

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

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

Spécialité : phytopharmacie appliquée

**Etude de l'efficacité insecticide de deux plantes médicinales Romarin  
(*Rosmarinus officinalis*) et l'Origan (*Origanum glandulosum*) sur  
*Tribolium confusum***

**Réalisé par : Mr DRARENI Younes**

Devant le jury composé de :

<b>M<sup>R</sup></b>	<b>BEN DALI</b>	<b>.A</b>	<b>M. A. B.</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>Président du jury</b>
<b>M<sup>me</sup></b>	<b>BEN RIMA</b>	<b>.A</b>	<b>Professeur</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>me</sup></b>	<b>SAHRAOUI</b>	<b>.F</b>	<b>M .A. B.</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>Promotrice</b>
<b>M<sup>me</sup></b>	<b>DJENAS</b>	<b>.K</b>	<b>M .A. B</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>R</sup></b>	<b>BEN ACHENHO. A</b>		<b>Ingénieur</b>	<b>D.S .A</b>	<b>Invité</b>

# Remerciements :

Nous tenons à remercier en premier lieu ALLAH

Le tout puissant de nous avoir illuminés et ouvert les portes du savoir et nous avoir donné, la volonté et le courage d'élaborer ce modeste travail.

Mes plus sincères remerciements et reconnaissances vont spécialement à ma promotrice Mme SAHRAOUI .F, pour sa confiance, sa sincérité, sa rigueur, sa patience et son exigence dans le travail.

Je remercie infiniment Mr RAMDAN SIDALI qui m'a aidé beaucoup.

Je tiens à remercier, Mr BEN DALI pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury et les examinatrices : M<sup>eme</sup> Ben Ryma M<sup>eme</sup> DJENNAS KATIA.

Aux personnels de laboratoire de Sidal Médéa surtout Mr MOUHAMED BEN AMAYER et Mr ATMANIA DJAMEL (la faculté des sciences université de Médéa).

Aux personnels de coopérative des céréales et de légumes secs d'elAfroune.

Aux personnels de département d'agronomie de Blida en particulier la responsable de laboratoire de Zoologie Amina.

. A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

# DEDICACE

- A mes chers amis **HAKIM, MAHREZ, RAZKI.**
- A mes collègues de la phytothérapie.
- A toute la promotion 2010/2011.

**Résumé :**

**Etude de l'efficacité insecticide de deux plantes médicinales Romarin (*Rosmarinus officinalis*) et l'Origan (*Origanum glandulosim*) sur *Tribolium confusum*.**

Les céréales comme d'autre denrée stockée subit actuellement de graves problèmes sanitaires lors des stockages. Les agents incriminés sont les ravageurs primaires (*Sitophilus orysae*) et ravageur secondaire (*Tribolium*).

L'étude a porté sur l'évaluation de l'effet insecticide de l'huile essentielle, de l'Origan (*Origanum glandulosum*) et celui de Romarin (*Rosmarinus officinalis*), contre les larves et les adultes de *Tribolium* rouge de la farine (*Tribolium confusum*).

Les résultats ont permis de déclarer l'effet toxique des composés chimiques des plantes testées et identifiées par CPG, sur les différents stades de développement du *Tribolium* (larve et adulte). L'évaluation de l'effet dose sur ce ravageur ont montré une mortalité de 50% des larves traitées par  $0.19\mu\text{l}/\text{cm}^2$  d'Origan suivi par  $0.22\mu\text{l}/\text{cm}^2$  du Romarin, un résultat similaire est enregistré sur les adultes et 90% de larves traitées par  $0.33\mu\text{l}/\text{cm}^2$  d'Origan suivi par  $0.37\mu\text{l}/\text{cm}^2$  du Romarin.

Les espèces végétales testées ont montré dans cette étude une phototoxicité vis-à-vis les larves et les adultes de *Tribolium*.

Les résultats de ce travail sont prometteurs montrant que les huiles essentielles des espèces végétales peuvent être une source efficace dans la lutte contre les ravageurs.

**Mots clés :** huile essentielles, *Origanum glandulosum*, *Rosmarinus officinalis*, hydrodistillation, *Tribolium*, pouvoir toxique, CPG.

دراسة فعالية مبيد الحشرات لنوعين من النباتات الطبية للزعر ( *Origanum glandulosum* ) و الإكليل الجبلي (*Rosmarinus officinalis* ) على خنفساء الدقيق (*Tribolium confusum*).

إن الباقوليات مثل المحاصيل الأخرى التي تخزن, و التي تطراً عليها مشاكل خطيرة خلال فترة تخزينها, و تكمن

هذه العوامل الخطيرة في الحشرات المتلفة المصنفة أولاً (*Sitophylus oryzae*.)

و الحشرات المصنفة ثانياً (*Tribolium*)

هذه الدراسة بنيت تقدير فعل المضادات الحشرية و المتمثلة في الزيوت الأساسية ل الزعر

(*Origanum glandulosum*) و الإكليل الجبلي (*Rosmarinus officinalis*) ضد اليرقات و الحشرات البالغات ل (*Tribolium*) و النتائج المتحصل عليها سمحت لنا باستخراج التأثير السمي للمركبات الكيميائية للنباتات المختارة و التي تم تحليلها بواسطة الغاز (CPG) على مختلف مراحل التطور (*Tribolium*) و التي تضم كلا من اليرقة و الحشرة البالغة .

إن تأثير التركيز (الزيوت) على ه هذه الحشرة بين أن  $0.19\mu\text{l}/\text{cm}^2$  من الزعر و  $0.22\mu\text{l}/\text{cm}^2$  من الإكليل الجبلي قتلت 50% من اليرقات و  $0.33\mu\text{l}/\text{cm}^2$  من الزعر و  $0.37\mu\text{l}/\text{cm}^2$  من الإكليل الجبلي قتلت 90% من اليرقات

إن أنواع النباتات المختارة بينت في هذه الدراسة نسبة السمية ضد حشرة *Tribolium* , و نتائج هذا العمل تبين أن الزيوت الأساسية لأنواع النباتات يمكن أن تكون مصدر فعالية لمحاربة هذا النوع من الحشرات الضارة .

الكلمات المفتاح : الزيوت الطيارة – إكليل الجبل – الزعر – قوة السامة – الاستخلاص المائي- تريبوليوم- CPG

**Abstract:**

**Study of the efficacy insecticidal of two essential oils of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and Oregano (*Origanum glandulosum*) on *Tribolium confusum***

Cereals like other commodity stored undergoing serious health problems during storage. The agents involved are primary pests (*Sitophilus oryzae*) and secondary pest (*Tribolium*).

The study focused on the evaluation of the insecticidal effect of the essential oil of Oregano (*Origanum glandulosum*) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) against larvae and adults of red flour beetle (*Tribolium confusum*).

The results were used to report the toxic chemicals the plants tested and identified by GC on the different developmental stages of *Tribolium* (larva and adult). The evaluation of the dose effect on this pest showed a 50% mortality of larvae treated with 0.19 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> 0.22 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> followed by Oregano, rosemary, a similar result is recorded on adults and 90% larvae treated with 0.33 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> 0.37 $\mu$ l/cm<sup>2</sup> followed by Oregano Rosemary.

Plant species tested in this study showed a phototoxicity vis-à-vis the larvae and adults of *Tribolium*.

The results of this work are promising showing that the essential oils of plants can be an effective source in the fight against pests.

**Keyword:** *origanum gladilosum*, *rosmarinus officinalis*, hydodistillation, CPG, Essential oil, *Tribolium*, toxic power

Tableau 01 : composition chimiques des différentes parties d'un grain de blé.....	03
Tableau 02 : Microorganismes de tube digestif naturellement présent chez les Insectes des denrées alimentaires.....	17
Tableau 03 : Tableau des probit.....	39
Tableau 04 : Principaux composés chimiques de l'huile essentielle de l'origan.....	41
Tableau 05 : Principaux composés chimiques de l'huile essentielle de romarin.....	42
Tableau 06 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du Temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisées.....	44
Tableau 07 : Efficacité des HE de l'origan et romarin par contact.....	46
Tableau 08 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du Temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisées.....	48
Tableau 09 : Efficacité des HE d l'origan et romarin par inhalation.....	50
Tableau 10 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du Temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisés.....	52
Tableau 11 : Efficacité des HE de l'origan et romarin par contact.....	54
Tableau 12 : GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du temps D'exposition, nature de traitement et des doses utilisées.....	56
Tableau 13 : Efficacité des HE de l'origan et romarin par inhalation.....	58

---

Figure 01 : La larve de <i>T.confusum</i> de la farine.....	19
Figure 02 : Insecte adulte (Imago) de <i>T.confusum</i> .....	19
Figure 03 : Les feuilles de romarin.....	29
Figure 04 : Les feuilles de l'origan.....	30
Figure 05 : Photo représentant le montage de l'hydro distillation. (Originale).....	33
Figure 06 : Schéma de la chromatographie en phase gazeuse.....	36
Figure 07 : Les rendements des plantes en huiles essentielles.....	40
Figure 08 : L'effet insecticide de l'HE d'origan et de romarin sur les larves de <i>Tribolium</i> .....	43
Figure 09 : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan.....	44
Figure 10 : Efficacité de l'origan sur les larves de <i>Tribolium</i> par effet contact.....	45
Figure 11 : Efficacité de romarin sur les larves de <i>Tribolium</i> par effet contact.....	45
Figure 12 : L'effet insecticide de l'HE d'origan et romarin sur les larves de <i>Tribolium</i> .....	47
Figure 13 : Variabilité de mortalité corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan.....	48
Figure 14 : Efficacité de l'origan sur les larves de <i>Tribolium</i> par effet inhalation.....	49
Figure 15 : Efficacité de romarin sur les larves de <i>Tribolium</i> par effet inhalation.....	49
Figure 16 : L'effet insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin sur les Adultes de <i>Tribolium</i> .....	51
Figure 17 : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile Essentielle du romarin et l'origan.....	53
Figure 18 : Efficacité de l'origan sur les adultes de <i>Tribolium</i> par effet contact.....	53
Figure 19 : Efficacité de romarin sur les adultes de <i>Tribolium</i> par effet contact.....	54

Figure 20 : L'effet insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin sur les adultes de <i>Tribolium</i> .....	55
Figure 21 : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan.....	56
Figure 22 : Efficacité de l'origan sur les adultes de <i>Tribolium</i> par effet inhalation....	57
Figure 23 : Efficacité de romarin sur les adultes de <i>Tribolium</i> par effet inhalation....	57

OMS : Organisation mondiale de la santé.

CPG : Chromatographie en phase gazeuse.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

CCLS : Coopérative des céréales et des légumes secs.

HE : Huile essentielle.

Cm : centimètre.

mm : millimètre.

min : minute.

% : pourcentage.

H : heure.

g : gramme.

mg : milligramme.

Ms : matière sèche.

Fig : figure.

E : échantillon.

Mc : mortalité corrigée.

°C : degré Celsius.

M : moyenne.

µl : microlitre.

Réfé : référence.

ml : millilitre.

**PARTIE I : BIBLIOGRAPHIE**

**INTRODUCTION.....1**

**CHAPITRE I : généralité sur les céréales**

Généralité sur le grain du blé.....3

2-Compositions chimiques des différentes parties du grain.....5

3-Importance économique du blé en Algérie.....5

    ▶ Le marché algérien des céréales et ses perspectives.....5

4-Technique de mouture du blé et farines obtenues.....6

    a- Le nettoyage du blé.....6

    b- Conditionnement des grains nettoyés.....7

    c- Mouture des grains.....7

    d- Le processus de la réduction.....8

    e- Le processus de séparation.....8

    f- Qualité boulangère de la farine.....9

5-Stockage et conservation de la farine.....11

    .5-1-Généralité.....11

    5-2-causes d'altération des farines.....12

    5-2-1-Facteurs abiotiques.....13

    5-2-1-1-Humidité relative.....13

    5-2-1-2-Température.....13

    5-2-1-3-composition de l'atmosphère.....14

    5-2-1-4-Le temps.....14

    4-2-2-Les facteurs biotiques.....15

5-3 -Présentation de ravageur.....18

5-4- Classification.....18

5-5- Cycle d vie.....18

5-6- Comportement.....18

5-7- Dégâts.....19

<b>CHAPITRE II : Moyen de lutte</b> .....	20
6-1-Lutte préventive.....	20
6-1-1-Les mesures d'hygiènes.....	20
6-1-2-La lutte durant l'entreposage.....	20
6-1-2-1-Lutte génétique.....	20
6-1-2-2-Lutte par piégeage.....	20
6-1-2-3-Lutte dépistage.....	21
A –Dépistage ordinaire.....	21
B –Dépistage infrarouge.....	21
C –Dépistage électro acoustique.....	21
D –Méthode immune –enzymatique.....	21
6-2-Lutte curative.....	22
6-2-1-Lutte physique.....	22
6-2-2-Lutte chimique.....	22
▶ Les insecticides de contact.....	22
▶ Les fumigants.....	22
6-2-3-Lutte biologique.....	22
6-2-3-1- les biopesticides.....	22
A- L'utilisation des végétaux.....	23
<b>CHAPITRE III : Les Huiles essentielles</b> .....	24
7-1-Définition.....	24
7-2- répartition systématique et caractères chimiques.....	25
7-2-1- localisation des huiles essentielles dans les plantes.....	25
7-2-2-caractères chimiques.....	25
8- méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	25
8-1- entraînement à la vapeur.....	25
8-2- hydro-distillation simple.....	26
9- propriétés et utilisation.....	26

