

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université SAAD DAHLAB de Blida (1)
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des biotechnologies

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

Option : phytopharmacie appliquée

Contribution à l'étude de l'effet biocide de deux
plantes spontanées du Genre *Rosmarinus* et *Teucrium* sur le
***Tribolium confusum* (Duval,1868) .**

Présenté par : **Melle BENMETIR Meriem**

Devant le jury composé de :

Mr DJAZOULI Z.E.	M.C.A.	U.S.D.B	Président
Mme DJENNAS K	M.A.A.	U.S.D.B	Promotrice
Mme RAMDANE K.	M.A.B	U.S.D.B.	Examinatrice
Melle DJEMAI I.	Doctorante	U.S.D.B.	Examinatrice

Année Universitaire 2013 / 2014

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour bien mener ce travail.

Mes plus vifs remerciements s'adressent à ma promotrice, Mme DJENNAS – MERRAR K., de m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon plus profond respect.

Je remercie Mr DJAZOULI Z.E de m'avoir fait l'honneur de présider le jury, qu'il me soit permis de lui exprimer ma profonde gratitude pour m'avoir conseillé et orienté avec beaucoup de patience, chaque fois que cela était nécessaire.

Je remercie également Mme RAMADANE K. d'avoir accepté d'examiner ce Travail.

Je remercie aussi M^{elle} DJEMAI I. d'avoir bien voulu accepter d'être membre de jury et d'examiner ce travail.

Mes profonds remerciements à tous mes enseignants et mes professeurs qui ont assuré ma formation Mme NEBIH, Mme ALLAL, Mme KARRA , Mme FOURAR, Mme BENRIMA, Mme TELAIDJI ,Mme BOUCHNAK , M^{elle} SABRI, Mme AMMAD, Mme KRIMI , M^{elle} REMINI, Mme OUANIGHI, Mr AROUN , Mr KHELADI , Mr BARDJA, Mr ABBAD sans oublier M^{elle} DJAMAI Y. la technicienne de laboratoire de zoologie pour sa gentillesse, son aide, son encouragement, et sa disponibilité.

Je remercie aussi les techniciens de laboratoire de phytopharmacie appliquée NAJIA et ABDERRAHMANE.

. Je ne pourrais oublier de remercier et je dis un très grand merci pour la famille BELLACHE pour m'avoir ouvert ses portes et m'avoir accepté parmi elle en m'accueillant avec beaucoup de gentillesse et de patience, surtout les chouchous SAMY, ABD ALDJALILE , sans oublier MAMIE et MERYOUMA TOYOTA.

Mes remerciements et toute mon affection à mes chers parents. Je remercie ma sœur HALLA, mes frères YUCEF et TAYEB et ainsi que toute les familles BENMETIR MEDDAH et RIHANI.

Je tiens à remercier également toutes les personnes qui m'ont soutenues, encouragées et qui m'ont fait confiance ;

Merci aux étudiants de Master et d'Ingénieur de la promotion 2014 du laboratoire de zoologie. MANWELLA, RABIA, DALILA, MERIEM, DJEMIA, AMINA, SARA, ZINEB, HANANE, FARES, CHAOUKI et AMINE à qui je souhaite bon courage et bonne chance.

Mes vifs remerciements à ma chère grande mère GAMRA, merci AKRAM, merci IDRISSE, merci HADJA SADIA, merci Mr BEGHLOUL, merci WAHIBA, merci WAFIA, merci à tous.

Sans oublier bien sur mes collègues de la promo SNV 2014 : LYNA, SORAYA, ISMAHANE, SIHAM, AMINE SMINI, FARID BATBOUTA, KHALED JANITO, FRES BOB, HOUSSAM, OUSSAMA, REDOUANE, ELYES DODO, NASSIM.

Je tiens à remercier aussi mes chères sœurs avec qui j'ai partagé les adorables moments durant toutes ces longues années universitaires, mes camarades de la résidence N°5 : SANA, BOUCHRA, LYDIA, CHIFA, HADJER, MANEL.

Je terminerai en exprimant ma satisfaction personnelle pour cette dernière année universitaire qui fut riche de découvertes, d'apprentissages, et de travail aussi... mais surtout très instructif tant au niveau scientifique que relationnel. Ce travail n'aurait pu aboutir sans la contribution de nombreuses personnes qui ont toujours répondu à mes sollicitations avec indulgence et leurs encouragements m'ont permis d'arriver au terme de ce travail de thèse ; que de personnes rencontrées pendant cette thèse, que de moments partagés dont je ne pourrais retranscrire ici toute l'intensité mais que je garde en moi, soyez en sûr, et dont je me souviendrais avec bonheur. Je remercie aussi tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents qui m'ont toujours encouragé et
que Dieu les protège.*

*La mémoire de mon grand père, en témoignage de ma profonde
gratitude et amour, que son âme repose en paix.*

Ma chère sœur Halla.

Mes chers frères Youcef et Tayeb.

Mes copines Sana, Bouchra, Lydia. Manewella

- Ma chère Sirine et mon chéri Ayoub.

Meriem

Contribution à l'étude de l'effet biocide de deux plantes spontanées du Genre *Rosmarinus* et *Teucrium* sur le *Tribolium confusum* (Duval,1868) .

RESUME :

Dans le cadre de la recherche sur les procédés de lutte biologique basées sur l'essai de l'utilisation de substances végétales connues comme agents antimicrobiens, antiparasitaires et insecticides et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne, nous nous sommes intéressés à trois espèces spontanées *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L.

Cette étude a visé l'évaluation du pouvoir insecticide de l'huile essentielle et des extraits aqueux du Romarin et de Germandrée tomenteuse vis-à-vis d'un insecte ravageur des denrées stockées le *Tribolium confusum* (Duval, 1868) en utilisant le mode de traitement par contact.

Les huiles essentielles sont obtenues par extraction par entrainement à la vapeur d'eau. Les extraits aqueux sont obtenus par agitation horizontale.

Les résultats de l'extraction révèlent, que le rendement de *Rosmarinus tournefortii* L. est plus intéressant que celui de *Rosmarinus officinalis* L. et *Teucrium polium* L.

Il a été démontré que l'huile essentielle du *Rosmarinus tournefortii* L. est plus efficace que l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. et cette dernière est plus efficace que celle de *Teucrium polium* L. En revanche, il a été montré que l'extrait aqueux de *Rosmarinus tournefortii* L. est plus efficace que l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. et ce dernier est plus efficace que celui de *Teucrium polium* L.

La toxicité des différents traitements évoluent avec l'augmentation de la dose qui se traduit par une meilleure efficacité par rapport à la durée du traitement d'autre part.

Mots clés : Huile essentielle, Extrait aqueux, *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L., *Teucrium polium* L., *Tribolium confusum* Duv., Denrées stockées, biocide.

**Contribution to the study of the biocid effect of two spontaneous plants of gender
Rosmarinus and *Teucrium* on *Tribolium confusum* (Duval,1868) .**

ABSTRACT:

The biological research based on the utilisation test of vegetal substance that is known by a long history like an agent against microbes,parasits and insects.

In the frame of Algerian plants valorization, our research based on three natural species *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. and *Teucrium polium* L.

In the following part, this research aims t the power insecticid of essential oil and aqueous extract of *R. officinalis* L., *R. tournefortii* L. and *T. polium* L against an insect: *Tribolium confusum* (Duval,1868) using the contract traitment.

The essential oil is obtained after using the method of water-steam and water distillation whereas the aqueous extract are obtained by horizontal agitation.

It was shown that the essential oil of *Rosmarinus tournefortii* L. is more interesting than the essential oil of *rosmarinus officinalis* L. and this later is more interesting than the *Teucrium polium* L. In other hand,i twas shown that aqueous extract of *Rosmarinus tournefortii* L is more interesting than the aqueous extract of *rosmarinus officinalis* L,and this later is more interesting than de *Teucrium polium* L

The toxicity of different traitments refers to the dose and time.

Key words: Essential oil,aqueous extract, *Rosmarinus tourneforti* L, *rosmarinus officinalis* L, *Teucrium polium* L, *stored products* ,*biocide*, *Tribolium confusum* (Duval,1868)

ملخص:

دراسة الأثر السام لنوعين من النباتات البرية إكليل الجبل بنمطيه
Rosmarinus officinalis L. و *Rosmarinus tourneforti* L .
و الجعدة . *Teucrium polium* L .

على حشرة ضارة للمواد المخزنة خنفساء الدقيق *Tribolium confusum* Duv. في إطار البحث عن طرق المكافحة البيولوجية على أساس اختبار المواد النباتية المعروفة تاريخيا كالمضاد للطفيليات و المكروبات و مبيدات للحشرات و كجزء من استعادة الحياة النباتية في الجزائر تحولت الأنظار إلى كثير من النباتات مثل خيارنا على الأنواع التالية

إكليل الجبل بنمطيه و الجعدة عن طريق الزيت الطيار م المستخلص المائي كما تهدف هذه الدراسة إلى تقييم مخبري لفعالية الزيوت الطيارة و المستخلصات المائية و ذلك باستخدام طريقة التلامس كطريقة معاملة ضد حشرات خنفساء الدقيق. و لذلك قمنا باستخلاص الزيت الطيار بطريقة الجذب بالبخار و المستخلص المائي بواسطة التحريك الأفقي و قد أظهرت النتائج إن مردود الزيت الطيار لإكليل الجبل

Rosmarinus tournefortii L = 1% و *Rosmarinus officinalis* L= 0.1%
Teucrium polium L= 0.1%

و قد تبين لنا أن الزيت الأساسي و المستخلص المائي لإكليل الجبل لهما فعالية أكثر من الزيت الأساسي و المستخلص المائي للجعدة و أن سمية النباتات تتزايد بزيادة الجرعات مقارنة مع مدة التعرض

الكلمات المفتاح

زيت طيار، مستخلص مائي، إكليل الجبل، الجعدة، خنفساء الدقيق، المواد المخزنة، الأثر السام

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANOVA: Analysis of Variance

CRD : Centre de Recherche et Développement

EA: Extrait aqueux

FAO: Food and Agriculture Organization

Fig: Figure

G.L.M : modèle général linéaire.

H : heure

HE : Huile essentielle

MT : million de tonnes

ONM : Office National de la Météorologie

P.R : Population résiduelle

W : Wilaya

% : pourcent.

HEROSTF : Huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* L.

HETP : Huile essentielle de *Teucrium polium* L.

HEROSOF : Huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L.

EAROSOF : Extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* L.

EATEUPO : Extraits aqueux de *Teucrium polium* L.

EAROSTF : Extraits aqueux de *Rosmarinus tournefortii* L.

Plt: Plante

TPS: Temps

DOS: Dose

Fig : figure.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Arbuste de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	4
Figure 2 Arbustre de <i>Rosmarinus tournefortii</i> L.	7
Figure 3 : Branche de <i>Teucrium polium</i> L.	8
Figure 4 : Extracteur d'huile essentielle par entrainement à la vapeur d'eau au niveau de pilote.	12
Figure 5 : Extracteur d'huile essentielle par hydrodistillation .	12
Figure 6 : <i>Rribolium confusum</i> (Duval., 1868).	18
Figure 7: Différents états de développement du <i>Tribolium confusum</i> (Duval., 1868).	19
Figure 8 : Dégâts du <i>Tribolium.confusum</i> sur la farine commerciale.	20
Figure 9 : Situation géographique de Bougha Derrag .	25
Figure10 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Médéa (moyennes considérées sur la période 1995 - 2013).	27
Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Médéa (moyennes considérées pour l'année 2013).	27
Figure 12: Place des régions de Boughar et de Derrag dans le climagramme d'Emberger (1995-2013).	28
Figure 13 : Régions de collecte (A :Boughar, B :Derrag).	
Figure 14: Séchage des plantes au laboratoire.	29
Figure 15 : Boite d'élevage des insectes.	30
Figure 16: Etuve d'élevage des insectes.	31
Figure 17: Tamisage de la farine.	31
Figure 18: Préparation des extraits aqueux.	31
Figure 19 : Flacon contenant les différentes préparations.	33
Figure20: Boites de pétri contenant les <i>Tribolium</i> subissant les différents traitements.	34 35
Figure 21 : Le rendement en huile essentielle des différentes espèces.	
Figure 22 : Evolution temporelle de la population résiduelle de <i>Tribolium confusum</i> Duv . par contact sous l'effet des HE des différents espèces.	37 38
Figure 23 : Evolution temporelle de la population résiduelle de <i>Tribolium confusum</i> Duv. par contact sous l'effet des EA des différents espèces.	39

LISTE DES FIGURES

- Figure 24:** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'HE du *Rosmarinus officinalis*L. (A:Temps, B: doses). 40
- Figure 25 :** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de HE du *Rosmarinus tournefortii* L. (A:Temps B: Doses,). 41
- Figure 26:** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EH du *Teucrium polium*L. (A: Temps, B: Doses). 41
- Figure27 :** Population résiduelle comparée de Tribolium selon les doses.des huiles essentielles et le temps de leurs applications. 43
- Figure 28 :** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EA de *Rosmarinus officinalis* L. (A:Temps, C: Doses). 44
- Figure 29:** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EA du *Rosmarinus tournefortii*L. (A:Temps, C: Doses). 45
- Figure 30:** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles du *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EA du *Teucrium polium* L. (A:Temps, C: Doses). 45
- Figure 31 :** Population résiduelle comparée de Tribolium selon les doses.des extraits aqueux et le temps de leurs applications. 47

SOMMAIRE

Introduction	1
Partie bibliographique	
Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les espèces végétales spontanées, les huiles essentielles et les extraits aqueux.	3
1.1. Romarin, Rosmarinus L.	3
1.2. Germandrée tomenteuse, Teucrium polium (Linné, 1753)	8
1.3. Les huiles essentielles	9
1.4. Extraits aqueux	14
Chapitre 2 : Données bibliographiques sur les insectes ravageurs des denrées stockées: Cas du Tribolium confusum (Duval, 1868) et les moyens de lutte.	15
2.1. Importance des denrées stockées sur le plan économique	15
2.2. Principaux insectes ravageurs des Céréales Stockées	15
2.3. Présentation du ravageur Tribolium confusum (Duval, 1868)	17
2.4. Méthodes de lutte	20
Partie expérimentale	
Chapitre 3: Matériels et Méthodes	24
3.1. Situation géographique des régions de collecte	24
3.2. Facteurs climatiques des régions de Boughar et de Derrag	25
3.3. Synthèse des données climatiques	26
3.4. Matériel biologique	28
3.5. Matériels et appareillage de laboratoire	31
3.6. Méthodologie de travail	31
3.7. Calcul de rendement	35
3.8. Exploitation des résultats	35
Chapitre 4 : Résultats et discussions	37
4.1 Résultats	37
4.1.1 Evaluation du rendement de l'huile essentielle	38
4.1.2 Evaluation temporelle de la densité des populations résiduelles de Tribolium confusum (Duv) sous l'effet des traitements	38
4.1.3 Etude de l'efficacité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux de différents traitements	39
4.2 Discussions	48

4.2.1. Evaluation temporelle des populations résiduelles de <i>Tribolium confusum</i> (Duv.) sous l'effet des traitements biologiques	48
4.2.1.1 Huiles essentielles	50
4.2.1.2 Extraits aqueux	50
CONCLUSION	55
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56
ANNEXE	

Introduction

INTRODUCTION

Les céréales et leurs dérivés représentent un élément stratégique dans le système alimentaire mondial. Le blé vient en tête de classement des cultures céréalières car il constitue une source alimentaire pour plus de 35% de la population humaine (Evans, 1993).

Les pays en développement sont souvent confrontés à des problèmes de solvabilité, principalement les pays du sud et de l'est de la Méditerranée (Afrique du Nord et Proche-Orient), dont l'Égypte qui a importé plus de 7 millions de tonnes de blé en 2005-2006.

En Algérie, 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 millions d'ha (DJERMOUN, 2009). Selon des sources de la FAO, en 2009 l'Algérie a eu recours à l'importation de 5 millions de tonnes de blé.

Les céréales sont des produits stockés à long terme mais de nombreux agents de détérioration (oiseaux de stocks, rongeurs, insectes, acariens, micro-organismes) sont la cause de perte d'une grande partie des récoltes des céréales (BELYAGOUBI, 2006 ; DOUMANDJI et *al.*, 2003). En Algérie les dégâts provoqués seulement par les insectes dépassent de loin les 33% en période d'été (température optimale de développement des insectes) (MEBARKIA et GUECHI, 2006).

Pour diminuer ces pertes et se débarrasser de cette menace des insectes on utilise des pesticides, l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistances chez les insectes traités (Leonard et Ngamo, 2004).

Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement.

Que se soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer (Lahlou, 2004).

INTRODUCTION

En effet, les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles et les extraits aqueux représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées.

Leur utilisation a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche cette dernière décennie et a suscité un vif intérêt scientifique traduit par le nombre de travaux traitant de l'efficacité des huiles essentielles dans la protection des grains et des denrées stockées (Shaaya *et al.*, 1997 ; Isman, 2000 ; Tunc *et al.*, 2000 ; Hummelbrunner et Isman, 2001 ; Huang *et al.*, 2002 ; Tapondjou *et al.*, 2003; Tripathi *et al.*, 2003 ; Kellouche et Soltani, 2004 ; Koonna et Njoya, 2004; Tapondjo *et al.*, 2005 ; Tiaiba, 2007 ; Camara, 2009 ; Owalabi *et al.*, 2009).

Dans cette étude, nous nous proposons d'évaluer l'activité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux de trois plantes spontanées *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L., sur un insecte des denrées stockées le *Tribolium confusum* (Duval, 1868).

Un premier chapitre relate les données bibliographiques sur les espèces végétales spontanées : *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L., sur les huiles essentielles et les extraits aqueux des plantes.

Le deuxième chapitre présente les données bibliographiques sur les insectes ravageurs des denrées stockées et plus particulièrement le *Tribolium confusum* (Duval, 1868) ainsi que les moyens de lutte contre les insectes ravageurs. Le troisième chapitre traitera des matériels et méthodes de travail utilisés dans le cadre de cette étude.

Le quatrième chapitre portera sur les résultats et discussions relatifs à l'évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux des espèces végétales sur le *Tribolium confusum*. (Duval, 1868). Enfin, nous achevons cette étude par une conclusion et perspectives..

Partie bibliographique

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les espèces végétales spontanées, les huiles essentielles et les extraits aqueux .

1. 1 Romarin, *Rosmarinus*L.

Le romarin est l'une des plantes les plus populaires connue depuis l'antiquité dans le monde entier notamment en Europe où elle a acquis au 16^{ième} siècle une renommée sans précédent par rapport à ses bienfaits médicinales (Baba Aissa ,1999).

En Algérie. Cette plante se rencontre dans tous les jardins et les parcs, en bordures odorantes dont les fleurs bleues, s'épanouissent quasiment tout au long de l'année (Beniston, 1984).

1.1.1 Romarin, *Rosmarinus officinalis* (Linné, 1757)

le mot romarin dérive du la latin « *Rosmarinus* » qui se compose de Ros : rose et Marinus : marin, donc qui signifie « Rosée de la mer » (Campanili ,1998 ; Fiorenzuoli , 2000 et Flamini et *al.* , 2002) « *Officinalis* » rappelle les propriétés médicinales de la plante (Beniston ,1984). En arabe appelé Azir, Iklil el-Djabel (Quezel et Santa, 1963).

