

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRE et BIOLOGIQUE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

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

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'EFFET INSECTICIDE DE
L'HUILE ESSENTIELLE ET L'EXTRAIT AQUEUX DE THYM (*THYMUS
CAPITATUS*) SUR *Rhyzopertha dominica* ET *Tribolium castaneum***

Présenté par

FEKIR Salim
HAMZI Mohammed

Devant le jury composé de :

Mme NEBIH.D	M AA	USDB	Président de jury
Mme GENDAUZ.B	Pr	USDB	Promotrice
Mme RAMDANE.K	MAB	USDB	Co-promotrice
Mme ALLAL.L	MCA	USDB	Examinatrice
Mme AMADE.	M A B	USDB	Examinatrice

REMERCEMENTS

Au terme de ce modeste travail, nous à remercier en premier lieu le bon Dieu de nous avoir guidé sur le droit chemin de la volonté et de courage qu'il nous a attribué.

Nos remerciements s'adressent à ma dame GUENDOUZ-BENRYMA ATIKA pour nous avoir encadré durant la réalisation de notre PFE, pour ces précieux conseils, son dévouement, sa patience, sa générosité et sa disponibilité à tout moment.

Nous remercions également :

Notre Co-promoteur M^{me} RAMDANE de nous avoir aidé et conseillé sans relâche au long de ce travail.

Mme NEBIHE qui a bien voulu accepter de présider notre jury.

M^{me} AMMADE et M^{me} ALLAL pour avoir bien voulu faire parti de jury et examiner ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous les enseignants de notre institut surtout de la spécialité zoologie.

Un très grand merci à tous qui a participé de pré ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail.

Enfin, ce travail n'aurait pas été mené au terme sans les concessions et les encouragements de nos chères parents que Dieu nous les protège et notre agréable promotrice auxquels je dis tout simplement merci.

JE DEDIE CE MODESTE TRAVAIL :

- **A mes très chers parents la lumière de ma vie, pour leur tendresse, leurs encouragements et leurs sacrifices, pour l'espoir qu'ils ont semé en moi, qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance**
- **A mes chers sœurs : HASSINA, YASMINA, NAIMA, WARDA et HADIA.**
- **A mes beaux frères : SIDALI et YOUCEF.**
- **A mes nièces : MAROUA, DOUAA, NESSRIN et AMEL.**
- **A ma chère tante FATIMA et toute la famille DJAMAI et CHABLAOUI.**
- **A mes oncles : LHAMZI, MOHAMED et AHMED.**
- **A ma tante : MERIEM et toute sa famille.**
- **A toutes les familles : HAMZI, ALIA, TOUIFER, FEKIR et FERTOUL.**
- **A mon très cher frère KADIROU et toute la famille TAIBI.**
- **A ma 2^e aime mère madame « GUENDOUZ –BENRIMA ATIKA » qui était avec nous tous au long de notre projet de fin d'études**
- **A mes binômes : SALIM et FAROUK.**
- **A tout les enseignants de l'agronomie surtout de la spécialité ZOOLOGIE.**
- **A tous les techniciens des laboratoires de département d'agronomie AMINA, DJAMILA, GHANIA, WAHIBA, SAMIA et Mr SAID.**
- **A mes amis :ALI JEDA,BOUZIANI ABDENNOUR,OUCHRIF MHAMED, BOUMAALI MED,ALOUCHE NACER ,REDA ,ELHADI,RIADH,SIDAHMED SADOU,OMAR TIARTI,ADEL,RAYAN,OSSAMA,NACER,ZAHRAOUI,ARABI,BENZOHRA,Y ADOU AMIN,KRILOUF MED,SOHAIB,SAMIR,MOH DZAYER, ,BOUGHADOU, HALIM,OUATI,KARIM,AMER,BERBARA,BOUAM,ADOUM,KAMEL,HOURLIA ,SIHAM,AICHA,AHLEM,NESSRIN,LEILA,KARIMA,FATIMA,AFAF,NAWEL, KHAWLA, ,BELAID,ADDA NACER, MAHI,SOUMIA,KHADIDJA,WISSAM,HICHEM MOUSSI,ZMIT HAKIM,ABD ESSAMED,KAMEL SAID,MAHREZ CHOKRI CHAOUI,YOUNES,MAOUCHI,KAMEL NAHOUL,FARID BOUSTILA, YOUCEF KHANCHACH ,OUATI,KAMEL SAROUKH,BEDRO,BELAOUCHA,BEDRAN,AISSA BEN KARDACH,ABDO BOULAHIA,BAGHDIR ,YAHOUI.YASSER Bébé, MADJID et HICHEM de cafeteria "DAH" .**
- **A toute la promotion de MASTER 2010/2011 surtout spécialité ZOOLOGIE.**
- **A toute la promotion de magistère surtout RAFIK BARDJA.**
- **A Mr RIADH chef de centre de calcul, Mr KAMEL responsable de bibliothèque, Mr MAHJoubi DJLALI ET Mr MOHAMED de la photocopie**
- **A mes amis d'ADRAR : AZOUG AEK, HALIM, HAMID et SIDAMER AHMED et Mr BOURAHLA.**
- **A tous les étudiants de l'agronomie**
- **A toute l'équipe de l'administration surtout les secrétaires KAHINA, HAMIDA, NABILA et MALIKA.**
- **A AMI SLIMAN et AMI DJAAFAR.**

- **A tous mes amis de Beni-Tamou et ZAOUIA.**
- **A toute l'équipe de DSA de Médéa surtout l'inspection phytosanitaire.**
- **A tous qui m'a connu de pré ou de loin.**
- **Et enfin à moi-même.**

HAMZI. MED.

DEDICACE

JE dédie ce modeste travail :

A la mémoire de ma très chère regretté : ma mère

A mon père : pour son encouragement ; son aide moral et financier durant ma formation ; à qui je dois tout mon respect

A mes chères sœurs : Saida ; wahiba.

A mon cher frère : Halim

A mes très chères nièces : Nihad, Abir ,Amina ,Mohamed

A mes oncles : Mahfoud ; Mohamed ; abdelaziz

A toute la famille : Fekir ; taibi ; kadahe

A tout mes collègues d'option phytopharmacie appliquer

A mes binômes : Hamzi ; Farouk

Nous ne pourrions oublier de remercier tous les enseignants du département des sciences agronomiques qui ont contribué à notre formation, ainsi que, tous les personnels précisant : la technicienne du laboratoire de zoophytologie YAMJNA,

Le technicien du laboratoire de pédologie SAJD. L'informaticien RYADH et le responsable de la bibliothèque KAMEL

A tout mes collègues aux niveaux de station expérimentales de JTAUV de BNJ-TAMOU

A mes sœurs et mes frères de promotion 2011-2011

Salim

Résumé

Les pesticides utilisés en agriculture apparaissent responsable d'une pollution de la plus part des biotopes, d'un appauvrissement de la biodiversité et de la raréfaction des eaux pures nécessaires à la vie humaine. Pour réduire les inconvénients qui incombent à ces produits chimiques, l'utilisation de Biopesticides d'origine végétale paraît une des solutions pour minimiser ces préjudices. A partir de cette situation redoutable on a aimé de mettre en place notre étude qui avait pour but d'évaluer l'effet insecticide de l'huile essentielle et l'extrait aqueux du Thym (*thymus capitatus*) sur deux ravageurs des denrées stockées (*capucin, tribolium*).

pour l'obtention d'une huile on a soumis la plante du thym a une Hydrodistillation par un hydraudistillateur et pour l'extrait aqueux on a suivi les étapes suivantes :

- Séchage à l'étuve (30°/ 24h)
- Broyage à l'aide d'un mortier.
- agitation pendant 72h.
- Filtration à l'aide d'un papier filtre.

Le protocole expérimental a basé sur deux modes de traitement pour les deux solutions mode de contact et d'inhalation sachant que chaque solution a été appliquée avec 3doses.

Le suivi des résultats a pris 8 jours afin de déterminer la DL50 et CL50.

Les analyses statistiques des résultats montrent clairement que les taux de mortalités enregistrées par l'huile essentielle ont été plus élevés que celles de l'extrait aqueux et ça pour les deux espèces. Mais concernant la résistance des deux espèces aux deux produits nous avons constaté que le capucin paraît plus sensible que tribolium.

Mots clé : Thym, huile essentielle, extrait aqueux, denrées stockées, contact, inhalation, dose létale, concentration létale.

المخلص

إن المبيدات الحشرية المستعملة في الزراعة هي المسؤولة عن اغلب تلوثات الوسط الحيوي و كذلك على اختلال التنوع البيئي وحتى المياه الضرورية لحياة الكائنات الحية و خاصة الإنسان.

وللتقليل من الآثار السلبية لهذه الأخيرة ارتأينا تعويضها بمبيدات عضوية ذات أساس نباتي و انطلاقا من الوضعية قمنا بوضع آلية علمية للقيام بدراسة الأثر المضاد للحشرات عن طريق استعمال الزيت المستخلصة من نبتة الزعتر وكذلك المستخلص الغروي لنفس النبتة على نوعين من الحشرات المهلكة للحشرات المهلكة للأطعمة المخزنة و هما:

CPUCIN و TRBOLIUM.

للحصول على الزيت المستخلصة أخضعنا نبتة الزعتر إلى عملية اماهة المقطرة باستعمال آلة مخبريه خاصة.

إما بالنسبة للمستخلص الغروي فقد قمنا باختيار المراحل الآتية:

-التجفيف لمدة 30 م/24س

-الترشيح بورق الترشيح

-استعملنا خلال دراستنا طريقتين للمعالجة: طريقة الملامسة و طريقة التبخير, مع العلم أن كل طريقة تعتمد على ثلاث جرعات.

للحصول على النتائج انتظرنا ثمانية أيام لاستنتاج نسبة الجرعة المميتة ل 50 % لكل نوع.

التحليل الإحصائية للنتائج بينت بوضوح أن نسبة الموت المسجلة باستعمال الزيت المستخلصة كانت عالية مقارنة مع المستخلص الغروي و هذا مع كلا النوعين. أما في ما يخص مقاومة النوعين للمحلولين فقد لاحظنا أن حشرة CPUCIN كانت جد حساسة مقارنة مع حشرة TRBOLIUM.

الكلمات المفتاحية: الزعتر, الزيت المستخلصة, المستخلص الغروي, الأطعمة المخزنة, الملامسة, التبخير, الجرعة المميتة, التركيز المميت.

Abstract

The pesticides used in agriculture appear responsible for a pollution of the most parts of the biotopes, of an impoverishment of biodiversity and the rarefaction of the pure waters necessary to the human life. To reduce the inconveniences that are incumbent upon these chemicals, the use of bio pesticides of plant origin decorated one of the solutions to minimize these prejudices. From this dangerous situation one liked to put our survey that had for goal to value the insecticide effect of the essential oil and the aqueous excerpt of the thyme (*thymus capitatus*) on two devastating of the commodities stocked (capuchin, *tribolium castanum*) for the obtaining of an oil in place one submitted the plant of the thyme has a hydrodistillation by a hydrodistilateur and for the aqueous excerpt one followed the following stages:

- Drying to the an oven (30°C/24h)
- grinding with the help of a mortar
- agitation during 72h
- filtration with a paper filters

The experimental protocol based on two fashions of treatment for the two solutions; fashion of contact and inhalation knowing that every solution has been applied with three doses.

The follow-up of the results took eight days in order to determine the DL50ET CL50.

The statistical analyses of the results clearly show that the rates of mortalities recorded by the essential oil have been raised more than those of the aqueous excerpt and that for the two species. But concerning the resistance of the two species to the two products, us before noted that the capuchin decorated more sensitive than the *tribolium*.

Words key: Thyme, essential oil, aqueous excerpt, stocked food, contact, inhalation, lethal dose, and lethal concentration.

Table de matière

Introduction générale	16
Partie 1 : données bibliographiques le blé	17
1-1- Importance du blé sur le plan économique	17
1.2- Caractères botaniques du blé	17
1.2.1- Définition	17
1-2-2- Morphologie	17
1-2-2-1- Appareil racinaire	17
1-2-2-2- Tiges et feuilles	18
1-2-2-3- L'EPI	18
1-2-2-4-Structure et morphologie du grain de blé	19
1-2-2-4-1- Les enveloppe	19
1-2-2-4-2- L'albumen	19
1-2-2-4-3Le germe	20
1-2-3-Composition biochimique du grain de blé	20
1-2-3-1- Matière sèche :	20
1-2-3-2-Matière minérale	20
1-2-3-3- Matière organique	21
1-2-3-4- Les glucides	21
1-2-3-5-Les lipides	21
1-2-3-6-Les protéines	21
1-2-3-7-Les enzymes	21
1-2-4- Stockage et conservation du blé	22
1-2-4-1- Stockage en gerbe	22
1-2-4-2-Stockage en épis	22
1-2-4-3-Stockage en grain en vrac	23
1-2-4-3-1-Le stockage en atmosphère renouvelée	25
1-2-4-3-2- Le stockage en anaérobiose	26
1-2-4-3-3- Le stockage sous atmosphère " confinée"	27
1-2-4-3-4- Le stockage sous atmosphère "modifiée"	27
1-2-5- Mécanismes de l'altération des grains	27
1-2-5-1-Causes de l'altération	27
1-2-5-1-1- Biologique	27

1-2-5-1-2- Microbiologique	27
1-2-5-1-3- Chimique ou biochimique	27
1-2-5-1-4- Mécanique	27
1-2-5-2- Facteurs d'altération	28
1.2.5.2.1- La durée de stockage	28
1-2-5-2-2-L'humidité du grain	28
1-2-5-2-3- La température du grain	29
1-2-2-4-Composition de l'atmosphère inter granulaire	31
1-2-6-Principaux insectes des Céréales Stockées	31
1-2-6-1-les coléoptères	31
1-2-6-2-Les lépidoptères	31
Parie 2 : présentation des espèces étudier	31
1- capucin des grains (<i>Rhyzopertha dominica</i>)	34
1-1-Systématique	34
1-2-Origine et répartition géographique	34
1-3- Habitat, régime alimentaire et dégâts	34
1-4-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte	35
1-4-1-L'œuf	35
1-4-2-La larve	35
1-4-3- adulte	35
1-5-Description du cycle biologique	36
2- <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	38
2-1-Position systématique	38
2-2-Caractères généraux de la famille des ténébrionidés	38
2-3-Etude du genre Tribolium	39
2-4-Origine et répartition géographique	39
2-5- Habitat, régime alimentaire et dégâts	40
2-6-Description des différents états du cycle biologique de l'insecte	40
2-6-1-L'œuf	40
2-6-2-La larve	40
2-6-3-La nymphe	41
2-6-4-L'imago	42
2-6-4-1-Description des adultes	42

2-6-4-2-Distinction Du sexe	43
2-7-Description du cycle biologique	43
Partie 3 : Données bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stocker	
1-LUTTE PREVENTIVE	
1-1-Les mesures d'hygiènes	45
1-2-la lutte durant L'entreposage	45
1-2-1- <i>Lutte</i> génétique	45
1-2-2-Lutte par piégeage	45
1-2-3-Lutte par dépistage	45
1-2-3-1- Dépistage ordinaire	45
1-2-3-2- Dépistage par infrarouge	46
1-2-3-3- Dépistage électroacoustique	46
1-2-3-4- Méthode immuno-enzymatique	46
2- LUTTE CURATIVE	46
2-1-Lutte physique	46
2-2-Lutte chimique	47
2-2-1-Les insecticides de contact	47
2-2-2-Les fumigants	47
2-3-la lutte biologique	47
2-4- L'utilisation des végétaux	47
Partie 4 :Données bibliographique sur les huiles essentielles et l'extrait aqueux	47
1-LES HUILES ESSENTIELLES	49
1-1- Historique	49
1-2- Définition	49
1-3- Localisation des huiles essentielles	49
1-4- Variabilité des huiles essentielles	49
1-4-1-D'origine intrinsèque	50
1-4-2-D'origine extrinsèque	50
4-3-D'origine technologique	50
1-5- Composition chimique des huiles essentielles	50
1-5-1- Les terpénoïdes	50