9-1- antibactérienne.....	26
9-2- antivirale.....	26
9-3- antifongique.....	26
9-4- antiparasitaire.....	27
9-5- antiseptique.....	27
9- effets insecticides des huiles essentielles.....	27
<b>11- présentation des espèces végétales.....</b>	<b>28</b>
11-1- Romarin.....	28
a- Systématique.....	28
b- Description botanique.....	28
c- Origine et distribution.....	28
d- Domaine d'utilisation.....	29
11-1- Origan.....	29
a- Classification.....	29
b- Description botanique.....	29
c- Origine et distribution.....	30
d- Domaine d'utilisation.....	30
e- Principaux constituants de l'huile essentielle.....	30
<b>PARTIE II : EXPERIMENTATION</b>	
1- objectif.....	31
2- matériel et méthodes.....	31
2-1- matériel.....	31
2-1-1- matériel végétal.....	31
2-1-2- matériel de laboratoire.....	32
2-1-3- matériel animal.....	32
• Élevage de <i>tribolium confusum</i> .....	32
Evaluation e la toxicité des traitements (HE de l'origan et romarin) sur les formes mobiles de <i>T.confusum</i> .....	32
2-2-méthodologie utilisée.....	32
2-2-1- extraction et identification des huiles essentielles.....	32
2-2-1-1- hydro-distillation.....	33

●Principe.....	33
2-2-1-2- le volume d'huile essentielle.....	33
2-2-1-3- le rendement obtenu d'huile essentielle.....	34
2-2-1-4- Identification d'huile essentielle.....	34
● Caractérisation par CPG.....	34
●Principe de la chromatographie en phase gazeuse.....	37
2-2-4-test d'efficacité de l'huile essentielle sur les formes mobiles de tribolium.....	37
▶ -préparation des doses.....	37
▶ Protocol expérimentale.....	37
2-2-5-Evaluation de la toxicité des huiles essentielle sur les formes mobiles de tribolium par contact.....	37
2-2-6-Evaluation de la toxicité des huiles essentielle sur les formes mobiles de tribolium par inhalation.....	38
2-2-7-corrrection de mortalité.....	38
3-Résultats et discussion .....	40
3-1-Evaluation du volume et le rendement de l'origan et romarin.....	40
3-2-Etude analytique des deux huile essentielles par CPG .....	41
●Identification et quantification des substances chimiques de l'origan.....	41
● Identification et quantification des substances chimiques de romarin .....	42
4-Evaluation de la toxicité des huiles essentielles de l'origan sur les larves de <i>T.confusum</i> .....	43
4-1-test d'efficacité par contact.....	43
4-1-1-Analyse de la variance.....	46
4-2-test d'efficacité par inhalation.....	47
4-2-1-Analyse de la variance.....	50
4-4- évaluation de la toxicité des huiles essentielles de l'origan et de romarin	
Sur les adultes de <i>T. confusum</i> .....	51
4-4-1- test d'efficacité par contact.....	51
4-4-1-1- analyse de la variance.....	51

4-4-2- test d'efficacité par inhalation.....	55
4-4-2-1- analyse de la variance.....	58
Discussion .....	59
Conclusion générale.....	63
Recommandation.....	64

### **Introduction générale.**

Avec la révolution dans le domaine agro-alimentaire, l'espèce humaine doit maximiser sa production alimentaire afin d'assurer une alimentation adéquate de la population mondiale. Pour se faire elle doit réduire l'abondance des espèces qui sont en compétition alimentaire avec elle. Parmi ces animaux, les invertébrés dont les insectes représentent le groupe le plus diversifié et le plus riche en nombre d'espèces.

En Algérie les dégâts provoqués seulement par les insectes sur les céréales stockées ne sont pas loin d'atteindre et à dépasser 20% de pertes selon les années (Anonyme 1981). Ce pourcentage est loin de la réalité car d'autres agents d'altération sont présents sur les lieux d'entreposage et sont donc responsables de pertes non évaluées, il s'agit des micro-organismes des acariens, des oiseaux et des rongeurs, ces charges ont conduit l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche.

Les dépôts des produits usinés, s'illustrent par une perte plus quantitative que qualitative.

Afin de faire face aux dégâts causés par les ravageurs des denrées stockées. L'utilisation des produits chimiques comme moyen de lutte, facile d'emploi suite à leur efficacité et fiabilité, d'où leur utilisation systématique et allusive.

Ces produits présentent des effets sur l'environnement une contamination de la chaîne alimentaire et favorisent le développement des souches résistantes.

La prise de conscience du coût environnemental de ces pratiques et les craintes des consommateurs du danger que peuvent constituer les résidus de pesticides pour la santé humaine font naître d'autres alternatives de lutte afin de minimiser tous les effets décrits. Il est nécessaire qu'on fasse appel à des méthodes de lutte moins toxique.

Des recherches se sont orientées vers la lutte biologique, qui visent à contrôler les ravageurs par des biopesticides, qui peuvent être à base bactérie, champignons, virus, nématodes et plantes.

Les plantes se défendent par divers moyens physiques et chimiques en synthétisant des métabolites secondaires extraordinairement diversifiés. Ces derniers sont souvent connus pour leur toxicité pour les herbivores, et ils affectent profondément le

comportement des insectes phytophages. De nombreuses molécules, qui présentent une action défensive du végétal contre les ravageurs, ont été identifiées. Ainsi plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées.

Les molécules du métabolisme secondaire des plantes sont très nombreux et variées, certains sont largement étudiés et distribués telles que les alcaloïdes, les phénols, les terpènes et les tanins, tandis que d'autres ont une répartition plus restreinte comme les composés soufrés (**Auger et al 1999**).

Dans le cadre de la recherche sur les procédés de lutte bibliographiques basés sur des nouvelles molécules nous nous sommes intéressés à la mise en évidence de l'activité insecticide des huiles essentielles à différentes doses de deux plantes spontanées l'Origan (*Origanum glandulosum*) et le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur un ravageur secondaire des denrées stockés (*Tribolium*) afin de les insérer dans un programme de lutte intégrés.

Le principal objectif de notre contribution consiste à comparer l'activité biocide de ces deux huiles avec les différentes concentrations avec deux modes de traitement (contact et inhalation) vis à vis *Tribolium confusum* dans la vision de minimiser l'utilisation des insecticides de synthèse pour lutter contre ce ravageur.

C'est un complément d'une étude réalisée par Benkrara(2010), portant sur le pouvoir insecticides de l'origan sur un ravageur primaire des denrées stockés *Sitophilus oryzae*,

**1- Généralités sur le grain de blé :**

Le blé, comme toutes les céréales est un plant monocotylédone de la famille des *graminées*. Elle appartient au genre *Triticum*, le blé tendre (*Triticum aestivium* et le blé dur (*Triticum durum*).

Le grain de blé présente une importance technologique particulière du fait que c'est la seule céréale qui renferme le gluten, protéine aux caractéristiques plastique permettant la fabrication d'une gamme variée de produits : biscuit, pain, biscotte, pate, couscous...

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

**2- compositions chimiques des différentes parties du grain :**

Le grain de blé est constitué par plusieurs substances qui sont illustrées dans le tableau 01.

**TABLEAU N°01 : compositions chimiques des différentes parties d'un grain de blé**

**(Exprimée en pourcentage de matière sèche)**

Partie du grain pourcentage de la masse du grain	Matières azotées	Matières minérales	Matières grasses	Matières cellulosiques	Pentosène	Amidon
Péricarpe 4%	7-8	3-5	1	25-30	35 .43	0
Tégument séminal 1%	15-20	10-15	3-5	30-35	25-30	0
Epiderme nucellaire et Assises protéiques 79%	30-35	16-15	7-8	6	30-35	10
Germe 3%	35-40	5-6	15	1	20	20
Endosperme 82%-85%	8-13	0.35-0.60	1	0.3	0.5-0.3	70-85
Amande périphérique 10%	10-15	0.4-1	-	-	-	65-72
Amande centrale 70%	6-9	0.3-0.4	-	-	-	72-88
Grain entier	10-14	1.2-2.1	1.5- 2.5	2.3	5.8	60-70

**(DODON., 1991)**

Les diverses familles chimiques sont représentées dans tous les tissus, cependant les matières cellulosiques et les pentosanes sont complètement absents dans la partie centrale de l'endosperme ce qui rend le produit de transformation primaire

pauvre en ces matières. Cette cellulose exerce en doses faible et modérée une action favorable sur le processus digestif (en favorisant l'excitation de péristaltisme intestinal) qui permet la progression dans l'organisme le bol alimentaire chez l'être humain, mais il convient de ne pas en accroître trop la proportion car alors se manifestent les phénomènes d'intolérance. Pour les animaux qui consomment le grain en entier, cette dernière représente un stimulant de leur digestibilité. **(KIGER, 1967).**

L'amidon, quant à lui, fait défaut dans les tissus externes alors que l'endosperme en est riche. Cette substance hydrocarbonée est nécessaire à la levure au cours de la fermentation et intervient par sa réaction avec les protides dans la formation de la couleur, de l'odeur et de la saveur du produit cuit **(KIGER, 1967).**

Par ailleurs, les protéines, malgré leur pourcentage relativement faible, jouent un rôle important sur la qualité technologique du blé et de la farine, rendant possible la rétention des gaz au cours de la fermentation de la pâte grâce au gluten **(CALVEL, 1984).**

Les protéines conditionnent également l'accomplissement normal du cycle biologique de la plupart des insectes des denrées stockées pour les quelles elles représentent un besoin nutritionnel de base **(FLEURAT LESSARD, 1991).** Ces protéines se trouvent en forte proportion dans la zone comprise entre le tégument séminal et l'assise protéique ainsi qu'au niveau du germe alors que cette teneur s'affaiblit au niveau de l'endosperme.

La teneur en lipides est élevée dans le germe (15%), un peu plus faible (7 à 8%) dans les couches externes du grain ; elle est nettement plus basse dans l'endosperme. Ce groupe de substances influence non seulement la valeur boulangère du blé et des farines sur laquelle il exerce une action dépressive en modifiant la cohésion physique du gluten et empêchant le développement totale de toutes ses forces attractives mais aussi les phénomènes de vieillissement de la farine rendant sa conservation plus difficile **(GODON , 1982).** Les lipides constituent une source d'énergie assez importante pour les insectes en entrant dans la formation des tissus adipeux mais également pour l'homme et les animaux **(FLEURAT LESSARD, 1991).**

Du tableau 1 ressort le fait que les matières minérales existent en quantité très faible dans le blé. Ils ont un effet remarquable sur la pureté des farines issues des blés (**Kiger, 1967**). Mais aussi sur le cycle de développement des insectes pour lesquels ils constituent un besoin essentiel particulièrement au stade larvaire.

### **3- Importance économique du blé en Algérie:**

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 les cultures céréalières, 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**).

Les produits de céréales et notamment la semoule représentent l'alimentation de base de l'algérien moyen, particulièrement en milieu rural. La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /habitant /an (**DAMASSE L, 2009**).

#### **► Le marché algérien des céréales et ses perspectives :**

L'examen de l'importance relative des trois grands partenaires de l'Algérie sur le marché mondial nous a permis d'apprécier non seulement la nature et l'importance des flux des importations de céréales, mais aussi la position respective de chacun des grands fournisseurs sur le marché algérien .

L'Algérie constitue désormais avec l'Égypte l'un des grands marchés du blé en Méditerranée du sud. De par son importance géographique, de par la structure de la demande en blé et ses populations et par sa position stratégique, l'Algérie tend à devenir un des débouchés principaux des exportations américaines et européennes. A travers des indices de préférences, nous avons constaté également l'importance grandissante accordée à l'Algérie par de nouveaux pays, comme le Canada. L'Algérie apparaît, malgré ses difficultés financières, comme un marché porteur qui

est donc particulièrement visé. Parce qu'elle enlève des importantes quantités de blé dur et de blé tendre sur le marché mondial, l'Algérie bénéficie d'un bonus et de restitutions sur les quantités achetées et se retrouve ainsi en plein cœur des stratégies que mette en œuvre régulièrement les états- unis, la CEE et, a un degré moindre, le canada dans leur lutte pour la conquête du marché algérien. Ce dernier va donc constituer un enjeu important dans les transactions commerciales et dans la guerre commerciale que se livrent essentiellement les état-uns et la CEE dans les régions méditerranées. **(ABDELHAMID et al., 1995).**

#### **4-Technique de mouture du blé tendre et farines obtenues :**

La mouture est l'opération que a pour but de séparer les diverses partie du grain de blé pour en isoler ce qu'on appelle la farine **(KIGER, 1967).**

Théoriquement, on peut résumer la mouture du blé tendre en deux phases essentielles :

- Séparation de l'amande farineuse du son et du germe.
- Réduction de l'endosperme en granules suffisamment fins.

Le son est constitué d'une partie ou de la totalité de l'assise protéique formant la première assise de l'endosperme et ceci est fonction du taux d'extraction.

D'autre part, des enveloppes du fruit et de la graine **(NURET, 1991).** Cette mouture de blé nécessite quatre phases essentielles qui sont les suivantes :

##### **a- Le nettoyage du blé :**

Il a pour but d'enlever des toutes les impuretés qui y sont présentes :

-les corps étrangers tels que paille, balle, pierres, corps métalliques.

-les grains étrangères : orange, avoine, vesce, graines adventices.

-la poussière qui est logée à l'intérieur du sillon ainsi que celle qui adhèrent à la brosse du grain et si possible, les poils qui constituent celle-ci **(CALVEL, 1984).**

On procède à l'élimination systématique de ces impuretés à l'aide d'appareil varies tels que :

- Les tarares qui éliminent, par criblage, les grosses impuretés et, par ventilation, les déchets légers.
- Les tariers à aimant qui captent et bloquent les fragments métalliques ferreux.
- Les tanins, râpes et brosses qui permettent la réduction par friction l'action néfaste des graines charbonneuses et caries et par aspiration les poussières et les corps légers.
- Les trieurs, par leurs surfaces alvéolées appropriées qui ont pour rôle d'éliminer successivement les graines longues et les graines rondes.
- Un groupe d'épierrage, lavage et essorage opérant un lavage des grains par de l'eau à contre-courant, par flottaison, barbotage, rinçage puis centrifugation **(KIGER, 1967)**.

#### **b- Conditionnement des grains nettoyés :**

Ce conditionnement a un double objectif :

Selon **(KIGER, 1984)**. En premier lieu, assouplir l'écorce du grain et d'éviter que les enveloppes se brisent pas et se transforment en fine piqures altérant la pureté de la farine fabriquée.