1.1.1.1 Classification botanique

Le romarin appartient à la famille des labiées ou lamiacées qui compte six espèces. Cette famille, l'une des plus importantes de la flore d'Algérie compte plus de 200 genres et 3500 espèces, Boelens (1985).

Selon (Ozenda , 1991) la classification du romarin *Rosmarinus officinalis* est la suivante :

Régne : Végétal.

Embranchement : Spermaphytes.

Classe : Angiospermes.

Sous/classe : Gamopétales.

Ordre : Lamiales

Famille : Labiacées

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *Rosmarinus officinalis* (Linné, 1757).

1.1.1.2 Description botanique

Le romarin se présente sous forme d'un arbuste ou sous arbrisseau ligneux très odorantes touffu, xérophyte, fortement rameux toujours vert, à racine pivotante et à tiges ligneuses, généralement érigées pouvant atteindre jusqu'à 2 mètres de hauteur (Quezel et Santa, 1963).

Les feuilles linéaires à marges révolutes, sessiles, mesurant 2 cm de longueur 2 mm de largeur, verdâtres en dessus et tomenteuses en dessous.

Les fleurs bleuâtres, disposées en grappes courtes, axillaires, brièvement pédicellées. Bractées petites, caduque, calice à lèvre inférieure sont lancéolées. Corolle bleu rarement blanche avec lèvre supérieure divisée en 2 segments et à lèvre inférieure à 3 lobes dont un médian plus large (Beloued, 2005).

Le fruit est un tétrakène lisse et globuleux, brun foncé de 2 à 3 mm de long (Fig. 1). La floraison à lieu de mai à juillet (Teuscher et *al.*, 2005).



En floraison

Hors floraison

Figure 1: Arbuste de *Rosmarinus officinalis* L. (Anonyme, 2010)

1.1.1.3 Ecologie

Le romarin possède une aire géographique très vaste, il pousse sur tous types de terrains avec une préférence pour les sols calcaires, argileux, argileux limoneux situé dans les endroits ensoleillés, chauds, secs et abrités du vent. Il est répandu sur la plupart des maquis, des garrigues, sur les rivages marins, les collines et les coteaux ou les montagnes basses de 500 à

1000 m d'altitude (Beniston, 1984 ; Battandier et Trabut ,1988). Selon Gilly (2005), le romarin accompagne souvent le pin d'Alep, la sauge et le thym.

1.1.1.4 Répartition géographique

Commun à l'état sauvage, le romarin , *Rosmarinus officinalis* L. est une plante spontanée qui pousse sur toute les côtes méditerranéennes (Poletti, 1982). On la retrouve en Espagne, en Grèce, en Asie et en Tunisie. En Algérie, le romarin est largement réparti et est considéré comme l'une des plantes les plus populaires (Pelikan, 1986).

1.1.1.5 Domaine d'utilisation

Depuis longtemps, le romarin est cultivé comme plante condimentaire et ornementale. Ses feuilles riches en huile essentielle, à la saveur un peu amère, dégagent une odeur qui rappelle l'encens et le camphre, il éloigne les mites et les papillons autant au jardin que dans la lingerie. Pendant la période de floraison, les fabricants de miel exploitent ses fleurs (Anonyme, 2010).

Il a été observé dans les pratiques empiriques que les agriculteurs introduisaient souvent dans les greniers des plantes aromatiques issue de la pharmacopée locale pour protéger les graines entreposées (Sanon et *al.*, 2002).

1.1.1.5.1 Thérapie

Le romarin était déjà cité en médecine arabe classique pour ses propriétés hépatotrope, diurétique et emménagogue qui sont dues aux présences des flavonoïdes comme les glucosides et la lutoline (Leclere, 1877 et Piozzi, 1996). C'est aussi une plante cholagogue et cholérétique, ces effets semblent aussi être en relation avec la présence de nombreux acides phénoliques signalés dans beaucoup de labiées (Albert et *al.*, 1996). Les feuilles de romarin sont utilisées dans la phytothérapie pour les brûlures d'estomac, pour les maladies rhumatismales en usage externe et en bain pour les problèmes de circulation. L'herbe de romarin est utilisée comme stimulant externe pour l'accroissement sanguin fourni à la peau, c'est aussi un bon stimulant du cuir chevelu (Piozzi, 1996).

1.1.1.5 .2 Industrie agro-alimentaire

Les extraits végétaux de romarin présentent un pouvoir antioxydant important et peuvent être appliqué à la conservation des aliments et des huiles lipidiques. Ces propriétés sont dues aux acides polyphénoliques rosmarinique et caféique (Albert et *al.*, 1996).

L'épice est utilisée dans les boissons, les aliments cuits, viandes et produits de viande, condiment et assaisonnement ainsi que les aliments industriels.

L'huile est utilisée dans les boissons, les desserts glacés, confiseries, aliments cuits, gélatines et pouding, viandes et produits de viande, condiments et assaisonnements, entre autres (Albert et *al.*, 1996).

1.1.1.5.3 Industrie cosmétique et parfumerie

Il est à noter qu'au 19^{ème} siècle, l'essence de romarin servait à la préparation de la très célèbre eau de Cologne de la reine de Hongrie. Aujourd'hui elle rentre dans la composition, de savonnerie, détergents, crèmes et la plupart des eaux de cologne (Albert et *al.*, 1996).

1.1 .2 Romarin, *Rosmarinus tournefortii* de Noé (Linné ,1934)

1.1.2.1 Classification botanique Selon Ozenda (1991),

Régne : végétal

Embranchement : Spermaphytes

Classe : Angiospermes

Sous/classe : Gamopétales

Ordre : Lamiales

Famille : Labiacées

Genre : *Rosmarinus*

Espèce : *Rosmarinus tournefortii* (Linné ,1934)

1.1.2.2 Description botanique

Arbustre vivace, ligneux, très odorant. Feuilles linéaires à marge révoluée, gaufrées, verdâtres en dessus plus ou moins hispides, blanchâtre en dessous .Inflorescence et calice à pilosité double,

l'une courte, l'autre constituée par de longs poils dressés glanduleux au sommet, inflorescence plus longue à bractées amples longues de 3-4 mm (Ozenda, 1991) (Fig.2).



Figure 2: Arbustre de *Rosmarinus tournefortii* L. (Anonyme, 2010).

1.1.2.3 Répartition géographique

Rosmarinus tournefortii L. se développe là où le climat est trop sec pour le chêne vert, le chêne kermès et le caroubier. Il est à son optimum au semi-aride moyen et inférieur tempéré et doux avec des précipitations annuelles voisines de 400-600 mm en moyenne, réparties sur 35 à 50 jours. La période sèche est de l'ordre de 5 à 6,5 mois. Les substrats dominants sont marno-calcaires et calcaires. Selon Quezel et Santa (1963), le *Rosmarinus tournefortii* L. est une espèce endémique à l'Algérie.

1.2. Germandrée tomenteuse, *Teucrium polium* (Linné, 1753)

Le terme Germandrée provient du latin chamaedrys ou chêne nain à ras du sol et tomenteux au sens cotonneux, duveteux ou feutrée. Cette plante est appelée en arabe : djaada , djäida , djaad , timzourine . Les termes djaad et djaada ont un sens assez large chez les auteurs arabes. La racine djaad se traduit par crépu, ce qui peut évoquer l'aspect crénelé et enroulé du *polium* et ses sous espèces (Baba-Aissa, 2008).

La Germandrée tomenteuse, *Teucrium polium* L. est une plante des régions méditerranéennes, polymorphe et extrêmement variable, commune dans les broussailles, les rocailles et les friches (Battandier et Trabut, 1888 ; Quezel et Santa, 1963).

1.2.1 Classification botanique : Selon Ozenda (1991)

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Teucrium*

Espèce : *Teucrium polium* (Linné, 1753)

1.2.2 Description botanique

La Germandrée tomenteuse est une plante d'un vert plus ou moins grisâtre ; à tiges quadrangulaires, feuilles linéaires ; crénelées ; dentées ; à bords enroulés ; opposées ; sessiles, inflorescences en grappes ; sous forme de capitules terminaux à bractées foliacées ; réduites : périanthe à calice à 5 divisions anguleuses, courtes et à corolle bilabée à lèvre supérieure renflée : 4 étamines apparentes, fruits formés de 4 akènes. (Baba-Aissa ,2008). (Fig 3)



Figure 3 : Branche de *Teucrium polium* L. (Anonyme, 2010)

1.2.3 Répartition géographique

Teucrium polium L. est une espèce commune dans l'atlas saharien d'une part, le Tafedest et les montagnes du Hoggar d'autre part, plus rare au Sahara septentrional, au Tassili N'ajjer, au Tademait (Ozenda, 1977).

1.2.4 Domaine d'utilisation

Traditionnellement, *Teucrium polium* L. a été utilisé contre les troubles gastro-intestinaux, les inflammations, le diabète et les rhumatismes. Dans la médecine traditionnelle iranienne (TIM), le thé de *Teucrium polium* est utilisé pour traiter de nombreuses maladies telles que les douleurs abdominales, l'indigestion, le rhume et le diabète de type 2.

Au cours des 40 dernières années, différentes classes de composés ont été isolés à partir de différentes parties de *Teucrium polium* dont les principaux groupes sont les terpénoïdes et les flavonoïdes. Il a été constaté que ces composés possèdent un large spectre d'effets pharmacologiques, notamment anti-oxydants, anti-cancéreux, anti-inflammatoires, hypoglycémiques, hépatoprotecteurs, hypolipémiants, antibactériens et antifongiques. Les résultats des analyses de données sur les caractéristiques chimiques, pharmacologiques et toxicologiques de *Teucrium polium* appuient l'idée que cette plante a des propriétés thérapeutiques. (Bahramikia et Yazdanparast 2012)

1.3. Les huiles essentielles

1.3.1 .Historique

Les huiles essentielles sont rencontrées dans diverses familles botaniques, elles sont largement répandues dans le monde végétal et se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles (Richter, 1993). Ces 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).

1.3.2 Définition

Les huiles essentielles ou essences ou huiles volatiles sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation. Ces composés volatils ont la propriété de se solubiliser dans les huiles et les graisses (Bruneton, 1993).

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 (Padrini et Lucheroni, 1996 ; Bernard *et al.* 1988).

1.3.3 Localisation des huiles essentielles

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

La synthèse et l'accumulation de ces huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, Ces essences se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante, dans une même plante, elles peuvent exister à la fois dans différents organes, où la composition chimique peut varier d'un organe à un autre (Bruneton, 1999). Ces essences aromatiques sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante fleurs, feuilles, écorces, bois, racines, rhizomes, fruits et graines. 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 les astéracées (Bruneton, 1993).

1.3.4 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 (hysope), ces cétones induisent des crises épileptiformes et 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).

1.3.5 Marché des Huiles Essentielles

Le marché des huiles essentielles en Algérie est un secteur florissant et d'une industrie artisanale et un savoir-faire existant déjà puisque de nombreux petits ateliers extraient et commercialisent ces essences, il s'agit aujourd'hui de le développer pour faire de cette activité une source supplémentaire de revenu et un outil de développement durable. Elle pourra viser aussi bien le marché de l'industrie des cosmétiques, des détergents et de l'agro-alimentaire, que le grand public auquel elle offrira des essences de parfum à usage cosmétiques ou culinaire. (BOUKHATEM, 2010).

1.3.6 Procédés d'extraction des huiles-essentielles

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

- L'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation
- L'expression à froid des écorces de fruits de citrus

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

1.3.6.1 L'entraînement à la vapeur d'eau

La plante est placée sur une grille perforé au-dessus de la bas 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 (Fig 4). L'huile et l'eau se séparent du fait de leur poids spécifique différent (Lucchesi, 2005).



Figure 4: Extracteur d'huile essentielle par entrainement à la vapeur d'eau au niveau de pilote (SAIDAL CRD ,2014)

1.3.6.2 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 (Fig 5). Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Bruneton, 1993).



Figure 5: Extracteur d'huile essentielle par hydrodistillation (SAIDAL CRD, 2014)

1.3.6.3 Expression à froid

Les huiles essentielles de fruits d'hespéridés ou encore d'agrumes ont une très grande importance dans l'industrie des parfums et des cosmétiques. Cependant ce sont des produits fragiles en raison de leur composition en terpènes et aldéhydes. C'est pourquoi, spécifiquement pour cette catégorie de matière première, est utilisé un procédé totalement différent d'une distillation classique, qui est l'expression à froid. Le principe de cette technique est basé sur la rupture ou la dilacération des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression du contenu de ces sacs sur les parois. (Martini, 1999).

1.3.7 composition chimique des huiles essentielles

Selon Bakkali et *al.* (2008), une huile essentielle peut contenir de 20 à 60 éléments biochimiques différents. Les principaux composants sont, les terpènes, les terpénoïdes, définies comme des hydrocarbures dont les squelettes carbonés dérivent de la condensation d'unités isopréniques (C₅H₈) (Dorman et Dean, 2000), et les composés aromatiques qui sont des dérivés du phenylpropane,. De plus les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire. Parmi ces derniers on trouve des carbures linéaires, ramifiés, saturés ou non saturés, des acides, des aldéhydes, des esters acycliques, et des lactones (Bruneton, 1999).

1.3.8 Intérêt et utilisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont utiles et efficaces dans de nombreux aspects de la vie quotidienne, elles ont des fonctions très variées depuis très longtemps, elles sont utilisées pour leurs vertus médicinales ainsi que pour leurs arômes. Aussi elles sont utilisées en agroalimentaire, essentiellement dans la technologie de fabrication des boissons non alcoolisées (Valnet, 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 aiguée, 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 (Bruneton, 1993).

1.4 .Extraits aqueux

Les extraits des plantes naturelles sont utilisés dans de nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures (Niber, 1994). Cette démarche vise la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des futurs biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes (Gottlieb et *al.*, 2002). Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (Larew et Locke, 1990 ; Gomez et *al.*, 1997).

Certains composants des végétaux sont sensibles à la chaleur, d'autres difficiles à mettre en solution, de ce fait l'eau est le moyen le plus facile à utiliser pour extraire les parties actives des plantes. Nous pouvons donc jouer sur la température de l'eau et le temps de maintien dans l'eau pour extraire spécifiquement les parties intéressantes. Trois procédés sont utilisés pour l'extraction des extraits aqueux: l'infusion qui consiste à verser de l'eau bouillante sur la matière végétale sèche pendant une durée variable selon la nature de la plante (Allaoui - Boukhris, 2009), la décoction où le végétal est directement placé dans de l'eau froide et chauffer jusqu'à ébullition (Dohou et *al.*, 2003) et la macération qui consiste en un trempage de feuilles de plantes dans de l'eau (Gakuru, et Fouabi, 1996).

Chapitre 2 : Données bibliographiques sur les insectes ravageurs des denrées stockées : Cas du *Tribolium confusum* (Duval, 1868) et les moyens de lutte.

2.1 Importance des denrées stockées sur le plan économique

Les céréales et leurs dérivés constituent la principale source de protéines dans de nombreux pays en voie de développement et les pertes causés à ce type de denrées lors de leur stockage sont estimés à 100 millions de tonnes dont 13 millions sont provoqués par les insectes. Dans les pays développés ces pertes avoisinent les 3 %, alors qu'en Afrique elles atteignent les 30 % (Silvy, 1992).

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 Chaulet, 1991).

2.2 Principaux insectes ravageurs des Céréales Stockées

Les grains et graines entreposés subissent de multiples agressions de la part des insectes ; Deux ordres principaux comprennent la majorité des espèces inféodés aux stocks: il s'agit des coléoptères et des lépidoptères

2.2.1 Coléoptères

Selon Bekon et Fleurat (1989), Les coléoptères peuvent être répartis en deux groupes

2.2.1.1 Les ravageurs primaires qui s'attaquent à des grains intacts

2.2.1.2 Les ravageurs secondaires capables d'attaquer les grains qu'à partir des ouvertures causés par les ravageurs primaires servant de voies d'accès, dans ce cas de ravageurs secondaires on retrouve le *Tribolium confusum* (Duval, 1868).

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 Dyte, 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 longtemps 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 ont lieu périodiquement (Fleurat Lessard, 1982).

Les insectes à forme cachée ou ravageurs primaires: de type charançon *Sitophilus sp.* ou capucin *Rhizopertha dominica* passent une période importante de leur cycle de développement à l'intérieur des grains et ne sont détectable qu'au stade adulte où ils se déplacent librement. Ils sont considérés les plus dangereux, car ils endommagent les grains intacts, ce qui permet aux larves de se développer à l'intérieur des graines. Ils permettent également l'infestation du stock par les ravageurs secondaires et tertiaires et leurs facilite la prise de la nourriture (Inge De Groot, 2004).

Les insectes à forme libre ou ravageurs secondaires: de type Silvain et *Tribolium* attaquent les grains de l'extérieur. Tous les stades de développement sont libres. Ils se développent sur des céréales déjà dépréciées physiquement ou biologiquement tels que les grains cassés, piqués déjà endommagés par les ravageurs primaires ou par d'autres agents quelconques, ou encore les produits de transformation de ces grains comme la farine (Freeman, 1973).

2.2.2 Lépidoptères

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

Les lépidoptères adultes présentent des pièces buccales transformées entrompes 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 c'est le cas d'*Ephestia Kuehniella ZEL.*

2.3. Présentation du ravageur *Tribolium confusum* (Duval, 1868)

2.3.1 Position systématique

Selon LEPESME (1944), le *Tribolium confusum* (Duval, 1868) appartient à :

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Sous ordre: Polyphaga

Famille: Tenebrionidae

Sous famille: Ulominae

Genre: *Tribolium*

Espèce: *Tribolium confusum* (Duval, 1868).

2.3.2 Répartition géographique

L'espèce *Tribolium confusum* (Duval, 1868) paraît être d'origine africaine, elle semble avoir été nuisible en Egypte. C'est une espèce cosmopolite, mais souvent supplanté même en Afrique par *Tribolium castaneum* (Herbs, 1797)

2.3.3 Description morphologique

Le *Tribolium* brun de la farine : *Tribolium confusum* (Duval, 1868) est un petit coléoptère brun rougeâtre de 3,5 mm de long. Son corps est lisse et allongé. (Fig.6) (BRICH, 1953). Les derniers articles des antennes s'élargissent progressivement sans former de massue distinctif ; l'œil est surmonté par une crête, il est rond et plus petit que chez *Tribolium castaneum*. Herbst ; Sa partie la plus étroite ne mesure pas plus

deux facettes de largeur. Les deux premiers interstries des élytres sont plats carénés tout au plus à l'apex (Alex et Maurice, 1993).

