	6,66	3,33	3,33	0	6,66	10	10	0
<b>J<sub>4</sub></b>	0	20	6,66	3,33	3,33	0	16,66	16,66	13,33	0
<b>J<sub>5</sub></b>	0	23,33	13,33	3,33	6,66	0	16,66	16,66	13,33	3,33
	<i>Juglans regia</i>					<i>Pistacia lentiscus</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
<b>J<sub>1</sub></b>	0	3.33	3.33	0	3.33	0	0	0	0	0
<b>J<sub>2</sub></b>	0	3.33	10	0	3.33	0	0	0	0	0
<b>J<sub>3</sub></b>	0	6.66	16.66	0	3.33	0	6.66	3.33	3.33	3.33
<b>J<sub>4</sub></b>	0	13.33	20	3.33	10	0	10	10	10	6.66
<b>J<sub>5</sub></b>	0	20	23.33	6.66	10	0	13.33	13.33	16.66	6.66

**Annexe 14.** - Moyennes journalières de mortalités cumulées en % des adultes de *Tribolium castaneum*, traités par ingestion aux extraits des feuilles des plantes testées.

Plantes testées										
	<i>Diospyros kaki</i>					<i>Acacia decurrens</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
<b>J<sub>1</sub></b>	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>J<sub>2</sub></b>	0	6.66	0	0	3.33	0	0	3.33	0	3.33
<b>J<sub>3</sub></b>	0	6.66	3.33	3.33	3.33	0	0	6.66	0	3.33
<b>J<sub>4</sub></b>	0	6..66	6.66	6.66	3.33	0	0	10	0	3.33
<b>J<sub>5</sub></b>	0	6.66	10	6.66	6.66	0	0	10	3.33	3.33
	<i>Juglans regia</i>					<i>Pistacia lentiscus</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
<b>J<sub>1</sub></b>	0	0	3.33	0	3.33	0	0	0	0	0
<b>J<sub>2</sub></b>	0	0	3.33	0	3.33	0	0	0	0	0
<b>J<sub>3</sub></b>	0	3.33	6.66	0	3.33	0	3.33	0	0	3.33
<b>J<sub>4</sub></b>	0	13.33	13.33	3.33	13.33	0	6.66	3.33	0	6.66
<b>J<sub>5</sub></b>	0	20	16.66	13.33	16.66	0	6.66	6.66	0	13.33

## Annexes

**Annexe 14.** - Moyennes journalières de mortalités cumulées en % des adultes de *Tribolium castaneum*, traités par inhalation aux extraits des feuilles des plantes testées

Plantes testées										
	<i>Diospyros kaki</i>					<i>Acacia sp</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0
J <sub>2</sub>	0	0	0	0	3.33	0	3.33	0	0	0
J <sub>3</sub>	0	0	3.33	0	3.33	0	3.33	3.33	0	3.33
J <sub>4</sub>	0	0	6.66	0	3.33	0	3.33	3.33	0	3.33
J <sub>5</sub>	0	0	6.66	0	6.66	0	3.33	6.66	3.33	3.33
	<i>Juglans regia</i>					<i>Pistacia lentiscus</i>				
Doses	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	T	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0
J <sub>2</sub>	0	3.33	0	0	6.66	0	0	0	0	0
J <sub>3</sub>	0	10	0	0	10	0	0	0	0	3.33
J <sub>4</sub>	0	10	3.33	0	10	0	0	3.33	3.33	6.66
J <sub>5</sub>	0	13.33	3.33	3.33	10	0	0	6.66	3.33	6.66

**Annexe 15.** - Moyennes de mortalités cumulées durant 5 jours d'observation (en % des adultes de *T. castaneum* traités par contact par les extraits de *Laurus nobilis*, de *Pelargonium sp*, de *Foeniculum vulgare*, et de *Melia azedarach*.

Jours	<i>Laurus nobilis</i>					<i>Pelargonium sp</i>					<i>Foeniculum vulgare</i>					<i>Melia azedarach</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	3.33	3.33	0	6.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	3.33	6.66	0	0
J2	0	3.33	3.33	3.33	6.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	3.33	6.66	0	0
J3	0	3.33	3.33	3.33	6.66	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	3.33	0	3.33	6.66	0	0
J4	0	3.33	3.33	3.33	6.66	0	0	3.33	0	0	0	6.66	0	0	3.33	0	3.33	6.66	3.33	0
J5	0	3.33	3.33	3.33	6.66	0	0	3.33	0	0	0	6.66	0	0	6.66	0	6.66	6.66	3.33	0

**Annexe 15.** - Moyennes de mortalités cumulées durant 5 jours d'observation (en % des adultes de *T. castaneum* traités par inhalation par les extraits de *Laurus nobilis*, de *Pelargonium sp*, de *Foeniculum vulgare*, et de *Melia azedarach*.