En deuxième lieu, amener l'amande farineuse dans un état physique tel que sa réduction en farine soit obtenu le plus rapidement et le plus facilement possible

#### **C-Mouture des grains :**

La mouture du blé tendre se traduit par certains nombre de Passages du grain dans des appareils réduction qui fragmentent le grain en morceaux de plus en plus après chaque appareil de réduction sont placés dans des appareils de séparation **(BLERVAQUE, 1975)**.

**d- Le processus de réduction :**

Comprend quatre opérations principales :

1- le broyage qui permet de séparer le son de l'amande farineuse.

2- le cloquage et le convertissage : ces deux phases permettent une réduction de produits provenant de broyage.

3- le curage du son : opération qui consiste à réduire au minimum la quantité d'amande adhérente à la face intérieure des enveloppes **(NURET, 1991)**.

**e- Le processus de séparation :**

Chaque appareil de réduction est suivi d'un appareil de séparation destiné à séparer en plusieurs lots, par rapport à la grandeur des particules, les mélanges des produits sortants de l'appareil de réduction .Le classement s'appelle le blutage et se fait à l'aide des plansichters ; un autre processus de séparation est représenté par le sassage sous l'action d'un courant d'air **(KIGER, 1967)**.

Par ailleurs les différents produits rencontrés au cours de la mouture sont les suivants :

1- **La farine** : c'est le principal produit de mouture, constitué par des particules très fines de l'amande du grain du blé.

2- **La semoule** : ce sont des morceaux d'amande plus ou moins vêtus d'enveloppes.

3- **Les finots** : ce sont des semoules très fines et très pures provenant de l'opération de broyage ; les gruaux sont des produits analogues aux finots qui proviennent de la réduction des semoules en tête de cloquage et du convertissage.

4-**Les issus** sont des produits finis autres que la farine .On distingue : les sons,

les remoulages bis, et blancs et les farines basses **(CALVEL, 1984)** *in*

**(BELVERAQUE, 1975)**.

D'après CHAVEL(1984), la composition chimique d'une farine extraite est comme suite :

Humidité	14 -16%
Matière azotée	8-12%(dont 7 à & 10 du gluten)
Matière minérale	0,45-0 ,66%
Matière grasse	1,20-1, 40%
Acidité	0,020-0,050 %
Sucre	1-2%
Amidon	60 -72 %

Matière cellulosique : traces

Diastase : plusieurs diastases sont présentées dont les analyses sont les plus importantes.

Vitamines B, PP et E.

Cette composition chimique varie avec le taux d'extraction des farines qui reflètent les performances du moulin et qui a un effet direct sur la qualité technologique de la farine en général et de la qualité boulangère en particulier.

### **f- Qualité boulangère de la farine :**

Celle-ci correspond à son aptitude à donner un pain bien développé à croûte fine et dorée et dont la mie, régulièrement et complètement alvéolée a une odeur et une saveur agréables.

Les méthodes qui permettent une évaluation de cette qualité soit des tests directs (essais de panification) soit des tests indirects au laboratoire (**GODON, 1982**) .

Le développement optimal du pain ne peut être obtenu que si un certain compromis existe entre la force boulangère et la poussée gazeuse de la farine. Cette valeur boulangère s'illustre par l'aptitude d'une farine à retenir le gaz qui s'y dégage.

La rétention est possible grâce au gluten, substance protéique contenue dans l'amande qui intervient quantitativement et qualitativement (**KIGER ,1967**).

Le Second paramètre rentrent dans la valeur boulangère correspond à la production du gaz carbonique, celle –ci dépend :

-De l'activité de la valeur qui doit être fraîche et de qualité régulière pour être apte de produire une quantité suffisantes le gaz carbonique permettant le développement du pain.

-Du stock glucidique et de l'activité amylolytique. En effet, les levures s'attaquent d'abord aux sucres simples préexistant dans la farine, puis au maltose formé par amylolyse.

C'est grâce à l'hydrolyse de l'amidon par les amylases en sucre simples, maltose et dextrine, que la fermentation peut se poursuivre pendant plusieurs heures. La proportion d'amylase dans la farine est donc particulièrement importante pour la production régulière de sucre fermentescible (**KIGER, 1967**).

Selon **MAUZE et al. (1972)**, cette activité amylolytique peut être déterminée par l'amylographe mais également par l'indice de chute selon **HAGBERG**.

Par ailleurs, pour obtenir en fin de stockage une farine utilisable en technologie alimentaire, il est nécessaire de préserver certaines qualités indispensables pour ces transformations :

\*Un certain niveau d'activité enzymatique notamment des amylases.

\*L'intégrité des diverses protéines constitutives, avec conservation des propriétés de pâtes.

\*La valeur nutritionnelle des produits qui doit être maintenue au niveau le plus élevé.

\*Il faut également veiller à l'hygiène du produit du point de vue substances toxique qui peuvent apparaître par l'intermédiaire des microorganismes ou des prédateurs animaux : rongeurs, acariens et insectes (**FOURAR ,1987**).

## **5- Stockage et conservation de la farine :**

### **5-1-Généralités :**

Le stockage des farines est en général de plus courte durée que celui des grains car les farines sont beaucoup plus sensibles aux conditions de stockage .En effet, la mouture détruit les parois cellulaires, les constituants des cellules sont en contacts directs de l'air et /ou des microorganismes.

En effet, 3 à 4 jours sont nécessaires pour que les constituants des farines très perturbées par les traitements mécaniques commencent à reprendre un certain équilibre (**GODON, 1982**).

Ce court laps de temps, après la mouture permet à la farine d'atteindre son complet développement et d'acquérir la plénitude de ses moyens par un ensemble de réactions qui sont marquées par un renforcement des réseaux glutineux de la farine (**YONEYMA et al, 1967 in BERGER ,1991**) .Et par l'augmentation de l'acidité au dépend de la matière grasse (**BALLAND, 1904 in BERGER 1991**). Ce qui influence directement sur la force boulangère de cette farine. **GODON (1972, in BERGER, 1991)** a démontré par un essai à l'alvéographe en milieu aéré que la ténacité de la farine est à son optimum à 4 semaines de stockage tandis que la ténacité de la pâte atteint son optimum après 16 semaines. En effet, le travail de déformation est à son optimum après 8 semaines de stockage.

Par ailleurs, si les farines doivent être stockées plus longtemps avant leur utilisation à cause par exemple du transport par mer ou par terre, vers des pays étrangers, il est nécessaire d'abaisser l'hydratation des farines à des valeurs voisines de 13%. Pour cela ces farines subissent un étuvage à l'aide d'un courant d'air dont la température est comprise entre 35 et 45°C. Avant elle subit un cycle de refroidissement pour que sa température soit ramenée vers 20°C à la fin de l'opération (**GODON, 1982**).

Cet étuvage, lorsqu'il est mal conduit, peut modifier les caractères physiques de la pâte produit à partir de cette farine suite à la dénaturation des protéines soumises à une température anormalement élevée (**KIGER, 1967**) .Selon ce même auteur, le stockage de la farine s'opère de diverses manières :

a) Conservation en tas : ce procédé est à déconseiller formellement car la farine est ainsi exposée à la poussière, au ravage des déprédateurs et à un vieillissement plus rapide.

b) Conservation en sacs : ceux-ci sont empilés sur un faux-plancher ; cette conservation pose des problèmes en temps chauds car il a risque d'échauffement et de fermentation.

c) Conservation en caisses étanches et en silos : ce mode de stockage permet une assez longue conservation (plusieurs mois) mais il convient de ne stocker ainsi que des farines fraîches et si possible préalablement étuvées pour éviter tout risque d'altération.

### **5- 2- Causes d'altération des farines :**

Les causes d'altération des farines sont nombreuses et peuvent avoir au moins deux origines :

\*Une origine externe due soit aux déprédateurs tels que les insectes et les acariens, soit aux microorganismes : bactéries, levures et plus spécialement les moisissures.

\*Une origine interne due aux enzymes propres de la farine et à certaines réactions d'hydrolyse et d'oxydation des matières grasses.

Les modifications provoquées par ces causes d'altération sont fonction de nombreux paramètres dont les plus importants sont représentés par l'humidité, la température, le temps, la composition de l'atmosphère de stockage. D'autres, de moindre importance, sont représentés par le pH, la teneur en métaux catalyseurs qui peuvent intervenir sur les vitesses de dégradation.

**5-2-1 Facteurs abiotiques :****5- 2-1-1- Humidité relative :**

Parmi les facteurs qui influencent l'évolution des farines, l'humidité relative est certainement le plus important puisqu'une augmentation de la teneur en eau du produit permettra d'engendrer un milieu propice aux altérations d'ordre chimique et enzymatique (**GODON, 1982**). Elle joue également un rôle important dans le développement des déprédateurs des farines, en effet, un substrat qui a une teneur en eau inférieure à 8 % avec une teneur en lipides modérée risque moins d'être attaqué par les insectes, car il est trop sec et le corps des insectes en général contient plus de 50% d'eau. Le maintien à ce niveau est assuré uniquement par la récupération de l'eau du substrat de sorte que si ce dernier a une teneur en eau faible le système de rétention d'eau de l'insecte est insuffisant pour maintenir son niveau d'hydratation vitale et l'insecte meurt par dessiccation (**FLEURAT LESSARD, 1989**).

Il faut cependant souligner que certaines espèces spécifiques des farines telles que *Tribolium confusum* n'ont pas besoin de plus de 25% d'humidité relative pour survivre et se multiplier normalement si les autres conditions sont favorables (**STEFFAN, 1978**).

Le facteur humidité favorise aussi le développement de la microflore qui exige généralement une humidité relative d'autant plus élevée qu'il s'agit de moisissures, levures ou bactéries (**PELHAT, 1982**). Ainsi, il est donc nécessaire de contrôler l'humidité relative de l'atmosphère ambiante pour permettre de maintenir l'équilibre au dessous de la valeur critique de façon à éviter le développement de ces déprédateurs, particulièrement dangereux pour la bonne conservation de la qualité technologique et hygiénique de la farine stockée .

**5-2-1-2 Température :**

La température est aussi un facteur important car les réactions d'altération sont d'autant plus rapides que la température est élevée, c'est ainsi que certaines réactions chimiques dépendent essentiellement de la détérioration oxydative des lipides et de la modification qualitative et quantitative des protéines (**GODON, 1982**).

Par ailleurs, les insectes des farines exigent pour se développer une fourchette de température se situant généralement entre 12 et 40°C. Au dessous du seuil de température; ils cessent toute activité et entrent en léthargie (**FLEURAT LESSARD, 1989**).

La température oriente elle aussi les signes évolutives en sélectionnant les microorganismes dans les limites d'efficience, soit sensiblement de 0 et 40°C .Un classement des espèces a pu être proposés par plusieurs auteurs ; citant, à titre d'exemple que *Pinicilium spp*, se développe à températures relativement plus basses que la majorité des *Aspergillus spp* (**PELHATE, 1982**).

Ainsi une meilleure conservation des farines peut être obtenue à de basses températures, sous réfrigération plutôt qu'à température élevée et ceci d'autant plus qu'elles contiennent une quantité d'eau élevée (**GODON, 1982**).

#### **5-2-1-3 Composition de l'atmosphère :**

L'oxygénation constitue un facteur qui peut altérer les farines au cours du stockage, en effet, la présence d'oxygène en quantités suffisantes permet non seulement le développement de la flore et la faune aérobie mais aussi les oxydations des substances chimiques (**GODON,1982**).

De même la teneur en CO<sub>2</sub> du milieu intervient au niveau du développement microbien. Ainsi une concentration en gaz supérieure à 10 % provoque une inhibition marquée de la microflore fongique (**JEMMALI, 1971**). Alors qu'un appauvrissement du milieu de stockage en oxygène ou un apport de gaz inertes tels que l'azote ou le gaz carbonique permet d'éviter toute activité microbienne et par similitude l'altération des farines (**CHAUSSERY, 1982**).

#### **5-2-1-4 Le temps :**

La durée de stockage est un facteur qui amplifie les phénomènes de détérioration, leur vitesse s'accélère en fonction de la durée du stockage par suite de l'accumulation de conditions de plus en plus défavorables .C'est ainsi que les conditions de stockage de longue durée doivent être beaucoup plus rigoureuses pour maintenir les aptitudes des farines au niveau de valeurs minérales compatibles avec une bonne utilisation (**GODON, 1982**).

Ainsi, pour estimer une durée probable maximale de conservation, il faut se référer aux conditions de stockage et de conservation existantes et à l'état sanitaire de la farine.

### **5-2-2 Les facteurs biotiques :**

La farine rencontre deux types de ravageur :

\*ceux qui sont associés à la matière alimentaire elle-même (insectes, acariens, microorganismes).

\*ceux associés à l'environnement du produit alimentaire (farine) dépendant jusqu'à un certain point du lieu qui abrite la farine (blattes, poisson d'argent, mouche domestique, rats et souris, oiseaux.....).

La farine est normalement accompagnée d'une flore microbienne appartenant à de très nombreux genres de bactéries, de levures et moisissures, qui peuvent atteindre plusieurs milliers. Le nombre de microorganismes est fonction de l'hydratation des farines, de la température de l'hydratation des farines, et de la composition de l'atmosphère, ainsi que du degré de contamination du blé (**RICHARD MOLLARD, 1991**).

Ce même auteur signale que parmi les microorganismes, les moisissures constituent un danger redoutable de fait de leurs exigences écologique et physiologique limités, c'est ainsi que leur développement est possible à partir 12% de teneur en eau de la farine alors que les bactéries nécessitent des teneurs en eau de l'ordre de 16% et même plus. Suivant les espèces, les moisissures ont une température optimale de croissance variable qui se situe en moyenne entre 30 et 40°C ; les températures basses ralentissent leur développement, mais pour certaines espèces, celui-ci est possible à condition que l'hygrométrie soit favorable (**FOURAR, 1987**).