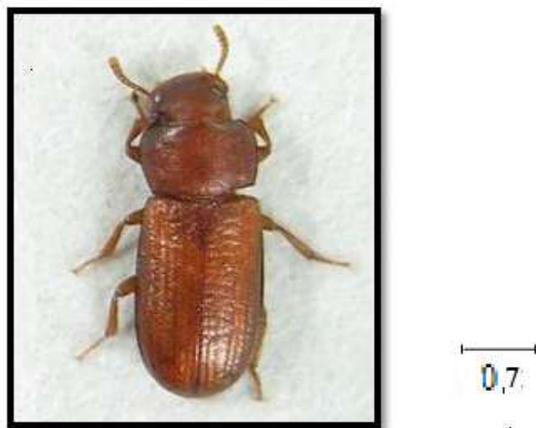


Fig 6 : *Tribolium confusum* (Anonyme, 2012)

La larve vermiforme peut atteindre 6 mm de longueur à son plein développement. Elle se distingue par les deux courtes pointes qui terminent son abdomen (Brich, 1953). Elle ne diffère de celle de *Tribolium castaneum* que par la pilosité du labre, régulièrement répartie sur toute la surface (Alex et Maurice, 1993).

2.3.4 Biologie de développement

Le développement de *Tribolium confusum* Duval est possible entre 20°C et 37°C lorsque l'humidité relative dépasse 30%.

Les œufs sont pondus en vrac et ils sont difficiles à déceler, au cours de sa vie la femelle pond de 500 à 1000 œufs.

Les jeunes larves passent par 5 à 12 stades larvaires selon des conditions de température et d'humidité. L'émergence de l'adulte a lieu six jours après la nymphose. A 32°C et une humidité relative de 70%, la durée du cycle est de 24 à 26 jours (Fig. 7).

Le *Tribolium confusum* Duval est une espèce dont l'optimum thermique se situe entre 32°C et 35°C, son développement s'arrête au dessus de 22°C, il résiste aux basses hygrométries.

En absence d'alimentation le *Tribolium confusum* Duval exerce le cannibalisme, il dévore les œufs et les larves de leurs congénères.

En 28 jours, en conditions optimales, une population de *Tribolium castaneum* sera multipliée par 70 et *Tribolium confusum* par 60.

La longévité des adultes est importante : les femelles de *Tribolium confusum* peuvent vivre 2 ans contre 3 ans pour les mâles (Steffan, 1978).

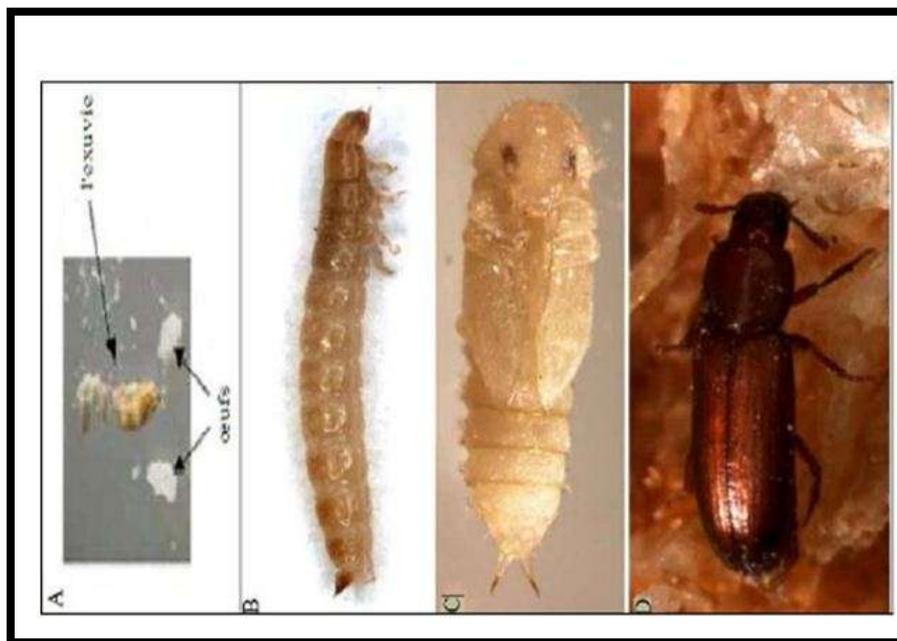


Figure 7: Différents états de développement du *Tribolium confusum* (Duval., 1868)

A : œuf (Robecca et al, 2003); B: larve, C: nymphe, D: adulte (Walter, 2002)

2.3.5 Comportement

Le Tribolium brun de la farine est un insecte qui se déplace rapidement lorsqu'il est dérangé, mais il ne vole pas. Sa petite taille et ses pièces buccales de type broyeur lui permettent de s'infiltrer dans les contenants et les emballages fermés. Les adultes et les larves se nourrissent de farines de céréales ; ils sont incapables de perforer les grains non moulus.

2.3.6 Dégâts causés par le Tribolium :

Les Tribolium peuvent entraîner des dégâts très importants en consommant les denrées, mais ils contaminent aussi ces denrées avec leurs fèces, des odeurs, des toiles de soie, des cadavres et des mues. De plus, l'humidité issue du métabolisme de leurs pullulations et les produits d'excrétion azotée favorise l'apparition de moisissures dans les lieux de stockage (Mebarkia et Guechi, 2006). (Fig 8)



Figure 8: Dégâts du *Tribolium.confusum* sur la farine commerciale

(Anonyme, 2010)

2.4. Méthodes de lutte

2.4.1 Lutte préventive

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

2.4.1.1 Mesures d'hygiène

La mise en application régulière des mesures d'hygiène constitue le moyen le plus important et le plus efficace pour contrôler les ravageurs des stocks. Pour cela, Ducon en 1982, préconise un nettoyage convenable des locaux de conservation et du matériel destiné à l'emmagasinage, 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 et respecter la rotation des stocks en réduisant au minimum les causes de contamination.

2.4.1.2 Lutte durant L'entreposage

Pendant l'entreposage, plusieurs méthodes peuvent être utiles, afin de prévenir l'infestation, on peut citer :

2.4.1.2.1 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.

2.4.1.2.2 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).

2.4.1.2.3 Lutte par dépistage

a. Dépistage ordinaire

Cette méthode est très utilisée, elle consiste à surveiller l'état du grain par la mesure de la température et l'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.

b. Dépistage par infrarouge

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

c- 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).

d. 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 permet de calculer la concentration en protéine d'insectes, cette quantité de protéines donne des renseignements sur l'infestation des grains (Wirsta, 1996).

2.4.2 Lutte curative

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

2.4.2.1 Lutte physique

Les moyens de lutte physique utilisables, font appel au choc thermique, au froid, aux radiations ionisantes et aux ondes électromagnétique (Gwinner et *al.*, 1996).

2.4.2.2 Lutte biologique

Tout organisme vivant, possède des ennemis naturels ou maladies qui régulent ses populations. 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 (Gwinner et *al.*, 1996).

2.4.2.3 Lutte chimique

Dans le domaine de la lutte chimique, deux groupes de produits sont essentiellement utilisés :

2.4.2.3.1 Insecticides de contact

Les insecticides de contact pénètrent dans les tissus de l'insecte après avoir traversé la cuticule, parmi ce groupe d'insecticides, les pyréthrinoïdes de synthèse agissent par contact et ingestion, en provoquant souvent un effet choc sur les insectes (Schiffers et *al.*, 1990).

2.4.2.3.2 Fumigants

Les fumigants, sont des gaz toxiques utilisés pour désinsectiser une denrée dans un espace clos. 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 quelque 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 (Arthur, 1996).

2.4.2.4 Utilisation des végétaux

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

Les végétaux produisent des composés secondaires comme les Terpènes, les composés soufrés et les alcools ; Leur utilisation en tant que biopesticide dans la protection des graines de légumineuses ou de céréales stockées contre les insectes à fait l'objet de nombreuses études notamment en zone tropicale (Arthur, 1996). Ces extraits végétaux à propriétés insecticides sont utilisés sous forme de poudre, d'extrait organique, d'extrait aqueux et d'huile essentielle.

Partie expérimentale

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

Dans le but de trouver des alternatives à la lutte chimique, le présent travail consiste à évaluer la toxicité des huiles essentielles HE et des extraits aqueux EA de trois espèces végétales spontanées *Rosmarinus officinalis* L. *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L. sur un insecte, le *Tribolium confusum* (Duval, 1868) considéré comme l'un des ravageurs qui cause des pertes importantes des denrées alimentaires stockées. Les substances bioactives huiles essentielles et extraits aqueux ont été extraites à partir de feuilles de ces espèces végétales.

Ce présent travail comprend deux parties essentielles :

La première partie :

- Extraction de l'HE de trois espèces : *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L.
- Préparation des EA des ces trois espèces.
- Elevage du *Tribolium confusum* (Duv).

La deuxième partie :

- Tester l'activité biocide de l'HE des espèces végétales *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L. sur le *Tribolium confusum* (Duv) soumis à différentes concentrations.
- Tester l'activité biocide de l'EA de ces trois espèces végétales sur le *Tribolium confusum* (Duv) soumis à différentes concentrations.

3.1. Situation géographique des régions de collecte

3.1.1 Région de Boughar (Wilaya de Médéa)

La région de Boughar est située à 4 km au nord-ouest de Ksar Boukhari, dans la daïra d'Ouled Antar et à 70 Km du chef lieu de la wilaya de Médea. Boughar aux coordonnées géographiques (35° 54' 41" N ; 2° 43' 0" E) s'étend sur une superficie de 123 km², à une altitude de 907 m. Cette région est entourée par Ksar Boukhari, Ouled Antar et Moudjbar. (A P C, 2010) (Fig.9).

Le choix de ce site est motivé par la diversité de flore spontanée de la forêt et l'entourage non pollué de cette région.

3.1.2 Région de Derrag (Wilaya de Médéa)

La région de Derrag est localisée au sud-ouest de la wilaya de Médéa, à 45 Km à l'ouest de Ksar El Boukhari. C'est un village situé sur le versant sud de l'atlas tellien, à l'ouest de l'Ouarsenis et à 1150 m d'altitude.

Il est niché dans une très petite région, dite Bled Derrag d'environ 128km², petite entité géographique insérée en coin entre les forêts du Chaoun et du Boumédienne et séparée des hauts plateaux par le Taguensa et djebel Azzeba. Elle occupe une surface bordée sur les deux côtés par des montagnes bien arrosées, et sur un troisième par la steppe.

Le Djebel Chaoun culmine à 1820 m marque le tripoint entre les wilayas de Médéa, Tissemsilt et Ain Defla (A P C, 2010) (Fig 9)

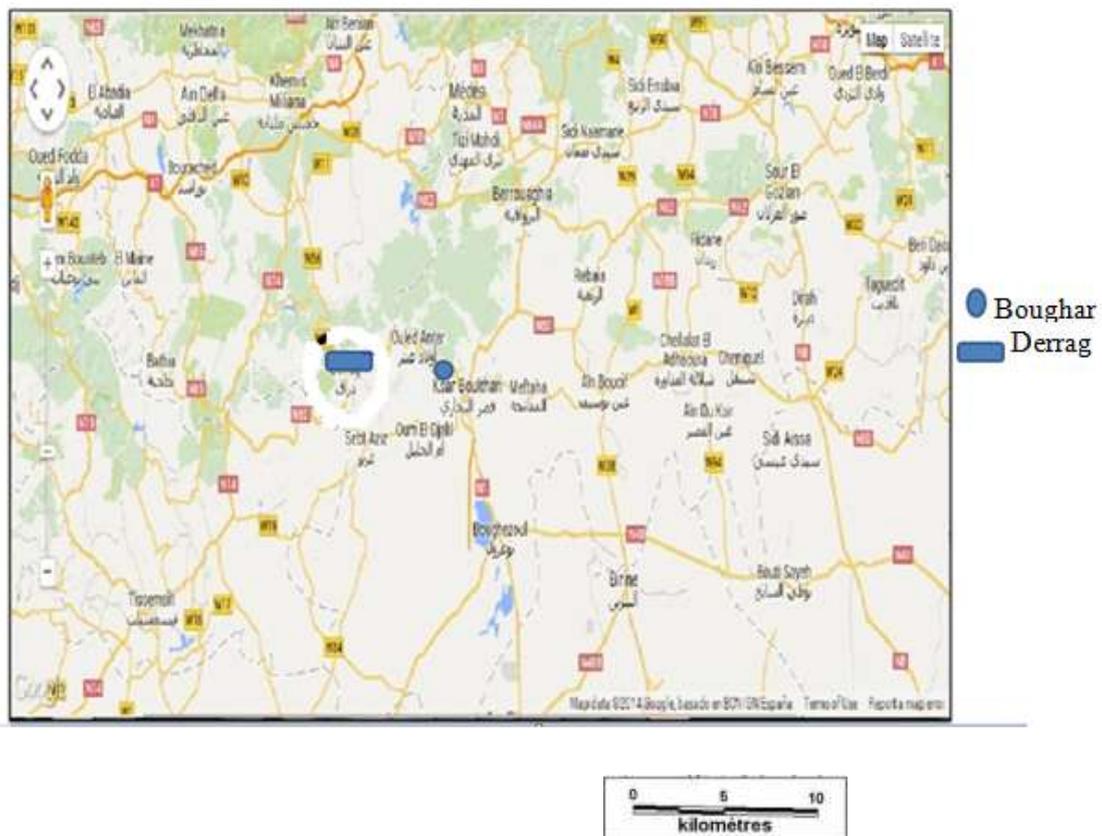


Figure 9 : Situation géographique de Boughar et Derrag (Wilaya de Médéa)

(Anonyme, 2014)

3.2. Facteurs climatiques des régions de Boughar et de Derrag

3.2.1 Température

D'après Dreux (1980), le paramètre le plus important est la température car elle exerce une action écologique sur tous les êtres vivants. Selon le même auteur, chaque espèce ne peut vivre que dans certain intervalle de température.

L'analyse de température, fait ressortir que les basses températures sont enregistrées au mois de février. Les hautes températures sont notées durant les mois de juillet et août. (ONM, 2014).

3.2.2 Pluviométrie

L'eau est un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres afin d'assurer un équilibre biologique (Mercier, 1999). Les précipitations accusent une grande variabilité mensuelle et surtout annuelle. Djellouli (1990), attribue cette variabilité à l'existence d'un gradient longitudinal et un gradient latitudinal. Dans la région de Médéa les précipitations mensuelles varient entre 700 et 1000 mm et varient selon la région considérée. (MEDDI, 2009).

Les données météorologiques de la wilaya de Médéa sont recueillies auprès de l'office national de la météorologie de Dar El Beida et se résument dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie de la région de Médéa durant l'année 2013.

	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmoy Max (M)	3,6	0,1	6,1	7,1	14	10,5	11,7	14,3	19	15,6	7,1	7,1
Tmoy Min (m)	10,3	5,9	11,9	14,7	13,7	31,5	33,1	34,9	31,6	17,1	18,1	15,1
Tmoy M+m/2	6,95	3	9,55	10,95	18,85	16	17,4	19,6	15,8	11,4	11,6	11,1
Précipitation moy anuelle	46	114	116	167	14	3,3	3	4	10	53	130	19

(ONM, 2013)

3.3. Synthèse des données climatiques

3.3.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen.

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet d'établir la délimitation des mois secs et des mois humides de l'année. Selon Dajoz (1971), la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle P exprimée en mm est égale ou inférieure au double de la température moyenne mensuelle T exprimée en degré Celsius.

Pour la période 1995-2013, Le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude révèle la présence de deux saisons : une saison humide assez longue qui débute de la fin d'octobre jusqu'à la mi-avril et une saison sèche qui s'étale du mois de mai jusqu'à octobre (Fig. 10).

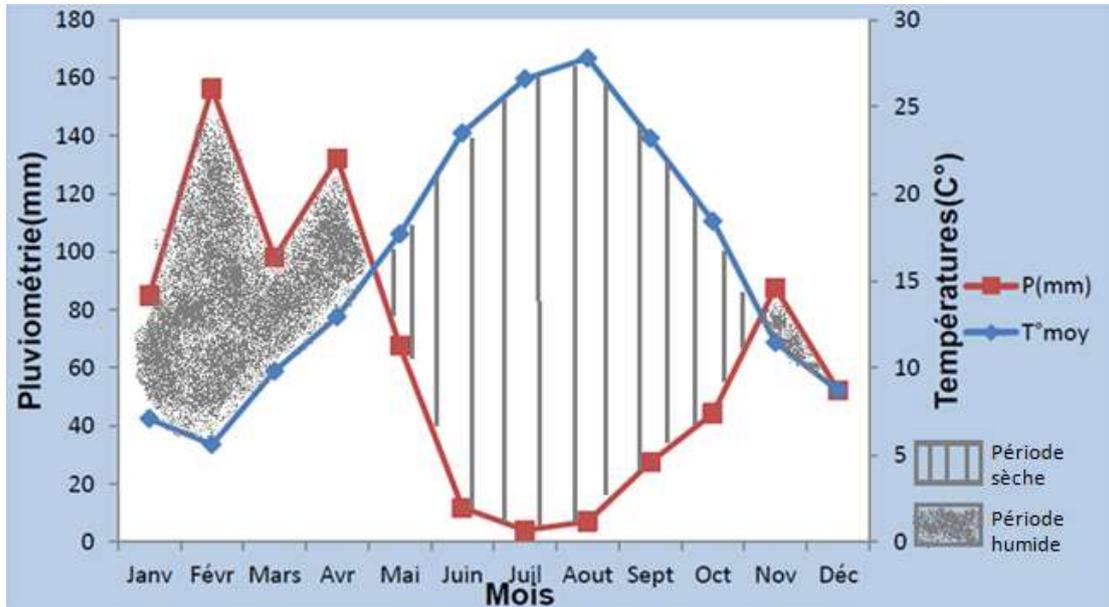


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Médéa (moyennes considérées sur la période 1995 - 2013)

Le diagramme ombrothermique de Gaussen de l'année 2013 (Fig. 11) fait aussi ressortir les deux périodes : la période humide qui s'étale d'octobre à avril et la période sèche qui s'échelonne de mai à octobre.

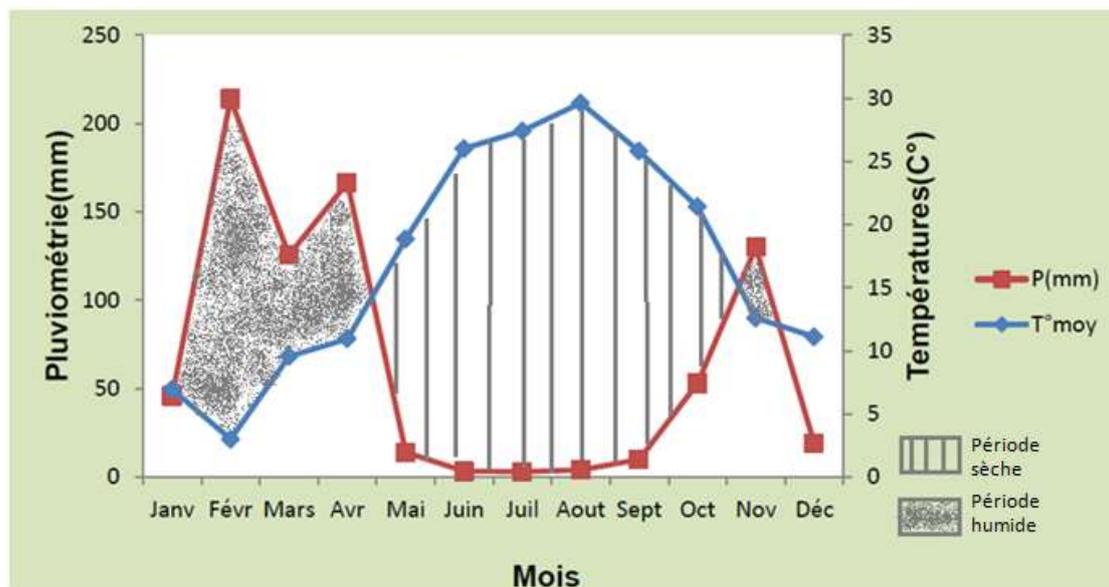


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Médéa (moyennes considérées pour l'année 2013)

3.3.2 Climogramme pluviothermique d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par Stewart dont la formule est comme suit :

$$Q2=3,43 * P / (M-m) \text{ (Stewart, 1969)}$$

P : la pluviométrie annuelle (mm), **M** : la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud, **m** : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

Pour une période de 18 ans (1995 à 2013), en projetant les valeurs (Tmin; Q2) sur le climogramme d'Emberger, on définit l'étage bioclimatique de la région de Médea dans le sub-humide à hiver frais.