1-5-2- Les composés <i>Aromatiques</i>	50
1--6-Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles	51
1-7-Toxicité des huiles essentielles	51
1-8- Procédés d'extraction des huiles-essentiels	51
1-8-1- L'entraînement à la vapeur d'eau	51
1-8-2- Hydrodistillation	52
1-9- L'analyse chromatographique	52
10- Fonction des huiles essentielles	52
1-11- Intérêt et utilisation des huiles essentielles	52
2-l'extrait aqueux	53
2-1-Le pyrèthre	53
2-2-l'azadirachtine	54
chapitre2 : matériels et méthodes	55
1- Introduction	55
2-Objectifs	55
3-Conditions expérimentale	56
3-1-Matériel biologique	56
3- 1-1- Espèce entomologique	56
3-1- 2- L' espèce végétale	57
3-1-2-1 -Systématique de <i>Thymus capitatus</i>	57
3-1-2-2- Description botanique	58
3-1-2-3- Proprieties	58
3-1-2-4-Origine et distribution	58
3-1-2-5- Composition chimique de l'huile essentielle	58
3-2- Matériel de laboratoire	59
3-2-1- Matériel utilisé pour l'extraction des huiles essentielles	59
3-2-1-1- Appareillage	59
3-2-1-2- Méthodologie	59
3-2-2-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles	60
3-2-3- Matériel utilisé pour la préparation de l'extrait aqueux	60
3-2-3-1-Méthode de préparation	60
4- Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle	60
4-1- Préparation des doses	61

4-1-1- Test d'efficacité par contact	61
4-1-2- Test d'efficacité par inhalation	62
5- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux48	62
6-Exploitation des résultats	63
6-1- Correction de la mortalité	63
6-2-Calcul des doses létales DL50 et CL50	63
6-3- Traitement statistique des résultats	64
Chapitre3 : Résultats et discussions	65
1-Résultats	65
1-1-l'effet de l'huile essentielle du thym sur le taux de mortalité cumulée de <i>R-dominica</i>	65
1-1-1- Méthode de traitement par contact	65
1-1-2- Méthode de traitement par inhalation	66
1-2-l'effet de l'extrait aqueux de thym sur le taux de mortalité cumulée de <i>R-dominica</i> par la méthode de contact	66
1-3-l'effet de l'huile essentielle du thym sur le taux de mortalité cumulée du <i>T-castaneum</i>	66
1-3-1- Méthode de traitement par contact	67
1-3-2- Méthode de traitement par inhalation	67
1-4-l'effet de l'extrait aqueux du thym sur le taux de mortalité cumulée de <i>T.castaneum</i> par la méthode de contact	68
1-5-L'effet comparatifs de l'huile essentielle et l'extrait aqueux du thym sur les deux espèces	69
1-6- Le calcul de la DL 50 et CL50	71
1-6-1 : L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur le <i>R- dominica</i>	71
1-6-1-1- Méthode de traitement par contact	71
1-6 -1-2-Méthode de traitement par inhalation	71
1-6-2 : L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur le <i>T.castaneum</i>	72
1-6-2-1- Méthode de traitement par contact	72
1-6 -2-2-Méthode de traitement par inhalation	72
1-7-Les analyses de la variance	73
1-7-1-Analyse de la variance de l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>thym</i> sur capucin en fonction de Temps, produits, dose, mode d'application	73
1-7-1-1-Analyse de la variance du mortalité en fonction de nature produit	73
1-7-1-2-Analyse de la variance de la mortalité on fonction des modes d'application des produits des produits	74
1-1-7-1-3-Analyse de la variance de mortalité en fonction des doses	74

1-7-1-4-Analyse de la variance de mortalité en fonction de temps	75
1-7-2-Analyse de la variance de l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>thym</i> sur <i>tribolium</i> en fonction de Temps, produits, dose, mode d'application	75
1-7-2-1-Analyse de la variance de la mortalité en fonction de nature des produits	76
1-7-2-2-Analyse de la variance de mortalité on fonction des modes d'application des produits	76
1-7-2-3-Analyse de la variance de mortalité en fonction de temps	77
1-7-2-3-Analyse de la variance de la mortalité en fonction des doses	77
1-6-3-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de <i>thym</i> sur le les deux insectes	78
2-discussion générale	79
Conclusion	79

Liste des figures 4

Fig. 1 : épis de blé dur.....	4
Fig.2: Epillet de blé dur.....	4
Fig. 3 : coupe d'un grain de blé	5
Fig4: Grain de blé tendre.....	6
Fig5 : Le stockage en vrac dans les silos	10
Fig6 : Diagramme de conservation du grain	13
Fig7: Influence des températures sur le développement des Ravageurs de denrées entreposées.....	15
Fig. 8: Cinq stades de capucin des grains (<i>Rhyzopertha dominica</i>) : œuf, larve, pupe et adulte.....	20
Fig.9: larve de <i>Rhyzopertha Dominica</i>	20
Fig.10: Adult <i>Rhyzopertha Dominica</i>	21
Fig. 11 : Le cycle biologique de <i>Rhyzopertha dominica</i>	22
Fig. 12 : Deux stades larvaires de <i>Tribolium castaneum</i>	26
Fig. 13 : Nymphes de <i>Tribolium castaneum</i> . Vues dorsale et ventrale.....	27
Fig. 14 : adulte de <i>Tribolium castaneum</i> . Vues dorsale, latérale et ventrale..	28
Fig .15 :l'appareille génitale de <i>Tribolium castaneum</i>	29
Fig.16: étuve d'élevage des insectes.....	41
Fig. 17: <i>Thymus capitatus</i>	42

Fig18: dispositif d'extraction des huiles essentielles par Hydrodistillation.....	44
Fig.19 : Les différentes étapes pour la préparation de l'extrait aqueux.....	46
Fig. 20 : Protocole expérimentale utilisé pour l'étude d'effet insecticide des deux produits	48
Fig. 21 : pourcentage de mortalité cumulée de <i>R- dominica</i> traité avec l'huile de thym par la méthode de contact.....	50
Fig.22 : pourcentage de mortalité cumulée de <i>R- dominica</i> traité avec l'huile de thym par la méthode d'inhalation.....	51
Fig.23 : pourcentage de mortalité cumulée de <i>R- dominica</i> traité avec l'extrait aqueux du thym par la méthode de contact.....	51
Fig.24 : pourcentage de mortalité de <i>T.castaneum</i> traité avec l'huile du thym par la méthode de contact 53.....	52
Fig.27 : Pourcentage des mortalités journalières cumulées de <i>R- dominica</i> et <i>T.castaneum</i> traités par l'huile essentielle et l'extrait aqueux du thym avec la dose d1.....	54
Fig.28 : Pourcentage des mortalités journalières cumulées du <i>R- dominica</i> et <i>T.castaneum</i> traités par l'huile essentielle et l'extrait aqueux de thym avec la dose d2.....	54
Fig.29 : Pourcentage de mortalités journalières cumulées du <i>R- dominica</i> et <i>T.castaneum</i> traités par l'huile essentielle et l'extrait aqueux de thym avec la dose d3	55
Fig. 30: L'efficacité de hile essentielle du thym sur <i>R- dominica</i> au 5 ^{eme} jour après traitement par la méthode de contact	56
Fig. 31: L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur le <i>R- dominica</i> au 5 ^{eme} jour après traitement par la méthode par inhalation.....	56
Fig.32 : L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur <i>T.castaneum</i> au 4 ^{eme} jour après traitement par la méthode de contact.....	57
Fig. 33: L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur <i>T.castaneum</i> au 6 ^{eme} jour après traitement par inhalation.....	57
Fig. 34: L'effet de la nature des produits sur le taux de mortalité de <i>R- dominica</i>	58
Fig.35: L'effet des modes d'application des produits sur le taux de mortalité de <i>R- dominica</i>	59
Fig.36 : L'effet des doses sur le taux de mortalité de <i>R- dominica</i>	59
Fig.37 : L'effet de temps sur le taux de mortalité de <i>R- dominica</i>	60
Fig.38 : L'effet de la nature des produits sur le taux de mortalité de <i>T.castaneum</i>	61
Fig.39: L'effet des modes d'application des produits sur le taux de mortalité de <i>T.castaneum</i>	61
Fig.40 : L'effet des doses sur la mortalité de <i>T.castaneum</i>	62
Fig.41 : L'effet de temps sur la mortalité de <i>T.castaneum</i>	63

Liste des tableaux

Tableau1: Composition biochimique du blé.....	8
Tableau 2 : Taux de perte lors d'un stockage pendant huit mois mil Sorgho dans les greniers traditionnels d'Afrique	10
Tableau 3 : tableau des probits	49
Tableau4:Analyse de la variance de la mortalité de capucin	58
Tableau5 : Analyse de la variance de la mortalité de tribolium	60
Tableau 6 : Analyse de la variance de la mortalité de deux insectes..	63

Liste des abréviations

E A : extrait aqueux

EXTCCD : capucin traité par extrait aqueux par contact

EXTTCD : tribolium traité par extrait aqueux par contact

HE : huile essentielle

HECCD : capucin traité par huile essentielle par contact

HECED : capucin traité par huile essentielle par inhalation

HETCD : tribolium traité par huile essentielle par contact

HETED : tribolium traité par huile essentielle par inhalation

R : Rhyzopertha

T : tribolium

TEA : témoin extrait aqueux

THE : témoin huile essentielle

% : pourcentage

ml: Millilitre

G : gramme

CL50 : La concentration létale qui tue 50% de population

DL50 : La dose létale qui tue 50% de population

µL : Microlitre

Introduction

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

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

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

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

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

Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (Alzouma *et al.* ,1994; Fleurat-Lessard, 1994). Parmi les coléoptères *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera :Bostrychidae) est universellement reconnue comme l'un des plus dévastateurs des céréales entreposées, non seulement en raison de sa propre consommation, mais aussi parce qu'elle ouvre en plus la porte à tout un ensemble de détritivores dont le plus fréquent est le *Tribolium* rouge de la farine (*Tribolium castaneum* Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) qui parachève les dégâts (Markham *et al.*,1994; Throne ., 1994).

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

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

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

Le but de notre contribution consiste à mettre en évidence la comparaison entre l'effet biocide de l'huile essentielle et l'extrait aqueux vis-à-vis de capucin (*Rhyzopertha dominica*) et tribolium (*Tribolium castaneum*) sous la vision de minimiser l'utilisation des insecticides de synthés dans les stocks algériens.

Cette contribution est structurée comme suit :

Chapitre 1: données bibliographiques comprendre 4 chapitres :

Partie 1 : données bibliographiques sur le blé

Partie 2 : présentations des deux espèces étudiées

Partie 3 : présentations du différent type de méthode de lutte

Partie 4 : données bibliographiques sur les huiles essentielles et l'extrait aqueux

Chapitre 2 : matériels et méthodes

Chapitre 3 : résultats et discussions.

Conclusion générale

Partie 1 : données bibliographiques sur le blé

1-1- Importance du blé sur le plan économique

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

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

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

1.2- Caractères botaniques du blé

1.2.1- Définition

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

1-2-2- Morphologie

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

1-2-2-1- Appareil racinaire

L'appareil racinaire du blé est de type fasciculé peu développé (BOUDREAU A. et al. ,1988).

1-2-2-2- Tiges et feuilles

Les tiges sont des chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale. Elles se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de

zones d'où émerge une longue feuille, qui d'abord engaine la tige puis s'allonge en un limbe étroit à nervures parallèles (SARA. , 2001).

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

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

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



Fig. 1 : épis de blé dur. Fig.2: Epillet de blé dur (BOUDREAU et al.1988).

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

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

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

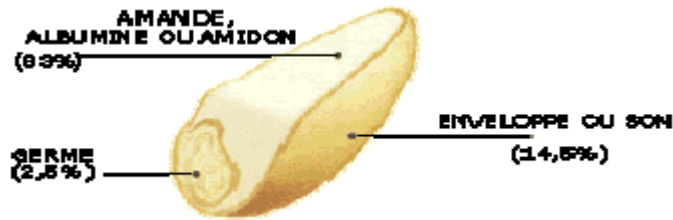


Fig. 3 : COUPE D'UN GRAIN DE BLE (ADRIANOR. ,2001).

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

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

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

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

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

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

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

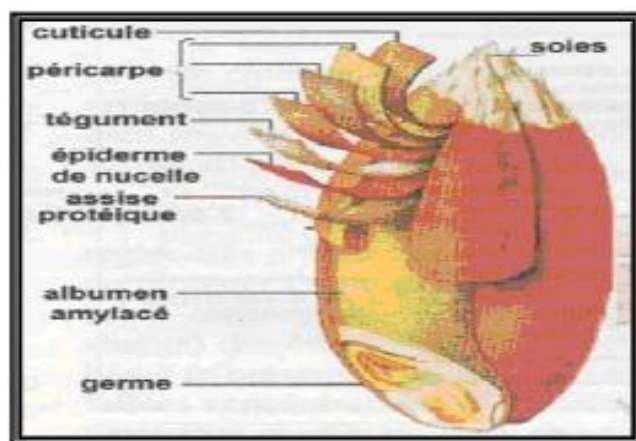


Fig4: Grain de blé tendre. (MULTON., 1982)

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

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

1-2-3-1- Matière sèche :

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

1-2-3-2-Matière minérale :

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

1-2-3-3- Matière organique :

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

1-2-3-4- Les glucides :

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

1-2-3-5-Les lipides :

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

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

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

1-2-3-6-Les protéines :

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

1-2-3-7-Les enzymes :

Le grain de blé renferme des enzymes importantes dans la germination, mais également pour la transformation et la conservation des grains et des dérivés. Il s'agissent essentiellement des amylases, des protéases, de la lipase et de lipoxygénase (DRAPRON, 1971). Par ailleurs, dans le blé, il a été noté la présence d'inhibiteurs d'amylase et de protéases qui peuvent entraîner une efficacité décroissante dans l'utilisation alimentaire (BAKER . 1988). Ces inhibiteurs sont actifs contre les insectes et les mammifères mais non à l'encontre des amylases végétales. Ces inhibiteurs constituent une protection de la plante contre les espèces déprédatrices des stocks (YETTER et *al.* 1979). Outre ces différentes substances, le grain de blé renferme des vitamines (ROUSSEL et *al.* ,2003).

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

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

1-2-4- Stockage et conservation du blé

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

1-2-4-1- Stockage en gerbe

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

1-2-4-2-Stockage en épis

Le stockage en épis est une technique très répandue pour toutes sortes de céréales dans le monde. C'est le cas de certaines régions d'Indonésie, et surtout

Chapitre 1 : données bibliographiques

d'Afrique noire et d'Amérique tropicale. Mais ce fut aussi le cas dans l'Europe ancienne, le nom de grenier vient du bas latin spicarium, qui désignait un grenier à épis. (GODON. ,1991).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

Chapitre 1 : données bibliographiques

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

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

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

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

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

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

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

Il s'agit d'une conservation menée dans un silo dont l'atmosphère dépourvue en oxygène et s'enrichit en CO₂ suite à la respiration de l'écosystème. C'est une technique importante de conservation des grains dans un état aussi proche que possible de leur état initial, technique qui a été pratiquée presque partout dans le monde(BOUDREAU . et al., 1988).

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

Dans ce cas l'anaérobiose est immédiatement imposé par mise sous vide, puis saturation de l'atmosphère inter granulaire par du CO₂ ou de l'azote (BOUDREAU A. et al., 1988)

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

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

1-2-5-1-Causes de l'altération

Ces altérations peuvent avoir des origines très diverses:

1-2-5-1-1- Biologique

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

1-2-5-1-2- Microbiologique

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

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

Lorsque le grain est soumis à des températures trop élevées (échauffement naturel ou températures trop fortes lors du séchage) il peut se produire une dégradation de la structure de l'amidon et des protéines, des pertes de vitamines et une modification d'aspect (brunissement voire dans des cas extrêmes, noircissement du grain) (MULTON ., 1982).

1-2-5-1-4- Mécanique

Il s'agit des grains cassés lors des différentes opérations de manutention. (CHEFTEL et al ., 1977).

1-2-5-2- Facteurs d'altération

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

1.2.5.2.1- La durée de stockage

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

1-2-5-2-2-L'humidité du grain

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

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

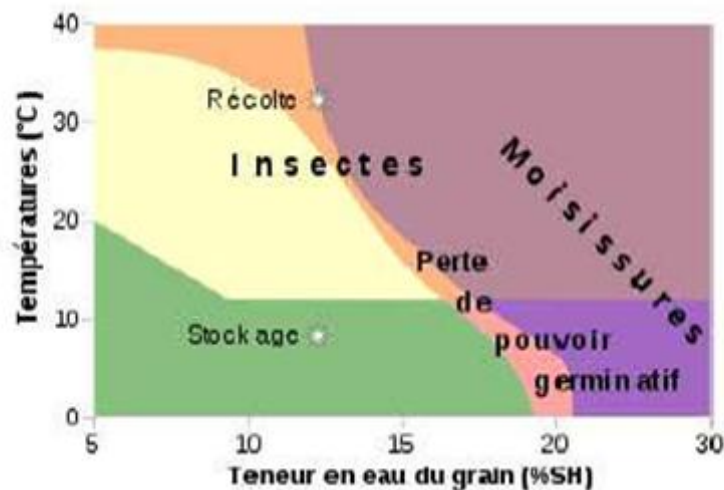


Fig6 : Diagramme de conservation du grain (DUCOM, P. 1980).