Jours	<i>Laurus nobilis</i>					<i>Pelargonium sp</i>					<i>Foeniculum vulgare</i>					<i>Melia azedarach</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	10	3.33	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J2	0	0	10	3.33	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	
J3	0	0	10	3.33	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	
J4	0	0	13.33	3.33	6.66	0	0	6.66	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	

## Annexes

J5	0	3.33	13.33	3.33	6.66	0	0	6.66	0	0	0	0	3.33	0	6.66	0	0	0	0
----	---	------	-------	------	------	---	---	------	---	---	---	---	------	---	------	---	---	---	---

**Annexe 15.** -Moyennes de mortalités cumulées durant 5 jours d'observation (en % des adultes de *T. castaneum* traités par ingestion par les extraits de *Laurus nobilis*, de *Pelargonium sp*, de *Foeniculum vulgare*, et de *Melia azedarach*.

Jours	<i>Laurus nobilis</i>					<i>Pelargonium sp</i>					<i>Foeniculum vulgare</i>					<i>Melia azedarach</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1
J1	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J2	0	0	3.33	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	3.33
J3	0	0	3.33	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	3.33	3.33
J4	0	0	6.66	3.33	0	0	0	6.66	0	0	0	0	0	0	3.33	3.33	0	0	3.33	3.33
J5	0	3.33	6.66	3.33	0	0	0	6.66	0	0	0	0	0	3.33	3.33	3.33	0	0	3.33	3.33

**Annexe 15.** -Moyennes de mortalités cumulées durant 5 jours en % des adultes de *T. castaneum* traités par les extraits de *Laurus nobilis*, de *Citrus aurantifolia* à feuilles jeunes et à feuilles âgées, de *Pelargonium sp*, d'*Eucalyptus globulus*, de *Foeniculum vulgare*, et de *Mélia azedarach*

Jours	<i>Laurus nobilis</i>					<i>Citrus limon Jeunes feuilles</i>					<i>Citrus limon feuilles âgées</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4
J1	0	0	3.33	0	0	0	10	3.33	0	0	0	6.66	10	13.33	13.33
J2	0	0	3.33	0	0	0	16.66	6.66	0	0	0	10	10	16.66	16.66
J3	0	0	3.33	0	0	0	16.66	13.33	0	3.33	0	16.66	10	20	16.66
J4	0	0	6.66	3.33	0	0	20	16.66	0	3.33	0	16.66	10	20	16.66
J5	0	3.33	6.66	3.33	0	0	20	16.66	0	3.33	0	20	20	23.33	16.66

**Annexe 15.** -Moyennes de mortalités cumulées durant 5 jours en % des adultes de *T. castaneum* traités par les extraits de *Laurus nobilis*, de *Citrus aurantifolia* à feuilles jeunes et à feuilles âgées, de *Pelargonium sp*, d'*Eucalyptus globulus*, de *Foeniculum vulgare*, et de *Melia azedarach*.

Jours	<i>Pelargonium sp</i>					<i>Foeniculum vulgare</i>					<i>Eucalyptus globulus</i>					<i>Melia azedarach</i>				
	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	T	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0
J2	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	3.33	0	0	0
J3	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	3.33	0	0	3.33
J4	0	0	6.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	3.33	3.33	0	3.33
J5	0	0	6.66	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	3.33	0	0	3.33	3.33	0	3.33

**Annexe 16.** -Moyenne de mortalités cumulées journalières en %, des adultes de *T.castaneum*, traités par inhalation aux huiles essentielles de *Mentha pulegium*.

<i>Mentha pulegium</i>					
	<b>T</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>
<b>J1</b>	0	0	0	0	0
<b>J2</b>	0	0	3,33	6,66	20
<b>J3</b>	0	13,33	26,66	60	86,66
<b>J4</b>	0	43,33	76,66	90	100

**Annexe 17.** -Moyenne de mortalités cumulées en % des adultes de *Tribolium castaneum* traités par contact, par ingestion et par inhalation aux huiles essentielles de feuilles fraîches et sèches de *Mentha rotundifolia*.

<i>Cucurbita sp</i>																
		<i>Traitement par contact</i>					<i>Traitement par ingestion</i>					<i>Traitement par inhalation</i>				
M. mortalité Jours		<b>T</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>T</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>T</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>
	<b>J1</b>		0	0	0	0	3,33	0	0	0	0	3,33	0	0	0	0
<b>J2</b>		0	0	0	0	3,33	0	0	0	3,33	3,33	0	0	0	0	3,33
<b>J3</b>		0	0	0	3,33	6,66	0	3,33	0	3,33	3,33	0	3,33	0	0	3,33
<b>J4</b>		0	0	0	3,33	6,66	0	3,33	0	3,33	3,33	0	3,33	0	0	3,33
<b>J5</b>		0	0	3,33	6,66	6,66	0	6,66	0	3,33	6,66	0	3,33	0	0	3,33

## Annexes

---

### Annexe18. - Transformation des pourcentages en probit (Bliss in Cavelier, 1976).

%	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	4,48	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	5,00	5,03	5,05	5,08	5,1	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
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	0.10.1	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

## Activité biologique de quelques plantes cultivées et spontanées à effet insecticide sur les insectes du blé en post récolte

### Résumé

En raison des pertes importantes qu'engendrent les insectes nuisibles au niveau des denrées stockées et en raison des problèmes environnementaux et de santé, en relation avec l'utilisation des pesticides synthétiques qui sont alarmants, l'application des extraits végétaux constitue notre préoccupation scientifique majeure.