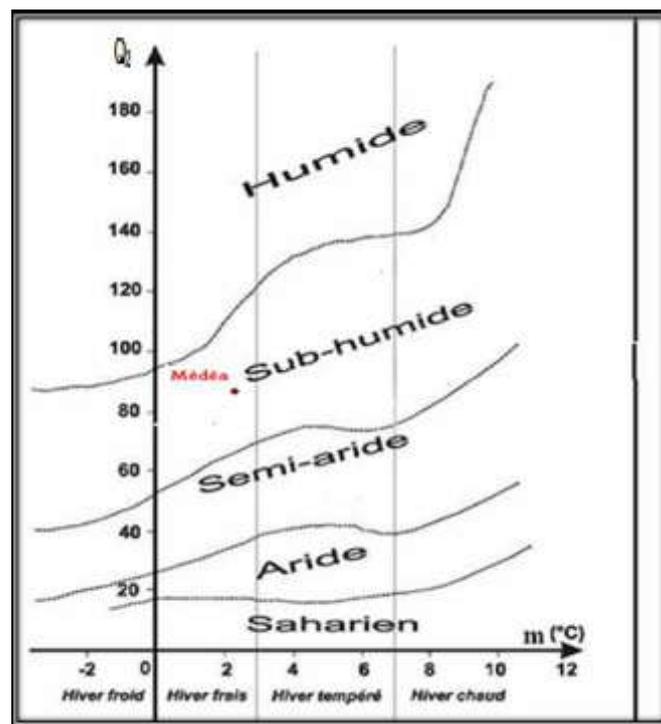


Figure 12: Place des régions de Boughar et de Derrag dans le climogramme d'Emberger(1995-2013).

3.4. Matériel biologique

3.4.1 Matériel végétal

Dans le cadre de notre travail, trois plantes spontanées ont été sélectionnés :

Rosmarinus officinalis L. ; *Rosmarinus tournefortii* L. ; et *Teucrium polium* L.

Leur identification a été faite au niveau du Jardin d'essai du Hamma, puis confirmé par l'utilisation des clés de détermination de la flore de Quezel et Santa (1963).

Plusieurs critères sont à prendre en considération pour le choix du matériel biologique végétal :

- La disponibilité des plantes sur le territoire algérien.
- Son usage en pharmacopée traditionnelle.
- Les propriétés insecticides relatées dans la littérature.

3.4.1.1 Récolte des plantes

La collection des plantes *Rosmarinus officinalis* L. a été réalisée au mois de février et mars 2014 dans une forêt de la région de Derrag.

Rosmarinus tournefortii L. et *Teucrium polium* L. ont été prélevées dans la région de Boughar.



Figure 13 : Régions de collecte (A : Boughar,B : Derrag)

(Originale, 2014)

3.4.1.2 Conservation des plantes

Les plantes récoltées sont séchées pendant 10 à 15 jours à une température ambiante de 21 à 24 °C et à l'abri de la lumière solaire, afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules (Fig.14)



Figure 14: Séchage des plantes au laboratoire

(Originale, 2014)

3.4.2 Matériel animal

Dans la présente étude, nous avons utilisé comme modèle biologique des adultes de *Tribolium confusum* Duval. évoluant sur les denrées stockées et spécialement sur la farine du blé tendre. Sa détermination a été réalisée au niveau du Département de Zoologie à l'Institut National d'Agronomie d'El Harrach par le Professeur Doumandji.

Les insectes proviennent de la Coopérative Céréalière des Légumes secs d'El-Affroun de Blida (C.C.L.S). L'élevage de la souche de *Tribolium confusum* (Duv., année), originaire des stocks de farine à usage domestique, a été réalisé dans des bocaux contenant de la farine commerciale (Fig 15). Chaque bocal est infesté par des adultes. L'ensemble placés dans étuve réglée à une température de 30° et à 70% d'humidité relative réalisé au niveau de la salle de Zoophytatrie, au département des Sciences Agronomiques de l'Université Saad Dahleb de Blida 1 (fig.16).

Afin d'éviter les phénomènes de surpopulation, de cannibalisme et de stérilisation, nous avons procéder à un transfert régulier des adultes dans de nouveaux bocaux, permettant ainsi d'assurer de nouvelles infestations. La récupération des adultes utilisés dans nos essais a été réalisée par des tamisages réguliers chaque vingt jours (Fig. 17).



Figure15 : Boite d'élevage des insectes

Figure16: Etuve d'élevage des insectes

(Originale, 2014).



Figure 17: Tamisage de la farine (Originale, 2014).

3.5. Matériels et appareillage de laboratoire

L'appareillage utilisé au laboratoire est un extracteur d'huile essentielle par entraînement à la vapeur d'eau, un agitateur horizontal et un broyeur électrique.

Le matériel utilisé au laboratoire se résume à un Erlenmeyer, des bouteilles en verre, un entonnoir, un tamis, une balance de précision, une pipette pour le dosage des produits, une pince pour le prélèvement des adultes de *Tribolium*, des boîtes de pétri en plastique de 9cm de diamètre, du film transparent, du papier filtre, du papier aluminium, de l'eau distillée, du Tween 80, du scotch, des étiquettes, un stylo feutre et enfin un vaporisateur.

3.6. Méthodologie de travail

Pour réaliser ce travail qui consiste à démontrer l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux, par mode contact, pour lutter contre les insectes des denrées stockés, nous avons établie la méthodologie suivante :

3.6.1 Préparation des différents traitements testés

3.6.1.1 Huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles à partir des feuilles des plantes est réalisée par entraînement à la vapeur d'eau. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal n'est pas en contact direct avec l'eau, il est soumis à l'action d'un courant de vapeur, obtenue dans un ballon rempli d'un litre et demi d'eau porté à ébullition. Ces vapeurs sèches passent dans une grille perforée renfermant une quantité de 250 g de matière végétale sèche introduite tour à tour. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Cette technique nécessite une durée de 2 heures.

3.6.1.2 Extraits aqueux

Les extraits aqueux des espèces végétales ont été préparés par agitation qui consiste à la macération aqueuse de 20g de poudre (obtenue après un broyage grossier des feuilles à l'aide d'un moulin électrique et conservés dans des pots en verre au réfrigérateur jusqu'au moment de leurs utilisation) avec 250 ml d'eau distillée, disposées dans des flacons hermétiques et soumis à une agitation magnétique horizontale pendant 72h, dans le but de faire libérer et extraire les molécules actives existantes chez la plante (Tafifet, 2010). Après filtration à l'aide de deux couches de tissu de tulle, le filtrat est filtré une autre fois à l'aide d'un papier filtre.

Les extraits aqueux obtenus ont été conservés dans des bouteilles emballées dans du papier aluminium au réfrigérateur à une température de 4°C dans le but d'éviter toute dégradation ou dénaturation des molécules soit par la température ou la lumière

(fig. 18).

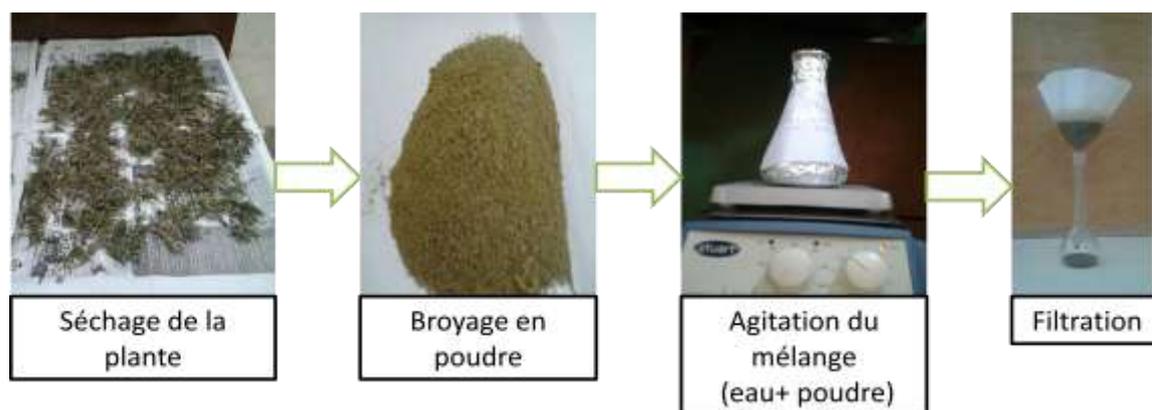


Figure 18: Préparation des extraits aqueux (Originale, 2014)

3.6.2 Doses et traitements

3.6.2.1 Choix des doses

A partir de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L., nous avons choisi trois concentrations à tester après dilution dans le tween 80 (dilué à 3%).

Le tween 80 a été utilisé comme témoin à cause de son absence de l'activité insecticide et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution de l'huile essentielle. D'après les chimistes la dilution 3% est la plus efficace pour une meilleure homogénéisation de l'HE.

Les doses préparées pour les trois espèces sont les suivantes :

- Dose 1= D1 : 0,25% = 0,25ml HE diluée Tween 80+ 99,75ml d'eau distillée.
- Dose 2= D2 : 0,50% = 0,50ml HE diluée Tween 80 + 99,50ml d'eau distillée.
- Dose 3= D3: 0,75% = 0,75ml HE diluée Tween 80 + 99,25 d'eau distillée.
- Témoin = Tween 80 (dilué3%).

* A partir des trois extraits aqueux obtenus par agitation de la poudre de feuilles de *Rosmarinus officinalis* L., *Rosmarinus tournefortii* L. et de *Teucrium polium* L. trois concentrations ont été choisies pour tester l'effet de ces espèces végétales :

- Dose 1=D1 : 0,25% = 0,25ml EA + 99,75ml d'eau distillée.
- Dose 2=D2 : 0,50% = 0,50ml EA + 99,50 ml d'eau distillée.
- Dose 3=D3 : 0,75% = 0,75ml EA + 99,25ml d'eau distillée.
- Témoin = eau distillée ;

Pour éviter la dégradation ou la modification de molécules actives des essences obtenues, ces dernières ont été conservées au réfrigérateur à 4°C dans des flacons en verre, couverts d'aluminium (Fig. 19).



Figure 19 : Flacon contenant les différentes préparations (Originale, 2014)

3.6.2.2 Application des traitements

Afin d'évaluer l'effet insecticide des différents traitements, nous avons réalisé des tests in-vitro, le mode d'action est le mode par contact.

Des individus de *Tribolium* ont été placés dans des boîtes de pétri à raison de 30 individus par boîte, ces insectes sont pulvérisés par les différents traitements à différentes doses. Pour chaque dose trois répétitions ont été réalisées (Fig. 20).

Après traitement le dénombrement des individus vivants a été effectué après 24h, 48h, 72h et 96h.



Figure 20: Boîtes de pétri contenant les *Tribolium* subissant les différents traitements
(Originale, 2014)

3.7. Calcul de rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre le volume d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal à traiter (Belyagoubi, 2006). Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage par rapport au 100 g de matière sèche) a été calculé par la relation suivante :

$$\text{Rd HE (\%)} = (V / M \text{ MV}) \times 100$$

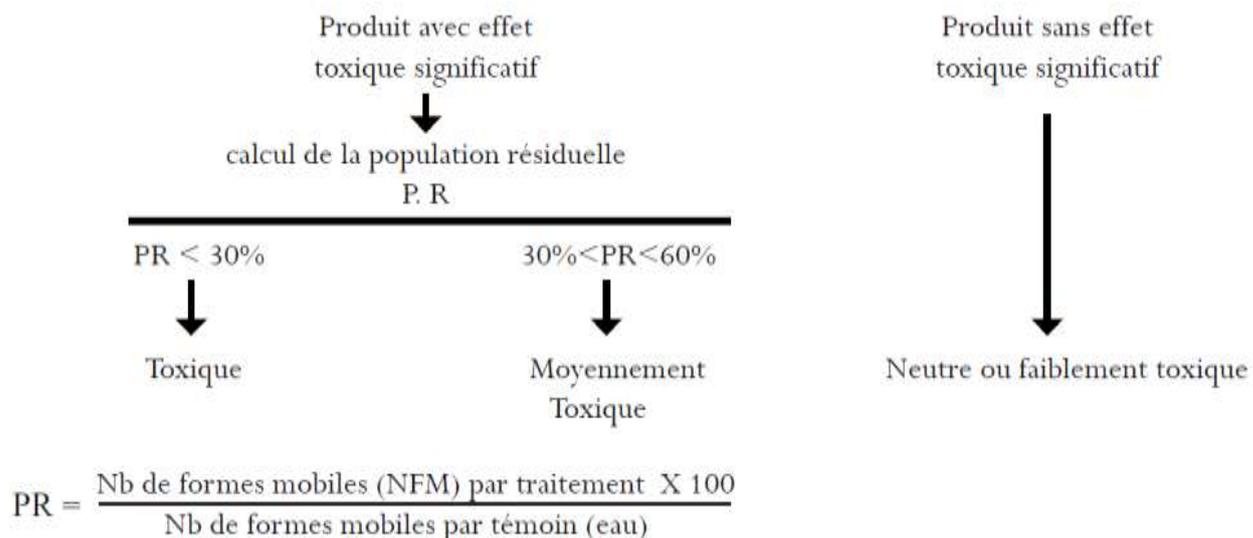
- ✓ Rd HE (%) : rendement en huile essentielle exprimé en pourcentage.
- ✓ V : volume d'huile essentielle en ml.
- ✓ M MV : La masse de la matière végétale utilisée (sèche).

3.8. Exploitation des résultats

Afin de déterminer l'effet insecticide des extraits aqueux et de l'huile essentielle des plantes utilisées sur les individus de *Tribolium confusum* qui ont été quantifiés, Trois répétitions ont été réalisées et résumées par le calcul de la moyenne.

3.8.1 Calcul de la population résiduelle

La population résiduelle PR a été calculée selon le Test de DUNNETT.



PR < 30% Molécule toxique

30% > PR < 60% Molécule moyennement toxique

PR > 60% Molécule neutre ou faiblement toxique

3.8.2 Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0. SPSS 1997)

Lorsque le problème consiste à savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (période, matière active, dose), nous avons eu recours à une analyse de variance (ANOVA pour *Analysis Of Variance*) qui permet de vérifier la signification de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités, dans les conditions paramétriques si la distribution de la variable quantitative est normale.

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces trois (3) catégories.

La signification des différences entre les traitements est exprimée en fonction de la probabilité P erreur 5%

P > 0,05 : Différence non significative. P < 0,05 : Différence significative

P < ou = 0,01 : Différence hautement significative. P > ou = 0,01 : Différence très hautement significative.

Chapitre 4 : Resultats et Discussion

4.1. Résultats.

Les résultats relatifs à l'effet biocide et l'efficacité des différents traitements de l'huile essentielle et des extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* L., de *Rosmarinus tournefortii* L. et de *Teucrium polium* L. sous l'effet des différentes doses de traitements sur les individus de *Tribolium confusum* Duv. sont présentés dans ce chapitre.

4.1.1 Evaluation du rendement de l'huile essentielle.

A partir de la matière sèche, l'évaluation du rendement (%) en huile essentielle des espèces végétales choisies révèle des taux variables. Les résultats de la figure ci-dessous montrent que le rendement le plus élevé est enregistré chez *Rosmarinus tournefortii* L. avec un taux 1 % (soit 3 ml pour 300 g de matière sèche), comparé à celui de *Rosmarinus officinalis* L. et *Teucrium polium* L. qui est de 0.3 % pour les deux espèces (soit 1 ml pour 300g de matière sèche) (fig . 21).

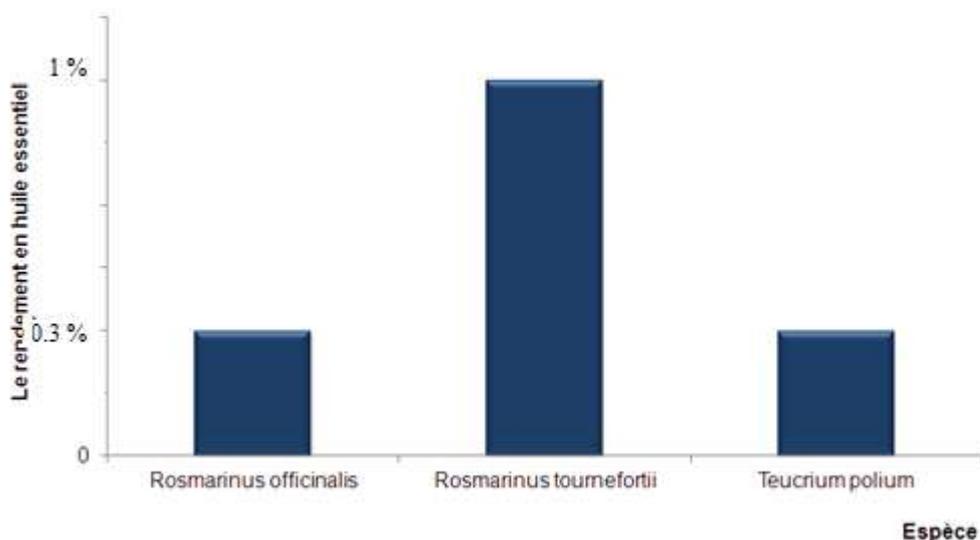


Figure 21 : Rendement (ml) en huile essentielle des différentes espèces végétales.

4.1.2 Evaluation temporelle de la densité des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet des traitements.

L'activité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux a été évaluée in vivo sur les individus de *Tribolium confusum* Duv. Les populations résiduelles sont estimées à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement.