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

1-2-5-2-3- La température du grain

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

Une augmentation de 5°C double l'intensité respiratoire, on a donc intérêt à abaisser la température de stockage par la ventilation. Par ailleurs les insectes ne

Chapitre 1 : données bibliographiques

se reproduisent plus au-dessous de 12°C et ils sont tués si le grain peut être maintenu durant 2 mois ½ en dessous de 5°C (FARJAN ., 1983.)

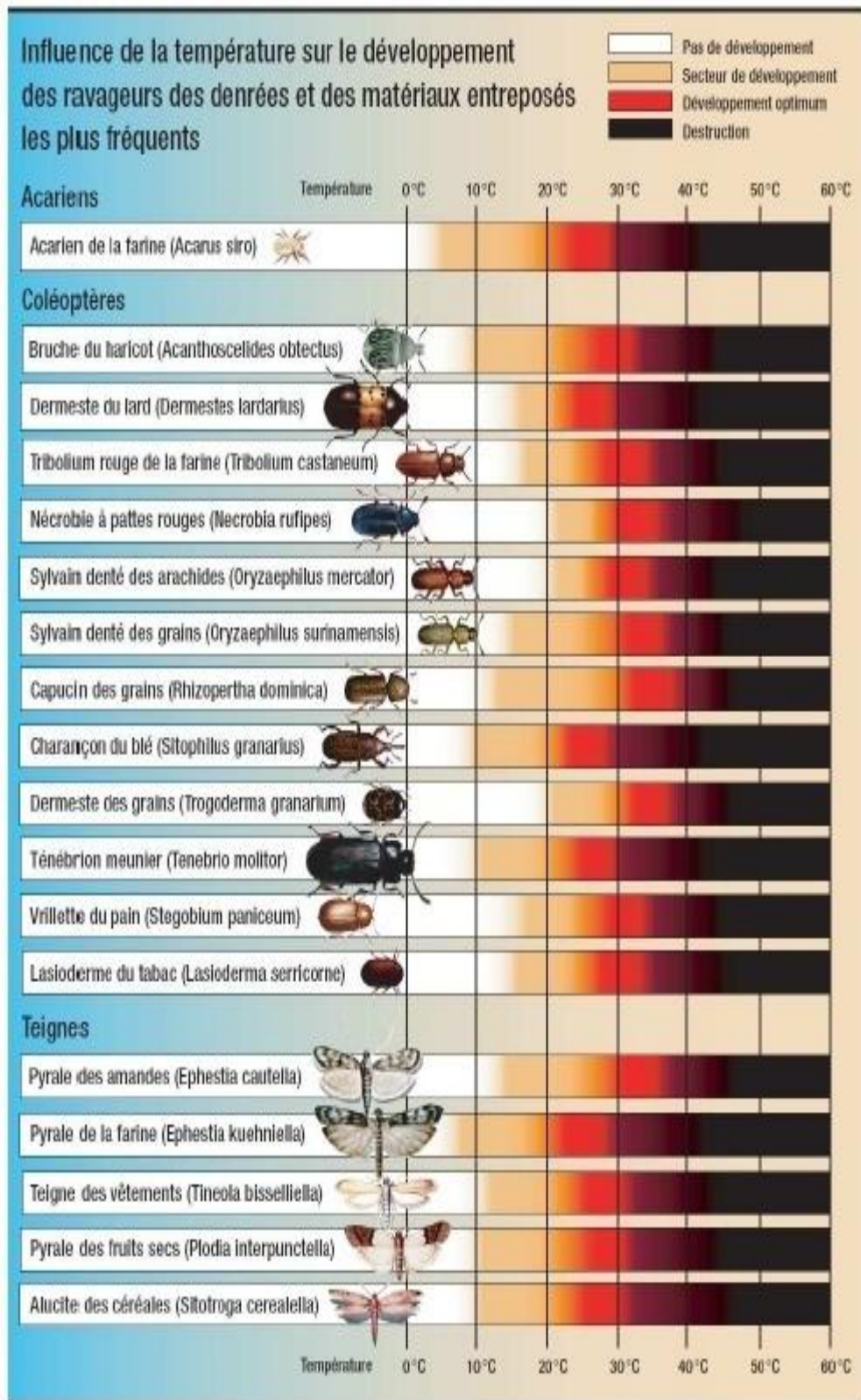


Fig7: Influence des températures sur le développement des Ravageurs de denrées entreposées. (KODIO ., 1989).

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

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

De même, une teneur en CO₂ du milieu intervient au niveau du développement microbien. Ainsi une concentration en ce gaz supérieure à 10% provoque une inhibition marquée de la microflore fongique (FLEURAT., 2003). Alors qu'un appauvrissement du milieu de stockage en oxygène ou un apport de gaz inerte permet d'éviter toutes activités microbiennes et sur la sensibilité de certains stades juvéniles des insectes tels que *S. oryzae* (FLEURAT., 1990).

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

1-2-6-Principaux insectes des Céréales Stockées

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

1-2-6-1-les coléoptères

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

Sous leur forme adulte, à des températures comprises entre 15°C et 35°C accompagnées d'une humidité relative variant de 50 à 80%, ils vivent beaucoup plus long temps que les lépidoptères (STEFFAN ., 1978). En effet, pour la grande majorité des espèces, les coléoptères adultes vivent plusieurs mois, certains pouvant présenter une durée de vie supérieure à un an. Les accouplements ne débutent qu'à leur maturité sexuelle, généralement 4 à 5 jours après l'émergence des imagos, puis sont lieu périodiquement (FLEURAT., 1982).

Chapitre 1 : données bibliographiques

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

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

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

1-2-6-2-Les lépidoptères

Les lépidoptères adultes possèdent quatre ailes membraneuses, revêtues de milliers de minuscules écailles. Toutes les espèces de lépidoptères infestant les denrées stockées appartiennent au groupe des hétérocères qui comprennent surtout des papillons de nuit. Les adultes, surtout actifs la nuit, se distinguent des papillons

Chapitre 1 : données bibliographiques

diurnes par leurs antennes dont l'extrémité ne se renfle jamais en bouton et par le fait qu'au repos, ils ne tiennent par leurs ailes verticalement (STEFFAN ., 1978).

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

La nymphe des lépidoptères appelée encore chrysalide se trouve généralement protégée par un cocon soyeux file par la chenille lorsque la métamorphose est proche. (FLEURAT., 1982). Les principaux lépidoptères sont représenté dans la fig.7

Partie 2 : présentation des espèces étudiés

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

1- capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*)

1-1-Systématique :

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

Embranchement:	Arthropoda
Classe:	Insecta
Ordre:	Coleoptera
Sous-ordre:	Polyphaga
Super-famille:	Bostrichoidea
Famille:	Bostrichidae
Genre:	<i>Rhyzopertha</i>
Especie :	<i>Rhyzopertha dominica</i>

1-2-Origine et répartition géographique :

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

1-3- Habitat, régime alimentaire et dégâts

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

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

1-4-1-L'œuf :

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



Fig. 8: Cinq stades de capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) : œuf, larve, pupe et adulte (FARJAN., 1983).

1-4-2-La larve :

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



Fig.9: larve de *Rhyzopertha Dominica* (FARJAN. ,1983).

1-4-3- adulte

L'adulte est de couleur brun rouge à Horn noir, de forme élancée, cylindrique avec des côtés nettement parallèles, caractéristiques des *Bostrychidae*. C'est un insecte de petite taille de 2,2 à 3 mm de longueur avec un prothorax qui couvre entièrement la tête d'où le nom du « capucin des grains ».

Cet insecte présente des antennes en massues de 3 articles. Vu de la face dorsale, le pronotum se termine par une rangée de dents régulières (12 à 14). Les

élytres sont bien développés et ponctués longitudinalement. Les adultes peuvent voler ce qui facilite les infestations (DAHACHE., 2007)

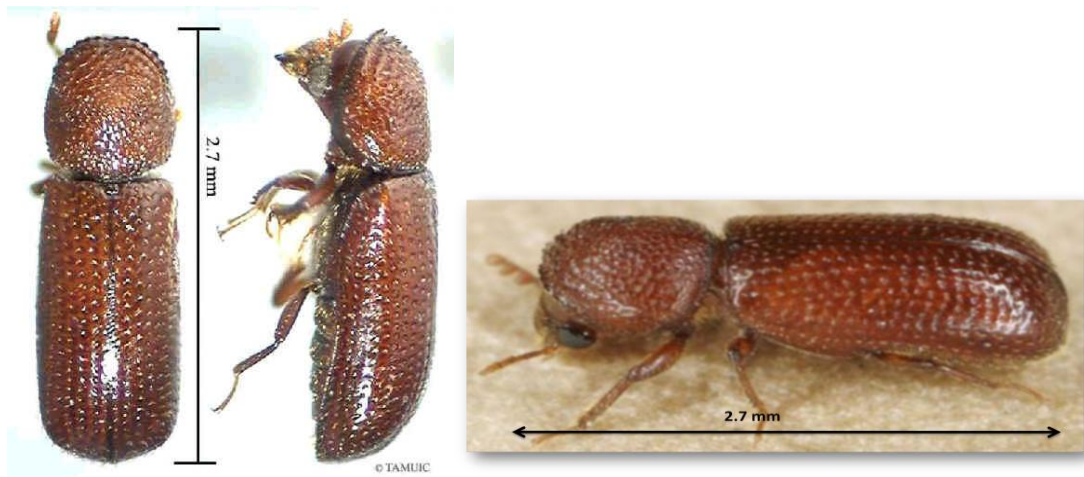


Fig.10: Adult *Rhyzopertha Dominica* (FARJAN., 1983).

1-5-Description du cycle biologique :

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

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

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

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

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

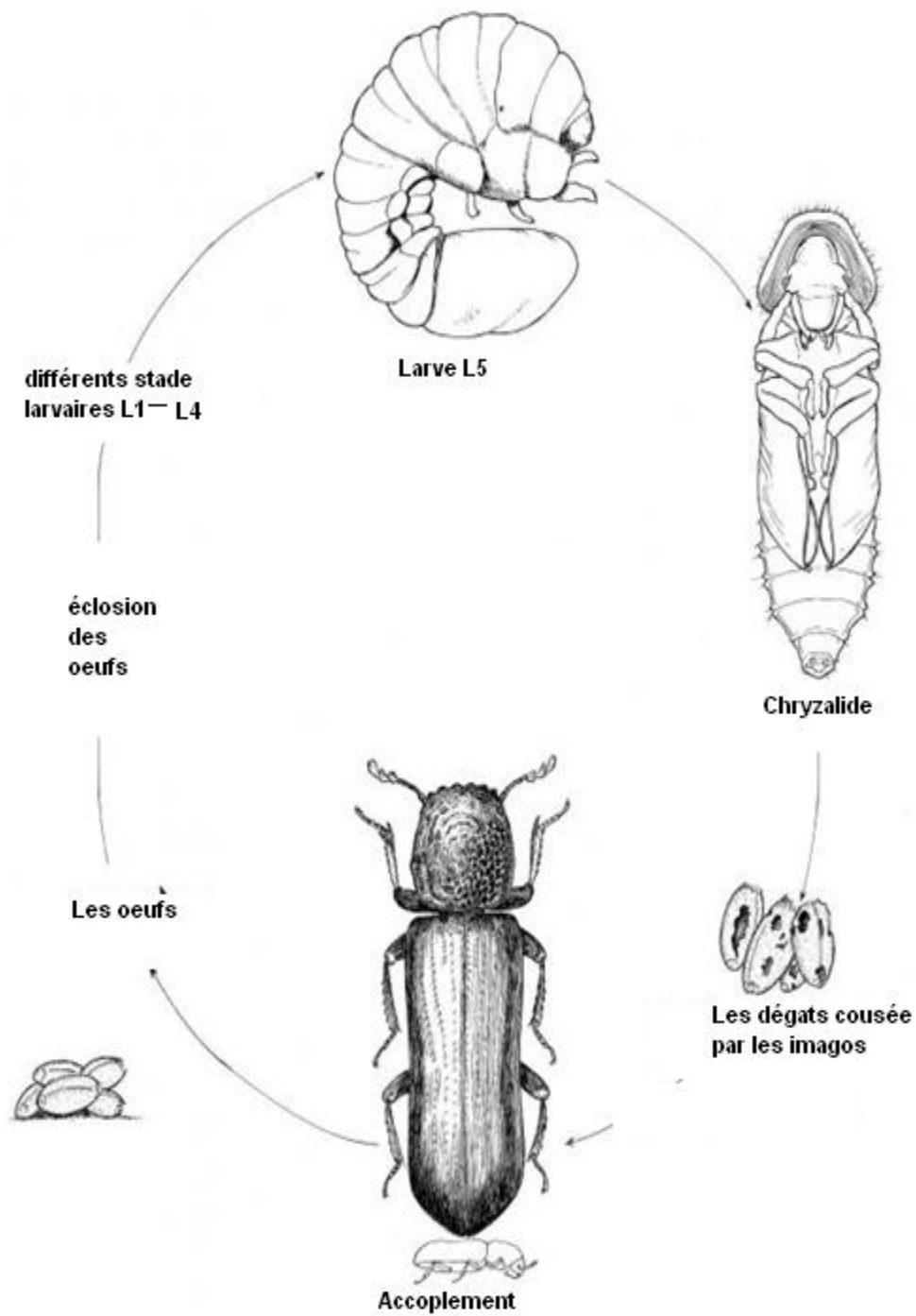


Fig. 11 : Le cycle biologique de *Rhizopertha dominica* (FARJAN., 1983).

2- *Tribolium castaneum*(Herbst).

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

Embranchement : Arthropodes.

Classe : Insectes.

Ordre : Coléoptères.

Sous-ordre : polyphaga.

Super famille : Cucujoidea.

Famille : Ténébrionidé.

Sous-famille : Ulominae.

Genre : *Tribolium*.

Espèce : *T. castaneum* Herbst.

2-2-Caractères généraux de la famille des ténébrionidés

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

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

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

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

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

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

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

2-3-Etude du genre *Tribolium*

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

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

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

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

2-4-Origin et répartition géographique :

Tribolium castaneum H. est une espèce cosmopolite.

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

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

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

2-5- Habitat, régime alimentaire et dégâts :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2-6-1-L'œuf :

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

2-6-2-La larve :

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

La jeune larve L1 est blanche, de petite taille, elle ne dépasse pas 1,4mm lors de l'éclosion. Cette larve subit des mues au fur et à mesure qu'elle se développe. A l'achèvement de sa croissance, la larve atteint une dimension de 6 à 7mm de long et de 0,7 à 0,8mm de large (STEFFAN ., 1978).(FIG 12)

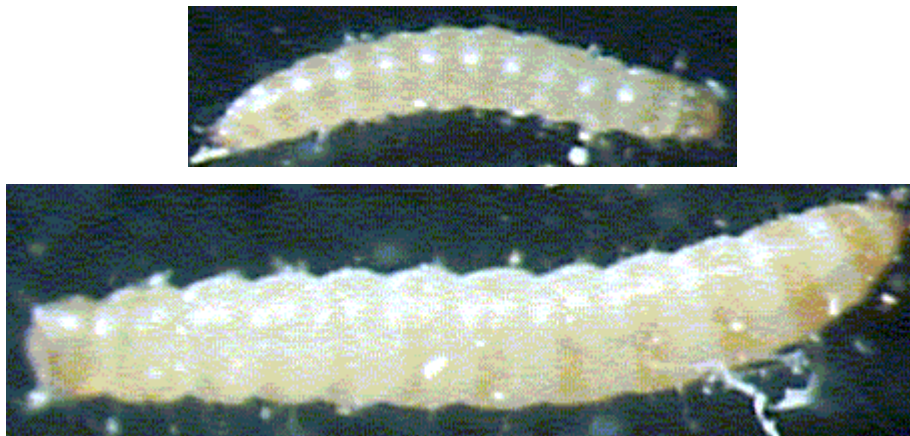


Fig .12 :Deux stades larvaires de *Tribolium castaneum* (STEFFAN, 1978).

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

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

2-6-3-La nymphe :

Arrivée à son complet développement, la larve de dernier stade se transforme en une nymphe qui est de couleur blanche (fig13).