L'étude de l'activité biologique des plantes à effet insecticide sur les ravageurs du blé stocké a nécessité une étude au préalable d'un inventaire des insectes dans deux endroits de stockage de blé à la CCLS de Khemis Miliana et à la CCLS de Ténès. L'étude a permis de recenser six (06) espèces d'insectes dans chaque site, représentées essentiellement par des Coléoptères. *Tribolium castaneum* et *Sitophilus granarius*, considérées comme étant les plus fréquentes, ont subi des tests de toxicité à partir des extraits aqueux et des huiles essentielles de plusieurs plantes cultivées et de plantes spontanées, au nombre de 32 espèces.

Des traitements d'ingestion, de contact et d'inhalation ont été appliqués sur les individus adultes des deux espèces choisies.

La toxicité des plantes est évaluée par les mortalités observées, le calcul des DL<sub>50</sub>, des DL<sub>90</sub>, et des TL<sub>50</sub> et des TL<sub>90</sub>.

Les plantes ayant un grand pouvoir insecticide sont composées essentiellement de *Rosmarinus officinalis* et d'*Eucalyptus globulus* grâce à leurs huiles essentielles. Des mortalités de 100 % ont été enregistrées en un temps très court, 12 heures seulement pour le romarin et 72 heures pour l'eucalyptus globuleux avec des DL<sub>50</sub> respectives de 11,67 µl et de 57,02 µl. L'activité insecticide avec des extraits aqueux a montré que les Liliaceae, *Allium cepa* et *Allium sativum* et les Rutaceae, *Citrus reticulata*, *Citrus aurantium* et *Citrus sinensis*, sont les plus toxiques par action de contact. Par ingestion, ce sont presque les mêmes plantes qui se sont montrées les plus toxiques à savoir le romarin, l'oranger, le mandarinier et l'ail. Par inhalation, les huiles essentielles qui ont donné la meilleure activité insecticide sont *Mentha pulegium*, *Mentha rotundifolia*, *Thymus vulgaris* et *Lavandula stoechas*. A l'aide des extraits aqueux, parmi les plantes spontanées, *Marrubium vulgare* est la meilleure plante qui a montré une bonne activité insecticide par contact contre *T. castaneum*.

**Mots clés :** Blé - stockage-Inventaire - *Tribolium castaneum* - *Sitophilus granarius* - Pertes - Toxicité – Extraits aqueux – Huile essentielle – Plante spontanée – Plante cultivée.

## **Biological activity of some crop plants and spontaneous for insecticidal purpose on the insects of wheat in post harvest**

### **Abstract**

The study of biological activity of the plants for insecticidal purpose on the insects required a first study of an inventory of the insects in two places of storage of wheat, to the CCLS of Khemis Miliana and to the CCLS of Ténès. The study listed six (06) species of insect in each site, composed primarily of the Coleopters. *Tribolium castaneum* L. and *Sitophilus granaries* L., considered most frequent, underwent tests of toxicity starting from the aqueous extracts and essential oils several crop plants and spontaneous plants, 32 species. Treatments of ingestion, contact and inhalation were applied to the individuals of the two selected species.

The toxicity of the plants is evaluated by the mortalities observed, the calculation of the DL50 and DL90 and TL50 and TL90.

The plants having a great insecticidal power are primarily made up of *Rosmarinus officinalis* and Eucalyptus globules thanks to their essential oils. Mortalities of 100 % were recorded in a very short time, 12 hours only for Rosemary and 72 hours for the globulous eucalyptus with respective DL50 of 11,67 µl and 57,02 µl. Activity insecticidal with aqueous extracts showed that Liliaceae, *Allium cepa* and *Allium sativum* and Rutaceae, *Citrus reticulata*, *Citrus aurantium* and *Citrus sinensis*, are most toxic by action of contact. By ingestion, in fact almost the same plants appeared most toxic with knowing rosemary, the orange tree, the mandarin tree and garlic. By inhalation, essential oils which gave the best insecticidal activity are *Mentha pulegium*, *Mentha rotundifolia*, *Thymus vulgaris* and *Lavandula stoechas*. Using the aqueous extracts, among the spontaneous plants, *Marrubium vulgare* is the best plant which showed a good insecticidal activity by contact against *T. castaneum* .