Les insectes quant à eux font partie comme l'illustre le tableau 02 de deux ordres principaux : les coléoptères et les lépidoptères. Ils représentent les déprédateurs les plus dangereux de fait qu'ils sont peu exigeant du point de vue conditions du milieu. D'une façon générale, ils peuvent se développer entre 10 et 40°C et supporter une basse humidité de l'ordre de 35%. Leur danger réside également par leurs effets sur

la qualité technologique. En effet, une infestation des farines par les insectes peut engendrer des allergies, des toxications et des infections à l'être humain et au bétail. Dans le cas d'intoxication, les insectes peuvent agir soit directement lorsqu'ils produisent de substances toxiques, soit sous forme de vecteurs de germes pathogènes (moisissures, bactéries) au niveau de l'intestin ou à l'extérieur de leur corps (**DELUCA, 1979**). D'après **RICHARD MOLARD (1991)**, certaines moisissures peuvent élaborer des substances hautement toxique pour le consommateur tels que les aflatoxines qui sont produites par *Aspergillus flavus*, espèce transportée par la plupart des insectes des denrées stockées, provoquant des hépatites, des lésions rénales et même le cancer du foie chez l'animal, et les Ochratoxines, dont les espèces vectrices sont notamment les *Penicillium sp* et les *Aspergillus spp*, provoquant des néphropathies létales pour l'homme . En outre, le transport de ces microorganismes par les insectes et par le même la contamination du blé ou de la farine qui en découle peut agir sur la qualité technologique de cette céréale en augmentant l'acidité grasse du produit en diminuant la capacité germinative du grain ; dans ce concept plusieurs travaux ont été réalisés.

Selon **FLEURAT LESSARD (1991)**, ces insectes peuvent aussi agir sur la qualité hygiénique de la farine ou la souillant par résidus de leurs métabolismes, les exuvies et les cadavres. En ce qui concerne les rongeurs, ils constituent un danger non négligeable d'une part par la consommation de l'aliment lui-même puisqu'ils mangent environs 10 à 16% de leur poids chaque jour (**ANONYME, 1984**) et d'une part par l'introduction de souillures (poils, déjections, urines) Tableau02.

**Tableau 02 : Microorganismes du tube digestif naturellement présents chez les insectes des denrées alimentaires**

Ordre Espèce	Stade	Champignons /Levure	Bactéries
<b>Coléptéoptères</b>			
sitophilus oryzae	N	A. flavus	Corynebacterium
tribolium castaneum	N	A. candidus A. ochraceus A. niger	B.cereus M.frendenrei
tenebrio molitor	L	- -	A.cloacas Bacillus sp streptococcus
T.obscurus			S.faecalis corynebacterium
Trogoderma geranarium	N	A.restrictus A.terreus	-
Rhizoperta dominca	A	-	Aero .liquifac
<b>Lepidoptères</b>			
Cadra cautella	N	A. flavus A.niger A.ochraceus A.versicolor A.glaucus A.ruber	B.firmus B.cereus B.cereus B.coagulans M.luteus S.faecalis
Galleria melonella	L	-	

(FLEURAT LESSARD ,1991)

**L : larvaire.**

**A : adulte.**

**5-3- Présentation de ravageur :**

Le *Tribolium* brun de la farine est un petit coléoptère brun rougeâtre de 3,5 mm de long. Son corps est lisse et allongé. 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 c, 1953**).

**5-4- Classification :**

Les espèces du genre *Tribolium* appartiennent à la superfamille des cucujoidae, famille des Tenebrionidae, sous famille Ulominae. D'après **LEPESME(1944)**, elles sont au nombre de 5 dont deux sont particulièrement importants :

- ***Tribolium confusum* Duv.**
- ***Tribolium castaneum* (Herbst).**

**5-5- Cycle de vie :**

Les femelles pondent 300 à 400 œufs dans les aliments qu'elles infestent, au rythme de 2 à 3 œufs par jour. Ces œufs sont collants et s'agglutinent autour des particules alimentaires, ce qui les rend difficiles à distinguer. Les larves éclosent environ 10 jours plus tard et se nourrissent dans ce milieu; ce n'est qu'après 7 ou 8 mues qu'elles passent au stade nymphal. La durée du stade larvaire varie de 22 jours à plus de 100 jours, selon la température ambiante, le taux d'humidité et la nourriture disponible. Le stade nymphal dure en moyenne 8 jours. La durée du cycle complet varie généralement entre 7 semaines et 3 mois. La femelle du *Tribolium* peut vivre jusqu'à 2 ans et le mâle jusqu'à 3 ans (**LEPESME 1944**).

**5-6- 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 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. On les retrouve dans les minoteries, les usines alimentaires, les boulangeries et les habitations où ils infestent les céréales et autres produits de mouture. Lorsqu'ils se retrouvent en grand nombre, la farine prend un aspect grisâtre et moisit rapidement. Ils laissent une odeur désagréable dans les aliments, les rendant impropres à la consommation.

D'autres produits peuvent être infestés par les triboliums : pois, haricots, noix, épices, chocolat, spécimens de musée comme les plantes et les insectes.

La température favorisant le développement de ces insectes est de 20°C à 37°C; ils ne se développent pas au dessous de 18°C (**Brich, 1953**).

### **5-7- Dégats :**

Très polyphage et particulièrement dangereux dans les produits finis, le *Tribolium* a été signalé sur plus de cent denrées différentes : céréales et dérivés, légumineuse secs, fruits secs, cacao, chocolat, oléagineux, épices,...Cependant, ces espèces recherchent surtout des denrées amylacées pulvérulentes : farine, semoule, issus (son, remoulage). Dans le grain de blé, le *Tribolium* devient un déprédateur secondaire ne s'attaquant qu'aux grains brisés ou entamés par un déprédateur primaire. C'est ainsi qu'une expérience effectuée à une température constante de 30°C sur une population de 25 *Tribolium* adultes placés dans un blé entier à 12% de teneur en eau a montré que l'effectif de cette population ne s'est élevé, après 5 mois, qu'à 70 individus. Avec du blé contenant 2% de grains cassés, cet effectif est au bout de même temps de 450 individus. Lorsque le blé comprend 8% de grains cassés, la population peut être contenir 2000 *Tribolium* au terme de 5 mois de stockage (**STEFFAN, 1978**).

Les pertes pondérales sont donc d'autant plus importantes que le lot infesté contient un pourcentage élevé en grains cassés ou entamés par d'autre insecte. La valeur commerciale du lot infesté va diminuer par la présence des exuvies et le changement de l'odeur de la denrée. En effet, par l'intermédiaire de glandes abdominales, les *Tribolium* adultes secrètent une substance nauséabls, riche en quinones, qui communique au lot infesté une odeur particulièrement désagréable.



**Fig01:** Larve de *T.confusum*



**Fig 02 :** Adulte *T. confusum*

(ANONYME2010)

## 6- Moyen de lutte

### 6-1- Lutte préventive :

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

#### 6-1-1-Les mesures d'hygiènes:

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

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

#### 6-1-2- la lutte durant L'entreposage :

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

##### 6- 1-2-1-Lutte génétique :

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

##### 6-1-2-2-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**).

**6-I-2-3 Lutte dépistage :****A- Dépistage ordinaire :**

Cette méthode est très utilisée, elle consiste à surveiller l'état du grain par la mesure de la température et d'humidité du grain dans la masse, au moyen de détecteurs électriques installés **(Mills., 1990)**. Cependant, cette méthode cause 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., 1990)**.

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

**6-2- lutte curative :**

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

**6-2-1- lutte physique :**

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

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

**6-2-2- lutte chimique :**

Le domaine de la lutte chimique, nous citons deux groupes de produits qui sont essentiellement utilisées :

**► Les insecticides de contact :**

Les insecticides de contact pénètrent dans les tissus de l'insecte après avoir traversé la cuticule, parmi ce groupe d'insecticides nous citons : le pyréthrinoides de synthèse agit par contact et ingestion, en provoquant souvent un choc sur les insectes comme *T.confusum* (*herbst*).

**► Les fumigants :**

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

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

**6-2-3- Lutte biologique :****6-2-3-1- Les bio pesticides :**

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**). A titre d'exemple : Les parasitoïdes, les prédateurs et les agents pathogènes.

#### **A - L'utilisation des végétaux :**

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

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

Ces extraits végétaux à propriétés insecticides sont utilisés sous plusieurs formes : en poudre, d'extrait organiques, d'extrait aqueux et l'huile essentielle.

Pour une meilleure gestion de l'agriculture, les biopesticides d'origine végétale constituent le domaine actuellement le plus exploré. Il a été observé que certaines plantes éloignent les ravageurs où diminuaient les attaques. Ainsi, **PARMENTIER, 1773**, conseillait d'utiliser l'ail, raifort, basilic, rue verte... pour lutter contre les punaises.

## **7- Les Huiles Essentielles, produits d'extraction des plantes:**

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses sites religieux.

L'utilisation des plantes médicinales comme source de remède pour se soigner. Les plantes médicinales sont les plantes qui auraient une activité pharmacologique, cela grâce à la présence de certain nombre de substances actives.

### **7-1- Définition :**

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont des composés liquides très complexes. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance à une branche nouvelle de la phytothérapie : l'aromathérapie.

Au point de vue chimique, il s'agit de mélanges extrêmement complexes.

Les Huiles essentielles (HE) sont constituées de différents composants terpènes, esters, cétones, phénols, et d'autres éléments

Les HE doivent leur nom à ce qu'elles sont très réfringentes, hydrophobes et lipophiles. Elles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau et on les retrouve dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille. Par contre, elles sont solubles dans les solvants des lipides (acétone, sulfure de carbone et chloroforme, etc.) et, à l'inverse des glycérides, dans l'alcool (**BINET et BRUNEL., 1981**).

Mais à ces caractères de solubilité se limite la ressemblance avec les huiles grasses. Si les HE forment une tache transparente sur le papier, celle-ci disparaît rapidement car les essences végétales sont très volatiles (contrairement aux résines qui, habituellement dissoutes dans les essences, laissent un résidu visqueux ou solide après évaporation des essences). Grâce à cette propriété, les essences végétales diffusent rapidement au travers des épidermes, même au travers des cuticules

épaisses et se répandent dans l'atmosphère. Ce caractère, associé à la propriété qu'ont la plupart des essences végétales de posséder une odeur très prononcée, et souvent agréable, les rend responsables de l'odeur caractéristique de nombreux végétaux odoriférants.

### **7-2- Répartition systématique et caractères chimiques :**

Les HE n'ont pas une présence générale chez les végétaux. Environ 1% des espèces élaborent des essences. Certaines familles se caractérisent par le grand nombre d'espèces à essences qu'elles groupent et en particulier les labiés (Thym, Menthe, Lavande, Origan, Sauge, etc.), les Ombellifères (Anis, Fenouil, Angélique, Cumin, Coriandre, Persil, etc.), les Myrtacées (Myrthe, Eucalyptus), les Lauracées (Camphrier, Laurier-sauce, Cannelle) **(Binet P et Brunel J-P1981)**.

#### **7-2-1- Localisation des HE dans les tissus :**

Les H.E peuvent s'accumuler dans des cellules isolées qui se distinguent des cellules banales par leur teinte plus jaune et leurs parois épaisses, légèrement subérifiées. C'est le cas chez les Lauracées. Elles peuvent former de fines gouttelettes parsemant le protoplasme de cellules épidermiques (épiderme supérieur des pétales de Rose). Mais généralement les épidermes des pétales de fleurs odorantes ne contiennent pas de grosses réserves d'essences. Les essences sont vaporisées de façon continue au cours de leur formation **(BINET et BRUNEL 1981)**.

#### **7-2-2- Caractères chimiques des HE :**

D'apes **(BINET et BRUNEL 1981)**, Les HE sont avant tout des composés terpéniques Du strict point de vue chimique, les terpènes apparaissent comme des polymères d'un carbure d'hydrogène diéthylénique, l'isoprène.

## **8- Méthodes d'extraction des HE:**

### **8-1- Entraînement à la vapeur :**

La plupart des huiles essentielles sont obtenues par distillation et entraînement à la vapeur d'eau, trois variantes sont possibles selon la texture et la fragilité de la matière première à traiter.

**8-2- Hydro-distillation simple :**

La plante est mise en contact avec l'eau dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel. Le tout est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les HE se séparent de l'eau par différence de densité.

**9- Propriétés et utilisation :**

Les HE contenues dans les herbes aromatiques sont responsables des différentes senteurs que dégagent les plantes. Elles sont très utilisées dans l'industrie des cosmétiques, de la parfumerie, l'industrie alimentaire (les arômes) et aussi de l'aromathérapie. Cette dernière se veut une technique thérapeutique par le massage, les inhalations ou les bains tout en utilisant les HE.

Respirer une odeur agréable, celle d'une rose ou d'un fruit bien mûr procure une sensation de bien être **(BLAYN., 1980)**.

**9-1- Antibactérienne :**

Les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géraniol), etc.

**9-2- Antivirale :**

Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolubles aujourd'hui, les HE constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux aromatiques. Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques.

**9-3- Antifongique :**

Les mycoses sont d'une actualité criante, car les antibiotiques prescrits de manière abusive favorisent leur extension, avec les HE on utilisera les mêmes groupes que ceux cités plus haut, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi il faut chercher à alcaliniser le terrain.

**9-4- Antiparasitaire :**

Le groupe des phénols possède une action puissante contre les parasites.

**9-5- Antiseptique :**

Les aldéhydes et les terpènes sont réputés pour leurs propriétés désinfectantes et antiseptiques et s'opposent à la prolifération des germes pathogènes.

**10- Effet insecticide des HE :**

Depuis que les grains sont stockés par l'homme, le problème de leur conservation est posé. Il consiste à mettre hors d'atteinte des intempéries, des déprédateurs et des parasites, des masses de grains plus ou moins importantes pour des durées variables.

Le stock de céréales constitue une entité formée d'une part de la céréale à stocker et d'autre part de l'environnement dans lequel il évolue et où il subit diverses agressions.