Fig .13 : Nymphes de *Tribolium castaneum*. Vues dorsale et ventrale (STEFFAN, 1978).

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

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

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

2-6-4-L'imago

2-6-4-1-Description des adultes

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



VUE DORCALE

VUE LATÉRALE

VUE VENTRALE

Fig .14 : adulte de *Tribolium castaneum*. Vues dorsale, latérale et ventrale ((STEFFAN, 1978).

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

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

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

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

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

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



Extrémité abdominale de la pupa

Mâle (à gauche) et femelle (à droite). Fig .15 :l'appareil génital de *Tribolium castaneum* (STEFFAN ., 1978).

2-7-Description du cycle biologique :

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

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

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

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

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

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

D'après STFFAN (1978) la durée du cycle la plus courte est de 15 à 20 jours à des températures de l'ordre de 35 à 36°C et une HR de l'ordre de 90%.

Partie 3 : Données bibliographique sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des denrées stocker

1-LUTTE PREVENTIVE

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

1-1-Les mesures d'hygiènes

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

- Un nettoyage convenable des locaux de conservation et du matériel destiné à l'emmagasiner, par un badigeonnage ou une pulvérisation d'insecticides
- Une incinération des déchets de nettoyage.
- Une vérification des locaux, des crevasses et des recoins qui peuvent abriter des insectes **ou** des grains inaccessibles aux insecticides de contact.

- Un tri soigné éliminant ainsi les impuretés, les grains cassés et la poussière de farine.
- Respecter la rotation des stocks en réduisant au minimum les causes de contamination.

1-2-la lutte durant L'entreposage

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

1-2-1-Lutte génétique

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

1-2-2-Lutte par piégeage

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

1-2-3-Lutte par dépistage

1-2-3-1- Dépistage ordinaire

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

1-2-3-2- Dépistage par infrarouge

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

1-2-3-3- Dépistage électroacoustique

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

Le son des insectes, peut être décelé par la méthode de simulation par ordinateur sans pour cela réaliser des prélèvements au niveau du stock. Un logiciel

informatique permet la détermination de l'insecte et son niveau d'infestation (Hagstrum. ,1990).

1-2-3-4- Méthode immuno-enzymatique

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

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

2- LUTTE CURATIVE

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

2-1-Lutte physique

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

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

2-2-Lutte chimique

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

2-2-1-Les insecticides de contact

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

2-2-2-Les fumigants

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

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

2-3-Lutte biologique

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

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

2-4- L'utilisation des végétaux

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

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

Ces extraits végétaux à propriétés insecticides sont utilisés sous plusieurs formes :

En poudre, d'extraits organiques, d'extrait aqueux et huiles essentielles

Partie 4 : Données bibliographique sur les huiles essentielles et l'extrait aqueux

Le nombre très important de molécules sémiochimiques existant dans le monde végétal, ainsi que leur facilité de synthèse ; moins compliquée et moins coûteuse à fabriquer que les phéromones, en font des substances largement utilisées en agriculture biologique. Leur utilisation est répandue pour un très grand nombre de cultures certifiées, aussi bien céréalières, légumières, de plantes aromatiques et médicinales et de plantes ornementales (ROYAL ., 2000).

1-LES HUILES ESSENTIELLES

1-1- Historique :

Les huiles essentielles sont des substances naturelles existant depuis l'antiquité. Les arômes et les parfums furent parmi les premiers signes de la reconnaissance qui marquèrent la vie de l'homme (Mengal et al. ,1993).

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

1-2- Définition :

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

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

1-3- Localisation des huiles essentielles :

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

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante, on distingue des cellules à huiles essentielles chez les lauracées, des poils sécréteurs chez les lamiacées et les labiées, des poches sécrétrices chez les myrtacées et les rutacées et les canaux sécréteurs chez les opiacées ou des astéracées (Bruneton, 1993).

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

1-4- Variabilité des huiles essentielles

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

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

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

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

1-5- Composition chimique des huiles essentielles :

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

1-5-1- Les terpénoïdes :

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

1-5-2- Les composés Aromatiques:

Les composés de cette série sont beaucoup moins fréquents que les monoterpènes et les sesquiterpènes. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane(C3-C6) sont très souvent des allyls et prophenylphenols. Parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae telle que l'eugénol, l'apiol (Bruneton, 1993).

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

Les huiles essentielles sont des substances liquides à température ambiante, ayant une odeur souvent forte et très caractéristique. En général, elles sont incolores à jaune pâle à quelques exceptions telles que l'huile essentielle de camomille dont la

couleur bleu clair. Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools et dans la plupart des solvants organiques mais peu soluble dans l'eau (Bernard et al . ,1988).

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

1-7-Toxicité des huiles essentielles :

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

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

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

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

- Soit l'entraînement à la vapeur d'eau et
- Soit par l'Hydrodistillation

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

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

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

La vapeur passe ensuite à travers un récipient réfrigérant où la température diminue, provoquant le déclenchement des molécules huileuses des particules de vapeur, qui se condense en eau. L'huile et l'eau se séparent du fait de leur poids spécifique différent (BERNARD et al., 1988)

1-8-2- Hydrodistillation :

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

1-9- L'analyse chromatographique

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

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

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

1-10- Fonction des huiles essentielles

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

1-11- Intérêt et utilisation des huiles essentielles

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

L'industrie de la parfumerie et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs d'huiles essentielles, même si le coût consomme

d'importants tonnages d'essences telles celles de la rose, jasmin, violette, verveine, citron, santal (Bruneton, 1993).

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

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

2-l'extrait aqueux

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

2-1-Le pyrèthre, composé extrait à partir des fleurs de plantes appartenant à la famille des *Asteraceae* comme les chrysanthèmes et les pyrèthres (ROYAL ., 2000). Le pyrèthre continue de dominer le marché mondial des insecticides végétaux accaparant à lui seul près de 80% des ventes (ISMAN MB., 2002). Ses avantages ; un large spectre d'activité, un effet choc rapide et une disparition totale dans l'environnement (CASIDA et al., 1995). Les vastes plantations de *Chrysanthemum cinerariaefolium* aménagées en Tasmanie (Australie) devraient parvenir au stade de la récolte comme une nouvelle source d'approvisionnement et devrait contribuer à accroître la disponibilité de la matière première (ISMAN. ,2002).

2-2-l'azadirachtine extraite de la noix du margousier ou neem, originaire d'Inde, appartenant à la famille des limonoïdes et qui se révèle être un insecticide puissant, est utilisée sur les noctuelles, les cicadelles, les tordeuses et les doryphores (ROYAL ., 2000). Bien que l'azadirachtine ait des effets antiappétants chez les insectes, l'efficacité du neem sur terrain comme agent de protection des cultures réside davantage dans la capacité de l'azadirachtine d'inhiber la croissance des insectes cibles en les empêchant de muer (ISMAN MB., 2002). Les extraits du neem ont également des propriétés antifongiques (SINGH E et al., 1980). L'Inde demeure à ce jour la principale source de neem, fournissant à elle seule la quasi-totalité du neem utilisé à des fins antiparasitaires aux Etats-Unis (ISMAN. ,2002).

1- Introduction

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

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

2-Objectifs

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

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

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité insecticide de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de thym (*Thymus capitatus*) sur le capucin des grains (*R.dominica*) et tribolium (*T.castaneum*) en essayant de minimiser progressivement l'utilisation des produits chimique.

3-Conditions expérimentale

3-1-Matériel biologique

3- 1-1- Espèce entomologique

Les individus de *Rhizopertha dominica* et *Tribolium castaneum* qui ont servi à notre expérimentation provient d'un élevage de masse sur blé tendre, effectué au

Niveau de laboratoire de Zoophytiatrie, Département des sciences agronomique, Université SAAD DAHLEB (BLIDA) à partir d'une souche issu de CCLS (Coopérative des céréales et des légumes sec) .L'élevage de masse est conduit dans des boites perforées et mis dans une étuve réglé à une température 30⁰ C et 70% d'humidité (fig. 16).



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

3-1- 2- L'espèce végétale

La plante utilisée pour notre étude est le Thym (*Thymus capitatus*). Plusieurs critères sont à prendre en considération pour le choix du matériel biologique végétal (Khelfi, 2007) :

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

3-1-2-1 -Systématique de *Thymus capitatus* ;

Selon Guignard, (1977).le *Thymus capitatus* appartient à :

REGNE	VEGETAL
EMBRANCHEMENT	PHANEROGAMES
S/EMB	ANGIOSPERMES
CLASSE	DICOTYLEDONES
SOUS-CLASSE	GAMOPETALES
ORDRE	LAMIALES
FAMILLE	LABLEES

GENRE	<i>Thymus</i>
ESPECE	<i>Thymus capitatus</i>

3-1-2-2- Description botanique :

Le *Thymus capitatus* possède les caractéristiques suivantes: Calice comprime latéralement, fortement rétréci à son extrémité, en forme d'utricule, à dents serrées les unes contre les autres (L. Hoffm. Et Link). Corolle de 8-10 mm, longuement saillante, plus de 2 fois plus longue que le calice. Arbrisseau rigide a feuilles linéaires ou linéaires- lancéolées ciliolées. Inflorescences en glomérules courts et très denses - Rocailles très rare: secteur oranais, sous-secteur de l'Atlas Tellien. (Quezel et Santa., 1963).



Fig. 17: *Thymus capitatus* (Belyagoubi., 2005)

3-1-2-3- Propriétés:

Le *Thymus capitatus* a plusieurs applications dans la médecine. N'est employé comme agent tonique, antitussive et dans le traitement des maladies de peau (Vampo et al, 1988), Doyen et al., 1989).

Il est connu que l'ingestion de *T. capitatus* donne des effets antipyrétique et carminative (Roberto, 1984). Son infusion est employée dans le traitement du rhumatisme,... (Roberto, 1984). La décoction de *T. capitatus* est employée comme antispasmodique et emménagogue (Bedevian, 1936; Boulos, 1982) (Kandil et a.l, 1994).,

L'huile essentielle de *T. capitatus* a une activité antispasmodique, utilisée dans l'asthme bronchique depuis le Moyen- Age. Ces essences possèdent aussi des propriétés insecticides (Valnet., 1984).

3-1-2-4-Origine et distribution :

Le genre *Thymus* est largement répandu en région méditerranéenne. Cependant la plupart des espèces (75 %) sont concentrées dans le pourtour méditerranéen (Ruberto et al. 2002).

3-1-2-5- Composition chimique de l'huile essentielle :

L'Hydrodistillation du genre *Thymus* est la méthode préférée par la plupart des chercheurs, le rendement est de 0,1 % à 3,6% (Crespo et al., 1991).

Selon les travaux de Kandil et al (1994), le criblage photochimique préliminaire de l'herbe de *T. capitatus* a indiqué la présence de saponines, alcaloïdes, tanins, glycosides, résines, flavonoïdes et des huiles fixes et essentielles (carvacrol (90%) et thymol (10%)).

Selon Sendra et Cunat (1980) l'analyse de la fraction phénolique de l'huile essentielle de *T. capitatus* révèle 7 composants majoritaires. L'un d'entre eux était le carvacrol et les autres sont les Di-isopropylphenol et 5-méthyle-di-isopropylphenol (Kandil et al., 1994). Dans le *T. capitatus* il y a 92 constituants principaux (carvacrol, ac. Hydroxy triterpénique pantacyclique, ...) (Valnet., 1984).

3-2- Matériel de laboratoire

3-2-1- Matériel utilisé pour l'extraction des huiles essentielles

Les parties végétales utilisées pour extraire les huiles essentielles du *Thymus capitatus* sont les feuilles.

3-2-1-1- Appareillage

Nous avons utilisés la méthode d'Hydrodistillation comme méthode d'extraction de l'HE des feuilles de *Thymus capitatus* on raison de la présence des cellules sécrétrices exogène (localisées sur ou à proximité de la surface des feuilles) (Bousbia, 2004).

3-2-1-2- Méthodologie

Pour l'hydrodistillation, la matière végétale baigne dans l'eau bouillante à l'intérieur d'un ballon à deux cols relié à un réfrigérant. La vapeur ainsi produite entraîne les constituants volatils qui après condensation et refroidissement dans le réfrigérant sont recueillis dans un récipient de collecte (Fig. 18).



Fig18: dispositif d'extraction des huiles essentielles par Hydrodistillation (Originale).

3-2-2-Matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles

Le matériel utilisé pour cette expérimentation est constitué :

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

3-2-3- Matériel utilisé pour la préparation de l'extrait aqueux

La solution de l'extrait a été extraite à partir des feuilles du thym (*thymus capitatus*).

3-2-3-1-Méthode de préparation

Pour préparer cet extrait on a réalisé les étapes suivantes

- La récolte des plantes de thym sur terrain
- séchage à l'étuve à 30° pendant 24h
- Broyage à l'aide de mortier
- pesé 100g de broyat à l'aide d'une balance

-La dilution dans l'eau distillée (100g de poudre /1 L d'eau distillée)

-Agitation dans un agitateur pendant 72h

-Filtration à l'aide d'un papier filtre

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

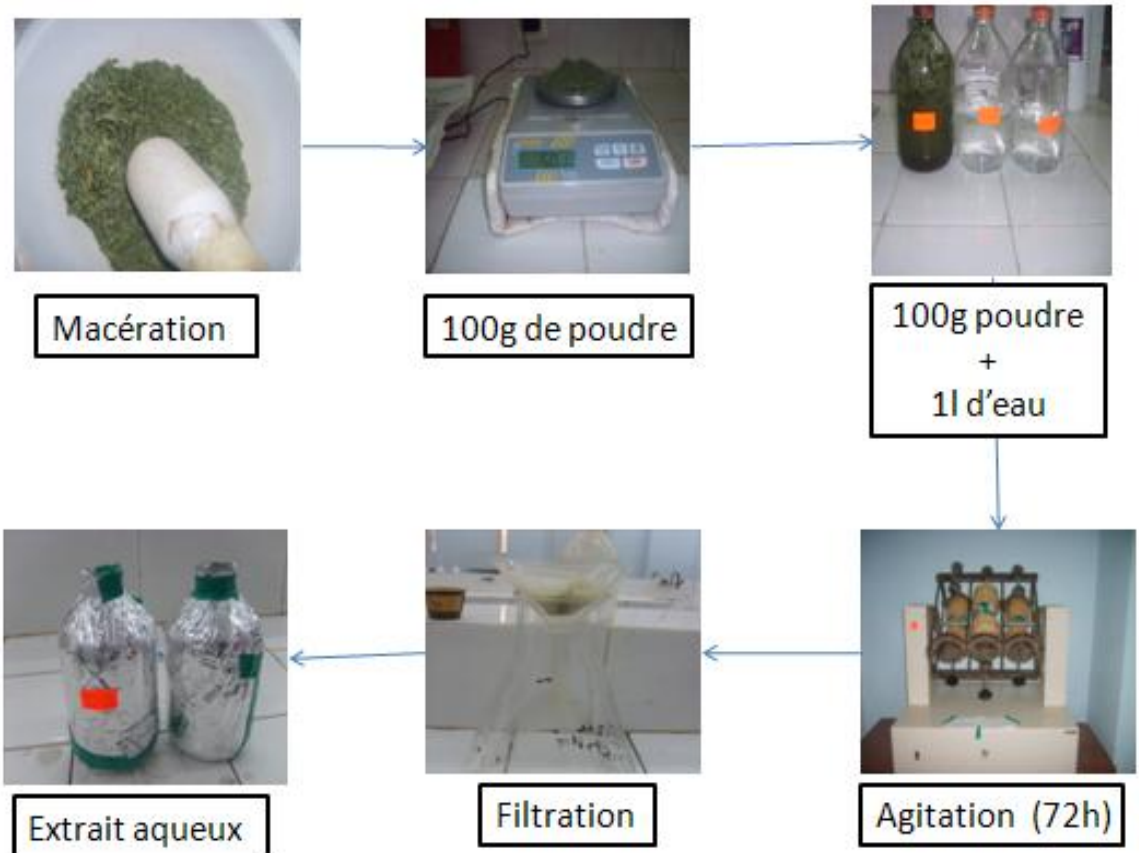


Fig.19 : Les différentes étapes pour la préparation de l'extrait aqueux(Originale).

4- Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle

4-1- Préparation des doses

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

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

4-1-1- Test d'efficacité par contact

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

Chapitre 2: Matériels et méthodes

-Des papiers filtres de 9 cm de diamètre sont imprégnés chacun de 1ml d'une solution d'huile essentielle d'une concentration donnée. (Témoin imprégné avec l'eau distillée)

-Les papiers filtres sont placés dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur. Dans chaque boîte sont déposés 20 individus de l'insecte étudié. Les boîtes de Pétri sont recouvertes avec de la moustiquaire pour éviter la fuite des insectes.