**Key word:** Wheat - storage – Inventory – *Tribolium castaneum* – *Sitophilus granaries* – Losses – Toxicity – Aqueous extracts – Oil essential – Spontaneous plants – Crop plant

## النشاط البيولوجي لبعض النباتات المزروعة و البرية و فعاليتها على حشرات مخازن القمح

### ملخص

بسبب الخسائر الكبيرة التي تسببها الآفات في المنتجات المخزنة وبسبب المشاكل البيئية والصحية في استخدام المبيدات الاصطناعية فهي مثيرة للقلق. الاستعمال للمستخلصات النباتية كحل بديل لمكافحة الحشرات الضارة للمخازن يعتبر انشغالنا الرئيسي العلمي التجريبي . دراسة النشاط البيولوجي للنباتات و تأثيرها على آفات القمح المخزنة تتطلب دراسة مسبقة من جرد الحشرات في مكانين تخزين القمح في CCLS خميس مليانة و CCLS تنس . وقد حددت الدراسة ستة أنواع (06) من الحشرات في كل موقع، ممثلة أساسا من *Tribolium castaneum* و *Sitophilus granarius*. الاستعمال المفرط و الخطير للمبيدات المصنعة لحماية الحبوب المخزنة ضد الحشرات الضارة يتطلب ايجاد حل يحافظ على البيئة و الصحة العمومية. من بين هذه الحلول استعمال المبيدات السهلة التحلل ذات اصل نباتي . انشغالنا العلمية تعتمد على اعداد مستخلصات من الاجزاء الهوائية للنباتات المزروعة و البرية و تحديد النشاط الحيوي على حشرة *Tribolium castaneum* افة القمح ما بعد الحصاد و تحديد الجرعات و الاوقات القاتلة التي تقتل 50% و 90% من الافراد المعالجة .

اظهرت النتائج ان فعالية المستخلصات تختلف من نبات الى اخر و حسب طريقة الاستخلاص. النتائج اثبتت ان زيوت *Rosmarinus officinalis* و *Eucalyptus globulus* اكثر فعالية على الحشرة عن طريق الاستنشاق. عدد الوفيات وصلت الى 100% في زمن قصير، 12 ساعة للاكليل و 72 ساعة للكليتوس. التركيز القاتل DL50 هو بمقدار 11.67 µl و 57.02 µl على التوالي للنبتين . المستخلصات المائية اثبتت ايضا فعالية *Liliaceae* المتكونة من الثوم و البصل و *Rutaceae* المتكونة من اشجار *Citrus sinensis* ، *Citrus reticulata* و *Citrus aurantium* انها اكثر فعالية و سمية عن طريق الاحتكاك. عن طريق الهضم ، هي نفس النباتات تقريبا الاكثر فعالية من بينها الاكليل، شجرة البرتقال، اليوسوفي و الثوم . عن طريق الاستنشاق. الزيوت الاكثر فعالية هي *Thymus vulgaris*-*Mentha rotundifolia* -*Mentha pulegium*. بواسطة المستخلصات المائية نركز ايضا على *Marrubium vulgare* الذي هو اكثر فعالية بواسطة الاحتكاك.

**الكلمات المفتاحية:** القمح - تخزين- خسائر - سمية - مستخلص مائي - زيوت اساسية - نباتات برية - نباتات مزروعة جرد  
-*Tribolium castaneum* - *Sitophilus granarius*

**INSECTICIDE ACTIVITY OF TWO SPONTANEOUS VEGETABLE SPECIES  
*ROSMARINUS OFFICINALIS* (L.1753) AND *SALVIA OFFICINALIS* (L.1753) ON  
*SITOPHILUS GRANARIUS* (L.1758) (COLEOPTERA – CURCULIONIDAE)**

**KARAHACANE TAHAR, MOKABLI AISSA & DJEZZAR MILIANI**

Research Laboratory "Water, Rock, Plant", University of Khemis Miliana, Théniet, Algeria

**ABSTRACT**

Insecticide power of fresh leaves vegetable extracts from *Rosmarinus officinalis* (L) and of *Salvia officinalis* (L), harvested in region of Ain Defla (Algeria), is evaluated by application of 4 doses on adults of *Sitophilus granarius*. Experience has been performed at temperature of 30°C and with humidity of 70 ± 5%. As for vegetable extracts, they have been obtained by method of Pasquier and Gerbiot (1945). Level of mortality induced by both vegetable extracts is not significantly different in *Sitophilus granarius*. Maximal mortalities are of 63.33±5.77 with *R. officinalis* and of 50 ± 10 with *S. officinalis*. Their respective LD<sub>50</sub> are of 86.31% and of 103.88% from stock solutions.