4.1.2.1 Huiles essentielles.

Une projection a été réalisée en faisant ressortir les PR en fonction du temps (Fig.22). L'évolution temporelle des populations résiduelles montre d'après le graphe un effet progressif sur une période s'étalant de 24 à 96 heures après traitement. Cependant, on note que l'HE de *Rosmarinus tournefortii* L. HEROSTR agit fortement d'où une faible densité de PR estimée à 30% par rapport à l'HE de *Rosmarinus officinalis* L. HEROSOF et HE de *Teucrium polium* L. HETP qui après traitement révèle une forte densité de PR respectivement de 70% et 90%. L'HETP présente une faible toxicité avec une PR de 90%, l'effet toxique de HETP se manifeste progressivement dans le temps pour atteindre 60% après 96 h. En revanche, pour l'HEROSOF, sa toxicité progresse très rapidement dès 48 h pour atteindre une PR de 32% à 96 h. Enfin, l'HEROSTR présente une toxicité très élevée avec une PR de 30% à partir de 24 h et qui affiche 20% à 96 h.

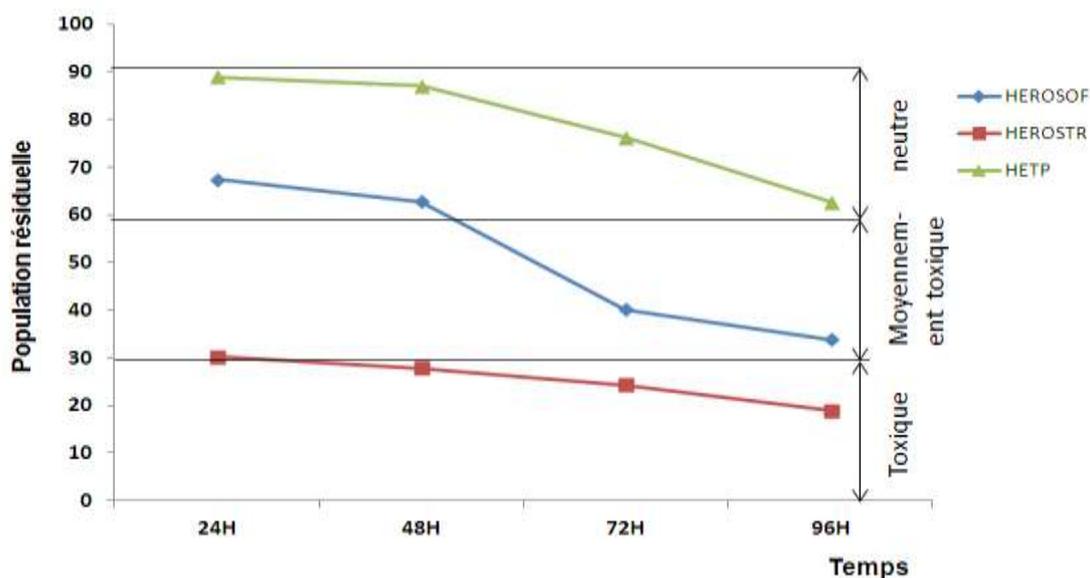


Figure22 : Evolution temporelle de la population résiduelle de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet des huiles essentielles des différentes espèces.

4.1.2.2 Extraits aqueux.

D'après le graphe (fig. 23), l'évolution temporelle des PR montre un effet progressif pour les différents traitements étalés sur une période de 24 à 96 heures. Au début de l'application, l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. EAROSOF a montré une faible toxicité, devenue moyenne après 72h, l'extrait aqueux de *Teucrium polium* L. EATEUPO montre un effet neutre sur la diminution de la population de *Tribolium confusum* Duv. avec une PR de 100%, et l'EA de *Rosmarinus tournefortii* L. EAROSTR montre un effet moyennement toxique après 24 h avec une PR de 42% devenue toxique après les 96 h avec une PR de 25%.

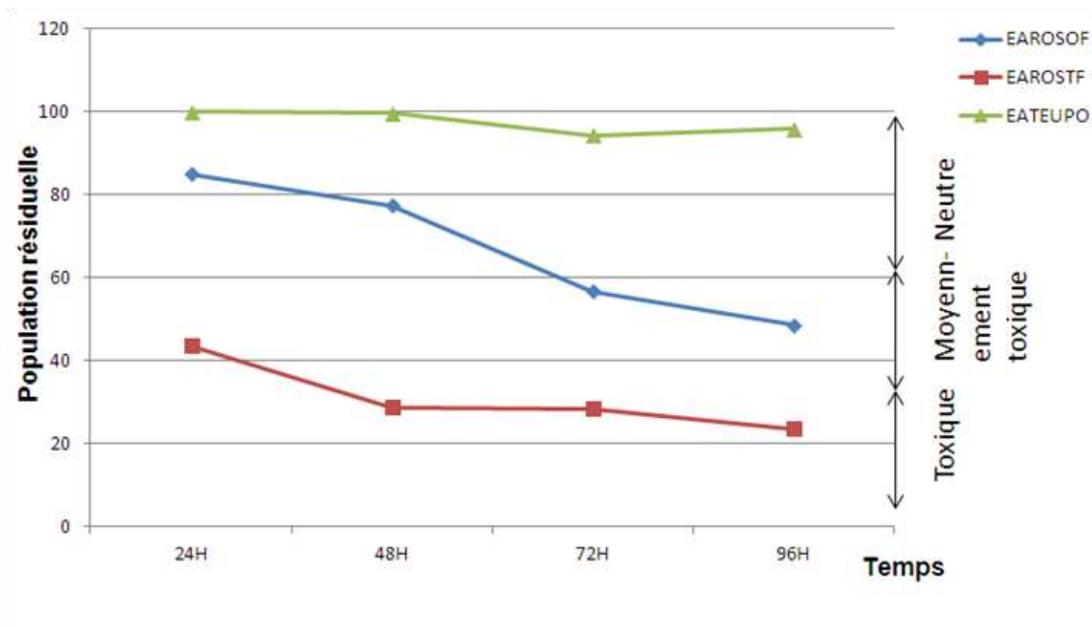


Figure 23 : Evolution temporelle de la population résiduelle de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet des extraits aqueux des différentes espèces.

4.1.3 Etude de l'efficacité insecticide des différents traitements des huiles essentielles et des extraits aqueux sur la densité des populations résiduelles du Tribolium.

Pour déterminer la variation temporelle de la structuration des PR en fonction des doses des HE et des EA, nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.). Ce modèle permet d'étudier l'effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs.

4.1.3.1 Les huiles essentielles

4.1.3.1.1 Activité insecticide de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L.

La figure ci-dessous, indique que le temps et les doses ont montré un effet hautement significatif sur la variabilité du taux des populations résiduelles ($p=0,000$; $p<0,01\%$). L'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. se révèle toxique vis-à-vis des individus de *Tribolium confusum* Duv. ($0\%<PR\%<30\%$) (tableau 2 en annexe).

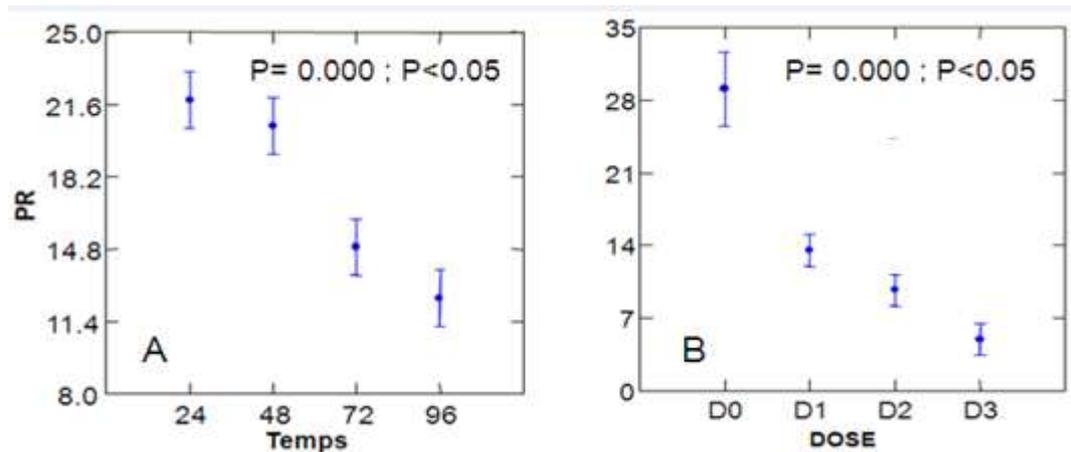


Figure 24 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'HE du *Rosmarinus officinalis* L. (A: Temps, B: doses)

4.1.3.1.2 Activité insecticide de l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* L.

La figure 25 indique que les doses et le temps ont un effet significatif sur la variabilité des taux des PR ($p=0,000$, $p<0,05$). L'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* L. se révèle aussi fortement toxique vis-à-vis des individus de *Tribolium confusum* Duv. ($10\%<PR\%<13\%$) (tableau 3 en annexe).

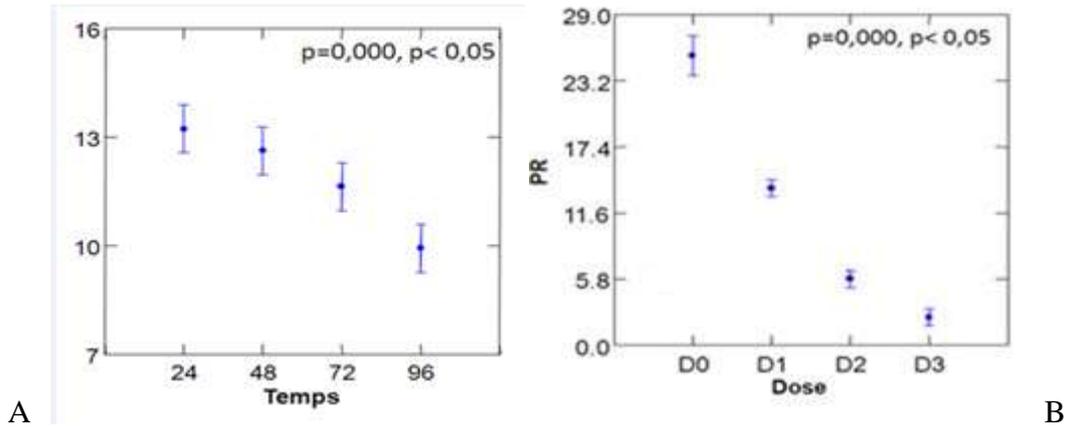


Figure 25 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'HE de *Rosmarinus tournefortii* L. (A: Temps B: Doses).

4.1.3.1.3 Activité insecticide de l'huile essentielle de *Teucrium polium* L.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que le facteur temps et dose de traitement a un effet très hautement significatif sur la densité des PR ($p=0.000$; $p < 0.05$) (tableau 4 en annexe).

Les résultats montrent que l'huile essentielle du *Teucrium polium* L. se révèle toxique vis-à-vis des individus de *Tribolium confusum* Duv. ($0\% < PR\% < 30\%$) L'ensemble des résultats d'analyses est représenté dans la Fig. 26.

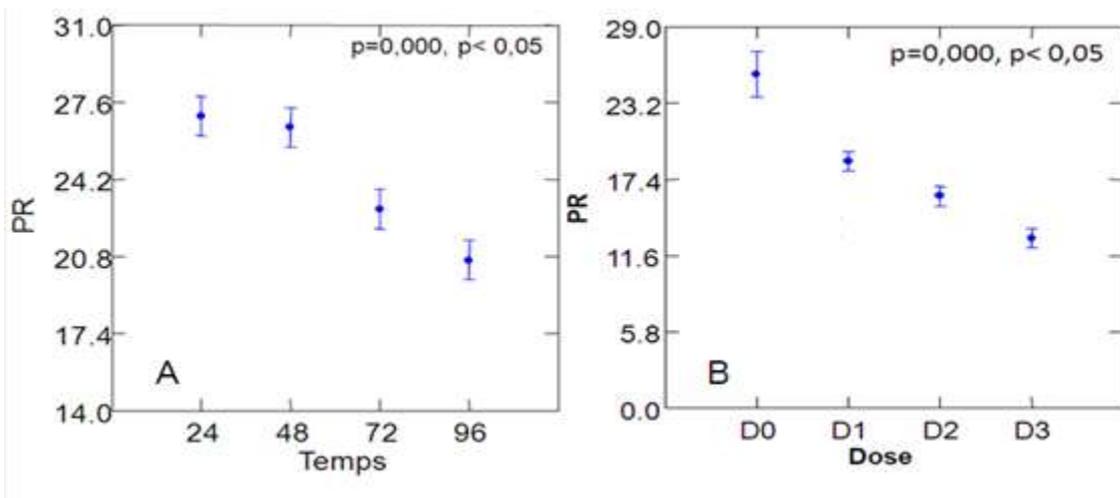


Figure 26: Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv sous l'effet de l'HE de *Teucrium polium* L. (A: Temps, B: Doses).

4.1.3 .1 .4 Effet comparé des périodes d'application des huiles essentielles.

L'analyse de la variance confirme la présence d'un effet progressif de 24 h à 96 h pour toutes les applications des huiles essentielles.

4.1.3 .1.5 Effet comparé des doses d'application des huiles essentielles et de leurs efficacités.

L'analyse de la variance confirme la présence d'un effet progressif entre les doses D1 (0,25%), D2 (0,50%) et D3 (0,75%). Cette dernière est la plus efficace (pour les trois huiles essentielles).

Cette analyse de la variance montre aussi que l'HE de *Rosmarinus tournefortii* L. est plus efficace que celles de *Rosmarinus officinalis* L. et de *Teucrium polium* L. (Fig. 27).

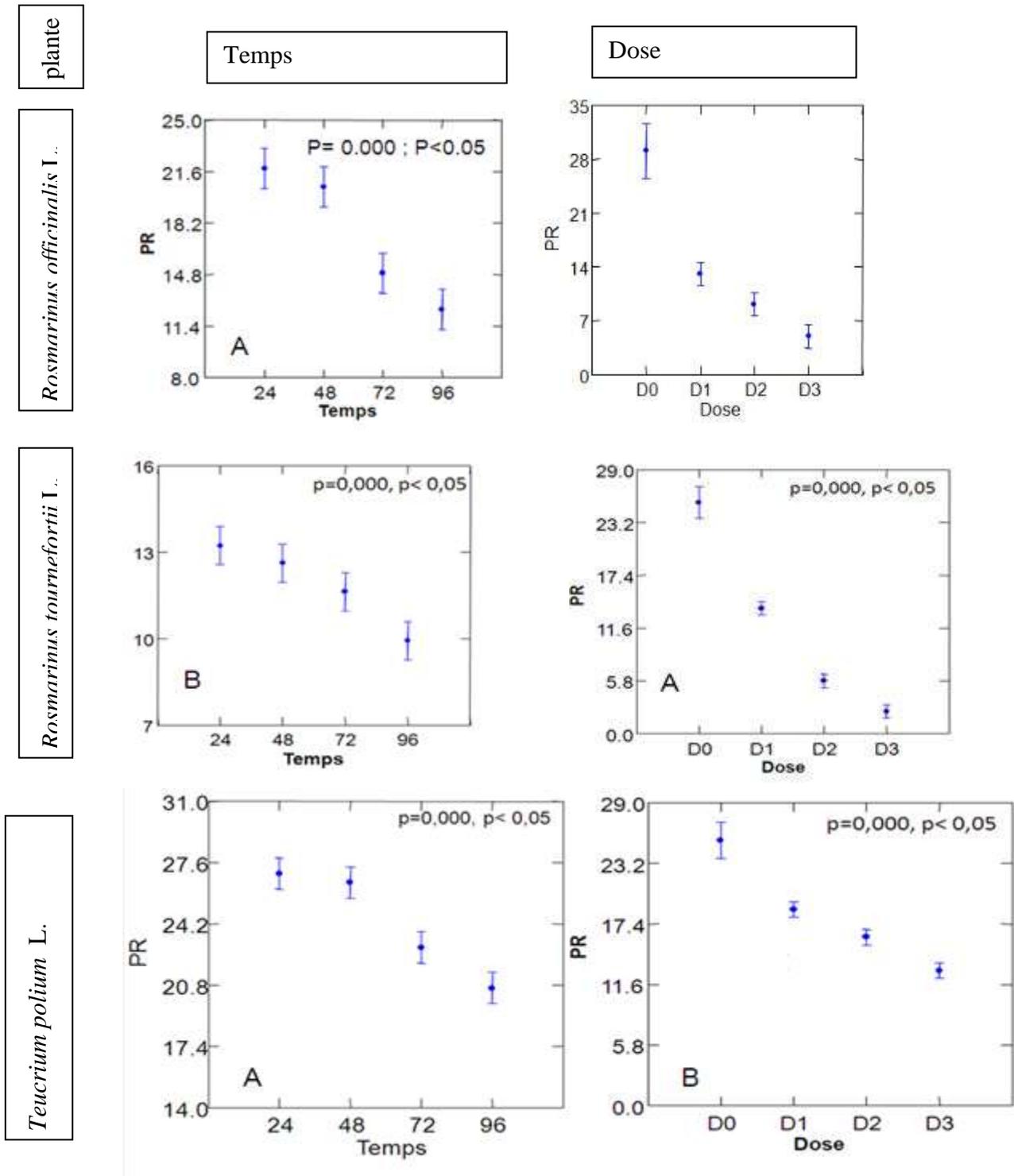


Figure 27 : Population résiduelle comparée de *Tribolium* selon les doses des huiles essentielles et le temps de leur application.

4.1.3.2 Extraits aqueux

4.1.3.2.1 Activité insecticide de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L.

La figure 28 montre que les facteurs temps et doses de traitement ont un effet significatif apparent sur la densité des PR ($P=0,000$; $P < 0,05$) (tableau 5 en annexe).

En parallèle les résultats montrent une activité très toxique pour l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L.. contre le *Tribolium confusum* Duv. ($0\% < PR\% < 30\%$) (Fig. 28).

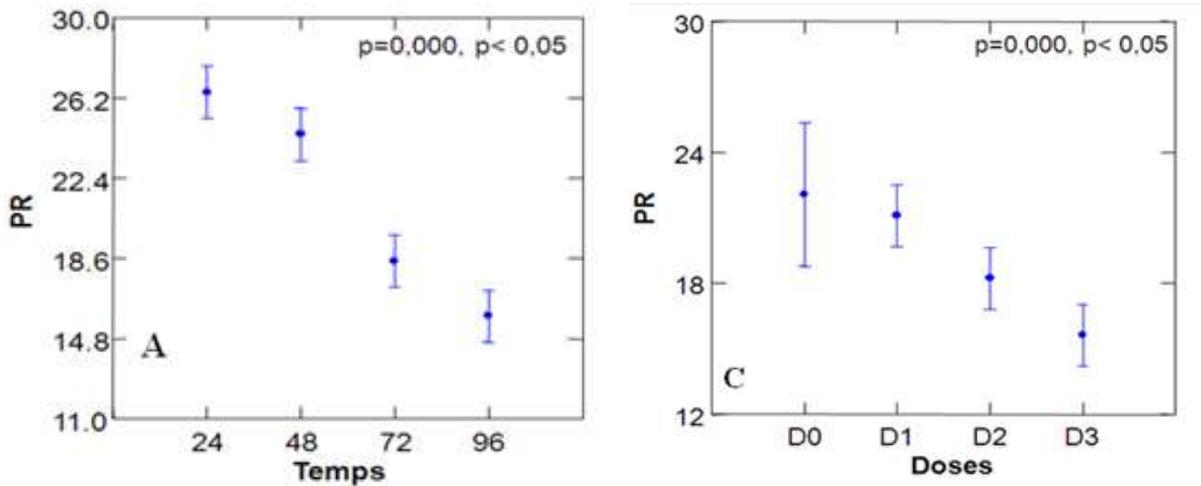


Figure 28 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EA de *Rosmarinus officinalis* L. (A: Temps, C: Doses).