Ces agressions se répartissent en quatre groupes principaux :

- \* Les agressions d'origine mécanique sont dues à des chocs entraînant des fissures ou des brisures.
- \* Les agressions d'origine biochimique et chimique sont très variées : réaction de Maillard, dénaturation des protéines, dégradation et destruction des amidons.
- \* Les agressions d'origine enzymatique sont dues à des hydrolases qui dégradent les réserves biochimiques du grain.
- \* Les agressions d'origines biologiques sont dues à des êtres vivants (rongeurs, oiseaux, insectes, acariens et microorganismes). Ce sont les insectes et les acariens en particulier, qui causent le plus de dégâts aux denrées stockées.

## 11- Présentation des espèces végétales :

Plusieurs travaux ont montré que les HE de thym, de cannelle, d'origan, romarin, de clou de girofle et d'autres plantes aromatique sont un effet inhibiteur sur la croissance et la toxigenèse de plusieurs bactéries et champignons responsables d'infections alimentaires. Ceci dû à la présence dans ces dernières de composés ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes.

### 11-1- Romarin (*Rosmarinus officinalis*) :

#### a- Systématique : D'après ( OZENDA, 1991).

- Règne : Végétal.
- Embranchement : Spermaphytes.
- Classe : Angiospermes.
- Sous/ classe : Gamopétale.
- Ordre : Lamiales.
- Famille : Labiacées.
- Genre : *Rosmarinus*.
- Espèce : *Rosmarinus officinalis* L.

#### b – Description botanique :

*Rosmarinus officinalis* L. est un arbuste très odorant et bien ramifié, pouvant atteindre 2 m de hauteur. Ses feuilles sont nombreuses, dures, étroites, linéaire mesurent jusqu'à 3 cm de long. Elles sont gaufrées, verdâtres au dessus, plus ou moins hispides et blanchâtres en dessous, et présentant une marge révolutes. Ses fleurs longues de 1 à 3 cm, sont disposées en épis courts et serrés partant de l'aisselle des feuilles. Elles présentent un calice en cloche, bilabié a corolle tubuleuse de 2 cm de long de couleur blanchâtres, ou, bleu (GUBB, GARICA et ARAEZ, 1953, POURRAT et MEN., 1953, BATTANDIER et TRABUT ,1988).

#### c – Origine et distribution :

Commun à l'état sauvage, le Romarin (*Rosmarinus officinalis* L.), est sans doute l'une des plantes les plus populaires en Algérie. Plante spontanée dans toute la région méditerranéenne.

Elle est répandue sur la plupart des maquis et des garrigues. Le romarin est un ornement des collines et des coteaux ou des montagnes basses (500 à 1000 m d'altitude) surtout calcaire, argileuses ou argilo limoneuses (**BENISTON., BATTANDIETR et TRABUT., 1988**).

**d- Domaine d'utilisation :**

Depuis longtemps, le Romarin est utilisé à des fins très diverses. Il est cultivé comme plante condimentaire et ornemental. Ses feuilles riches en huile essentielle ; à la saveur un peu amère, dégagent une odeur rappelle l'encens et le camphre. Il éloigne les mites et les papillons autant au jardin que dans la lingerie. Il fleurit de septembre à mai, selon les climats, période pendant les fabricants de miel exploitent ses fleurs, tandis que les parfums préfèrent de miel cueillir de mai à juillet (**ANONYME ,2010**).



**Fig03 :** Les feuilles de romarin

**11-2- Origan (*Origanum glandulosum*) :**

**a. Classification : (DOBIGNARD, 2008)**

- Règne : plantae
- Famille : lamiaceae
- Genre : Origanum
- Espèce : *Origanum glandulosum*

**b. Description botanique :**

C'est une plante robuste herbacée appartient à la famille de lamiaceae, (**DOBIGNARD, 2008**) pousse bien dans les sols calcaires. Les feuilles sont gris vert, et

lisses .La fleur comporte un calice tubuleux non bilabié à cinq dents courtes, une corolle blanche à lèvre supérieure marginée et à lèvre inférieure trilobée et quatre étamines divergentes. Le fruit est un tétrakène presque rond et sans albumen. **(QUEZEL et SANTA, 1963).**

### **C. Origine et distribution :**

Le genre est largement répandu en région méditerranéenne. Cependant la plupart des espèces (75 %) sont concentrées dans le pourtour méditerranéen **(RUBERTO et al, 2002)**. *OR. glandulosum* et *OR. floribundum* (Munby) sont deux espèces qui poussent spontanément en Algérie **(QUEZEL et SANTA ,1963)**.

### **d. Domaine d'utilisation :**

Sa large utilisation dans l'industrie alimentaire en tant qu'épice lui confère une grande importance dans le monde entier. C'est une plante qui possède aussi des propriétés *médicinales* reconnues. C'est un sédatif, un antispasmodique, et un antalgique. L'origan rentre aussi dans la confection des savons, des détergents et des parfums. Son activité bactéricide, fongicide, nématocide et insecticide a été affirmée par plusieurs chercheurs **(PARK et al., 2003)**.

### **e. Principaux constituants de L'huile essentielle :**

L'étude réalisée par **HOUMANI et al** (2002) révèle que les constituants majeurs sont :

- Thymol (21, 6%)
- Thymol-methyether (16, 5%)
- Y-terpinene (13, 6%)
- Carvacrol-methylether (11, 4%).



**Fig 04:** Les feuilles d'origan

### **1- Objectif :**

D'après **Regnault(2005)**, les biopesticides d'origine végétal peuvent constituer une solution alternative aux produits chimiques. Ces derniers temps face aux interventions phytosanitaires qui présentent des effets néfastes sur l'environnement et qui favorisent le développement des insectes nuisibles résistants aux matières actives utilisées.

Le présent travail a pour objectif l'évaluation l'efficacité insecticide de deux espèces végétales (*Origanum glandulosum*) et (*Rosmarinus officinalis*) vis-à-vis *T.confusum*.

Le travail comprend donc trois parties essentielles :

- La 1<sup>ère</sup> partie consiste à l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation.
- La 2<sup>ème</sup> partie concerne les analyses quantitatives et qualitatives des ces huiles essentielles par chromatographie en phase gazeuse (CPG).
- La dernière partie concerne l'étude du pouvoir insecticide par contact et inhalation vis-à-vis des larves et les adultes de *Tribolium confusum*.

### **2- Matériel et méthodes :**

#### **2-1- Matériel :**

##### **2-1-1- Matériel végétal :**

Les parties aériennes (feuilles et fleurs) des plantes origan (*Origanum glandulosum*) et romarin (*Rosmarinus officinalis*) ont été récolté durant la période printanière 2011.

Ce qui concerne l'origan, il a été récolté de la commune de TABLAT wilaya de Médéa et la plante de romarin a été récoltée dans la commune de soumâa wilaya de Blida.

Ces plantes ont été étalées et séchées à l'ombre pendant une vingtaines de jours.

Sur les paillasses au niveau du laboratoire de Zoo phytiatrie Département d'Agronomie université Sâad Dahleb- Blida.

### **2-1-2-Matériel animal :**

#### **• Elevage de *Tribolium confusum* :**

Dans le souci d'obtenir une population suffisante d'insectes (larves, adultes) un élevage de masse a été effectué avec des insectes adultes collectés dans le stock au niveau CCLS d'I Affroune (w. de Blida) durant la campagne 2011, L'unité d'Affroun qui se charge de la distribution des semences pendant les labours aux agriculteurs de la région, après la moisson elle achète les récoltes et ravitailler les moulins de la région. Cet élevage a été réalisé au niveau des étuves, laboratoire de Zoologie, département des sciences agronomiques, université Saâd Dahleb (Blida), il a été conduit dans des boîtes perforées à l'obscurité contenant de la farine et à une température 30°C et une humidité relative de 70%, pendant 28 jours.

### **2-1-3- Matériel de laboratoire :**

Pour effectuer nos essais, nous avons utilisé des boîtes de pétri en plastique de 9 cm de diamètre, de papier filtre, de pipette pour le dosage des produits utilisés, une pince pour le prélèvement de *Tribolium*.

### **Evaluation de la toxicité des traitements (HE de l'Origan et Romarin) sur les formes mobiles de *T.confusum* :**

### **2-2- Méthodologie utilisé :**

#### **2-2-1- Extraction et identification des huiles essentielles :**

L'extraction des huiles essentielles s'est effectuée au niveau du complexe antibiotique « SAIDAL » situé à la commune d'ouamri W. Médéa, durant les mois « Avril et Mai »

Nous avons choisi l'hydro-distillation comme méthode d'extraction des huiles essentielles de l'origan et romarin.

### **2-2-1-1-Hydro-distillation:**

#### **●principe :**

Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un ballon (alambic) rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes formées dans le serpentin sont condensées sur une surface froide qui est celle du réfrigérant, ainsi la séparation eau- essences s'effectue par une simple différence de densité .

Dans notre étude, on prend 30g pour les plantes séchées puis on les met dans un ballon (d'un 500ml) et on ajoute environ 300ml d'eau distillée puis on la bouillante pendant 3h.

L'huile est récupérée, est placée dans des échantillons opaques et conservés au réfrigérateur.



**Figure 05:** Photo représentant le montage de l'hydro distillation.

Originale « Sidal Médéa ».

### **2-2-1-2- Le volume d'huile essentielle:**

A la fin des 3h d'ébullition et après le refroidissement du mélange contenu dans le ballon, on détermine le volume de l'huile essentielle grâce aux graduations millimétriques de l'appareil utilisé. Les volumes obtenus sont exprimés en ml.

### **2-2-1-3- Le Rendement obtenu d'huile essentielle:**

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

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

**mHE:** Masse d'huile essentielle (g)

**mMV:** Masse de matière végétale (g)

**R(%):** Rendement en huile essentielle (%)

### **2-2-1- 4- Identification des Huiles Essentielles :**

Dans notre étude, l'analyse qualitative et quantitative des HE issus de l'origan et du romarin a été réalisée par une méthode d'analyse chromatographique.

#### **► Méthode d'analyse (CPG):**

La CPG est une technique très répandue depuis plusieurs de trentaine d'année, cette technique s'est développée. À travers cette méthode les mélanges très complexe des produits volatils peuvent être séparés, identifiés et quantifiés dans un temps relativement court.

L'appareil utilisé est de type DANI, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID). La colonne utilisée est une colonne capillaire DB5 en silice fondue de 30 m de longueur et de 0,32 mm de diamètre intérieur.

Les conditions chromatographiques sont données ci-dessous :

- **Appareillage :** HP G1800B.
- **Gamme de Masse :** 10-450 uma.
- **Colonne :** HP5, 30 m-0,25 mm-0,25µm.
- **Injection splitless:** 1 µl, dilution cyclohexane.
- **Gaz vecteur :** Hélium, 1,0 ml/min.
- **Four :** 40-250 °C, 10°C/min.

### **Type d'appareillage utilisé :(figure 06)**

Au niveau de laboratoire physico- chimique Sidal de Médéa.

- La marque d'appareille utilisé : **SHIMADZU (japon)**

- Type : **GC-17A**

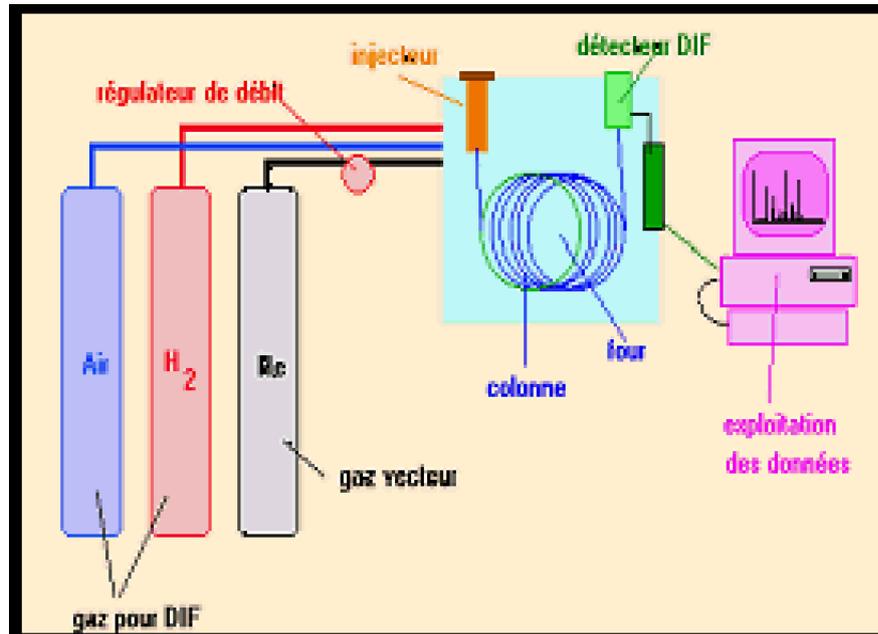
- Colonne capillaire : **SE30** 25m de long

- La phase stationnaire : 100% méthyle.

### **● Principe de la chromatographie en phase gazeuse :**

Les échantillons à analyser sont dissous dans un solvant n'ayant aucune affinité pour les matériaux qui constituent la colonne. Ils sont transformés en vapeur dans une chambre d'injection préalablement chauffée à température élevée où ils sont volatilisés. De là, un gaz inerte dit gaz vecteur « N<sub>2</sub>H<sub>2</sub> », « HE » qui est la phase mobile, les fait migrer à travers une colonne (qui est la phase stationnaire) à l'intérieur de laquelle s'opère une séparation entre les différents constituants

A la sortie se trouve un détecteur où le passage de chaque soluté (les substances ou solutés sont entraînés à des vitesses variables et sont donc séparées) est traduit par un signal électrique. Ce courant est mesuré en continu sur un enregistreur en fonction de temps, ce qui permet d'obtenir le « chromatogramme » où chaque constituant correspond à une augmentation du courant symbolisé par un pic. Les solutés peuvent être identifiés par spectroscopie (infrarouge, ultraviolet, Spectrographie de masse).