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

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

-La mortalité des insectes est évaluée 8 jours après traitement afin de déterminer la DL50 et la CL50 selon la méthode de Finney(1971) (fig.20).

4-1-2- Test d'efficacité par inhalation.

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

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

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

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

5- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux

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

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



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

6-Exploitation des résultats

6-1- Correction de la mortalité

L'efficacité d'un produit biocide est évaluée par la mortalité de l'organisme cible. Cependant, le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par **un toxique** n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par le toxique, pour cela les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule de Schneider- Orelli qui est la suivante :

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

MC (%) : Pourcentage de mortalité corrigé

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

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

6-2-Calcul des doses létales DL50 et CL50

L'efficacité d'un toxique se mesure par la DL50 ET CL50 qui représente la quantité de substance toxique qui entraînant la mort de 50% d'individus d'un même lot. Elle est déduite a partir de trace la droite de régression .pour cela les pourcentages de mortalité corrigée sont transformés en probits selon le tableau 3 suivant :

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

Ces probits sont représentés graphiquement en fonction de logarithme népérien afin d'évaluer la dose létale 50 (DL50) pour l'essai contact et la concentration létale 50 (CL50) pour l'essai inhalation de chaque produits (huile essentielle et l'extrait aqueux). Ces deux dose sont déterminés à partir de l'équation d'une droite obtenue théoriquement

On déterminera la dose qui correspond à un probit de 5 (50% de mortalité) d'où la DL50 et CL50.

6-3- Traitement statistique des résultats

Tous les essais ont été répétés au moins trois fois, par la suite un calcul des moyennes a été réalisé. Les résultats recueillis sur les tests du pouvoir insecticide de HE et l'extrait aqueux ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Afin de vérifier une éventuelle efficacité des produits vis-à-vis de *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium castaneum*, et la comparaison entre l'effet des deux produits selon leur mode d'application, des analyses ont été faites en utilisant la procédure décrite par le SYSTAT vers. 12, nous avons procédé à l'analyse de la variance à 5 critères :

Facteur 1 : dose avec 4 niveaux

Facteur 2 : Temps avec 8 niveaux

Facteur 3 : mode avec 2 niveaux

Facteur 4: insecte avec 2 niveaux

Facteur 5 : nature de produit avec 2 niveaux

1-Résultats

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats relatifs à l'effet de l'huile essentielle et l'extrait aqueux du thym sur le taux de mortalité des deux espèces : capucin (*Rhyzopertha dominica*) et *tribolium*(*T.castaneum*) afin d'atteindre les objectifs suivants :

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

1-1-l'effet de l'huile essentielle du *thym* sur le taux de mortalité cumulée de *R - dominica*

Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de thym sur le taux de mortalités de capucin, nous avons confronté nos données à une analyse statistique par Excel pour les deux modes de traitement

1-1-1- Méthode de traitement par contact.

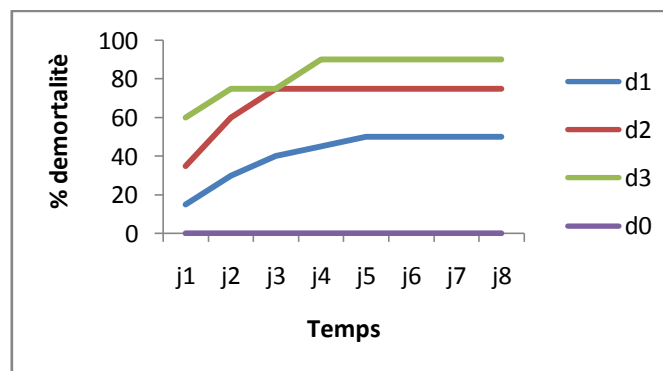


Fig. 21 : pourcentage de mortalité cumulée de *R- dominica* traité avec l'huile de *thym* par la méthode de contact

Les mortalités ont été observées en 1^{er} jour après traitement par un effet de choc. 90% de mortalité est obtenu en 4^{ème} jour avec la dose d3. Un taux de 75 % a été atteint au

3^{ème} jour avec la d2 alors qu'avec la dose d1, il a fallu attendre le 5^{ème} jour pour atteindre un taux de 50%. Le taux de mortalité est nul chez les témoins. (Fig.21)

1-1-2- Méthode de traitement par inhalation

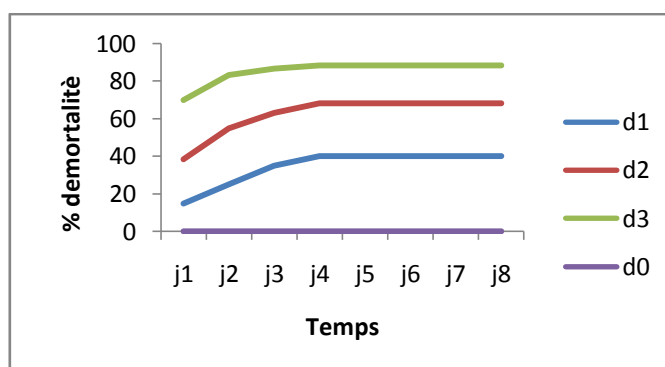


Fig.22 : pourcentage de mortalité cumulée de *R- dominica* traité avec l'huile de *thym* par la méthode d'inhalation

Concernant les résultats enregistrés par cette méthode nous avons constaté que les mortalités ont été observées en 1^{er} jour après traitement. Au 4^{ème} jour un taux de 88,33% est obtenu avec la dose d3, 68,33% avec la dose d2, 40% avec la dose d1 .le taux de mortalités est nul chez les séries témoins (fig22)

1-2-l'effet de l'extrait aqueux de *thym* sur le taux de mortalité cumulée de *R-dominica* par la méthode de contact

Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'extrait aqueux de thym sur le taux de mortalités de capucin, par la méthode de contact direct nous avons confronté mes données à une analyse statistique par Excel

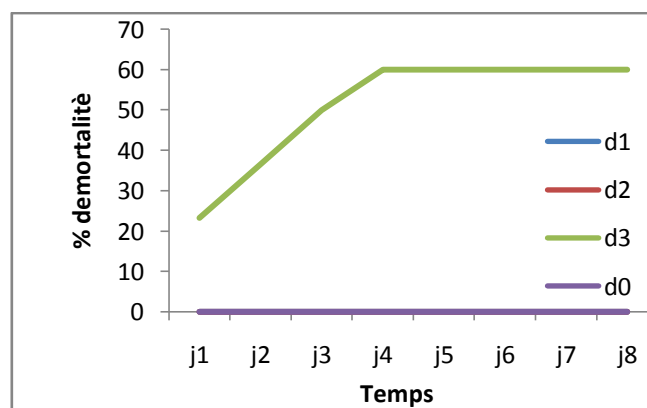


Fig.23 : pourcentage de mortalité cumulée de *R- dominica* traité avec l'extrait aqueux du *thym* par la méthode de contact

Chez les individus traités aucune mortalité n'a été enregistré avec la dose d1, d2 pendant les 8 jours qui suivent le traitement .un taux de 60% a été remarqué au

4^{eme} jours avec la dose d3. le taux de mortalités est nul chez les séries témoins (fig23)

1-3-l'effet de l'huile essentielle du *thym* sur le taux de mortalité cumulée du *T-castaneum*

Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'huile essentielle de thym sur le taux de mortalités de *tribolium*, nous avons confronté nos données à une analyse statistique par Excel pour les deux modes de traitement

1-3-1- Méthode de traitement par contact

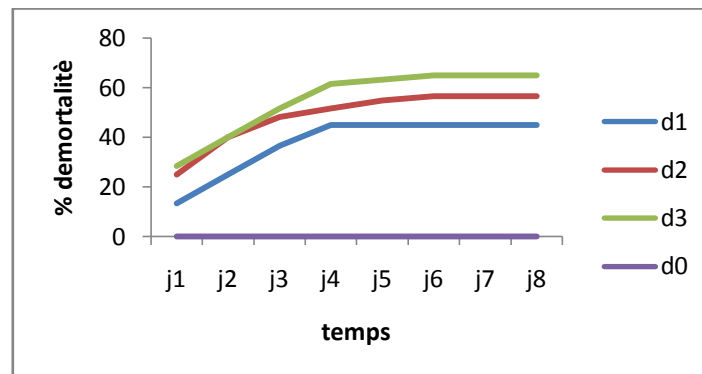


Fig.24 : pourcentage de mortalité de *T.castaneum* traité avec l'huile du *thym* par la méthode de contact

Chez les individus traités, les mortalités ont été observées en 1^{er} jour après traitement. Au 6^{eme} jour après traitement seulement 65% sont mortes avec la d3 et 56,66 % avec la d2. Avec les doses d1 on a pu obtenir des taux de 45% au 4^{eme} jour. Le taux de mortalités est nul chez les séries témoins (fig24)

1-3-2- Méthode de traitement par inhalation

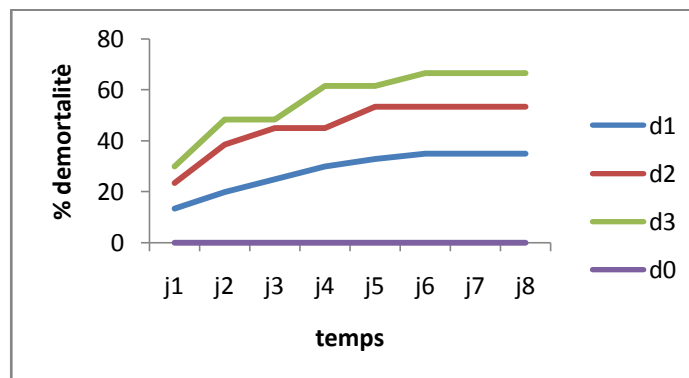


Fig.25 : pourcentage de mortalité cumulée de *T.castaneum* traité avec l'huile de *thym* par la méthode d'inhalation

Chez les individus traités l'effet est apparu en 1^{er} jour après traitement avec toutes les doses, Au 2^{eme} jour après traitement seulement 20% sont morts avec la d1 et 38,33% avec la d2, Mais avec les doses d3 on a pu obtenir des taux de 48,33. Au 4^{eme} jour on a atteint un taux 30% avec la dose D1 et 50% avec la dose d2 et 61,66 avec la dose D3. 35% de mortalité est obtenu au bout de 6^{eme} jour avec la dose d1, au 5^{eme} jour un taux de 53,33% avec la d2 alors qu'avec la d3, a été atteint 66,66%. le taux de mortalités est nul chez les séries témoins (fig.25)

1-4-l'effet de l'extrait aqueux du *thym* sur le taux de mortalité cumulée de *T.castaneum* par la méthode de contact

Dans le but de mettre en évidence l'effet de l'extrait aqueux de thym sur le taux de mortalités de tribolium, par la méthode de contact direct nous avons confronté mes données à une analyse statistique par Excel

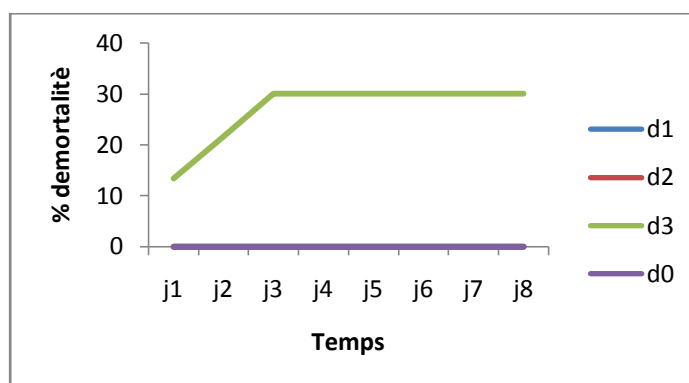


Fig. 26: pourcentage de mortalité cumulée de *T.castaneum* traité avec l'extrait aqueux du *thym* par la méthode de contact

Chez les individus traités, les mortalités ont commencé après le 1^{er} jour avec un taux de 13,33% avec la dose d3, mais elle est nulle avec les autres doses. Au 3^{eme} jour un pourcentage 35 % a été atteint avec la dose d3, aucune mortalité n'a été remarquée avec les doses d1, d2. le taux de mortalités est nul chez les séries témoins (fig. 26).

1-5-L'effet comparatifs de l'huile essentielle et l'extrait aqueux du *thym* sur les deux espèces

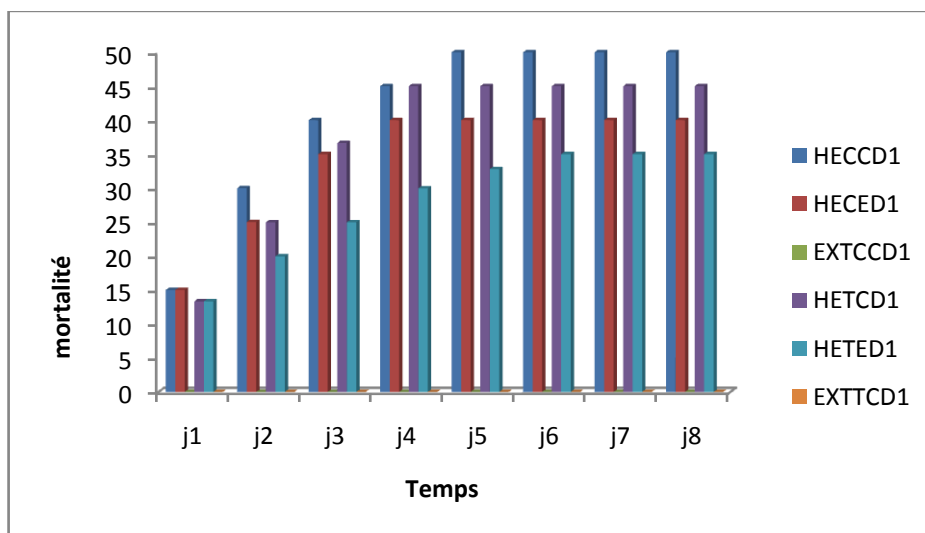


Fig.27 : Pourcentage des mortalités journalières cumulées de *R- dominica* et *T.castaneum* traités par l'huile essentielle et l'extrait aqueux du *thym* avec la dose d1.