4.1.3.2.2 Activité insecticide de l'extrait aqueux de *Rosmarinus tournefortii* L.

La figure 29 montre un effet significatif pour le temps de traitement ($p=0,000$) et aussi les doses appliquées ($p=0.008 < 0.05$) sur la variabilité de taux de PR (tableau 6 en annexe).

L'extrait aqueux du *Rosmarinus tournefortii* L. se révèle aussi fortement toxique vis-à-vis des individus de *Tribolium confusum* Duv. ($0\% < PR\% < 30\%$) (Fig. 29).

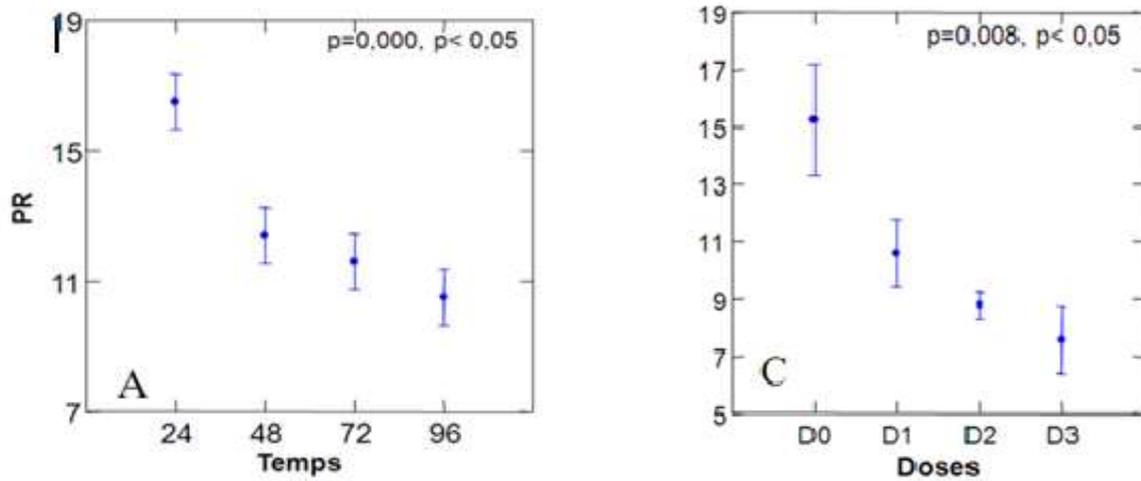


Figure 29 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EA de *Rosmarinus tournefortii* L. (A: Temps, C: Doses).

4.1.3.2.3 Activité insecticide de l'extrait aqueux du *Teucrium polium* L.

Les résultats de l'analyse de la variance montrent que les facteurs doses et temps de traitement ont un effet très hautement significativement sur la densité des PR du *Tribolium* ($p=0.000$; $p < 0.05$) (tableau 7 annexe).

Les données montrent que l'extrait aqueux du *Teucrium polium* L. se révèle toxique vis-à-vis des individus de *Tribolium confusum* Duv. ($0\% < PR\% < 30\%$) L'ensemble des résultats d'analyses est représenté par la figure 30.

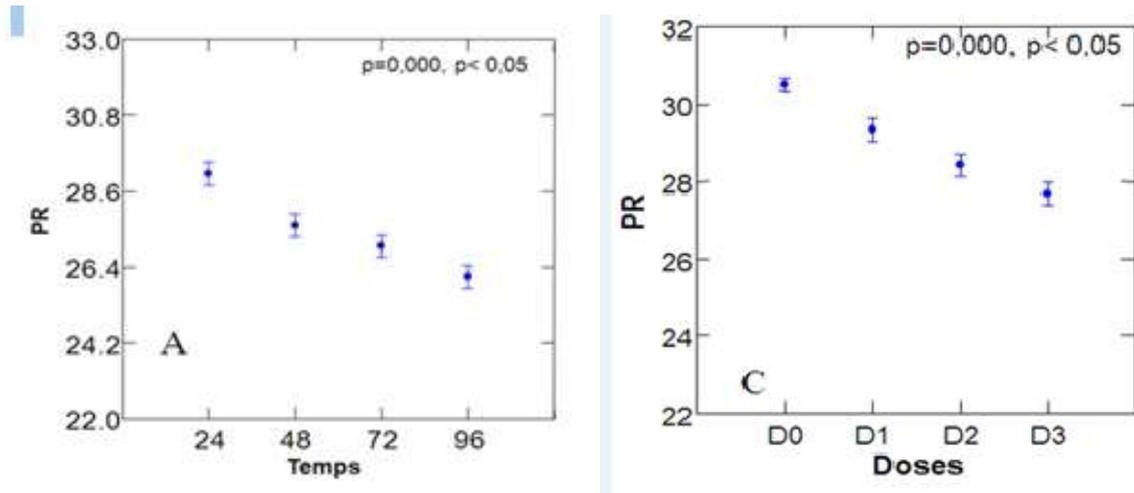


Figure 30 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet de l'EA de *Teucrium polium* L.. (A: Temps, C: Doses).

4.1.3.2 .4 Effet comparé des périodes d'application des extraits aqueux

L'analyse de la variance confirme la présence d'un effet toxique progressif de 24 h à 96 h dans toutes les applications des extraits aqueux des plantes étudiées.

4.1.3.2.5 Effet comparé des doses d'application des extraits aqueux et de leurs efficacités

L'analyse de la variance confirme la présence d'un effet progressif toxique entre les doses D1 (0,25%), D2 (0,50%) et D3 (0,75%). La dose D3 est la plus efficace (pour les trois extraits aqueux) (Fig. 31)..

Cette analyse de la variance montre aussi que l'EA de *Rosmarinus tournefortii* L. est plus efficace que l'EA de *Rosmarinus officinalis* L. et l'EA de *Teucrium polium* L.

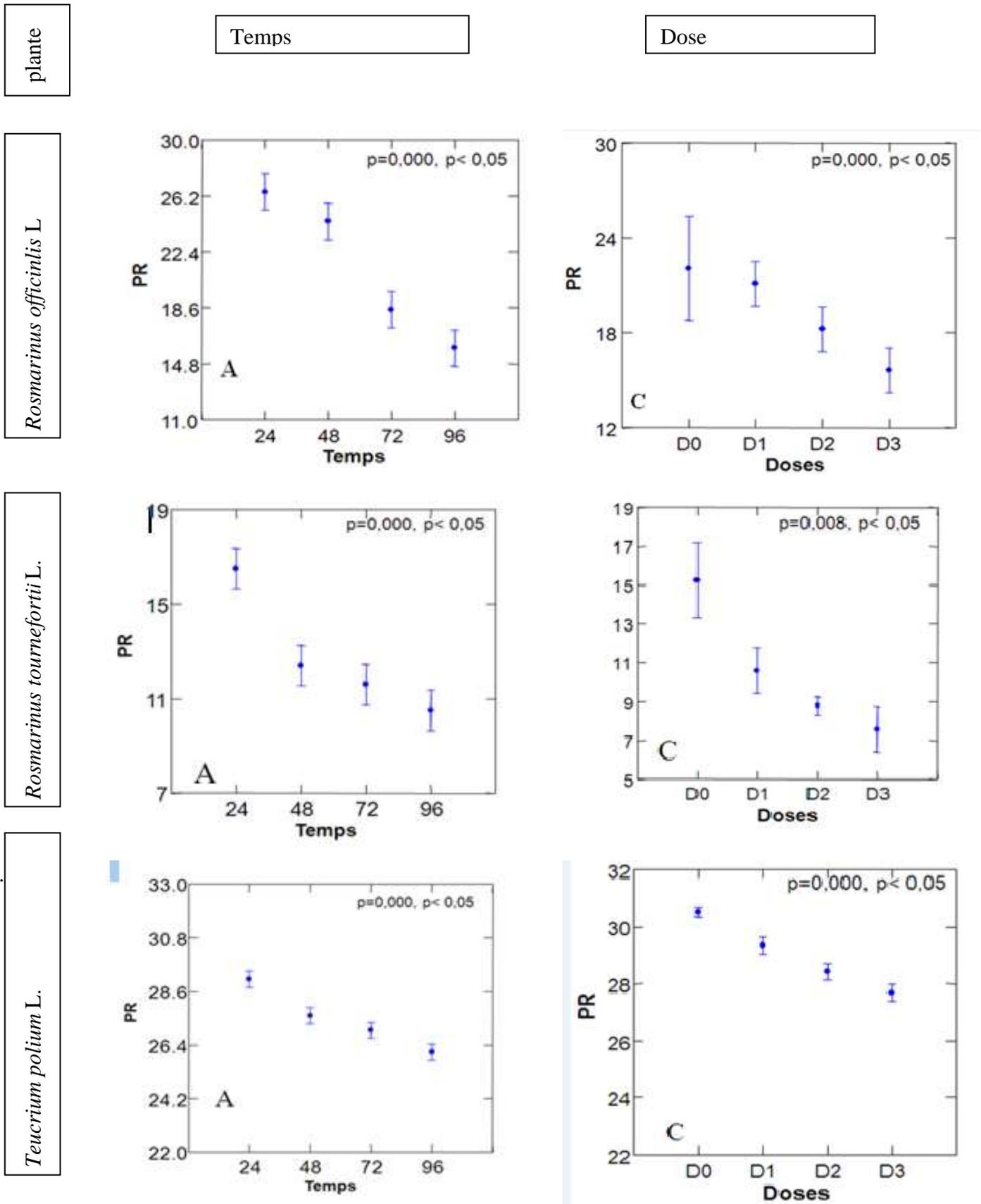


Figure 31 : Population résiduelle comparée du *Tribolium* selon les doses des extraits aqueux et le temps de leur application.

4.2. DISCUSSIONS

Le *Tribolium confusum* Duv. est responsable de nombreux dégâts affectant les denrées stockées. L'utilisation des pesticides chimiques efficace contre les organismes a entraîné de multiples conséquences sur l'environnement. Il devient par conséquent, indispensable de contrôler biologiquement ces organismes.

Des études récentes ont montré que les produits naturels issus des plantes et les métabolites secondaires représentent une importante source de molécules pouvant être exploitées dans différents domaines entre autres la protection des denrées stockées.

L'objectif de notre travail est l'évaluation de la toxicité des huiles essentielles et des extraits aqueux de trois espèces végétales spontanées *Rosmarinus officinalis* L. *Rosmarinus tournefortii* L. et *Teucrium polium* L. sur le *Tribolium confusum* Duv. Les résultats de cette étude semblent être intéressants et confirment leur pouvoir protecteur vis-à-vis du bioagresseur ciblé. Toutefois, ils dénotent les aspects suivants ;

4.2.1. Evaluation temporelle des populations résiduelles de *Tribolium confusum* Duv. sous l'effet des traitements biologiques.

4.2.1.1 Evaluation de la toxicité des huiles essentielles sur le *Tribolium confusum* Duv.

Cette étude a montré que le rendement le plus élevé est enregistrée chez *Rosmarinus tournefortii* L. avec un taux de 1 %, comparé à celui de *Rosmarinus officinalis* L. et *Teucrium polium* L. qui est de 0.3 %. Bekkara et al. (2007) signalent que dans la région de Tlemcen, la teneur en huile essentielle, obtenue à partir des parties aériennes (feuilles + fleurs) du Romarin sauvage de la station de Honaine près de Tlemcen est de 0.8% et de 0.6% pour le Romarin cultivé de la station de Tlemcen.

De même, Ayadi (2011) a obtenu dans la région de Sidi Bouzid en Tunisie un rendement en huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. de 2.06 %, alors que le rendement du Romarin de la région de Bizerte est plus faible de l'ordre 1,7 %.

Il a été prouvé par Ozenda en 1985 et Landolf en 2005 que les différences de milieu ont une influence profonde sur la végétation. Par ailleurs, Hopkings (1999) et Bouaouina et al.

(2000), ont démontré, que dans les conditions environnementales, les plantes sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes : hydriques, thermiques, pédologiques et autres, engendrant différents types de stress. La nutrition de la plante se trouve sous les dépendances, non seulement de sa constitution génétique (Bouaouina et *al.*, 2000), mais aussi d'une série de facteurs écologiques et culturales qui sont susceptibles d'influencer la composition du feuillage (Chabousou, 1975).

Selon Kaufman et *al.*, (1999), *Rosmarinus officinalis* L., est considéré comme l'une des plantes aux terpènes les plus volatils à très faible masse moléculaire. Il est riche en eucalyptol, α et β pinène, limonène et camphre. Les sommités fleuries du Romarin, ont des propriétés cholagogues et cholérétiques. L'huile essentielle du Romarin est spasmolytique et un stimulant général.

Djabou (2012) signale que *Teucrium polium* L., est l'espèce la plus étudiée du genre *Teucrium*, à ce jour, 22 travaux traitant de l'identification des constituants de son huile essentielle ont été répertoriés. Deux types d'huiles essentielles sont ainsi distinguées : (i) une est riche en composés monoterpéniques tels l' α et β -pinène, le limonène, le myrcène, et le linalol, le terpinèn-4-ol et la carvone et (ii) l'autre est dominée par des composés sesquiterpéniques comme le (*E*)- α -caryophyllène, le germacrène D et l' α -humulène et l'oxyde de caryophyllène, l' α et le τ -cadinol et le spathulénol.

Les résultats de la présente étude montrent que la plus forte toxicité a été marquée par les huiles essentielles appartenant à la famille des Lamiacées avec l'huile essentielle de *Rosmarinus tournefortii* L. qui se révèle plus toxique que l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. L'huile essentielle de *Teucrium polium* L. a montré une toxicité plus faible comparée aux autres huiles.

Une utilisation des huiles en formulation poudreuse conduit à une protection des stocks durant trois mois sans diminuer le pouvoir de germination des graines. Des essais similaires réalisés au Kenya par BekeleHasanali en 2001 et Regnault-Roger et Hamraoui en 1993, traitant de l'efficacité des huiles essentielles des feuilles de dix plantes aromatiques sur la bruche *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831) ont donné des résultats qui ont démontré que les plantes de la famille des Labiées (Lamiacées) entre autre le *Rosmarinus officinalis* L., reste plus efficaces que les plantes appartenant à d'autres familles : Liliacées, graminées, Myrtacées, Lauracées.

Selon Mohan et Ramasway (2007), les huiles essentielles représentent une piste d'avenir pour la recherche de nouvelles molécules bioactives à intérêt insecticide. Le mode d'action des huiles essentielles est relativement peu connu chez les insectes (Bekele et

Hassanali, 2001). Les huiles essentielles ont des effets anti-appétant, affectant ainsi la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes et acariens (Keane et Ryan, 1999). L'octopamine est un neuromodulateur spécifique des invertébrés : Cette molécule a un effet régulateur sur les battements du coeur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés. Enan (2000) et Isman (2000) font le lien entre l'application de l'eugénol, de l'alpha-terpinéol et de l'alcool cinnamique, et le blocage des sites accepteurs de l'octopamine. Ce même auteur a également démontré un effet sur la Tyramine, autre neurotransmetteur des insectes.

En général, les huiles essentielles sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus interférant avec les transmetteurs octopaminergiques des Arthropodes. D'après (Isman, 2000 In Regnault-Roger, 2002), les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des arthropodes à corps mous. D'après Dorman et *al.* (2000), le principal facteur modifiant l'activité insecticide des HE est le type et la structure moléculaire des composants actifs présents. Cependant, ce constat ne doit pas amener à penser que la toxicité d'une plante est obligatoirement liée à la nature du composé dominant. La présence de composés synergiques peut renforcer l'activité du principe actif (Nuto, 1995).

De même, Bouchikhi (2009) a démontré que les plantes aromatiques de la famille des Lamiacées sont révélées très toxiques sur *Acanthoscelides obtectus* et *Tineola bisselliella* (*Rosmarinus officinalis*, *Origanum glandulosum*, *Lavandula stoechas*), *Rosmarinus officinalis* est la plus toxique sur la mite *Tineola bisselliella*

4.2.1.2. Évaluation de la toxicité des extraits aqueux sur le *Tribolium confisum* Duv.

Nos résultats de L'analyse de la variance des traitements à base d'extraits aqueux des plantes étudiées confirme la présence d'un effet progressif de 24 h à 96 h dans toutes les applications des doses D1 (0,25%), D2 (0,50%) et D3 (0,75%). L'extrait aqueux de *Rosmarinus tournefortii* L. reste le plus efficace avec la dose 3 (0.75%) .

Dans une étude similaire entreprise par Said en 2011 ; Les résultats relatifs aux traitements biologiques par utilisation d'extraits aqueux d'ortie ont montré une toxicité temporelle plus ou moins similaire. Les applications réalisées ont enregistré un effet choc dès les premières 24 heures et s'affaiblie au bout de 48, 72 et 96 heures. En ce qui concerne l'effet dose, les résultats nous ont permis de signaler une graduation de toxicité allant de la dose D1 à la dose D3 pour l'huile essentielle et une forte toxicité à la dose D1 pour l'extrait aqueux.

Selon Ashauer *et al.* (2006), le mode d'action physiologique du toxique correspond au paramètre affecté, plus précisément, pour la survie, l'effet est une augmentation du taux de mortalité. Pour la croissance, il s'agit, ou bien d'une augmentation du coût de la maintenance, d'une augmentation du coût de construction de nouveaux tissus, ou de la diminution du taux de nutrition. Pour la reproduction, il s'agit, soit d'un effet sur la croissance qui réduirait la reproduction, soit d'une réduction directe de la fécondité. La qualité de la description des données peut théoriquement permettre de déterminer le mode d'action des toxiques si celui-ci est inconnu au moment du test. Cette détermination est cependant délicate et réclame généralement la mise en place de nouveaux tests de toxicité. Pour obtenir une certaine pertinence toxicologique, il s'agit d'abord de s'intéresser aux relations entre l'accumulation d'un composé et ses effets.

Tchaker (2011) a montré que les effets des traitements biologiques à base d'extrait aqueux de la plante entière d'*Erchfildia viscosa*, diffèrent des traitements à bases d'extraits aqueux ratio d'*Erchfildia viscosa* et *Silena fuscata*. L'effet des extraits aqueux des plantes d'*Erchfildia viscosa* ont exprimés selon leur origine des effets de choc tardif. Dans un autre contexte la reprise des populations résiduelles était assez timide après un effet répressif de moins d'une semaine.