**Fig06** : Schéma de la chromatographie en phase gazeuse (STAGMULDER et al(1980)).

### **2-2-4- Test d'efficacité des huiles essentielles sur les formes mobiles des *tribolium* :**

#### **► Préparation des doses :**

A partir des huiles essentielles obtenues, nous préparons les doses à tester après dilution avec le tween20 (3%).

Pour les tests d'efficacité sur les larves et les adultes, 4 doses (1% ; 1.5% ; 2% ; 2.5%) ont fait l'objet du test. la dilution des HE faite dans une solution composée de l'eau distillé + tween20. L'agitation avant chaque traitement, permet l'homogénéisation de la solution.

#### **► Protocol expérimental :**

L'essai est mené au laboratoire sous les conditions suivants 20°C température et 70% d'humidité, Chacune des solutions ainsi préparées a été répandue uniformément sur une rondelle de papier filtre (Whatman n° 1) de 9 cm de diamètre (soit 63,62 cm<sup>2</sup> de surface) posée dans une boîte de Pétri en plastique (9cm de diamètre et 1cm de hauteur. La cinquième dose ou témoin, la rondelle était traitée par uniquement par la solution (eau distillé+ tween20).

L'effet toxique des différents traitements est évalué après un temps d'exposition de 24, 48, 72 et 96heures, chaque traitement est répété trois fois.

### **2-2-5- Evaluation de la toxicité des huiles essentielles sur les formes mobiles de *Tribolium* par contact :**

Nous avons traité les individus du *Tribolium* par deux modes (contact, inhalation).

Le test d'évaluation de la toxicité par contact des différentes huiles essentielles est réalisé en introduisant 10 individus de l'insecte étudié dans les boites de pétri préalablement traité par les HE. Pour une meilleure maitrise de l'observation, les boites sont recouvertes de moustiquaire collé hermétiquement afin d'empêcher la fuite des larves et les adultes.

### **2-2-6- Evaluation de la toxicité des huiles essentielles sur les formes mobiles de *Tribolium* par inhalation :**

Protocole expérimental :

Les doses testées sont les mêmes que celle adoptée pour le test d'efficacité des huiles par contact.

Les solutions des huiles servent à imprégner des disques de papier filtre de 7 cm de diamètre, que nous plaçons dans le couvercle d'une boîte de pétri, puis on introduit dans les boîtes 10 individus de *Tribolium* (larves, adultes), le couvercle est vissé hermétiquement.

Le dénombrement des mortalités est réalisé chaque 24h après traitement pour estimer l'effet choc du produit pendant 4 jours, 3 répétitions sont réalisées pour chaque dose d'huile essentielle, y compris le témoin traité à la solution (l'eau distillée+ tween20).

### **2-2-7 : Correction de la mortalité :**

Les mortalités dans les boîtes traitées ( $M_o$ ) ont été exprimées selon la formule d'Abbott (1925) en mortalités corrigées ( $M_c$ ), tenant compte des mortalités naturelles observées dans les boîtes témoins ( $M_t$ ) comme suite:

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

Le pourcentage des mortalités corrigées est transformé en probit et sont représentés graphiquement en fonction des logarithmes des doses afin d'évaluer la dose létale :

- 50(DL50) correspond à un probit de 5(50% de mortalité).
- 90(DL90) correspond à un probit de 9(90% de mortalité)

Les doses sont déterminées à partir de l'équation d'une droite de régression obtenue théoriquement.

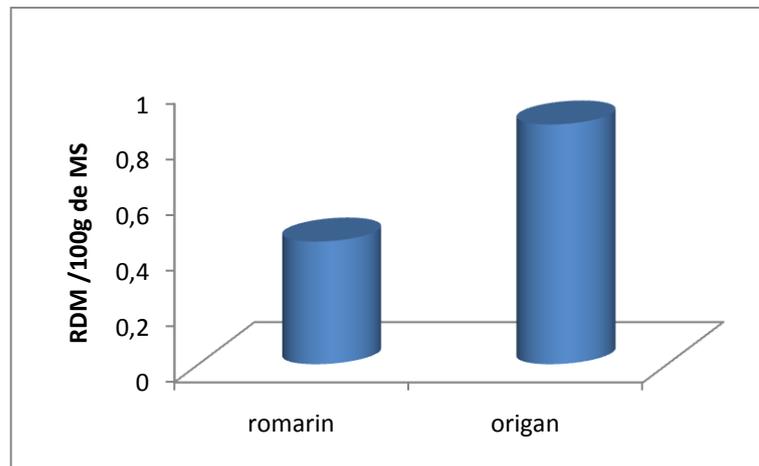
**Tableau 03** : Tableau des probits :

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

### 3- Résultats et discussions :

#### 3-1- Evaluation du volume et le rendement de l'origan et romarin.

Le rendement des deux espèces végétales utilisées à savoir l'origan et le romarin en huile essentielle ressort dans la figure (07), dont nous relevons que le rendement le plus élevé est celui de l'origan (0.86%).



**Fig 07:** les rendements des plantes en huiles essentielles

Cette variation du rendement et de la composition chimique des HE peut être attribuée plusieurs facteurs à savoir l'espèce, le milieu de récolte, la période de récolte, les pratiques culturelles et la technique d'extraction.

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.

$P \leq 0.01$  : différence hautement significative.

$P \geq 0.01$  : différence très hautement significative.

Le test de NEWMAN et KEULS permet de constituer les groupes homogènes en se basant sur les petites amplitudes significatives (P.P.A.S).

Lorsque l'amplitude observée entre les moyens, les extrêmes d'un groupe de K moyen sera inférieur à la (P.P.A.S) ; alors nous pouvons déduire que K moyenne constitue des groupes homogènes.

D'après le tableau ci- dessus :

- le rendement de l'origan est  $P \geq 0.05$  donc la différence non significative.

## Résultats et discussions

- le rendement de romarin est  $P \leq 0.05$  donc la différence significative.
- le volume de l'origan est  $P \geq 0.01$  la différence très hautement significative.
- le volume de romarin est  $P \leq 0.01$  la différence hautement significative.

### 3-2- Etude analytique des deux huiles essentielles par CPG :

#### ► Identification et quantification des substances chimiques l'origan :

**Tableau 04** : Principaux composés chimiques de l'HE de l'origan.

	Temps référé (min)	% référence	Temps réel (min)	% réel	identification
1	33.40	74.13	9.63	48.42	Carvacrol (Isothymol)
2	16.55	5.25	10.62	27.09	$\gamma$ - Terpinène
3	14.44	6.49	17.10	16.01	Para-Cymène
4	39.43	3.39	17.35	3.45	B-Caryophyllène
5	13.91	1.56	9.33	2.55	A-Terpinène
6	12.61	1.45	15.77	2.44	Myrcène

Les résultats de la composition chimique de l'HE d'origan réalisés à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse (CPG), nous présentent le temps de rétention, les noms et les pourcentages des différents composants identifiés.

Il est à noter que la fraction monoterpénique est ultramajoritaire dans l'huile obtenue à partir de l'origan parmi les monoterpènes, les phénols telle que le carvacrol, le tableau 04 montre que ce composé est le composé majoritaire avec un taux réel (48.42%) suivi par  $\gamma$  - Terpinène (27.09%) et le para-cymène (16.9%).

Ce qui concerne la fraction la plus faible, elle est représentée par les séquiterpènes, nous notons la présence du B-Caryophyllène (3.45%) suivi par A-Terpinène et Myrcène respectivement (2.55% et 2.44%) (Le profil chromatographique) annex03

## Résultats et discussions

### ► Identification et quantification des substances chimiques de romarin :

**Tableau 05:** Principaux composés chimiques de l'HE de romarin.

	Temps Réfé (min)	% Réfé	Temps Réel	% Réel	identification
01	14,64	50,42	3,20	56,90	limonène, cinéol-1,8
02	9,29	11,69	7,33	16,75	$\alpha$ -pinène
03	21,58	9,67	7,13	10,17	camphre
04	11,38	7,53	12,67	6,40	$\beta$ -pinène
05	9,93	4,27	8,32	3,40	camphène
06	39,11	3,17	10,22	2,25	$\beta$ -caryophyllène
07	23,84	2,34	9,74	1,54	Bornéol

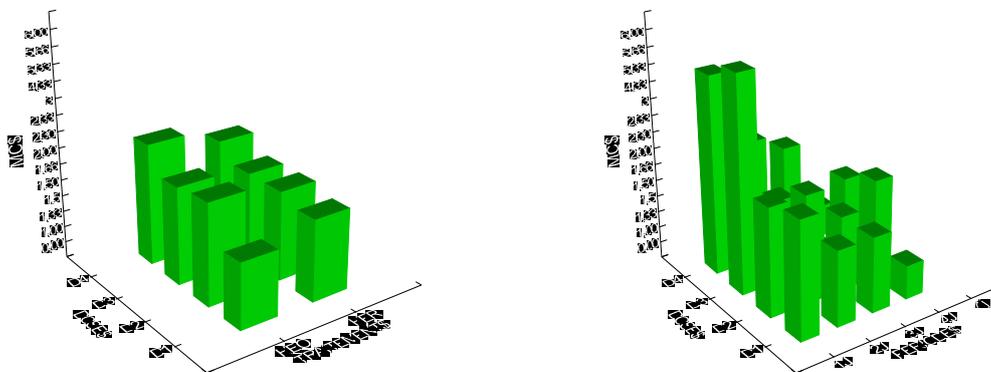
Le tableau 05 nous représente un groupe de composants chimiques, on note que cette l'huile contient seize composés (annex04), le taux le plus faible est celui de  $\delta$ -Cadinène avec 0.031% et le taux le plus élevé est celui du limonène, cinéol1,8 (59.90%) suivi par le  $\alpha$ -pinène et le camphre respectivement (16.75% et 10.17%).

Nous avons distingué qu'il y a une différence au niveau des temps de rétention et pour le même constituant de l'HE entre la référence et réel. Si nous prenons par exemple le Carvacrol, le chromatogramme de l'HE de l'origan montre que le temps de rétention de Carvacrol est de 33.40min alors qu'il est de 9.63 min pour le réel. La différence observée est liée à la méthode utilisée (colonne, mode opératoire, température...).

### 4- Evaluation insecticide de l'huile essentielle de l'origan et de romarin sur les larves de *T. confusum*.

Le taux de mortalité des larves du *Tribolium* a été évalué sous l'effet des huiles essentielles par deux modes de traitement (contact, inhalation) en fonction de temps d'exposition au traitement, les matières actives, et dose d'application.

**4-1- Test d'efficacité par contact :** Les résultats obtenus pour l'essai contact sont représentés dans la Figure 08.



a- Nature de traitement.

b- Evaluation temporelle.

**Fig 08 :** l'effet insecticide de l'HE d'origan et de romarin sur les larves de *Tribolium*

L'évaluation temporelle du taux de mortalité des larves traitées par mode contact, d'après la figure 08 montre un effet choc des matières actives les premières 24h, une similarité est enregistrée entre les deux huiles testées.

On note que l'effet des deux huiles essentielles se relève efficace au bout de 24h, s'affaiblie à 48h, 72h et 96h.

Nous avons utilisé le model GLM (général linéaire model) de manière à évaluer la variation temporelle de la population testé en fonction des doses, de traitement et mode de contact

Le model permet d'évaluer l'effet insecticide des différentes facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs.

## Résultats et discussions

L'ensemble des résultats d'analyse est consigné dans le tableau 07 et la figure 09

**Tableaux 06 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisées**

Source	sum-of-squares	df	Mean-square	F-ratio	p
Traitement	0.125	1	0.125	0.103	0.751
Doses	3.125	3	1.042	0.862	0.474
Période	26.625	3	8.875	7.345	<b>0.001***</b>

Probabilité significative à 5%, Probabilité hautement significative à 1%

\* : significative.

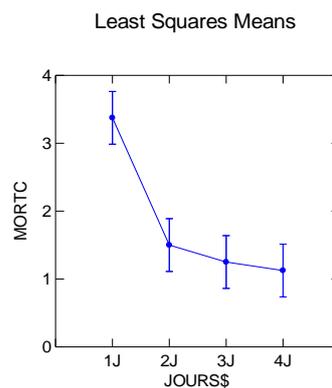
\*\* : hautement significative.

\*\*\* : très hautement significative.

Le tableau ci-dessus, désigne que la nature chimique des HE et les doses ont un effet non significative, sur le taux de mortalité des larves traitées par mode contact (F-ratio= 0.103,  $p=0.751 > 0.05$ ).

En revanche le facteur période (temps d'exposition) révèle l'existence une efficacité hautement significative avec les valeurs suivantes (F-ratio=7.345 et  $p=0.001$ ).

Les composés chimiques des HE des deux plantes testés présentent un effet sur les larves su *Tribolium* étudiée à travers le mode de traitement (contact).

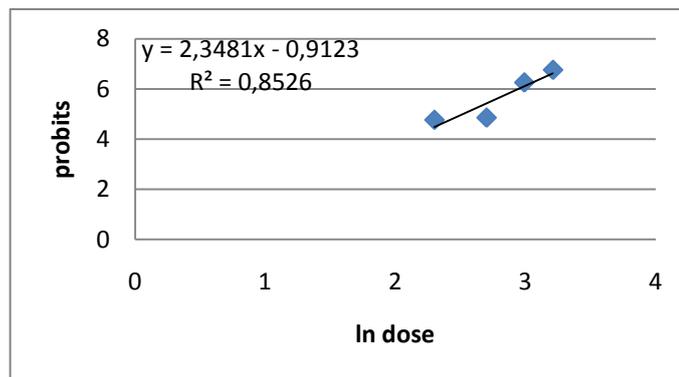


**Fig 09 :** Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan.

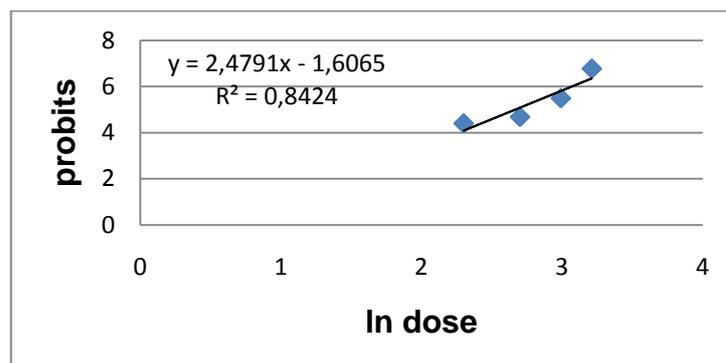
## Résultats et discussions

Nous avons constaté que les huiles utilisées manifestent un effet toxique à l'égard des larves de *Tribolium*, d'après les taux de mortalités enregistrés à travers les DL50 et DL90.