**KEYWORDS:** Aqueous Plant Extract, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Sitophilus granarius*, Toxicity, LD<sub>50</sub>

**INTRODUCTION**

Because of losses caused by insect pests on wheat in post-harvesting, which are of order of 690 million tonnes through the world and 30 million tonnes in North Africa (Kellou, 2008), and environmental issues and health problems resulting of synthetic pesticides use, application of vegetable extracts turn out as being a substitution solution. Yes according to Petit (2006) and Azeffak *et al.*, (2003), use of vegetable extracts allowed indicating a considerable reduction of harmful fauna and a high mortality rate of seed-eating larvae. Within this context, our work is to highlight insecticidal effect of two spontaneous plants, the rosemary *Rosmarinus officinalis* (L) and sage *Salvia officinalis* (L), on insect *Sitophilus granarius* (L) considered as the most frequent in wheat stocks in Algeria situated in region of Khemis Miliana and region of Tésés during year 2004 (Karahacane *et al.*, 2004). Insecticidal effect of these two plants because of their availability is evaluated by toxicity tests by ingestion on non-target adults of *Sitophilus granarius*.

**MATERIAL AND METHODS**

**Harvesting and Preparation of Vegetable Material**

Vegetable material is composed of two vegetable species belonging to Lamiaceae family, *Rosmarinus officinalis* (L) and *Salvia officinalis*. They have been harvested in May of 2012 year in region of Khemis Miliana (wilaya of Ain Defla – Algeria).

**Preparation of Vegetable Extracts**

Aqueous extracts of vegetable are obtained by heating of 0.7 litres of distillate water containing 50 grams of fresh leaves. Once ebullition reached, solution is filtered, which is the juice n°1. The pomace remaining of n°1 is poured at its turn in another container containing 0.3 litres of distillate water and macerate during 30 minutes with shaking, which will

give, after filtration, juice n°2. This last one, mixed with juice n°1 will give final extract that constitutes stock solution (Pasquier and Gerbino, 1945).

#### Breeding of *Sitophilus Gramarius*

*Sitophilus granarius* belongs to Curculionidae family and of order of Coleoptera. Individuals used in treatment are coming from a mass breeding, realised in glass jars containing wheat grains slightly crushed and controlled under temperature of about  $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$  and a relative humidity near  $70 \pm 5\%$  (Benazzedine, 2010).

#### Doses and Treatments

Insecticides treatments by aqueous extracts ingestion of *R. officinalis* and of *S. officinalis* have been realized in glass jars of 0.5 litres capacity. On the base of preliminary tests 4 doses have been selected and have been applied on grains distributed to *Sitophilus granarius*. Each treated lot is constituted of 10 individuals *S. granarius*. Tests have been repeated 3 times for each dose.

Dose 0: It represents sterile distillate water applied on witness lots.

Dose 1 (100%): It represents the stock solution.

Dose 2 (85%): 17 ml of stock solution in a test tube + 3 ml of distillate water.

Dose 3 (70%): 14 ml of stock solution in a test tube + 6 ml of distillate water.

Dose 4 (55%): 11 ml of stock solution in a test tube + 9ml of distillate water.

Individuals intended for experimentation are submitted to diet of 48 hours before treatments. Observation times of retained mortalities are 24 hours (Day 1), 48 hours (Day 2), 72 hours (Day 3), 96 hours (Day 4) and 120 hours (Day 5). Experimentation has been performed in the same conditions as breeding in mass.

#### Determination of $LD_{50}$ and $LT_{50}$

Before making calculation of  $LD_{50}$  (Killing dose that kills the half " $LD_{50}$ ") and  $LT_{50}$  (Time where there is mortality of the half " $LT_{50}$ " of the treated population), mortality is corrected according with the one observed in witnesses according to Formula of Abbot (1925)

$$Mc = (M2-M1) 100 / (100-M1).$$

M1: percentage of mortality in witness

M2: percentage of mortality in treated blocks

Mc: Percentage of corrected mortality.

To evaluate  $LD_{50}$  and  $LT_{50}$  we use processing of percentages of corrected mortalities in probit and of processing in decimal logarithms of doses and times (Bliss, 1934).

These mathematic transformations are going to allow us determining the regression lines of type:  $Y = ax + b$ . From this equation,  $LD_{50}$  and  $LT_{50}$  are determined.

$$Y = \text{Probit of corrected mortality}$$

X = logarithms of the dose and of the time.

### Treatment and Data

Tests of configured hypothesis or non configured have been applied to validate results of mortality induced by both plants. Two soft ware have been used in statistic calculation and elaboration of regression lines. It is about Excel stat version 2009 and R (R Development CoreTeam 2010).

### RESULTS

Vegetable extracts of *R. officinalis* and of *S. Officinalis* have provoked mortality in *S. granarius* (Tab.1). If we compare variability of induced mortalities by the two vegetable extracts (Tab 1 and figure 1a, 1b), we note that there is no significant difference (t. test,  $p= 0.304$ ).