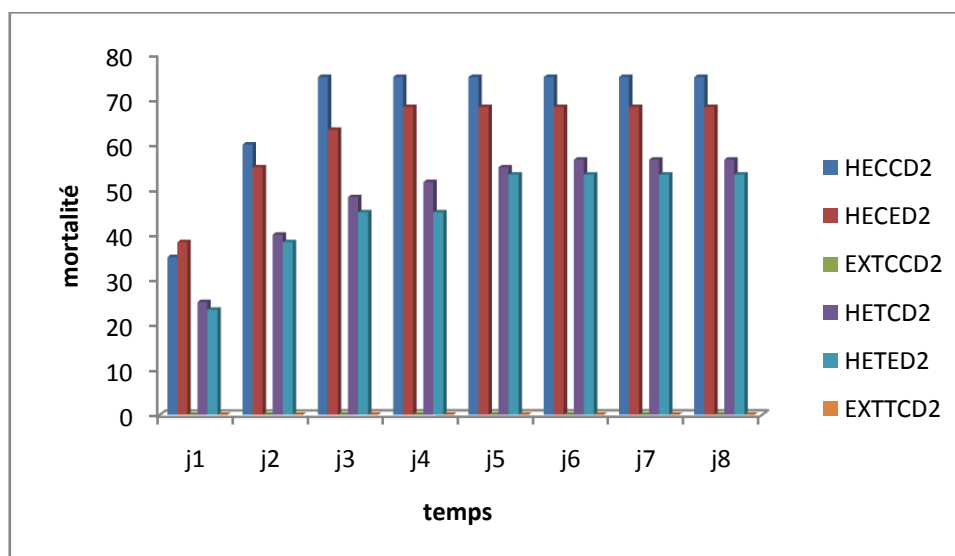


Fig.28 : Pourcentage des mortalités journalières cumulées du *R- dominica* et *T.castaneum* traités par l'huile essentielle et l'extrait aqueux de *thym* avec la dose d2

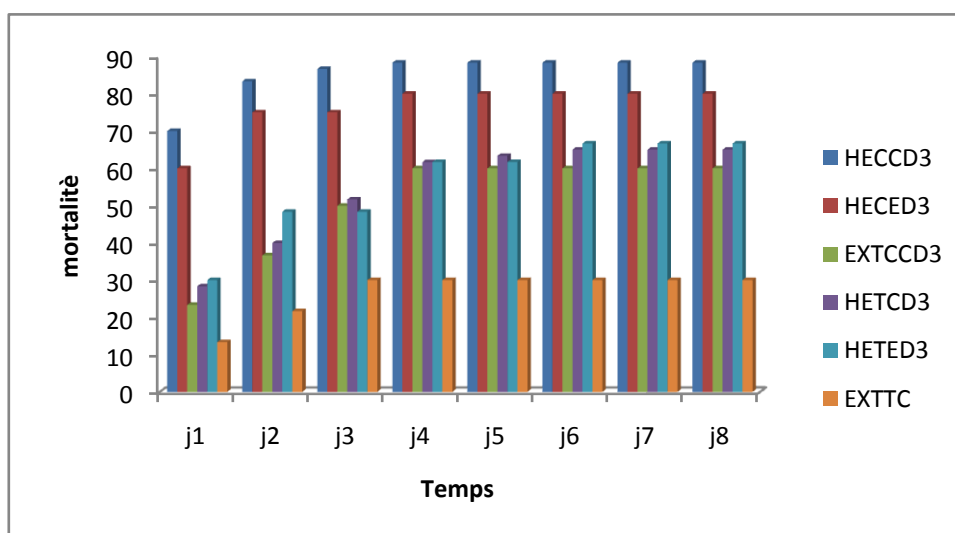


Fig.29 : Pourcentage de mortalités journalières cumulées du *R- dominica* et *T.castaneum* traités par l'huile essentielle et l'extrait aqueux de *thym* avec la dose d3

D'après les histogrammes représentés ci-dessus nous avons tiré les points suivants :

1-Effet de l'HE sur les deux espèces et pour les trois doses (d1,d2,d3) par le mode de contact : Concernant le capucin(*R-dominica*) le pourcentage le plus faible a été enregistré le J1 avec 15% pour la d1,35% d2 et 70% d3 alors que le plus élevé c'était en J5 avec 50% pour d1,75% en J3 avec d2 et 90% pour la d3 jusqu'au 8^{eme} jours(fin de expérience).les mêmes effets chez les individus de tribolium avec le plus faible taux en J1 de 12% pour d1,25% d2 et pour le pourcentage le plus élevé il y a 45% en J4 avec la d1 et 55% en J6 avec d2 et en J4 avec 90% pour la d3.

2- Effet de l'HE sur les deux espèces et pour les trois doses (d1,d2,d3) par le mode d'inhalation: pour le capucin un taux plus faible a été enregistré en J1 avec 15% d1,40%d2 et 60% d3 et le plus élevé en J5 avec 50% pour d1,75%en J3 d2 et 90%en J4 pour d3. la conclusion qu'elle peut être extraite c'est que la mortalité augmente avec la dose dans tous les cas et l'espèce capucin présente une sensibilité par rapport au tribolium vis-à-vis la solution d'HE.

3-L'effet de l'extrait aqueux: Les résultats obtenus pour cette solution apparaissent seulement avec la 3^{eme} dose tandis que les deux autres doses c'était nul durant les 8 jours; les mortalités chez les individus de capucin ont été toujours plus élevés par

apport à ceux enregistrés pour le tribolium ce qui veut dire que le capucin est le plus sensible.

1-6- Le calcul de la DL 50 et CL50

Comme l'efficacité des produits (huile essentielle, extrait aqueux) diffère entre les deux ravageurs (Tribolium, capucin) et entre le mode d'action (contacte, inhalation), on a décidé de tracer les droites de régression au 5^{ème} jour pour le capucin traité au HE par contact (Fig. 30), au 5^{ème} jour pour le capucin traité au HE par inhalation(Fig. 31) et au 4^{ème} jour pour le Tribolium traité au HE par contact (Fig. 32) et le 6^{ème} jour Tribolium traité au HE par inhalation pour connaitre(Fig. 33) :

-L'efficacité de l'huile essentielle de *thym* par contact sur le capucin au 5^{ème} jour :
DL 50.

-L'efficacité de l'huile essentielle de *thym* par inhalation sur le capucin au 5^{ème} jour
CL 50.

L'efficacité de l'huile essentielle de *thym* par contact sur le Tribolium au 4^{ème} jour
CL 50.

-L'efficacité de l'huile essentielle de *thym* par inhalation sur le Tribolium au 6^{ème} jour
CL 50.

Les résultats obtenus sont :

1-6-1 : L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur le *R- dominica*

1-6-1-1- Méthode de traitement par contact

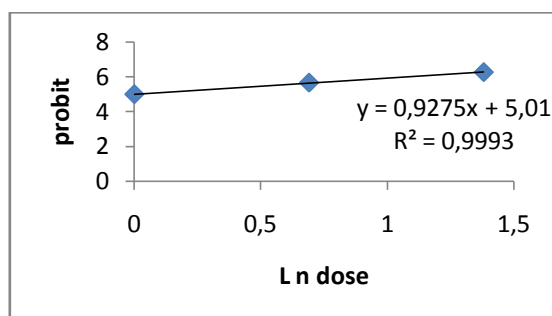


Fig. 30: L'efficacité de hile essentielle du thym sur *R- dominica* au 5^{ème} jour après traitement par la méthode de contact

DL50 de la 5^{ème}jour est égale : 0,016ML/cm²

1-6 -1-2-Méthode de traitement par inhalation :

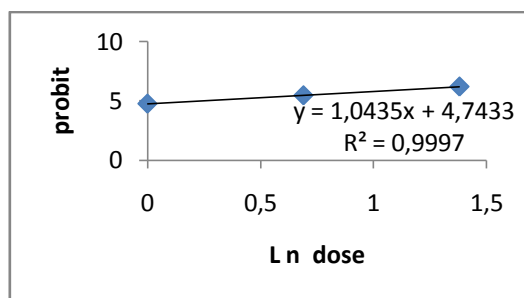


Fig. 31: L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur le *R- dominica* au 5^{ème} jour après traitement par la méthode par inhalation.

DL50 de la 5^{ème}jour est égale : 0,02ML/cm³

1-6-2 : L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur le *T.castaneum*

1-6-2-1- Méthode de traitement par contact

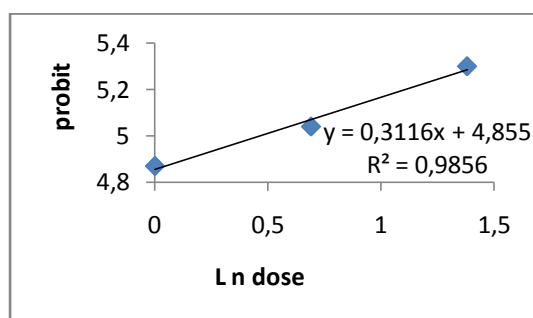


Fig.32 : L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur *T.castaneum* au 4^{ème} jour après traitement par la méthode de contact

CL50 de la 4^{ème}jour est égale : 0,025ML/cm²

1-6 -2-2-Méthode de traitement par inhalation

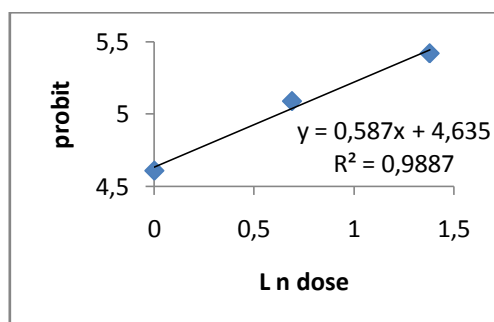


Fig. 33: L'efficacité de l'huile essentielle du thym sur *T.castaneum* au 6^{ème} jour après traitement par inhalation.

CL50 de la 6^{ème}jour est égale : 0,029ML/cm³

1-7-Les analyses de la variance :

Pour mieux interpréter ces résultats, on à procéder à une analyse de la variance par logiciel SYSTAT vers 12.cette analyse est basé sur cinq critères de classification :

- . Facteur 1 : dose avec 4 niveaux (d0, d1, d2, d3)
- Facteur 2 : Temps avec 8 niveaux (t1,t8)
- Facteur 3 : mode avec 2 niveaux (contact, inhalation)
- Facteur 4: insecte avec 2 niveaux (capucin, tribolium)
- Facteur 5 : nature de produit avec 2 niveaux (HE, extrait)

1-7-1-Analyse de la variance de l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de *thym* sur le capucin en fonction de Temps, produits, dose, mode d'application

Tableau 4 : Analyse de la variance de la mortalité de capucin (*R-dominica*)

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Temps	7	3554,983	507,855	6,487	0.000
Produits	2	25166,642	12583,321	160,725	0.000
Doses	3	9437,642	9437,92	120,549	0.000
Mode d'application	1	133,487	133,487	1,705	0.195

1-7-1-1-Analyse de la variance du mortalité en fonction de nature de produit

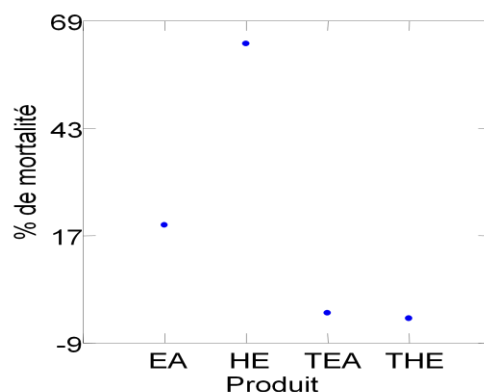


Fig. 34: L'effet de la nature des produits sur le taux de mortalité de *R- dominica*

L'action du produit HE agit d'une manière défirant par rapport à EA sur le taux de mortalité cumulé de capucin. D'après les résultats de l'analyse de la variance on constate que la différence entre les différent produit est hautement significatif ($p= 0.000$; $p \leq 0.05$) donc HE est plus efficace que l'extrait aqueux.

1-7-1-2-Analyse de la variance du mortalité on fonction des modes d'application des produits des produits

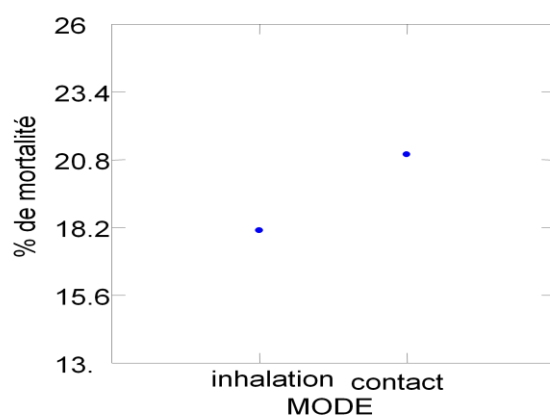


Fig.35: L'effet des modes d'application des produits sur le taux de mortalité de *R- dominica*

L'action des produit (HE, EA) à différent mode d'application est nom significatif ($p=0,19$; $p \geq 0,05$).d'après les résultats on a remarqué que le produit agit de la même manière sur le capucin.

1-7-1-3-Analyse de la variance de mortalité en fonction des doses

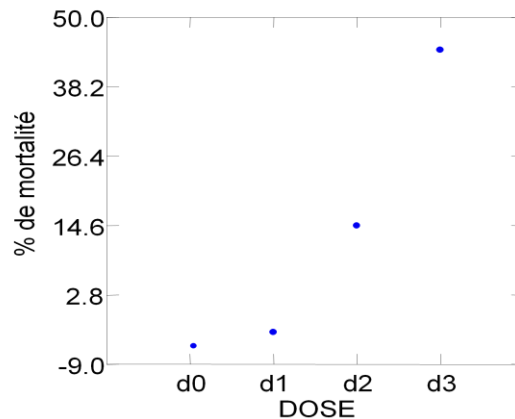


Fig.36 : L'effet des doses sur le taux de mortalité de *R- dominica*

L'action des produit (HE, EA) à différent dose est hautement significatif ($p= 0.000$; $p \leq 0.05$), plus la dose est important plus l'efficacité est important c-a-d la mortalité est important.

1-7-1-4-Analyse de la variance de mortalité en fonction de temps

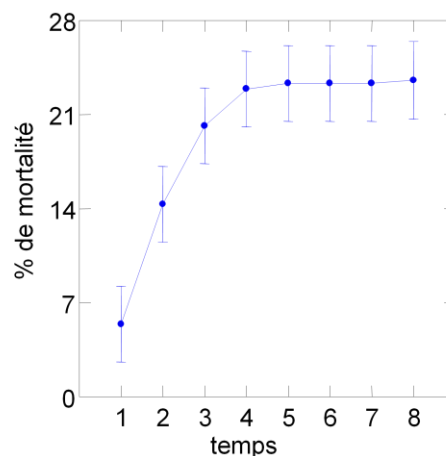


Fig.37 : L'effet de temps sur le taux de mortalité de *R- dominica*

L'action des produit (HE, EA) augment dans le temps, l'efficacité des produits et le temps est hautement significatif ($p= 0.000$; $p \leq 0.05$)

1-7-2-Analyse de la variance de l'efficacité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de *thym* sur le tribolium en fonction de Temps, produits, dose, mode d'application

Tableau5: Analyse de la variance de la mortalité de tribolium (*t-castaneum*)

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Temps	7	3267,5	466,786	9,471	0.000
Produits	3	17403,578	5801,193	117,702	0.000
Doses	2	7309,778	3654,889	74,155	0.000
Mode d'application	1	90,25	90,25	1,831	0.180

1-7-2-1-Analyse de la variance de la mortalité en fonction de nature de produits

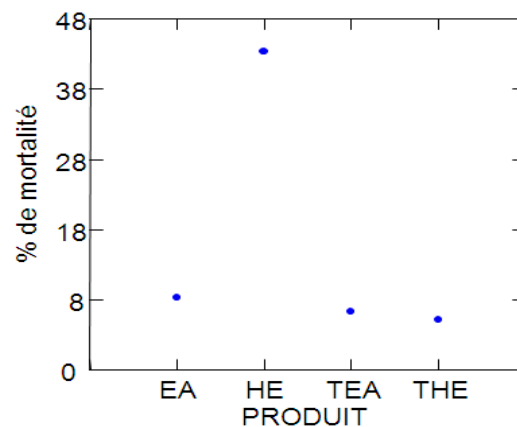


Fig.38 : L'effet de la nature des produits sur le taux de mortalité de *T.castaneum*

L'action de l'HE agit d'une manière différente par rapport EA sur le taux de mortalité cumulé de tribolium. D'après les résultats de l'analyse de la variance on constate que la différence entre les différents produits est hautement significative ($p= 0.000$; $p \leq 0.05$) donc l'efficacité de HE est plus importante par rapport à l'extrait aqueux

1-7-2-2-Analyse de la variance de mortalité on fonction des modes d'application des produits

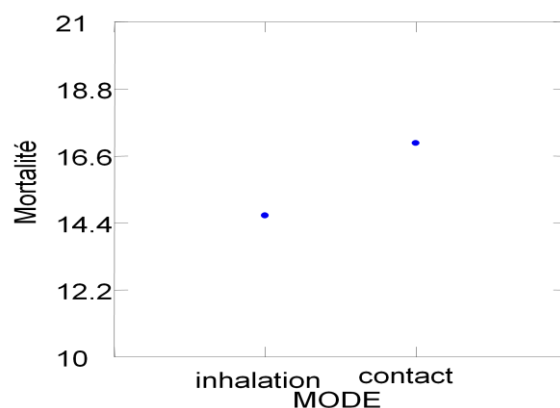


Fig.39: L'effet des modes d'application des produits sur le taux de mortalité de *T.castaneum*

La différence d'action des produit (HE, EA) à différent mode d'application est nom significatif ($p=0,18$; $p \geq 0,05$).c.-à-d. le produit agit d'une manière différente

7-2-4-Analyse de la variance du mortalité en fonction de temps :

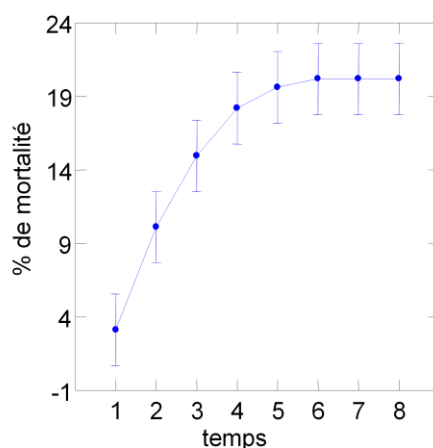


Fig.40 : L'effet de temps sur la mortalité de *T.castaneum*

La différence d'action des produit (HE, EA) augment de la même manière dans le temps, l'efficacité des produits et le temps est hautement significatif($P= 0.000$; $p \leq 0.05$)

1-7-2-3-Analyse de la variance de la mortalité en fonction des doses

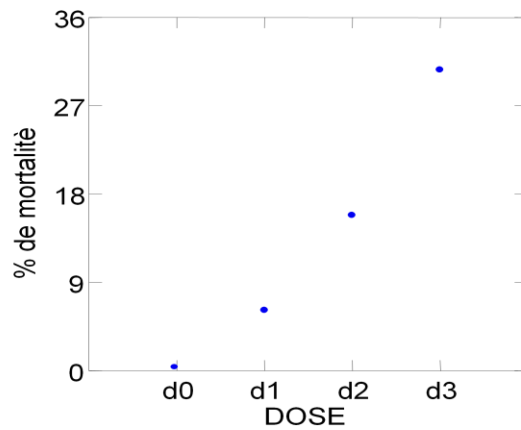


Fig.41 : L'effet des doses sur la mortalité de *T.castaneum*

L'action des produit (HE, EA) à différant dose est hautement significatif ($P= 0.00$; $P0.05$), donc la mortalité augmente d'une manière ascendant avec la dose.