La DL50, calculé à partir de fonction de la droite de régression est de  $0.19\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour l'origan et  $0.22\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour le romarin elles sont très proches de la plus faible dose. Tandis que La DL90, selon la Fig. (10.11) est de  $0.33\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour l'origan et de  $0.37\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour le romarin.



**Fig10** : Efficacité de l'origan sur les larves de *Tribolium* par effet contact.



**Fig11** : Efficacité de romarin sur les larves de *Tribolium* par effet contact.

Les deux doses létales respectivement (50% et 90% de population des larves traitées par les deux huiles essentielles testées sont montrés très efficaces et prometteuses

## Résultats et discussions

### 4-1-1- Analyse de la variance :

Nous avons comparé par une analyse de la variance les moyennes des mortalités corrigées obtenues avec les 4 doses pour chaque HE appliqués.

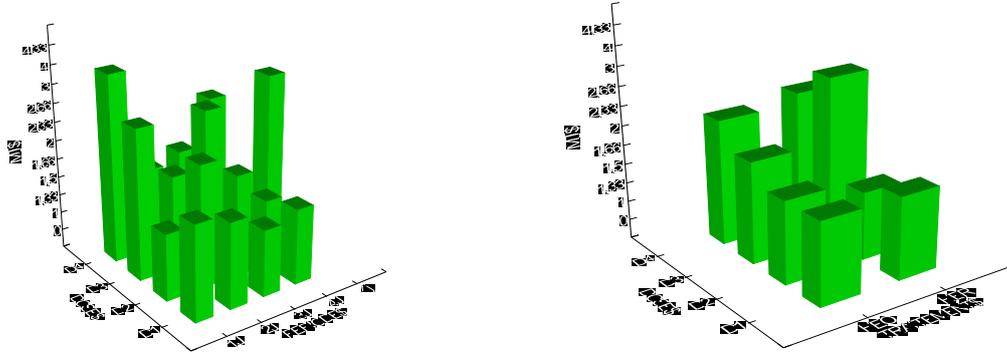
**Tableau 07** : Efficacité des HE de l'origan et romarin par contact

<b>Dose létale</b> \ <b>HE</b>	Origan	Romarin
DL50 $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	0.19	0.22
DL90 $\mu\text{l} / \text{cm}^2$	0.33	0.37

Les DL50, DL90 obtenues montrent que l'HE de l'origan s'est révélée plus toxique par contact que l'HE de romarin.

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

Les résultats obtenus pour l'essai inhalation sont représentés dans la figure 12.



a- Nature de traitement.

b- Evaluation temporelle.

**Fig 12 :** L'effet insecticide de l'HE d'origan et de romarin sur les larves de *Tribulium*

L'évaluation temporelle de taux de mortalité des larves traitées par mode inhalation, d'après la figure12 montre un effet choc des matières actives les premières 24h, une similarité est enregistrée entre les deux huiles testées.

On note que l'effet des deux huiles essentielles se relève efficace au bout de 24h, s'affaiblie à 48h, 72h et 96h (Figure a).

Nous avons utilisé aussi le model GLM (général linière model) dont l'ensomble des résultats d'analyse est consigne dans le tableau 08 et la Figure 13

L'ensemble des résultats d'analyse est consigne dans le tableau08 et la figure12

## Résultats et discussions

Les résultats d'analyse à la variabilité selon le modèle **GLM** du taux de mortalité des larves de *Tribolium* sous l'effet de la nature de substance et les doses d'applications présentés dans le (tableau 08).

**Tableau 08 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisées**

Source	sum-of-squares	Df	Mean-square	F-ratio	p
Traitement	0.27	1	0.27	0.38	0.543
Doses	5.148	3	1.716	2.429	<b>0.091*</b>
Période	2.5	4	0.625	0.885	0.489

Probabilité significative à 5%, Probabilité hautement significative à 1%.

\* : significative.

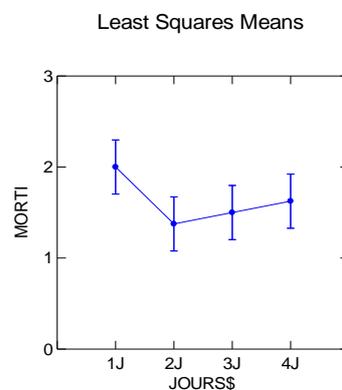
\*\* : hautement significative.

\*\*\* : très hautement significative.

Le tableau 08, désigne que la nature chimique des HE et facteur temps ont un effet non significative, sur le taux de mortalité des larves traitées par mode inhalation (F-ratio= 0. 38,  $p=0.543>0.05$ .  $P=0.489>0.05$ ).

En revanche le facteur dose révèle l'existence une efficacité hautement significative avec les valeurs suivantes (F-ratio=0.885 et  $p=0.091$ ).

Les composés chimiques des HE des deux plantes testés présentent un effet sur les larves su *Tribolium* étudiée avec le mode inhalation.



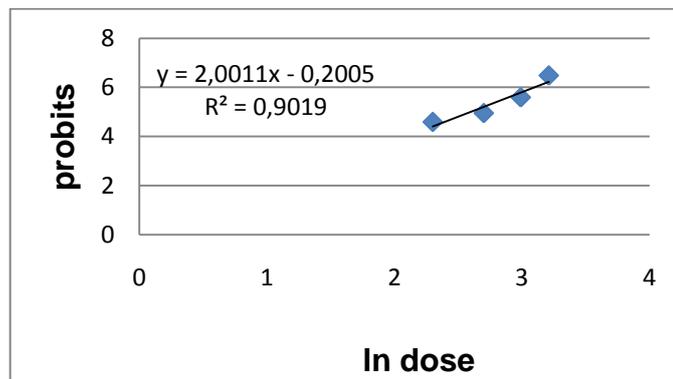
**Fig 13 : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan**

## Résultats et discussions

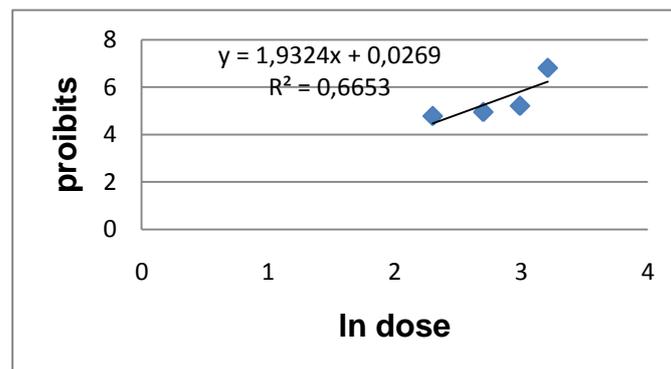
Nous avons constaté que les huiles utilisées manifestent un effet toxique à l'égard de *Tribolium*. Pour ce mode de traitement testé une efficacité presque similaire a été enregistrée entre ces composés chimiques.

La DL50, calculé à partir de fonction de la droite de régression est de  $0.20\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour l'origan et  $0.21\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour le romarin elles sont très proches de la plus faible dose. (Fig14.15).

La DL90, est de  $0.38\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour l'origan et de  $0.40\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour le romarin. (Fig.14.15)



**Fig14** : Efficacité de l'origan sur les larves de *Tribolium* par effet inhalation.



**Fig15** : Efficacité de romarin sur les larves de *Tribolium* par effet inhalation.

## Résultats et discussions

### 4-2-1- Analyse de la variance :

Nous avons comparés par une analyse de la variance les moyennes des mortalités corrigées obtenues avec les 4 doses pour chaque HE appliqués.

**Tableau 10** : Efficacité des HE de l'origan et romarin par inhalation.

<b>Dose létale</b> \ <b>HE</b>	Origan	Romarin
DL50 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$	0.20	0.21
DL90 $\mu\text{l}/\text{cm}^3$	0.38	0.40

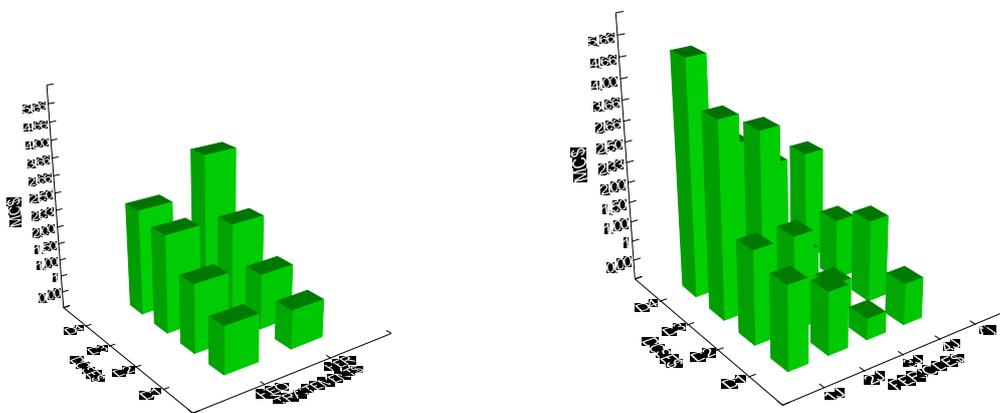
Les DL50, DL90 obtenues montrent que l'HE de l'origan et romarin ont une toxicité presque identique par effet inhalation.

### 4-4- Evaluation de la toxicité des huiles essentielles de l'origan et de romarin sur les adultes de *T. confusum* :

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

L'activité insecticide des huiles essentielles des deux plantes utilisées (*Origanum glandulosum*) et (*Rosmarinus officinalis*) a été évaluée in vitro avec le mode de traitement par contact sur les adultes de *Tribolium*.

Les résultats de l'essai sont représentés dans la figure 16 :



a- Nature de traitement.

b- Evaluation temporelle.

**Fig 16** : L'effet insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin sur les adultes de *Tribolium*

D'après la figure 16(a) on constate que les adultes de *Tribolium* réagissent presque de la même façon aux deux huiles testées. Ce taux de mortalité s'accroît en fonction des doses utilisées, comparé au témoin (eau+tween) aucune mortalité n'a été enregistrée même après 96h.

Toutefois pour l'HE de romarin diluée aux 4 doses, le taux de mortalité est légèrement plus élevé.

L'évaluation temporelle du taux de mortalité selon la Figure 16(b) nous montre que les HE avaient un effet choc dès les premières 24h d'exposition, ce taux s'affaiblit après 72h et 96h.

## Résultats et discussions

Cependant, le taux de mortalité des adultes de *Tribolium* a augmenté avec l'augmentation des doses des HE dans la dilution où le taux de mortalité à chaque fois qu'on augmente la dose.

**Tableau 10 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisées.**

Source	sum-of-squares	df	Mean-square	F-ratio	p
Traitement	0.079	1	0.079	0.101	0.754
Période	3.878	3	1.293	1.648	0.205
Doses	9.759	3	3.253	4.147	<b>0.017**</b>

Probabilité significative à 5%, Probabilité hautement significative à 1%.

\* : significative.

\*\* : hautement significative.

\*\*\* : très hautement significative.

L'application du model GLM (tableau 10) permet de déduire que les différents traitements présentent dans le temps une variation non significative ( $p=0.754$ ,  $p>0.05$ ) sur le *Tribolium*.

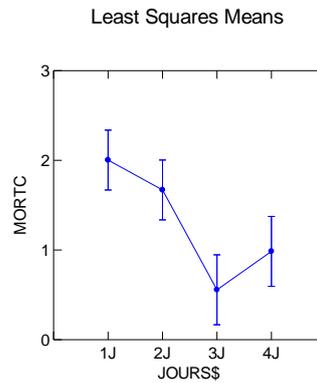
Même résultat pour le facteur temps dont ( $p=0.205$ ,  $p>0.05$ ) tandis que le facteur dose relève l'existence d'une efficacité hautement significative avec les valeurs suivantes ( $F\text{-ratio}=4.147$ ,  $p=0.017<0.05$ ).

Le tableau ci-dessus, désigne que la nature chimique des HE et doses ont un effet non significative, sur le taux de mortalité des adultes traitées par mode contact ( $F\text{-ratio}= 0.101$ ,  $p=0.754>0.05$ ).

En revanche facteur période (temps d'exposition) révèle l'existence une efficacité hautement significative avec les valeurs suivantes ( $F\text{-ratio}=4.147$  et  $p=0.017$ ).

La figure 16, confirme que la toxicité des HE d'origan et romarin, cette efficacité se traduit par son effet choc après 24h et 48h, en effet ce taux diminue dans le temps d'exposition elle est plus faible à 72h et 96h.