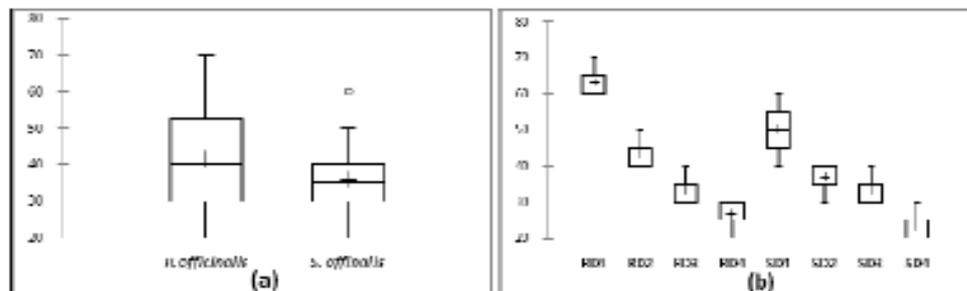


Figure 1: Variability of Mortality Induced by the 2 Vegetable Extracts (a) and by the 4 Doses (b) of Extracts of *R. officinalis* and of *S. officinalis*. R1, R2 and R3: Repetitions, A: Average

Table 1: Mortality Induced by the 4 Extract Doses of *R. officinalis* and of *S. officinalis*

Dose/ Repetitions	<i>Rosmarinus officinalis</i>				<i>Salvia officinalis</i>			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	M	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	M
D0	0	0	0	0	0	0	0	0
D1	60	70	60	63.33±5.77	50	60	40	50.00±10
D2	40	40	50	43.33±5.77	40	40	30	36.66±5.77
D3	30	30	40	33.33±5.77	30	30	40	33.33±5.77
D4	30	30	20	26.66±5.77	20	30	20	23.33±5.77

However, comparison of mortalities levels induced by the 4 doses of each both vegetable extracts has allowed to note existence of significant difference between doses (kruskal test,  $p= 0.009$ ).

The post-hoc test allowed to identify that maximal mortalities are induced by dose D1 of 2 vegetable extracts 63.33±5.77 for *R. officinalis* and 50±10 for *S. officinalis*, when minimal mortalities are obtained with dose D4 of 2 vegetable extracts 26.66±5.77 with *R. officinalis* and 23.33±5.77 with *S. Officinalis*. In witnesses treated with distillate water (D0) no mortality has been observed.

### Lethal Doses (LD<sub>50</sub>)

On the basis of mortalities probits cumulated at the 5<sup>th</sup> observation day and logarithms of vegetables extracts doses applied (Tab 2), regression lines have been drawn (Figure 2a and 2b) and allowed to define lethal doses of 50% (LD<sub>50</sub>) of *S. granarius* population.

Table 2: Probits of Average Mortalities Cumulated at 5<sup>th</sup> Day in *S. granarius* and Decimal Logarithms of Extract Doses of *R. officinalis* and *S. officinalis*. AM: Average of Mortalities

Dose Repetitions	<i>Rosmarinus officinalis</i>			<i>Selvia officinalis</i>		
	AM in % (M)	Probits	Log Doses	AM in % (M)	Probits	Log Doses
D0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
D1	63.33	5.34	2	50.00	5.00	2
D2	43.33	4.83	1.92	36.66	4.66	1.92
D3	33.33	4.57	1.84	33.33	4.57	1.84
D4	26.66	4.38	1.74	23.33	4.27	1.74

On the basis of drawn equations from regression lines (Figure 2a and 2b), we have:

For *R. officinalis*;  $Y=3.6011x-1.972$ . The  $LD_{50}$ = 86.31% of the stock solution.

For *S. officinalis*;  $Y=2.6496x-0.343$ . The  $LD_{50}$ = 103.88% of the stock solution.



Figure 2: Regression Lines (Probits and Doses Log) of *R. officinalis* (a) and of *S. officinalis* (b)

#### Lethal Time $LT_{50}$

The  $LT_{50}$  are solely calculated for doses D1 of the two vegetable extracts because of their reconciliation of  $LD_{50}$  results obtained from regression lines. These doses D1 are constituted of 100% of stock solution and have induced a maximal mortality in *S. granarius*.

Table 3: Probits of Average Cumulated Mortalities Induced By Dose D1 of Extract of *R. officinalis* and of *S. officinalis* on *S. granarius* and Decimal Logarithms of Observation Times AM: Average of Mortalities

Days	<i>R. Officinalis</i>			<i>S. Officinalis</i>		
	AM in % (M)	Probits	Log Time	AM in % (M)	Probits	Log Time
J1	13.33=5.77	3.88	0	0=00	-	0
J2	16.67=5.77	4.05	0.3	20=10	4.16	0.3
J3	43.33=5.77	4.83	0.47	36.66=5.77	4.65	0.47
J4	50=00	5	0.6	40=10	4.75	0.6
J5	63.33=5.77	5.34	0.69	50=10	5	0.69