1-6-3-Analyse de la variance de l'efficacité de L'huile essentielle et l'extrait aqueux de *thym* sur les deux insectes (tribolium, capucin)

Tableau 6 : Analyse de la variance de la mortalité de deux insectes

Source	ddl	somme des carrés	carré moyen	F de Fisher	P
Insectes	1	6292,720	6292,720	20,496	0.000

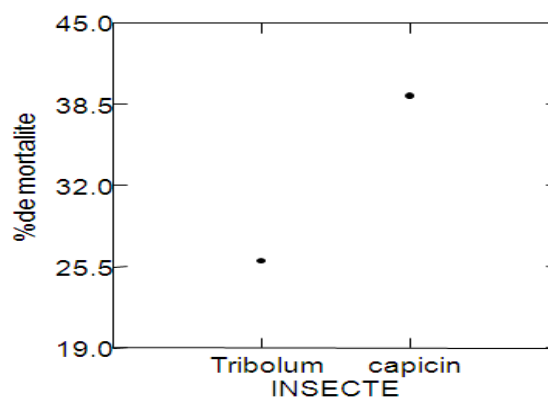


Fig.42: L'effet des produits sur le taux de mortalité des deux insectes

R- dominica* et *T.castaneum

Chapitre3: résultats et discussion

L'action des deux produits (HE, EA) à différent espèces est hautement significatif (**P= 0.00 ; P≤0.05**) donc on a constaté que le capucin est plus sensible que le tribolium

2-Discussions générale

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

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

Dans le présent travail, l'activité insecticides de l'espèce végétale étudiée *T. capitatus* constitue une étude préliminaire sur la recherche de nouvelles molécules bioactives à intérêt pesticide. Les résultats des tests du pouvoir insecticides sont intéressants du fait qu'ils constituent une première initiative de recherche sur des plantes spontanées d'intérêt agronomique. Ces résultats ont montré une efficacité élevée entre les différents insectes en relation avec l'origine des produits (huile essentielle ou l'extrait aqueux) et sa concentration, mode utilisée et espèces étudiées. Ils peuvent même expliquer et confirmer que les plantes étudiées possèdent des propriétés biocides appréciées. Toutefois, il est à signaler une différence d'action entre les produits considérés qui pourrait être expliquée par une diversité de leur composition chimique.

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

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

Pour l'huile, la dose d1 et d2 ont montré moins d'effets insecticides par rapport à la dose d3. Les concentrations nécessaires pour avoir 50% de mortalité des insectes par cette méthode sont variables d'un insecte à un autre, Il ressort que l'huile essentielle a montré une efficacité plus importante sur *Rhyzopertha dominica* (CL50= 0,016µL/cm) suivi par *tribolium castaneum* (CL50=0,025 µL /cm²),

L'absence de mortalité au niveau du témoin montre que notre test reste fiable pour l'étude de l'effet insecticide de l'huile essentielle testée.

Cette variabilité de toxicité est due à la présence de thymol, carvacrole comme composés majoritaire dans la composition de l'huile essentielle .L'activité toxique par effet contact de plusieurs huiles essentielles sur *Rhyzopertha dominica* et *tribolium castaneum* et d'autres insectes des denrées stockées ont été mis en évidence par de nombreux auteurs :

Selon les travaux de Elguedoui (2003) ; sur l'effet toxique des huiles essentielles de *thym* par contact sur *Rhyzopertha dominica* ont mené une mortalité de 100%. L'activité toxique par contact est aussi confirmée par d'autres auteurs à cet effet :

MAAFI., (2005) a affirmé que l'huile essentielle de *thym* a un effet toxique par contact sur les adultes de *Rhyzopertha dominica* .cette huile a provoqué 96%de mortalité avec une DL50 (0,425mg/cm²).

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

Plusieurs travaux ont été menés pour comprendre les mécanismes d'action de l'extrait des plantes, dont plusieurs attribuent cette fonction aux composants phénoliques (Veldhuizen et al. 2006). KEHIDIN et al (2005) affirment que la poudre *syngium aromaticum* et *xylophia ethiopica* ont un effet Significatif contre *Rhyzopertha dominica*.

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

Pour le mode de pénétration par inhalation, nous avons constatés que les deux produits étudiés possèdent une action biocide sur notre ravageur. Un taux de mortalité de 88 ,33% a été obtenu sur *capucin* et 66,66% sur *Tribolium*.

L'activité des produits étudiés était variée en fonction des doses utilisées, du temps d'exposition et enfin de la nature des insectes. Pour l'huile essentielle, les volumes allant de 1 à 4 µL .L'activité insecticide de l'huile essentielle de ces plantes ne nécessite pas beaucoup de temps pour se manifester ; elle est presque identique

Chapitre3: résultats et discussion

pour les deux espèces, la mortalité maximale étant enregistrée pendant les trois jours qui suivent les traitements pour les deux insectes. Les effets insecticides augmentent lentement du 4^{ème} au 6^{ème} jour, à partir de ce dernier les mortalités sont nulles. Plus la dose était élevée, plus le temps de réaction était court.

Les CL50 évaluées par les droites de régression révèlent un effet toxique par inhalation sur les deux insectes, pour le *Rhyzopertha dominica* CL50=0,02 $\mu\text{L}/\text{cm}^3$, le *tribolium castaneum* 0,029 $\mu\text{L}/\text{cm}^3$. Ces effets toxiques de ces huiles sont à l'origine des principes actifs rapidement volatiles de l'huile essentielle de *T. capitatus*.

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

Huang et al (2002), ont bien mis en évidence l'activité insecticide de l'huiles essentielle de *elleteria cardamomm* vis-à-vis *tribolium castaneum* et *Sitophilus zeamais* par la méthode d'inhalation, Celle ci a été prouvé une forte activité insecticide.

Les résultats des taux de mortalité des deux insectes en fonction des doses administrées par contact et par inhalation montrent que le *Rhyzopertha dominica* a été plus sensible par rapport au *Tribolium castaneum* pour les deux produits.ces résultat rejoignent d'une manière les travaux de PRATES et al (1998) portant sur l'efficacité monoterpène dont 1,8 cineol par contact qui donne 100%de mortalité sur *R-dominica* et 58,3% sur *T-confusum*

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

De plus EL-LAKWAH Fet al (1999) ont obtenu lors de l'administration de neemzal comme insecticide contentent 10% d'azadirachtine sur quatre ravageurs des denrées stocker que *Collosobruchus maculatus* est l'espèce la plus sensible suivie de *Sitophilus zeamais* puis *Rhyzopertha dominica* et enfin *tribolium castaneum*.

L' effet de l'huile essentielle de *T.Capitatus* montre une différence non significative entre les deux modes de tests utilisés malgré la présence d'une certain sensibilité des deux espèces à la méthode de contacts par rapport à la méthode

Chapitre3: résultats et discussion

d'inhalation .Nos résultats rejoignent ceux trouvé par BELYAGOUBI (2005) sur l'effet de quelques essences végétales (*T. capitatus*, d'*O. glmandulosum* et d'*E. globulus*) sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales Les moisissures sont très sensibles a la méthode de contact direct.

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

Conclusion

Notre travail avait pour objectif d'évaluer la toxicité de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de thym sur deux ravageurs (*Rhyzopertha dominica* et *tribolium castaneum*). Cette étude nous a permis d'obtenir les résultats suivants :

-les deux produits utilisés possèdent un effet insecticide sur les deux ravageurs que ce soit par contact ou par inhalation.

-La toxicité relevée est variable selon la nature de produit ; la mortalité des insectes augmente avec la dose quelque soit le produit et le mode d'action .parmi les deux produits testés (huile essentielle, extrait aqueux.) l'huile essentielle montre la plus grande efficacité suivie par l'extrait aqueux.

- Les résultats des taux de mortalité des deux insectes en fonction des doses administrés montrent que *R.dominica* était plus sensible par rapport au *T. castaneum*.

- Nos résultats montrent la présence d'une certaine sensibilité des deux espèces pour le mode de contacts par rapport au mode d'inhalation.

-la durée d'action des deux produits est limitée puisqu'elles ne sont plus toxiques après une semaine, ceci laisse supposer que nos deux produits sont biodégradables, caractéristique recherchée pour remplacer les insecticides organiques de synthèse dans les lieux de stockage des céréales.

A la lumière de ces résultats, les deux produits (l'huile essentielle et l'extrait aqueux) de *T. capitatus* possèdent un effet toxique sur notre ravageur .cette propriété pourrait être utilisée dans la protection des denrées stockées.

Le monde végétal contient un nombre élevé de molécules qui ont permis aux végétaux plantes de se protéger au cours de leur évolution contre les déprédateurs .ces molécules susceptibles d'avoir des insecticides, méritent d'être répertoriées et valorisées en tant que produits phytosanitaires.

L'Algérie recèle un patrimoine végétal très riche mais malheureusement très peu exploité.

Donc pour une meilleure exploitation des plantes à effet insecticide, il convient de réaliser des enquêtes ethnobotaniques sur la flore algérienne et d'analyser leur activité insecticide afin de diminuer les pesticides organiques de synthèse.

- ADRIAN J., POTUS J., POIFFAIT A et DOUVILLIER P., 1998-** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Tec et Doc. Ed : Lavoisier. P / 47-84.
- ALABOUVETTE C, OLIVAIN C, STEINBERG C., 2005-** Maitrise des communautés microbiennes pour lutter contre les maladies d'origine tellurique. In Regnault-Roger, C, Fabres G. Philogène, B J.R .Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement.Lavoisier Tec & Doc, Paris,p 571-588.
- ALEM M., 2000-** La conservation et la traitement des denrées stockées. Acte de premier Symposium international sur la filière blé 2000 enjeux et stratégie Ed. OAIC. Alger pp 321-329.
- Alzouma1. Huignard 1. et Lenga, A ., 1994-** «Les coléoptères Bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale». In Post-Récolte, principes et application en zone tropicale, ESTEM/AUPELF, p.79-103. VerstraetenEds.
- AMADA F ; 2010-**Evaluation DE L'efficacité insecticide des substances (végétales) et un produit phytosanitaire contre la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) .Mem.Ing agronome .BLIDA .79P.
- ANONYME., 2005-** Données statistiques de la F.A.O. Information statistiques mondiales concernant l'alimentation et l'agriculture.
- ARTHURE F., 1996-**Grain protectants .J.Storedproduct.Res. Vol.32, pp.293-294.
- AUGER J , THIBOUT E., 2002-** substances soufrées des Allium et des
- AUGER J et THIBOUT E ; 2002-** substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In Regnault-Roger, C, Philogène , B J.R , Vincent C .Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris, p 77-96.
- AUSLOOS P., 2002-** les huiles essentielles. CNIL.N 80.6p.
B J.R , Vincent C .Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris, p 77-96
- BAKER J .E., 1988 -** purification of alpha-amylase inhibitor from wheat,*Triticumaestivum* and interaction with amylases from the rice weevil, *sitphiphilus oryzae* (Coleoptera, Curculionidae) insect biochem 55(11) : 703-706
- BELAICHE ., 1979-** traite de phytothérapie et d'aromathérapie .Ed.Maloine .Paris.
- Belyagoubi., 2005-** Effet de quelques essences végètales sur la croissance des moisissures de deterioration des cèreats Thèse ing. Unv telemcene.130p.
- BENAYAD N., 2008-** Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires

stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat.Maroc.61p.

-BENCHARIF et CHAULET, 1991 - problématiques et organisation du projet d'étude. ENIAL – séminaire sur la mise en marché des céréales et les stratégies des entreprises de la filière Blida, pp1-30.

-BERNARD T ., BRAVOR et GASSE T . , 1988- Extraction des huiles essentielles (chimie et technique). information chimie. pp.178-184.

-BERNARD T ., BRAVOR et GASSE T., 1988- Extraction des huiles essentielles (chimie et technique). Information chimie. pp.178-184.

Bostrychidae) et *Tribolium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de

-BOUDREAU A. et MENARD G -1988 - Le blé élément fondamentaux de transformation Ed. Masson, 216p.

-BOUGHRARA S., 2000 - étude du diagnostic d'un atelier de fabrication et contrôle physico-chimique de pâtes alimentaires améliorées, thèse de technicien supérieur en transformation des céréales, Université de Boumerdes, 2000, 62pages

-BRUNETON J., 1993- Pharmacognosie, phytochimie, plante médicinale .2^{ème} édition .Ed. Lavoisier, pp.406-435.

-CASIDA, J. E., G. B. QUISTAD, eds. 1995- Pyrethrum Flowers—Production, Chemistry, Toxicology, and Uses. Oxford University Press, Oxford.

-CHAMP, B. R. et DYTE, C. E., 1976 - Rapport de l'enquête mondiale de la FAO sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides, FAO, Rome, 374p.

-CHEFTEL J.C. et CHEFTEL L. H., 1977 - Introduction à la technique alimentaire Vol 1 Ed. Lavoisier. Paris. 280-284.

-Crespo, M.E; Jimenez J. and Navarro C.1991 .Special Methods for the Essential Oils of the Genus *Thymus*. Modern Methods for plant analysis, 12, pp. 41-61.

Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In Regnault-Roger, C, Philogène ,

-CRUZ JF., TROUDE F. ; GRIFFON D. et HEBERT JP., 1988 – Conservation des grains en régions chaudes, 2^{ème} édition, ministère de coopération et de développement Paris 544p

-DJERMOUN A.E.K., 2009- Revue Nature et Technologie. N° 01/Juin 2009. Pages 45 à 53.

-DJERMOUN A.E.K., 2009- Revue Nature et Technologie. N° 01/Juin 2009. Pages 45 à 53.

-DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE.H. ARRUFAT.A., 2009- PHYTOMA. Gestion des nématodes à galles : lutte conventionnelle et luttés alternatives. L'atout des plantes

pièges. INRA UMR Interactions Biotiques et Santé Végétale (IBSV) INRA / UNSA / CNRS 400, Route des Chappes, Les Templiers, BP 167, F-06903 Sophia Antipolis Cedex.18p.

-DOUMANDJI A., DOUMANDJI S., et DOUMANDJI MITICHE B ., 2003 -technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock, Algérie office des publications universitaires, 2003, 67 p.

-DRAPRON, 1971 - les enzymes leurs rôle dans la technologie du blé et de ses dérivés. Bull des anc.élèves EFM, 246-236p.

-DUCOM, P. 1980 - Eléments d'écologie. Des stocks et de lutte contre les ravageurs 65-83.In : ACCT - Rapport du séminaire sur l'amélioration des systèmes récolte en Afrique de l'Ouest. ACCT BAMAKO 230p.

-EL GUEDOU R ; 2003- Extraction des huiles essentielles de romarin et de thym .comportement insecticides de ces deux huiles sur *Rhyzoperta dominica* .Mem.Ing.Genie chimie.Eco.Nat.Poly.EL HARRACH.70p.

-EL-LAKWAH Fet EL-KASHLA I., 1999-Efficiency of neemzal (Powder 10%) agissent some stored Product insecte .Alexandra res .vol 44(22) pp.71-283.

-EVANS W.C., 1998-trease and Evan's pharmacognosy .14th editions, pp.48-65.