Cette hypothèse est renforcée par une littérature assez conséquente qui stipule que les substances naturelles défensives des plantes ont servi d'insecticide longtemps avant l'avènement des substances chimiques de synthèse. C'est ainsi qu'avec plus de 400.000 substances chimiques (terpènes, alcaloïdes, phénols, tannins) le règne végétal constitue la plus grande source de produits insecticides naturels du monde (anonyme, 1997)

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protéides et lipides), les végétaux accumulent fréquemment des métabolites dits «secondaires» dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (Haddouchi et Benmansour, 2008 ; Auger et Thibout *In* Regnault Roger 2005). Les composés secondaires sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs. Ces composés sont très nombreux et variés, et certains sont largement distribués, comme les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les tanins, tandis que d'autres ont une répartition plus restreinte comme les composés soufrés (Benayad, 2008 ; Auger et Thibout, 2002).

Les extraits végétaux font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématocides et fongicides (Yakhlef 2010). Cette capacité que possèdent les plantes de se protéger a été réexaminée en détail depuis le début du siècle par Verschaffelt (1910) en vue d'être exploitée à des fins agronomiques. En fait, on connaissait bien avant cela les propriétés insecticides des métabolites d'origine végétale comme la nicotine, la roténone et le pyrèthre. Ce dernier poursuit du reste une carrière remarquable comme produit phytosanitaire domestique (Crosby, 1966).

Plusieurs observations démontrent que les huiles ou les extraits de toutes les plantes sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs (Jacobson, 1989 et Adjoudji et al., 2000). Tous les extraits des plantes ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait (Nkouka, 1995).

Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes médicinales aromatiques ont été testées non pas sur les adultes seulement mais sur les larves d'insectes. Nous citons à cet effet, les travaux de Jang *et al.* (2002) sur *Aedes aegypti* et *C. pipiens* en testant l'activité larvicide de certaines légumineuses et les travaux de Slimani (2002) dans lesquels la toxicité de *Mentha pulegium* (Labiée) a été confirmée sur des larves de Culicidés.

Dans le même contexte, les résultats de Tchaker (2011) corroborent avec ceux obtenus par d'autres plantes notamment, les extraits de *Melia azadirach* et d'*Azadirachta indica* qui ont affecté la fécondité et la mortalité de *Bemisia tabaci* (Coudriet et al., 1985; Nardo et al., 1997; DeSouza et Vendramim, 2000). La poudre et les extraits de *Capsicum frutescens* (Solanaceae) ont montré un pouvoir répulsif contre *Callosobruchus maculatus* (Ofuya, 1986; Zibokere, 1994), *Rhyzopertha dominica* (EL-Lakwah et al. 1997), *Sitophilus zeamais* Motsch et *Tribolium castaneum* (Morallo-Rejesus, 1987) Trematerra, Sciarretta, 2002). La toxicité des extraits des fruits du piment fort a aussi été notée chez *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* et *Tribolium confusum* Duv. (Mansingh, 1993; Gakuru et Foua, 1996).

L'application des extraits des *Allium* sur la carotte, *Daucus carota* montre une diminution des attaques de la mouche de la carotte, *Psila rosae*, et du puceron de la carotte, *Cavariella aegopodii* (Uvah et Coaker, 1984). Les composés volatils des *Allium* peuvent avoir des effets négatifs sur certains insectes entomophages, ce qui risque d'avoir des répercussions sur les populations d'insectes phytophages.

Conclusion

CONCLUSION

Les produits naturels étaient et restent toujours une source inépuisable de structures complexes et diverses vu le rôle que peuvent jouer certains composés purs dans beaucoup d'applications, à savoir l'industrie pharmaceutique, l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique, la parfumerie, et en agro-alimentaire.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes entre autre répulsif, attractif, perturbateur du développement et inhibiteur de la reproduction.

Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrinien, appareil digestif, appareil reproductif...).

Durant ces dernières années, et face à une législation de plus en plus restrictive sur l'application des pesticides de synthèse, la recherche de bio-insecticides s'inscrit dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement.

Ainsi, les instances internationales comme l'organisation mondiale de la santé (OMS) ont interdit l'usage de certains produits insecticides synthétisés chimiquement comme les organochlorés. D'autres ont imposé l'arrêt de la production du bromure de méthyle en 2005 puisqu'il est toxique pour la santé humaine et polluant pour l'environnement.

Le travail de recherche entrepris dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales algérienne. Nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide des extraits aqueux et des huiles essentielles de trois espèces végétales qui poussent spontanément en Algérie. Ce sont deux espèces de Rosmarin, *Rosmarinus officinalis* L. et *Rosmarinus tournefortii* L. et la Germandrée tomenteuse *Teucrium polium* L.

Les plantes ont été récoltées dans deux régions de la Wilaya de Médéa, la région de Boughar et celle de Derrag. Les rendements en huiles essentielles révèlent un meilleur rendement pour *Rosmarinus tournefortii* L. avec un taux de 1 % contre 0.3 % pour *Rosmarinus officinalis* L. et *Teucrium polium* L.

Les huiles essentielles et les extraits aqueux des espèces végétales sus citées se sont avérés toxiques vis-à-vis d'un des insectes ravageurs des denrées alimentaires stockées, le *Tribolium confusum* Duv. avec un taux de mortalité très élevé. Ces huiles

CONCLUSION

essentielles peuvent être utilisées comme des bio-insecticides afin de minimiser l'utilisation des insecticides synthétiques.

L'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif sur une période s'étalant après traitement de 24 à 96 heures. Cependant, on note que l'HEROSTR agit efficacement en présentant une faible densité de PR estimée à 30% par rapport à l'HETP et l'HEROSOF qui en résulte une forte densité de PR respectivement de 90% et 70%.

En effet, l' HETP présente une faible toxicité mais après 96 h, la PR diminue comme même et avoisine les 60%. Concernant l'HEROSOF, la PR diminue progressivement après 48 et 96 h avec 32% de PR. L' HEROSTR révèle une toxicité très élevée avec un PR de 30% à partir de 24 h et qui diminue à 20% au bout de 96 h.

De même, L'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif pour les différents traitements à base d'extraits aqueux. Au début de l'application de l'EAROSOF, une faible puis une moyenne toxicité a été démontrée au bout de 72 h. L'EATP a montré un effet neutre sur la diminution de la population de *Tribolium confusum* Duv. du début jusqu'à la fin de notre expérimentation avec un PR de 100%. l'EAROSTR montre un effet moyennement toxique au première 24 h avec un PR de 42% puis toxique après 96 h avec un PR de 25%.

L'analyse de la variance pour les effets des trois huiles essentielles confirme la présence d'un effet progressif entre les doses D1 (0,25%), D2 (0,50%) et D3 (0,75%); cette dernière dose est la plus efficace. L'analyse a démontré aussi que l'HE de *Rosmarinus tournefortii* L. a donné une meilleure toxicité par rapport à *Rosmarinus officinalis* et *Teucrium polium* L.

Pour les extraits aqueux, l'analyse de la variance montre que les doses ont un effet significatif sur la densité des PR. En effet, on note un effet progressif entre les doses D1 (0,25%), D2 (0,50%) et D3 (0,75%). Il semblerait que la dose D3 est la plus efficace. Cette analyse de la variance montre aussi que l'EA de *Rosmarinus tournefortii* L. présente une toxicité élevée par rapport à *Rosmarinus officinalis* et *Teucrium polium* L.

A partir de ces résultats, on peut conclure que l'huile essentielle et l'extrait aqueux de *Rosmarinus tournefortii* L. possèdent un effet insecticide certain sur le *Tribolium*

CONCLUSION

confusum Duv. comparé à *Rosmarinus officinalis* et *Teucrium polium* L. Cet effet se manifeste par une diminution des populations résiduelles qui varie en fonction du temps de traitement et des doses appliquées.

Cette étude basée sur la valorisation et l'utilisation des plantes spontanées comme insecticide naturel nous amène à enrichir les connaissances dans le domaine des ressources biologiques locales et élargir le domaine de leur application.

A cet effet, des études ultérieures sont à envisager :

- Evaluer l'efficacité de ces espèces végétales sur d'autres insectes des denrées stockées.
- Evaluer l'efficacité de ces espèces en considérant la région de collecte, le stade phénologique de la plante et les compartiments de celle-ci.
- Etudier la composition chimique des huiles essentielles de ces plantes.
- Tenter de faire un traitement test dans les lieux de stockage.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALAOUI-BOUKHRIS M., 2009 - *Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires*. Mem. Master sciences et techniques, Fac. sc. et tech., Fés, 59 p.

ALBERT Y. LEUNG STEVEN F., 1996 - *Encyclopedia of common naturel ingredients used in foods, Drugs and cosmetics*, Awrley, Interscience Publication, Ed. 2, 445 p.

ANONYME, 2010 : google 2010

ANONYME, 2013 – Doc. Off. Nat. Mét., Dar – El- Beida, Alger. 1p.

ANONYME, 2014 - Doc. Off. Nat. Mét., Dar – El- Beida, Alger. 1p.

ARTHURE F.H., 1996 - Grain protectants: current status and prospects for the future *prod. Stored Res.*, Vol.32: 203-293.

ASHAUER R., BOXALL A., BROWN C., 2006 - Predicting effects on aquatic organisms from fluctuations or plused exposure to pesticides, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25: 1899-1912.

ATIK BEKKARA F., BOUSMAHA L., TALEB BENDIAB S.A., BOTI J.B.,

AUSLOOS P., 2002 - Les huiles essentielles. *CNIL*.N 80, 6p.

AYADI S., JERRIBI C., ABDERRABBA M., 2011 - Extraction et étude des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* cueillie dans trois régions différentes de la Tunisie, *Journal de la Société Algérienne de Chimie*. 21(1) : 25-33.

BABA AISSA F., 1999 - *Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb)*, Ed. Librairie moderne, Rouïba, 173 p.

BABA AISSA F., 2008- *Encyclopédie des plantes utiles Flore Méditerranéenne (Maghreb, Europe méridionale). Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident*) 471 p.

BRAHMIKIA S. et YAZDANPARAST R., 2012 - *Phytochemistry and Medicinal Properties of Teucrium polium L. (Lamiaceae)*. *Phytother. Res.* Ed. John Wiley et Sons, Ltd.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAKKALI F., AVERBECK S., AVERBECK D., et IDAOMAR M., 2008 - Biological effects of Essential oils, Food chemistry and toxicology, issue 2, V.46 : 446 - 475.

BATTANDIER J.A. et TRABUT L., 1988 - *Flore de l'Algérie : Les dicotylédones*. Ed. Adolphe et Jurdan, Alger.

BEKELE J. et HASSANALI A. , 2001 - Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pests. *Phytochemistry*, 57 : 385 - 391.

BEKON K. et FLEURAT LESSARD F., 1989 - *Evolution des pertes en matière sèche des grains dues à un ravageur secondaire Tribolium castaneum (Herbest), (Coléoptère ;Tenebrionidae) lors de la conservation des céréales en région chaudes*, AUPELF-UREF, Ed. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 97-104.

BELYAGOUBI L., 2006. Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse de Magistère. Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Faculté des Sciences. Départ de Biologie ,110p.

BELAICHE, 1979 - *Traite de phytothérapie et d'aromathérapie*, Ed. Maloine, Paris, 231 p.

BELOUED A., 2005 - *Plantes médicinales d'Algérie*. Office des publications universitaires, Alger, 124 p.

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, Dép. Chimie, Fac. Sci., Rabat, Maroc, 61p.

BENCHARIF Y. et CHAULET J., 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 :1-30.

BENISTON B., 1984 - *Fleurs d'Algérie*. Ed. Entreprise Nationale du livre d'Alger. 47p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

BOELENS S., 1985 - *Botanique pharmacognosie phytothérapie*. Ed. Wolters kluwer, France, 141p.

BOOTH E., 1966 - Some properties of seaweed manures. In *Proc. 5Th International Seaweed Symposium*, Pergamon Press, London: 349-357.

BOUAOUINA S., ZID E. et HAJJI M., 2000 - Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.).

ROYO C., NACHIT M.M., DI FONZO N. et ARAUS J.L. - *L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne : nouveaux défis*. Zaragoza : Ciheam-Imz : 239-243

BOUKHATEM M.N., 2010 - Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja(Algérie). *Revue Nature et Technologie*, n° 03: 37-45.

BRICH C., 1953 - Experimental background to study of distribution and abundance of insect. *Ecol.*, 34, 4 : 698-711.

BRUNETON J., 1993 - *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. Ed. Lavoisier, Paris, 623p.

BRUNETON J., 1999 - *Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales*. Ed. Tec et Doc.(3) : 484 - 535.

CALABRESE E.J., 1999 - Evidence that hormesis represents an "overcompensation" response to a disruption in homeostatis. *Ecotoxicology and envirenemental, Safety* 42: 135-137.

CAMARA A., 2009 - *Lutte contre Sitophilus oryzae L. (coleoptera: curculionidae) et Tribolium castaneum herbst (coleoptera: tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en basse-guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales*. Thèse, Doctorat, Univ. Québec, Montréal, 154 p.

CAMPANILI T., 1998 - *L'aromathérapie: Se soigner par les huiles essentielles*, Ed. Amyris : 145-146.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASANOVA J., 2007 - Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie et santé*, 7 (1): 5-10.
- CHABOUSOU F., 1975 - Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro.*, Bordeaux, 39 p.
- 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, 374 p.
- COUDRIET L.D., PRABHAKER N., et MEYERDIK D.E., 1985 - Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): effects of neem seed extract on oviposition and immature stages. *Environ. Entomol.* 14 (6): 77-83.
- CRESPO M.E., JIMENEZ J. et NAVARRO C., 1991 - Special Methods for the essential Oils of the Genus *Thymus*. *Modern Methods for plant analysis*, 12: 41-61.
- CROSBY D. G., 1966 - *Natural pest control agents*. In Gould, R.F. Ed. *Natural Pest Control Agents*. *Adv. Chem. Ser.*53: 1-16
- DESOUZA A.P., et VENDRAMIM J.D., 2000 - Efeito de extratos aquosos de Meliaceas sobre *Bemisia tabaci* biotipo B em tomateiro. *Bragantia* 59 (2) : 173-179.
- DJABOU N., 2012 - *Caractérisation et variabilité des plantes à parfum aromatiques et médicinales de corse et de l'ouest algérien*. Thèse doct. Chimie organique appliquée, Univ. Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 210 p.
- DJELLOULI Y., 1990 - *Flore et climats en Algérie septentrionale : Déterminismes climatique de la répétition des plantes*. Thèse doc., Sciences, USTHB, Alger, 210 p.
- DJERMOUN A.E.K., 2009 - *Revue Nature et Technologie* n° 1 : 45- 53
- DORMAN H.J.D. et DEANS S.G., 2000 - Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, Vol.88, n°2: 308-316.
- DOUMANDJI, DOUMANDJI -MITICHE, B ; SALAHEDDINE, D., 2003. Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage office des publications universitaires, 1-67 pp.
- DREUX P. , 1980 - *Précis d'écologie*, Ed. presses univ.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EL-LAKWAH F., WHALED O.M. et KATTAB M.M. et ABDEL- RAHMAN T.A., 1997 - Effectiveness of some plant extracts and powders against the lesser grain borer *Ryzopertha dominica* (F.). *Ann. Agric. Sci.* 35 (1): 567–578.

ENAN E., 2000 - Insecticidal activity of essential oils: octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology et Pharmacology*. Vol. 130 (3) : 325-337.

EVANS L.T., 1993. *Crop evolution, Adaptation and yield*. Cambridge University. Press. Cambridge, UK. ISBN. 22, 521-571 pp.

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

FIORENZUOLI D., 2000 - *Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de Rosmarinus officinalis de la région de Tlemcen*. Mémoire Magister en biologie. Faculté des sciences de la nature et de la vie, Univ. Aboubeker Belkaid, Tlemcen, 118 p.

FLAMINI T. et BOUDRICHE D., 2002 - Antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* *Fitoterapia*, Vol.72 : 286-287.

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 : 349-396.

FREEMAN, 1973 - Common insect pest of stored and products. Aguidet of their identification. British Museum(Natural History), *Economie*, Series n° 15, London.

GAKURU S. et FOUABI B.K., 1996 - Effets d'extraits de plantes sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* Fab. et le charançon du riz *Sitophilus oryzae* L. *Cahiers Agricultures*, 5:39-42.

GAKURU S. et FOUABI B.K., 1996 - Effects of plant extracts on the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* Fab.) and the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Cah. Agric.* 5 (1): 39–42.

GILLY F., 2005 - Chemical and biological characteristics of *cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis*. *food chemistry*, Vol.102: 898-904.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GOMEZ P., CUBILLO D., MORA G.A. et HILJE L., 1997 - Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci* II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 29: 17–25.

GOTTLIEB O. R., BORIN M.R. et BRITO N. R., 2002 - Integration of ethnobotany and phytochemistry: dream or reality?. *Phytochemistry* 60:145-152

GWINNER J., HAMISCH R. et MUCK O., 1996 - Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn, 368 p.

HAGSTRUM D.W., 1990 – Acoustical monitoring of *Rhyzopertha dominica* population wheat . *J. environ. entomol.* Vol. 83. n° 2: 625-628.

HERBS J.F.W. , 1997 – Natural system of all well-know indigenous and foreign insects , as a continuation of Buffon’s natural history, *Naturgeschichte*, Vol .7: 282..

HOPKING P., 1999 - *Introduction to plant physiology. The University of Western Ontario*. Ed.. Second, John Wilay and sons., Inc., 512 p.

HUANG Y., HO S., LEE H.C. et YAP Y.L., 2002 - Insecticidal properties of eugenol, isoeugenol and methyleugenol and their effect on nutrition of *Sitophilus zeamais* Motsh. (Coleoptera, Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research* n° 38: 403-412

HUMMELBRUNNER L.A. et ISMAN M.B., 2001 - Acute, sublethal, antifeedant and synergistic effect of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Sodoptera finira* (Lep., Noctuidae., *J. Agri. Food Chem.* n°49: 715-720.

ISMAN M.B., 2000 - *Plant essential oils for pest and disease management*, Crop Protection., n° 19: 603-608.

ISRA/CNRA, 1997 - *Utilisation des feuilles de neem pour le contrôle des insectes ravageurs du niébé*, ISRA, Bambey, Sénégal, 8 p.

JANG Y.S., BAEK B.R., YANG Y.C., KIM M.K., et LEE H.S., 2002 - Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 18 (3): 210–213.

JONES C.G., WHITMAN W., CONWTON S.J., SILK P.J. et BLUM M.S., 1989 - Reduction in diet breadth results in sequestration of plant chemicals and increases

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

efficacy of chemical defense in a generalist grasshopper. *J. Chem. Ecol.*, 15: 1811-1812.

KEANE S., et RYAN M.F. 1999 - Purification, characterisation, and inhibition by monoterpenes of acetylcholinesterase from the waxmoth, *Galleria mellonella* (L.). *Insect biochemistry and molecular biology* Vol. 29 (12) : 1097-1104.

KELLOUCHE A. et SOLTANI N., 2004 - Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Collosobruchus maculatus* (F.), *International Journal of Tropical Insect Science*, Vol.24, n°1 : 184-191

KOONA P. et NJOYA J., 2004 - effectiveness of soybean oil and powder from leaves of *Lantana camara* L.(Verbenaceae) as protectant of stored maize against infestation by *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera- curculionidae), *Pakistan Journal of Biological Sciences* Vol.7, n°12 : 2125-2129.

KOSSOU D. et AHO N., 1993 - *Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux*. Ed .Flamboyant., Benin, 125 p.