On the basis of average mortalities cumulated during 5 observation days (Tab 3), regression lines (Figure 3a and 3b) allowed to draw the following equations:

For *R. officinalis*;  $Y=2.1875x+3.7187$ . The  $LT_{50}$ = 3.85 days

For *S. officinalis*;  $Y=2.0337x+3.5927$ . The  $LT_{50}$ = 4.92 days

Impact Factor (JCC): 4.3594

Index Copernicus Value (ICV): 3.0

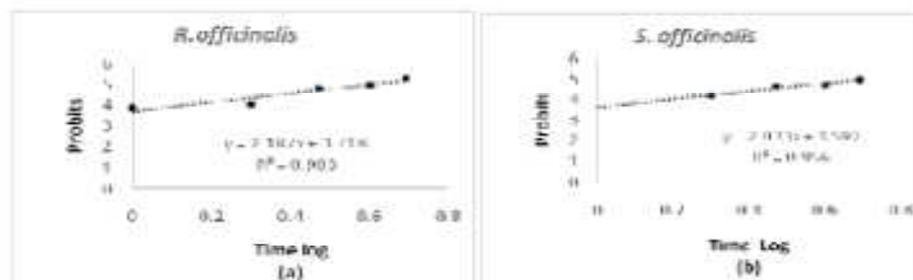


Figure 3: Regression Lines (Probits and Time Log) of *R. officinalis* (a) and of *S. Officinalis* (b)

## DISCUSSIONS

Results of treatment by ingestion on adult's individuals of *S. Granarius* give progressive mortalities according to doses and times of exposition. Maximal average mortalities are 63.33% for *R. officinalis* and 50% for *S. officinalis* with respective LD<sub>50</sub> of 86.31% and 103.88% of rough solutions.

Numerous authors studied insecticide effectiveness of *Salvia* genus particularly *S. officinalis* and *R. officinalis* on *S. granarius* and *Stenopirius oryzae*.

Evaluated toxicities were especially about treatment by fumigation, by contact and by repulsive effect and rarely by ingestion.

Shayya *et al.* (1991) has evaluated toxicity of essential oil of *S. officinalis* by fumigation on *S. Oryzae*. The mortality reached 100% with dose of 15 µl/l.

Kotou *et al.* (2007) has tested insecticide power of *S. hydrangea* on adults of *S. granarius*. Mortalities increase also with exposition duration and reach a rate of 68.3% with dose of *S. hydrangea* on adults of *S. Granarius* after 9th of exposition to essential oil. Camphor, main element of essential oil, would be the most toxic against *S. Granarius* (Obeng-Ofori *et al.*, 1998; Erler, 2005; Kordali *et al.*, 2006). This same compound (Camphor) followed of *l. thujone* and of 1, 8-le cineole possess an important potential insecticide (Lamari *et al.*, 2014).

These results are going on the same direction of those ones obtained by Lee *et al.* (2001), who has used essential oils of several plants on *S. oryzae*. Among those plants, *R. officinalis* is showing to be the most toxic with LD<sub>50</sub> of 30.5 µl/l of air. According to this same author, toxic element of this plant would be 1, 8 of cineol.

Treatments by fumigation of *R. Officinalis*-based, have been performed on *S. oryzae* (Rozman *et al.*, 2006) revealed an insecticide activity which caused a mortality of 100% of treated population after 24h of exposition to a low dose of 0.1 µl/720 ml. According to the same authors, bornéol and thymol are responsible of this strong mortality.

Another specie *Salvia lavqbilis* Bent, studied by Hashemi *et al.* (2013) with help of treatment by contact and by fumigation, has given considered mortalities. They are of order of 82% after 9 hours of exposition to reach 100% along 24 hours with respective doses 4.72 mg/cm<sup>2</sup> and 4.80 mg/cm<sup>2</sup>.

Nerio *et al.* (2009), studied repulsive effect of *R. officinalis* with 6 other aromatic species coming from Colombia on adults of *Stenopirius zeamais*. Repulsive effect evaluated in % is of 12% with dose of 0.063 µl/cm<sup>2</sup> and of 67% at the dose of 0.503 µl/cm<sup>2</sup>.

Other results have been found by Zoubiri and Bazhouamer (2001), where mortalities caused by essential oil of *R. officinalis* after treatment by fumigation on *R. officinalis* adults recorded 50% with dose of 5 µl/l after 120 hours of fumigation and of 100% with dose of 500 µl/l after 24 hours of exposition.

Popovic *et al.* (2014) evaluated insecticide efficacy of *S. officinalis* by contact and by repulsive effect on adult of *S. oryzae*. However, only solutions that are the most concentrated in essential oils (2%) have caused a significant mortality comparatively to less concentrated solutions (0.05 and 0.5%).