-FAO., 2001- Deuxième forum mondial FAO/OMS des responsables de la sécurité sanitaire des aliments. *Bangkok (Thaïlande), 12-14 octobre 2004.*

-FARJAN M.E., 1983 - Biodynamiques en laboratoire de deux insectes ravageurs du blé dur : le charançon du riz *S.oryzae*L (Coleoptère, Curculionidae)et la capucin des grain: *Rhizoperta dominica* (Coleoptère, Bostrichidae)avec application aux conditions de conservation en Afrique du nord

-FEILLET P., 2000- Le grain de blé composition et utilisation. Ed. I.N.R.A. Paris, 283p.

-FEILLET P., 2000- Le grain de blé composition et utilisation. Ed. I.N.R.A. Paris, 283p.

-FIELDS P., 2001- Ravageurs des entrepôts des grains et des produits alimentaires. Ed. Centre de recherche sur les céréales. Canada.

-FLEURAT LESSARD F., 1982 - Les insectes et les acariens in : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, Ed Lavoisier et Apria, Paris, pp 349-396.

-FLEURAT LESSARD F., 1982- Facteurs favorables au développement des insectes et des acariens. 83-98 In Scotti, G. Les insectes et les acariens des céréales stockées Eds. AFNOR - ITC ; 237 p.

- FLEURAT LESSARD F., 1991-** entomologie de céréales et dérivés et autre contamination d'origine animale in : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, Ed Lavoisier et Apria, Paris, 192-220
- FLEURAT LESSARD F., 2003** - Préservation de la qualité sanitaire des céréales. Ed. PHYTOMA La défense des végétaux N° 56 3. Pp 22-30
- FLEURAT-LESSARD F., 1990** - Altération dues aux insectes et déprédateurs-présentation Aliscope, 90: 18-24p.
- 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, 1-61p.
- FOURAR, R., 1994** - Variabilité de la sensibilité variétale du blé tendre à *Sitophilus oryzae*L(L) ((*Coleoptera* : *Curculionidae*) dans le grain et de *tribolium confusum* J. Duval ((*Coleoptera* : *Tenebrionidae*) dans la farine. Analyse des relations eco-physiques insecte-grain thèse de Magister Ins. Nat. Agro. D'ELHARRACH, ALGER
- FREEMAN, 1973** - Common insect pest of stored and products. Aguidet of their identification. British Muscum(NaturalHistory), Economie Series N° 15, London
- GARNERO ., 1985-** Technique de l'ingénieur, les huiles essentielles .Vol.12, pp 65-66.
- GODON B. et WILLIAM C., 1998** - Les industries de premiers transformations des céréales. Ed. Tec. Et Doc Lavoisier. Paris pp 3- 216.
- GODON B., 1991** - Biotransformation des produits céréaliers. Ed.Tec et Doc. Lavoisier Paris 688p.
- Guignard J L ., 1977-** Abrege de Botanique a L'usage des Etudiants en Pharmacie.
- GUIRAUD J.P., 1998** - Microbiologie alimentaire Ed. Dunod 648p
- GWINNER J ., 1996-** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte .Echoborne .RFA.388p.
- Gwinner, J., Hamisch, R et Muck, O., 1996-** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn, 368p.
- HAGSTRUM D.W., 1990-** Acoustical monitoring of Rhyzoperta dominica population wheat . J.environ. entomol.Vol. 83. N⁰ 2, pp.625-628.
- Hall, D.W. 1970-** Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas, FAO. Rome, 350 p.
- HAUNG Y, LAMS L et HO S ., 2000-**bioactivity of essential oil from *elleteria cardammum* L.to *Sitophilus zeamais* (motsch) and *tribolium castaneum* (*Hebert*) of stored Product research vol 36 n°2pp107-117.

- Isman, M.B., 2006-** «Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world». Rev. Entomol, 51 :45-66.
- Kandil O, Radwan N.M, Hassan AB, Amer A M. M, El-Banna,H. A and Amer M. M., 1994.** Extracts and Fractions of *Thymus capitatus* exhibit antimicrobial activities. Journal of Ethnopharmacology 44, pp. 19-24.
- KEHIND N, ANGELA O .,(2005)-**comparative biological activity of *synzygium aromaticum (L) and xylopiya ethiopoca* on *Rhyzopertha dominica (f.) (Coleoptera : bostrychidae)* and *Sitophilus zeamais* motsch (coleoptera : cuculionidae) in maize grain. Postharvest news and information.vol, n°.5, 399 p.
- KESSOUS C., 1993-** biochimie structurale, Algérie office des publications universitaires, 1993, 194 p.
- KHELFI H., 2007-** Evaluation du potentiel biocide et étude de l'influence de la composition chimique des huiles essentielles de quelques plantes Algériennes sur *Rhyzopertha dominica* .These.Doc .AGR.INA. EL HARRACH.130p.
- KHELFI H., 2007-**Evaluation du potentiel biocide et étude de l'influence de la composition chimique des huiles essentielles de quelques plantes Algériennes sur *Rhyzopertha dominica* .These.Doc .AGR.INA. EL HARRACH.130p.
- KIGER J.L., 1967 -** Techniques moderne de la biscuiterie, pâtisserie,boulangerie industrielle et artisanale et des produits de régime. Ed. Dunod. T.I, Paris, 676P
- KOSSOU D et AHON., 1993-**Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux. Ed .Flamboyant., Benin. 125p.
- LEPESME P. ,1944-** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. p. LECHEVALIER, Paris, 335.P.
- LEPIGRE A.L1966-**La désinsectisation des stocks de céréales. Ed .Off interprof, des céréales Paris 406 p.
- MAAFI H., (2005)-**Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *rosmarinus officinalis et thymus fontanaseii* sur *Rhyzopertha dominica (f.)*(coleoptera-bostrychidae).Thèse ing agronome. EL HARACHE ,55p Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, 95 p.
- MAMOUNI ., 1994-** Application des procédés d'extraction de grain de coriandre. PFE.ENP.Alger.80p.
- MANKIN R.W., 1998-** Thermal enhancement of acoustic detectability of *Sitophilus oryzae* larvae. Ed. USA Département of agriculteur.MASSON, PARIS. Pages 257.
- MEBARKIA A. et GUECHI A., 2006-** Protection Phytosanitaire Contre les Ravageurs des Céréales Stockées. Laboratoire de Microbiologie et de phytopathologie, Faculté des Sciences, UFA-Sétif

- Menga1, p. ; Behn, D. ; Gil, M. B. et Mompon, B. 1993**-Extraction d'huile essentielle par micro-ondes, *Parfums, Cosmétiques, Arômes*, (114), pp. 66-67
- MILLS J.T., 1990**- Protection des grains et graines oléagineux stockés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. Minist. Ser. Agric. Public. 49p.
- MULTON J.L., 1982** - conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales oléagineuse, protéagineuse, aliments pour animaux Ed Techn et document, Lavoisier / A.P.R.I.A., Paris, Vol 1, 576p
- MULTON J.L., 1982** - conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales oléagineuse, protéagineuse, aliments pour animaux Ed Techn et document, Lavoisier / A.P.R.I.A., Paris, Vol 1, 576p
- Of the tropical forest: biodiversity and its importance to human health. Columbia Oils of the Genus *Thymus*. Modern Méthodes for plant analysis, 12, pp. 41-61.
- Organisation global ozone research and monitoring project. Report No. 37, WMO,
- PANDEY D.K., TRIPATHI N.N., TRIPATHI R.D., DIXIT S.N., 1982**- Fungitoxic and phytotoxic properties of the essential oil of *Caesulia axillaris Roxb.* (Compositae). *Angewandte Botanik*, 56 : 256-257.
- PARIS et GODON M., 1979**- Chromatographie en couche mince et sur papier des huiles essentielles. Ed. Masson. Paris.
- POTTER C., 1935**. The biology and distribution of *Rhyzopertha Dominica* (Fab.). *Tran R. Entomol. Soc. Lond.*, 83, part. IV, 449-482.
- PRATES H., 1998**- Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* and *Tribolium confusum*. *J. Stored product. Res.* Vol.34, pp243-249.
- PRATES H., 1998**- Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha Dominica*. *J. Stored product. Res.* Vol.34, pp243-249.
- Quezel P et Santa S., 1963**- Nouvelle Flore de L'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. TOME II, Centre national de la recherche scientifique, Paris 1963. 566 - 1170 pages.
- REAU A. et MENARD G.** -1988 - Le blé élément fondamentaux de la transformation Ed. Masson, 216p.
- REGNAULT -ROGER C. PHILOGENE B J R , FABRES G., 2005**- Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec and Doc, Paris. p: 1013.
- Relinger, L.M., Zettler, J.L., Davis. R et Simonaitis, RA., 1988**. «Evaluation of pirimiphos methyl as a protectant for export grain». *J. Econ. Ent.*, 81 : 718-21.

- ROYAL J., 2000-**. Utilisation des substances sémiocchimique en agriculture- Master 2ERE
- Ruberto G, Baratta M. T, Sari M and Kaabeche M., 2002-**Chemical composition and antioxidant activity of essential oils from Algerian *Origanum glandulosum* Desf. Flavour and Fragrance Journal 17, pp. 251-254.
- SARA. M, 2001** - Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum.desf*) sous traitement par un fongicide (TILT 250EC) Université de Souk Ahras - D.E.S
- SCHIFFERS B ., 1990-** Le point sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des grains entreposés en Belgique. Vol.46.N 4, pp.121-144.
- SINGH E, AHYI MRA, AKE-ASSI L, ELEWUDE JA, FADOJU SO, GBILE ZO,** studies in Western Nig. Pub. Organization of African Unity: Lagos, Nigeria p.420.
- SOEJARTO D, FARNSWORTH N.R , 1989-** Tropical rainforsts: potential sources of new drugs. Perspectives in Biology and Medicine 32, 244-258
- STEEFAN J.R., 1978-**Description et biologie .les insectes et les acariens des céréales stockées. Stored Prod. Pest control. Pont de la maye N°37 pp.209-210.
- STEEFAN J. R., 1978** - Description et biologie des insectes, 1-65 In Scotti, G.Les insectes et les acariens des céréales. AFNOR/ITCF, Paris, 238 P
- STEEFAN J. R., 1978** - Ecologie des denrées stockées (Milieu Peuplement Agressions)
- Throne, 1.E., 1994-**Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on cornstored at constant temperatures and relative humidities in the -
- CALVEL, 1980** - La boulangerie moderne. Ed. Erolles , Paris, 465p
University Press: New York.
- Valnet, J. 1984-** Aromatherapy Traitement des maladies par les essences des plantes. 10e Ed., MALOINE S.A., Paris. 544 pages
- Valnet, J. 1984.** Aromatherapie Traitement des maladies par les essences des plantes. 10e Ed., MALOINE S.A., Paris. 544 pages.
- WILKIN D.R et CHAMBERS., 1987–** Methods of detecting insects in grain. Ann.Conf. Paris .pp. 489-496.
- WIRSTA P., 1996** – Evaluation d'une nouvelle méthode immuno- enzymatique destinée a estimer la contamination de lot de blé et de la farine par les insectes .Rev .Indu .céréale. N°3 , pp. 29-32.
- WMO., 1965-** Scientific assessment of ozone depletion: World Metrological

- YAHYAOUI N. (2005).** Extraction. analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *mentha spicata L* sur *Rhyzopertha dominica (F.)* (Coleoptera),
- YAKHLEF G., 2010-** Etude de l'activité biologique de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis*. Thèse mag. Univ Batna. 110P
- YETTER et M.A., SAUDERS R. M. and BOLES H.P., 1979** - alpha amylase inhibitors from wheat kernels as factors in resistance to postharvest insect. *Cereal chemistry* , 56(4), pp.243-244

ANNEXE

Annexe1 : Effet par contact de l'huile essentielle de Tym sur le taux de mortalités de capucin (R- dominica)

Dose /temps	D1				D2				D3				D0			
	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY
J1	10	10	25	15	40	30	35	35	60	55	65	60	0	0	0	0
J2	20	25	45	30	65	50	65	60	70	80	75	75	0	0	0	0
J3	25	35	60	40	70	60	95	75	80	95	80	85	0	0	0	0
J4	25	40	70	45	70	60	95	75	80	100	90	90	0	0	0	0
J5	30	45	75	50	70	60	95	75	80	100	90	90	0	0	0	0
J6	30	45	75	50	70	60	95	75	80	100	90	90	0	0	0	0
J7	30	45	75	50	70	60	95	75	80	100	90	90	0	0	0	0
J8	30	45	75	50	70	60	95	75	80	100	90	90	0	0	0	0

Annexe2 :Effet par contact de l'huile essentielle de Tym sur le taux de mortalités de tribolium (T-castaneum)

Dose /temps	D1				D2				D3				D0			
	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY
J1	15	15	10	13,33	25	15	35	25	30	25	30	28,33	0	0	0	0
J2	30	25	20	25	45	25	50	40	35	45	40	40	0	0	0	0
J3	40	50	20	36,66	45	25	75	48,33	50	60	45	51,66	0	0	0	0
J4	45	60	30	45	50	30	75	51,66	60	70	55	61,66	0	0	0	0
J5	45	60	30	45	50	40	75	55	60	75	55	63,33	0	0	0	0
J6	45	60	30	45	50	40	75	56,66	60	80	55	65	0	0	0	0
J7	45	60	30	45	50	40	75	56,66	60	80	55	65	0	0	0	0
J8	45	60	30	45	50	40	75	56,66	60	80	55	65	0	0	0	0

Annexe 3: Effet par inhalation de l'huile essentielle de Tym sur le taux de mortalités de capucin (R- dominica)

Dose /temps	D1				D2				D3				D0			
	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY
J1	15	15	15	15	20	30	65	38,33	45	85	80	70	0	0	0	0
J2	25	30	20	25	35	55	75	50	75	90	85	83,33	0	0	0	0
J3	45	35	25	35	50	60	80	63,33	80	90	90	86,66	0	0	0	0
J4	45	40	35	40	50	70	85	68,33	80	90	95	88,33	0	0	0	0
J5	45	40	35	40	50	70	85	68,33	80	90	95	88,33	0	0	0	0
J6	45	40	35	40	50	70	85	68,33	80	90	95	88,33	0	0	0	0
J7	45	40	35	40	50	70	85	68,33	80	90	95	88,33	0	0	0	0
J8	45	40	35	40	50	70	85	68,33	80	90	95	88,33	0	0	0	0

Annexe4 : Effet par inhalation de l'huile essentielle de Tym sur le taux de mortalités de tribolium(t-castaneum)

Dose /temps	D1				D2				D3				D4			
	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY
J1	10	20	10	13,33	30	15	25	23,33	15	35	40	30	0	0	0	0
J2	15	25	20	20	40	30	45	38,33	35	55	55	48,33	0	0	0	0
J3	25	25	25	25	40	45	50	45	40	65	60	50	0	0	0	0
J4	25	35	30	30	40	50	60	50	45	75	65	61,66	0	0	0	0
J5	30	35	35	33,33	45	50	65	53,33	50	75	75	66,66	0	0	0	0
J6	35	35	35	35	45	50	65	53,33	50	75	75	66,66	0	0	0	0
J7	35	35	35	35	45	50	65	53,33	50	75	75	66,66	0	0	0	0
J8	35	35	35	35	45	50	65	53,33	50	75	75	66,66	0	0	0	0

Annexe5 : Effet par contact de l'extrait aqueux de Tym sur le taux de mortalités de capucin (R- dominica)

Dose /temps	D1				D2				D3				D0			
	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50	5	23,33	0	0	0	0
J2	0	0	0	0	0	0	0	0	35	60	15	36,66	0	0	0	0
J3	0	0	0	0	0	0	0	0	50	70	30	50	0	0	0	0
J4	0	0	0	0	0	0	0	0	70	75	35	60	0	0	0	0
J5	0	0	0	0	0	0	0	0	70	75	35	60	0	0	0	0
J6	0	0	0	0	0	0	0	0	70	75	35	60	0	0	0	0
J7	0	0	0	0	0	0	0	0	70	75	35	60	0	0	0	0
J8	0	0	0		0	0	0	0	70	75	35	60	0	0	0	0

Annexe6 : Effet part contact de l'extrait aqueux de Tym sur le taux de mortalités de tribolium(t-castaneum)

Dose /temps	D1				D2				D3				D0			
	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY	R1	R2	R3	MOY
J1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	15	10	16,66	0	0	0	0
J2	0	0	0	0	0	0	0	0	30	25	15	23,33	0	0	0	0
J3	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35	25	30	0	0	0	0
J4	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35	25	30	0	0	0	0
J5	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35	25	30	0	0	0	0
J6	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35	25	30	0	0	0	0
J7	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35	25	30	0	0	0	0
J8	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35	25	30	0	0	0	0