KUMSCHNABEL G. et LACKNER R., 1993 - Imdash; Stresss pones in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* alevins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 104: 777-784.

LAHLOU M., 2004 - Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils, *Phytother.Res.* n°18: 435-448

LEONARD S. et NGAMO T., 2004 - *Conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'informations phytosanitaires*. Ed. F.A.O, Rome, n°44, 58 p.

LEPESME P., 1944 - *Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés*. Ed. P. Le chevalier, Paris : 61- 67.

LUCCHESI M.E. 2005 - *Extractions sans solvants assistée par micro-ondes. Conception et application à l'extraction des huiles essentielles*. Thèse doctorat en Sciences: discipline chimie, Université de la Réunion, 146 p.

MANKIN R.W., 1998 - *Thermal enhancement of acoustic detectability of *Sitophilus oryzaelarvae**. Ed. USA Département of agriculteur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MARTINI M.C. et SEILLER M., 1999 - *Actifs et additifs en cosmétologie. Procédés d'extraction des huiles essentielles*. Ed. Tec. et Doc. : Médicales Internationales. Paris, 563 p.
- MEBARKIA A. et GUECHI A., 2006 - *Protection phytosanitaire contre les ravageurs des céréales stockées*. Laboratoire de Microbiologie et de Phytopathologie. Faculté des Sciences, Sétif, 89 p.
- MEDDI H., 2009 - Courrier de savoir : Etude de la persistance de la sécheresse au niveau de sept plaines algériennes par utilisation des chaînes de MARKOV (1930-2003), n° 09 : 39-48.
- MENGAL P.; BEHN D.; GLI M. B. et MOMPON B., 1993 - VMHD: Extraction d'huile essentielle par micro-ondes, *Parfums, Cosmétiques, Arômes*, (114) : 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., 49 p.
- MOBERG P.G., 1999 - When does stress become distress? *Laboratory Animal* 28: 22-26.
- MOHAN D. et RAMASWAMY M., 2007 - Evaluation of larvicidal activity of the leaf extract of a weed plant, *Ageratina adenophora*, against two important species of mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 6 (5): 631-638.
- MORALLO-REJESUS B., 1987 - Botanical pest control research in the Philippines. *Philipp. Entomol.*, 7: 1-30.
- NARDO E.A.D., DE COSTA AS., LORENCAO A.L., 1997 - *Melia azadirach* extract as an antifeedent to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomol.* 80 (1): 92-94.
- NHAN D.D., CARVALHO F. P., Am Manh, N., Qooc Tuan, N., Thi hai yen, N., Villeneuve, J. P. et Cattini, C., 2001 - Chlorinated pesticides and PCBs in sediments and molluscs from freshwater canals in the Hanoi region. *International Pollution* 112 :311-320.
- NIBER B.A., 1994 - The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J. Stored Prod. Res.* 30: 297-301.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

NKOUKA N. ,1995 - *Les plantes pesticides dans la lutte intégrée contre les nuisibles Intégration de la résistance des plantes et de la lutte biologique. Actes du Séminaire CTA/IAR/IILB, Addis Abeba (Ethiopia), 9-14 Oct. 1997.* Ed. CTA: 10-11.

OFUYA T.L., 1986 - Use of wood ash, dry chilli pepper fruits and onion scale leaves for reducing *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) damage in cowpea seeds during storage. *J. Avr. Sci.* 107 (2): 467–468.

ONU I., ALIYU M., 1995 - Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum spp.*) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on stored cowpea seed. *Int. J. Pest Manag.* 41 (3) : 143–145.

OWOLABI M. S., OLADIMEJI M. O., LAJIDE L., SINGH G., MARIMUTHU P. et ISIDOROV V. A., 2009 - *Bioefficacité de trois huiles essentielles contre Sitophylus oryzae (Coleoptera, Curculionidae)*

OZENDA P., 1991 - Flore et végétation du Sahara. Ed. Masson, Paris, 2343 p.

PADRINI F., LUCHERONI M. T., 1996. Le grand livre des huiles essentielles : Guide pratique pour retrouver vitalité, bien-être et beauté avec les essences et l'aromassage énergétique avec plus de 100 photographies. Ed. De Vecchi, 15 p.

PELIKAN J., 1986 - *Matières premières du règne végétal.* Ed. Masson et Cie, T.2, Paris, 2343 p.

PIOZZI F.J., 1996 - Phytochemistry, Vol n° 6,146 p.

POLETTI A., 1982 - *Les fleurs et les plantes médicinales.* Ed. Delachaux et Niestle, Lausanne, T.1 : 1-190.

PRATES H.T., SANTOS J.P., WAQUIL J.M., OLIVEIRA A.B. et FOSTER J.E., 1998 - Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of stored products research.*34(4): 243-249.

QUEZEL, P., SANTA, S., 1963- *Nouvelle flore de L'Algérie et des régions désertiques méridionales.* Ed. Centre nati.rech. sci. (C.n.r.s.), Paris, T. II, 1170 p.

.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REGNAULT-ROGER, C.; Philogène, B.J.R., 2005 - Evolution des insecticides organiques de synthèse. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement (ed. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition Tec et Doc. Paris. 20-43 pp.

REGNAULT-ROGER C., et HAMRAOUI A., 1993 - Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. Against its Bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). *J. stored Prod. Res.*, 29(3): 259-264.

RICHTER G., 1993 - *Métabolisme des végétaux. Physiologie et biochimie*, Presses polytechniques et universitaires. Romandes, 292p

ROBECCA B., THOMAS F., ANDREW K., 2003 - Guide de gestion de la floride d'insectes ravageurs des grains entreposés .Univ. Floride. [http :// edis.ifas.ufl.edu/le09/06/2010](http://edis.ifas.ufl.edu/le09/06/2010).

SANON A., GRBA M., AUGER J. et HUIGNARD J., 2002 - *Analyse of insecticidal activity of methylthiocyanate on Callosobruchus maculatus F. (Coleoptera:Bruchidae) and its parasitoid Dinarnus basaiis*. Ed. J.Stored prod.Res. n° 38: 129-138.

SCHIFFERS B., 1990 - Le point sur les méthodes de lutte contre les ravageurs des grains entreposés en Belgique. Vol.46, n°4: 121-144.

SHAAYA E., KOSTJUKOVSKI M., EILBERG J. et SUKPRAKARN C., 1997 - Plant oils as fumigants and contact insecticides for control of stored product insects. *Journal Stored Product Research*. n° 33: 7-15.

SILVY, 1992 - *Biopesticides contre maladies, insectes, mauvaises herbes. Les dossiers de l'environnement*. INRA, 19:157-200.

SLIMANI A. N., 2002 - *Faune culicidienne d'une zone marécageuse de Rabat-Salé : Biotypologie*.

STEFFAN J.R., 1978 - *Description et Biologie des insectes in SCOTTI G., 1978. Les insectes et les acariens des céréales stockées*. Ed. AFNOR et I.T.F.C., Paris:1-62.

STEWART P., 1969 - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; quelques réflexions. *Bull. Hist. Afrique du nord*, 24 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TAPONDJOU A.L., ADLER C., FONTEMC D.A. et BOUDA H., 2003 - Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de bruche du niébé, *Collosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera, Bruchidae. *Cahier d'étude et de recherches francophones/ agriculture*, Vol. 12, n°6 : 401-407.

TAPONDJOU A.L., ADLER C., FONTEMC D.A., BOUDA H. et REICHMUTH C. 2005 - *Bioactivities of cymol and essential oils of Cupressus sempervirens and Eucalyptus saligna against Sitophilus zeamais Motschulsky and Tribolium confusum.*

TCHAKER F.Z., 2011 - *Evaluation des Effets des Extraits Aqueux d'Inula viscosa en Combinaison Avec un Bio-Adjuvant sur la Qualité Phytochimique, la Densité des Sexupares de Chaitophorus leucomelas (Homoptera: Aphididae) et sur la Reprise Biocenotique*, Thèse Magister, U.S.D.B, Sciences Agronomiques, Protection des plantes et environnement, 201 p.

TEUSCHER N., YOUSFI M., 2005 - *De la lumière à la guérison: La phytothérapie entre science et tradition* Ed. ??, Paris : 272-274.

TEUSCHER, ANTON R., LOBSTEIN A., 2005 - *Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles.* Ed. Lavoisier, Paris, 522 p.

TIAIBA A., 2007 - *Activité insecticide des huiles essentielles de Mentha specata L. et d'origanum glandulosum Desf. Sur le potentiel biologique Callosobruchus maculatus (fabicus). (Coleoptere: Bruchidae).*Thèse Ing., Inst. Nat. Agro., El- Harrach, Alger,70 p.

TREMATERRA P., SCJARRETTA A., 2002 - Activity of chilli, *Capsicum annum* L. var. *acuminatum*, on stored product insects *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *IOBC/wprs Bull.* 25 (3): 177–182.

TRIPATHI A.K., PRAJAPATI V. et KUMAR S., 2003 - Bioactivities of I-Carvone and Dihydrocarvone tword three stored product beetles, *Journal of Economic Entomology*, Vol.96, n°5: 1594-1601.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TUNC I., BERGER B. M., ERLER F. et DAGLI F., 2000 - Ovocidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insects. *Journal Stored Products Research*, n° 36: 161-168.

UVAH I.I.I. et COAKER T.H., 1984 - Effect of mixed cropping on some insect pests of carrots and onions. *Entomol. Exp. appl.*, 36 : 159-167.

VALNET J., 1984 – *Aromathérapie, Traitement des maladies par les essences des plantes*. 10ème Ed., Maloine S.A., Paris, 544 p.

WALTERE,2002-Pests of stored food products. <http://entomology.ucr.edu/ebeling/ebeling>.

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

WILLIAMS LAD., MANSINGH A., 1993 - Pesticidal potential of tropical plants - I. Insecticidal activity of leaf extracts of sixty plants. *Insect. Sci. Applic.* 14 (5): 697–700.

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

ZIBOKERE D.S., 1994 - Insecticidal potency of red pepper (*Capsicum annum*) on pulse beetle (*Callosobruchus maculatus*) infesting cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds during storage. *Indian J. Agr. Sci.* 64 (10): 727–728.

Annexe

ANNEXE

ANNEXE

Tableau 2: Test G.L.M appliqué aux essais de traitements à base de l'huile essentielle du *Rosmarinus officinalis*L. sur les individus de *Tribolium confusum*(Duv)

Source	somme des carrés	DLL	moyen carré	F-ratio	Probabilité
Temps	598.500	3	199.500	12.014	0.000
Doses	2082.151	3	694.050	41.796	0.000
Var. intra	514.778	31	16.606		

Tableau 3: Model G.L.M. appliqué aux essais de traitements à base de l'huile essentielle du *Rosmarinus tournefortii*L sur les populations résiduelles PR de

Source	somme des carrés	DL L	moyenne des écarts	F-ratio	P
Temps	62.475	3	20.825	5.048	0.000
Doses	1094.514	3	364.838	88.438	0.000
Var. intra	127.886	31	4.125		

Tribolium confusum (Duv)

Tableau 4: Test G.L.M appliqué aux essais de traitements à base du l'huile essentielle du *Teucrium polium* L. sur les populations résiduelles de *Tribolium confusum* (Duv).

Source	somme des carrés	DLL	moyen carré	F-ratio	Probabilité
Temps	433.400	3	144.467	20.399	0.000
Doses	475.722	2	237.861	33.586	0.000
Var. intra	219.544	31	7.082		

Tableau 5: Test G.L.M appliqué aux essais de traitements à base du l'extrait aqueux du *Rosmarinus officinalis* L. sur les populations résiduelles de *Tribolium confusum* (Duv)

Source	somme des carrés	DLL	moyen carré	F-ratio	p-value
Temps	742.700	3	247.567	17.128	0.000
Doses	539.579	3	179.860	12.443	0.000

ANNEXE

Tableau 6: Model G.L.M. appliqué aux essais de traitements à base du l'extrait aqueux du *Rosmarinus tournefortii*L. sur les adultes de *Tribolium confusum* (Duv)

Source	somme des carrés	DLL	moyen carré	F-ratio	Probabilité
Temps	205.700	3	68.567	9.880	0.000
Doses	78.500	2	39.250	5.656	0.008
Var. intra	215.133	31	6.940		

Tableau 7: Test G.L.M appliqué aux essais de traitements à base du l'extrait aqueux du *Teucrium polium* L. sur les populations résiduelles de *Tribolium confusum* (Duv).

Source	somme des carrés	DLL	moyen carré	F-ratio	probabilité
Temps	47.700	3	15.900	15.527	0.000
Doses	29.056	2	14.528	14.187	0.000
Var.intra	31.744	31	1.024		

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Partie bibliographique	
Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les espèces végétales spontanées, les huiles essentielles et les extraits aqueux .	3
1.1. Romarin, <i>Rosmarinus</i> L.	3
1.1.1 Romarin, <i>Rosmarinus officinalis</i> (Linné, 1757)	3
1.1.1.1 Classification botanique	4
1.1.1.2 Description botanique	4
1.1.1.3 Ecologie	5
1.1.1.4 Répartition géographique	5
1.1.1.5 Domaine d'utilisation	5
1.1.1.5.1 Thérapie	6
1.1.1.5.2 Industrie agro-alimentaire	6
1.1.1.5.3 Industrie cosmétique et parfumerie	6
1.1.2 Romarin, <i>Rosmarinus tournefortii</i> de Noé (Linné ,1934)	6
1.1.2.1 Classification botanique Selon Ozenda (1991)	6
1.1.2.2 Description botanique	7
1.1.2.3 Répartition géographique	7
1.2. Germandrée tomenteuse, <i>Teucrium polium</i> (Linné, 1753)	8
1.2.1 Classification botanique : Selon Ozenda (1991)	8
1.2.2 Description botanique	8
1.2.3 Répartition géographique	9
1.2.4 Domaine d'utilisation	9
1.3. Les huiles essentielles	9
1.3.1 .Historique	9
1.3.2 Définition	10
1.3.3 Localisation des huiles essentielles	10
1.3.4 Toxicité des huiles essentielles	11
1.3.5 Marché des Huiles essentielles	
1.3.6 Procédés d'extraction des huiles-essentiels	11
1.3.6.1 L'entraînement à la vapeur d'eau	12
1.3.6.2 Hydrodistillation	13

TABLE DES MATIERES

1.3.6.3 Expression à froid	13
1.3.7 composition chimique des huiles essentielles	13
1.3.8 Intérêt et utilisation des huiles essentielles	14
1.4 .Extraits aqueux	
Chapitre 2 : Données bibliographiques sur les insectes ravageurs des denrées stockées: Cas du <i>Tribolium confusum</i> (Duval, 1868) et les moyens de lutte.	15
2.1. Importance des denrées stockées sur le plan économique	15
2.2. Principaux insectes ravageurs des Céréales Stockées	15
2.2.1 Coléoptères	16
2.2.2 Lépidoptères	17
2.3. Présentation du ravageur <i>Tribolium confusum</i> (Duval, 1868)	17
2.3.1 Position systématique	17
2.3.2 Répartition géographique	17
2.3.3 Description morphologique	18
2.3.4 Biologie de développement	19
2.3.5 Comportement	20
2.3.6 Dégâts causés par le Tribolium	20
2.4. Méthodes de lutte	20
2.4 .1 Lutte préventive	20
2.4.1.1 Mesures d'hygiènes	21
2.4.1.2 Lutte durant L'entreposage	21
2.4.1.2.1 Lutte génétique	21
2.4.1.2.2 Lutte par piégeage	21
2.4.1 .2.3 Lutte par dépistage	21
a. Dépistage ordinaire	21
b. Dépistage par infrarouge	21
c. Dépistage électroacoustique	22
d. Méthode immuno-enzymatique	22
2.4 .2 Lutte curative	22
2.4.2.1 Lutte physique	22
2.4.2.2 Lutte biologique	22

TABLE DES MATIERES

2.4.2.3 Lutte chimique	23
2.4.2.3.1 Insecticides de contact	23
2.4.2.3.2 Fumigants	23
2.4.2.4 Utilisation des végétaux	
Partie expérimentale	
Chapitre 3: Matériels et Méthodes	24
3.1. Situation géographique des régions de collecte	24
3.1.1 Région de Boughar (Wilaya de Médéa)	
3.1.2 Région de Derrag (Wilaya de Médéa)	25
3.2. Facteurs climatiques des régions de Boughar et de Derrag	
3.2.1 Température	26
3.2.2 Pluviométrie	26
3.3. Synthèse des données climatiques	26
3.3.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen.	28
3.3.2 Climagramme pluviothermique d'Emberger	28
3.4. Matériel biologique	28
3.4.1 Matériel végétal	29
3.4.1.1 Récolte des plantes	29
3.4.1.2 Conservation des plantes	30
3.4.2 Matériel animal	31
3.5. Matériels et appareillage de laboratoire	31
3.6. Méthodologie de travail	31
3.6.1 Préparation des différents traitements testés	32
3.6.1.1 Huiles essentielles	32
3.6.1.2 Extraits aqueux	
3.6.2 Doses et traitements	33
3.6.2.1 Choix des doses	33
	34

TABLE DES MATIERES

3.6.2.2 Application des traitements	35
3.7. Calcul de rendement	35
3.8. Exploitation des résultats	35
3.8.1 Calcul de la population résiduelle	36
3.8.2 Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0. SPSS 1997)	
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSIONS	37
4.1 RESULTAS	
4.1.1 Evaluation du rendement de l'huile essentielle	38
4.1.2 Evaluation temporelle de la densité des populations résiduelles de <i>Tribolium confusum</i> (Duv) sous l'effet des traitements	38
4.1.2.1 Huiles essentielles	39
4.1.2.2 Extraits aqueux	39
4.1.3 Etude de l'efficacité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux de différents traitements	40
4.1.3.1 Huiles essentielles	40
4.1.3.1.1 Activité insecticide de l'huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	40
4.1.3.1.2 Activité insecticide de l'huile essentielle du <i>Rosmarinus tournefortii</i> L.	41
4.1.3.1.3 Activité insecticide de l'huile essentielle du <i>Teucrium polium</i> L.	42
4.1.3.1.4 . Effet comparé des périodes	42
4.1.3.1.5 Effet comparé des doses des huiles essentielles et de leurs efficacités	44
4.1.3.2 Extraits aqueux	44
4.1.3.2.1 Activité insecticide de l'extrait aqueux du <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	44
4.1.3.2.2 Activité insecticide de l'extrait aqueux du <i>Rosmarinus tournefortii</i> L.	45
4.1.3.2.3 Activité insecticide de l'extrait aqueux du <i>Teucrium polium</i> L.	46
4.1.3.2.4 Effet comparé des périodes	46

TABLE DES MATIERES

4.1.3.2.5 Effet comparé des doses des extraits aqueux et de leurs efficacités	48
4.2 DISCUSSIONS	
4.2.1. Evaluation temporelle des populations résiduelles de <i>Tribolium confusum</i> (Duv.) sous l'effet des traitements biologiques	48
4.2.1.1 Huiles essentielles	48
4.2.1.2 Extraits aqueux	50
	50
CONCLUSION	55
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56
ANNEXE	50