That is right, in our experience, we have not identified active principles, but which is more interesting these are lethal times (LT<sub>50</sub>) obtained with stock solutions (D1) which are of 3.85 days for *R. officinalis* and of 4.92 days of *S. officinalis* and shows a good insecticide activity of both plants used in raw state.

## CONCLUSIONS

At the end of our study, we can say that extracts of the 2 plants used *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* had shown an interesting insecticide effect by ingestion and insect *Sitophilus granarius* showed to be sensible to extracts of both plants.

Lethal times (LT<sub>50</sub>) of 3.85 days for *R. officinalis* and of 4.92 days for *S. officinalis* confirm results of previous studies performed by several authors and let believe in the future application of their extracts as a solution to replace insecticides with strong persistence and with harmful effect to environment and to human health.

## REFERENCES

1. Abbot, W.S. (1925). A methode for computing the effectiveness of an insecticide. Jour. Econ. Entomol. 18, 265-267
2. Taponjona, L.A., Adler, C., Bouda, H., and Foutem, D.A. (2003). Bioefficacit  des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna*   l'egard de la Bruche du ni be, *Callosobruchus maculatus* Fab (Coleoptera : Bruchidae). Cahiers Agricultures, 12,6, 401-403
3. Benzzedine, S. (2010). Activité insecticide de 5 huiles essentielles vis   vis de *S. oryzae* (Coleoptera-Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera-Tenebrionidae). Th. Ing. Etat. Sci. agrono. I.N.A. El-Harrach, 89
4. Bliss, C.I. (1934). The Method of Probits. Science, 79, 38-39
5. Erler, F. (2005). Fumigant activity of six monoterpenoids from aromatic plants in Turkey against the stored-product pests confused flour beetle, *Tribolium confusum*, and Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella*. Journal of plant Diseases and protection, 112, 6, 602-611
6. Hashemi, S.M., Hosseini, B., and Estaji, A. (2013). Chemical composition and insecticidal properties of the essential oil of *Salvia leucipolia* Benth (Lamiaceae) at two Development stages. Journal of essential oil Bearing plants, 16, 6, 806-816
7. Karrahacane, T., Nacef, F. and Hadj Sadok, Y. (2004). Contribution   l'inventaire des Insectes et estimation des pertes du blé stocké en régions semi-aride (CCLS de Khemis Miliana) et humide (CCLS de Ténès). Th. Ing. Agro. (unpublished), Cent. Univ. Khemis-Miliana, 84

8. Kellou, R. (2008). Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales Goupe. Coopératif Occitan et aidecoop. Th. Mast. C.I.H.E.A.M., I.A.M., Montpellier, France, 47-48.
9. Kordali, S., Aslan, I., Calmanur, O., and Cakir, A. (2006). Toxicity of essential oil isolated from three *Artemisia* species and some of their components to granary weevil, *Strophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Ind. Crop Product*, 23, 162-170.
10. Kotan, F., Kordali, S., Cakir, A., Kesdek, M., Kaya, Y. and Kilic, H. (2007). Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hyabragea* DC. *Ev Benth. Jour. Bioch Syst. and Ecology*, 36, 360-368.
11. Lamari, A., Teyen, H., Bencheikh, H., Douki, W. and Neffati, M. (2014). Chemical composition and insecticidal activity of essential oil of *Salvia Officinalis* (L.) cultivated in Tunisia. *Journal of essential oil Bearing Plants*, 17, 3, 506-512.
12. Lee, B., Choi, W., Lee, S., and Park, B. (2001). Fumigants toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Strophilus oryzae* (L.). *Jour Crop. Protec.*, 20, 317-320.
13. Obeng-Ofori, D., Reichmuth, CH, Bekela, AJ, and Hassanali, A. (1998). Toxicity and protectant of camphor, a major component of essential oil of *Ocimum tilimanifharicum*, against four stored product beetles. *Inter. Jour of Pest Management*, 44, 4, 203-209.
14. Pasquier, P. and Gerbinot, B. (1945). Utilisation du Melia pour la protection des cultures contre les ailés de la sauterelle pellerine. *Bul. Sem. Off. Anti-acri.*, 2, 17-22.
15. Petit, J. (2006). Study of an Alb-type autotoxinic albumin, isolated from garden pea, in rice: Application against *Strophilus oryzae*. Th. Doct. Pub. C.I.R.A.D., 182.
16. Popovic, Z., Kostic, M., Popovic, S., and Skoric, S. (2014). Bioactivities of essential oils from Basil and Sage to *Strophilus oryzae* L.. *Journal of Biotechnological Equipment*, 20, 1, 36-40.
17. Rozman, V., Klinovic, I., and Korunic, Z. (2006). Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. *Jour.Store. Produc. Resea.*, 43, 349-355.
18. Shaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U., and Pissarev, V. (1991). Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *Journal of chemical Ecology*, 17, 3, 499-504.
19. Zoubiri, S., and Baalhouamer, A. (2001). Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. *Jour. Food. Chemistry*, 129, 179-182.