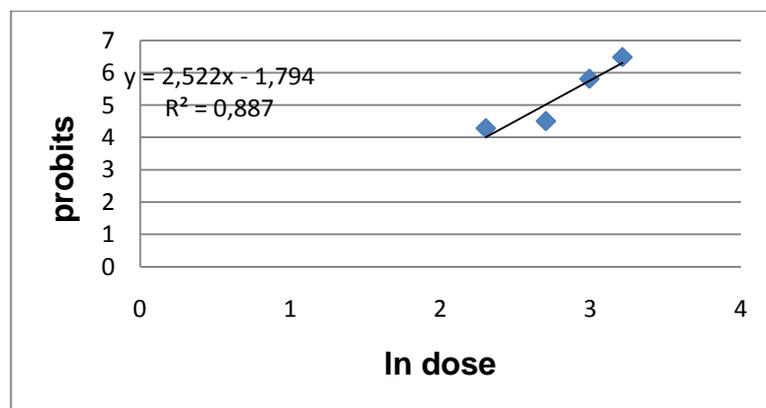
## Résultats et discussions



**Fig17** : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan.

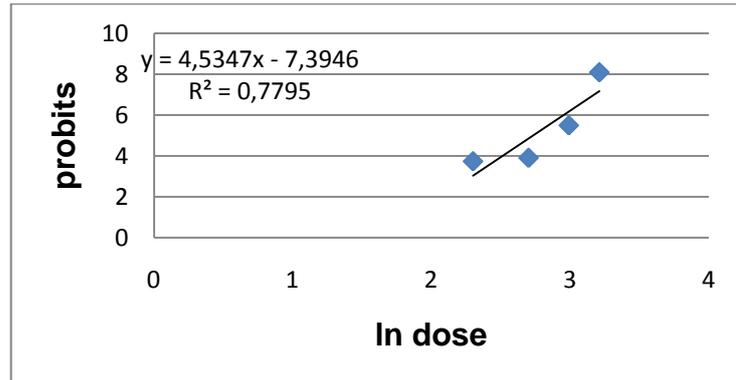
Nous avons aussi enregistré que les huiles utilisées ont provoqué la mortalité de 50% des individus de *Tribolium* traité par contact à  $0.23\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour l'origan et  $0.24\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour le romarin, et la DL90 d'individus à  $0.38\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour l'origan et  $0.32\mu\text{l}/\text{cm}^2$  pour le romarin.

Ces doses létales (50% et 90%) nous conduisent à conclure que l'HE utilisent un effet toxique à l'égard du ravageur étudié.



**Fig18** : Efficacité de l'origan sur les adultes de *Tribolium* par effet contact

## Résultats et discussions



**Fig19** : Efficacité de romarin sur les adultes de *Tribolium* par effet contact.

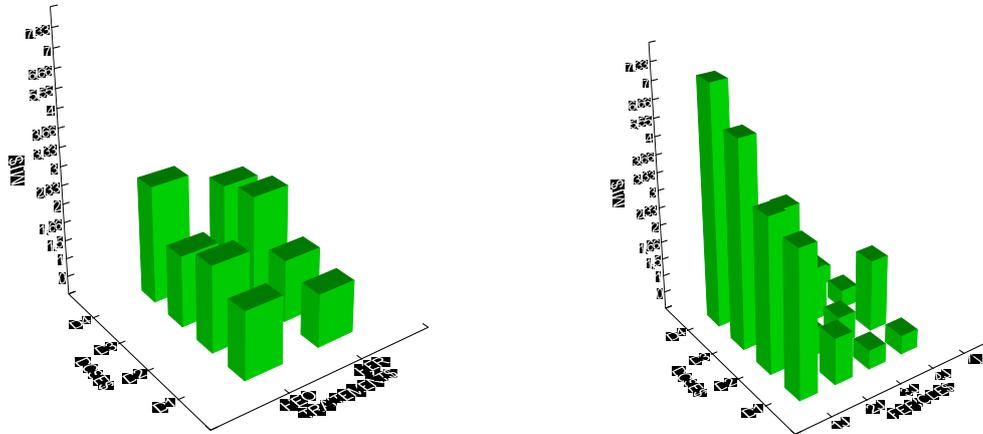
### 4-4-1-1-Analyse de la variance :

**Tableau 11** : Efficacité des HE de l'origan et romarin par contact.

Dose létale \ HE	Origan	Romarin
DL50 $\mu$ l/cm <sup>2</sup>	0.23	0.24
DL90 $\mu$ l/cm <sup>2</sup>	0.38	0.32

D'après le tableau 11 l'analyse de la variance révèle que l'origan et le romarin ont presque la même activité (à DL50). Mais cette dernière est plus intéressante chez l'origan (à DL90).

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



a- Nature de traitement.

b- Evaluation temporelle.

**Fig20** : L'effet insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin sur les adultes de *Tribolium*

D'après la figure 19(a), on constate que les deux huiles essentielles testées ont montré une efficacité insecticide sur les adultes de *Tribolium*, cette efficacité se traduit par

- 1- Une efficacité presque similaire est enregistrée dans D1 et D2.
- 2- Cette efficacité augmente en fonction de l'augmentation des doses surtout chez le romarin (D3 et D4).

Ce qui concerne l'évaluation temporelle, nous constatons d'après la figure 20(b) que le taux de mortalité des adultes de *Tribolium* traité par mode inhalation avec les deux substances, s'élève probablement aux concentrations testées les premières 24h. ce taux diminue en fonction des périodes d'exposition.

**Tableau 12 : Modèle GLM appliqué au pouvoir insecticide des HE en fonction du temps d'exposition, nature de traitement et des doses utilisées**

source	sum-of-squares	df	Mean-square	F-ratio	p
traitement	2.909	1	2.909	0.756	0.393
doses	9.454	3	3.151	0.819	0.496
période	42.461	3	14.154	3.67	<b>0.026***</b>

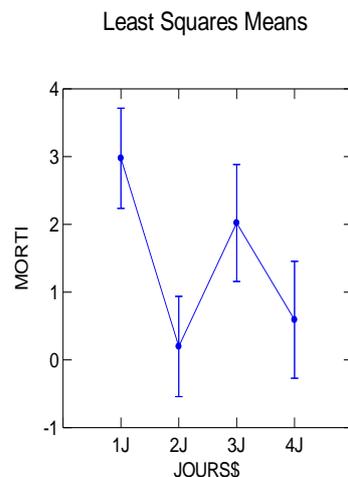
Probabilité significative à 5%, Probabilité hautement significative à 1%.

\* : significative.

\*\* : hautement significative.

\*\*\* : très hautement significative.

L'application du modèle GLM pour les données tableau 12 et figure 21 nous permet de déterminer l'existence d'une fluctuation dans les taux de mortalité des adultes en fonction du temps, ce facteur s'est révélé très hautement significatif ( $p=0.026$ ,  $p<0.05$ ).



**Fig21** : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin et l'origan.

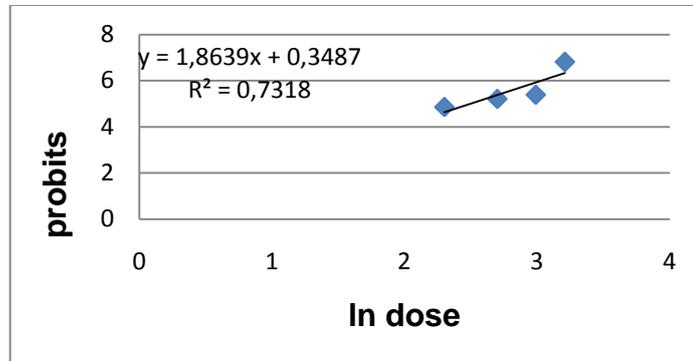
Les composés chimiques des HE des deux plantes testés présentent un effet très toxique sur les adultes de *Tribolium*

Les doses létales se présentent comme suit :

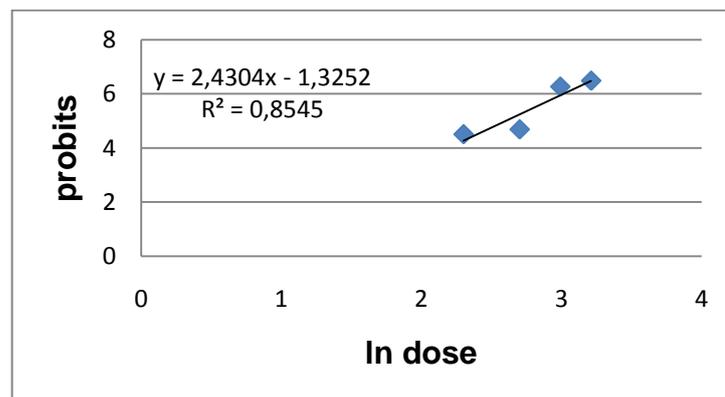
## Résultats et discussions

La DL50 est de  $0.19\mu\text{l}/\text{cm}^3$  pour l'origan est  $0.23\mu\text{l}/\text{cm}^3$  pour le romarin,

La DL90 est de  $0.37\mu\text{l}/\text{cm}^3$  pour l'origan et  $0.35\mu\text{l}/\text{cm}^3$  pour le romarin.



**Fig22:** Efficacité de l'origan sur les adultes de *Tribolium* par effet inhalation



**Fig23 :** Efficacité de romarin sur les adultes de *Tribolium* par effet inhalation

## Résultats et discussions

### 4-4-2-1-.Analyse de la variance :

Nous avons comparés par une analyse de la variance les moyennes des mortalités corrigées obtenues avec les 4 dose pour chaque HE appliqués.

**Tableau 13** : Efficacité des HE de l'origan et romarin par inhalation.

<b>Dose létale</b> \ <b>HE</b>	Origan	Romarin
DL50 $\mu$ l/cm <sup>2</sup>	0.19	0.23
DL90 $\mu$ l/cm <sup>2</sup>	0.37	0.35

Les DL50, DL90 obtenues montrent que l'HE de l'origan et romarin ont une toxicité  
Similaire avec les deux modes de traitement utilisés que ce sont par contact et  
inhalation.

### **Discussion :**

Les interventions phytosanitaires présentent des effets néfastes sur l'environnement et sur la santé des consommateurs liés aux résidus des pesticides dans les denrées alimentaires.

La prise de la conscience du danger présente par ces pratiques phytosanitaires fréquentes et les craintes du danger que peuvent constituer les résidus de pesticides, font orienter beaucoup d'attention vers l'utilisation des extraits des plantes « bio pesticides », et les composés biologiques actifs isolés à partir des espèces végétales, ces dernières se caractérisent par plusieurs types de métabolismes dites secondaires qui sont connu par leur utilisation antiseptiques, antimicrobiennes, antitoxiques, et antiparasitaires dans plusieurs domaines, la pharmacie humaine, vétérinaire, végétale, en cosmétique et en agroalimentaire.

Le recours aux extraits végétaux peut avoir un intérêt très promoteur comme source potentiel des molécules bioactives.

Dans la présente étude, l'activité insecticide des deux plantes (*Origanum glandulosum*) et (*Rosmarinus officinalis*) a été démontré sur les larves et les adultes d'un ravageur secondaire des denrées stockées.

La technique d'extraction par hydrodéstillation est largement utilisée pour produire des HE de grande facilité par apport aux autres méthodes d'extraction (**CHIASSAN et al., 2001**)

La grande variabilité des rendements des huiles peut être attribuée à plusieurs facteurs, les conditions chimiques, la période de récoltes, la nature de l'espèce qui peut varier d'une région à une autre et les méthodes d'extraction (**BOUSBIA, 2004**).

Ce qui concerne les plantes choisi dans notre étude, nous remarquons que le rendement(%) obtenu avec l'origan ( $0.86\pm 0.07$ ) et nettement supérieur à celui de romarin ( $0.44\pm 0.04$ ). Ces résultats sont très proches à la bibliographie.

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes contenir plus de 300 composés différent (**SELL, 2006**). Ces composés sont des molécules volatiles

## Résultats et discussions

appartenant pour la grande majorité à la famille des terpènes. Seules les terpènes les plus volatiles, c'est-à-dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée.

Plusieurs milliers de composés appartenant à la famille des terpènes ont, à ce jour, été identifiés dans les huiles essentielles (**MODZELEWSKA et al., 2005**).

La composition chimique des deux huiles essentielles à base d'origan et à base de romarin à travers la CPG, nous indique que les deux substances renferment une série de composants avec des quantités différentes, dont nous avons enregistré l'existence des éléments majoritaires tel que le carvacrol(48.42%) isomère de Thymol dans l'HE d'origan et la prédominance du limonène, caryophyllène(56.90%) dans l'HE du romarin, ainsi des fractions terpéniques que se soit des monoterpènes, diterpènes, sesquiterpènes.

D'après les auteurs (**Gande et al., 1992, Couvan, 1999, et Stavrianiakou et al., 2005**) les composés chimiques ayant une efficacité à large spectre antifongique appartiennent majoritairement à plusieurs grandes familles chimiques : les phénols, les phénylpropanoïdes, les terpénoïdes et stéroïdes, les alcaloïdes et les composés azotés.

Les techniques de traitement utilisées dans cette étude que ce soit mode (contact ou inhalation) ont révélé une forte activité insecticide entre les deux HE testés en fonction : stade de développement de l'insecte, dose et la période d'exposition au traitement qui varie de (24h à 96h) .

L'hypothèse que l'on peut suggérer, c'est que ces huiles renferment des molécules chimiques à activité insecticide, cette dernière est relative à la présence des composés chimiques majoritaires (principe actif), surtout l'existence des phénols et des terpènes ainsi leur rapidité de leur effet volatiles.

D'après **INOUYE et al., (1998)**, le thym(*thymus sp*) le groupement phénol a montré une activité insecticide particulière contre la croissance fongique et la sporulation d'*Aspergillus sp.*

Les résultats relatifs aux traitements appliqués à base d'huile essentielle d'origan et de romarin ont montré une efficacité rapide, sur les larves et des adultes de *Tribolium*.

## Résultats et discussions

Taux de mortalité produit par les HE varie d'une manière significative en fonction des différentes concentrations des HE, du temps d'exposition et du mode de traitement.

Nos résultats sont comparables aux travaux entrepris dans les essais in vitro de divers types de biopesticides sur les différents agents causals des maladies tels que les champignons et les bactéries.

D'après (**ISMANT et al., 2001**), L'efficacité des huiles essentielles évoqua chez les chercheurs la curiosité de connaître leur site d'action chez les insectes pour mieux cibler leur but ; dans ce sens, des expérimentations ont montré que les monoterpènes chez la blatte inhibent les cholinestérases, les groupements soufres agissent sur les canaux à potassium

ENAN et al., (1998) prouva la neurotoxicité des huiles essentielles sur la blatte américaine par leur interférence avec les transmetteurs de l'octopamine chez les arthropodes, la combinaison H-octopamine était significativement affectée par la présence des huiles essentielles.

De ce fait le système octopaminergique chez les insectes représente une cible importante pour leur contrôle.

**OKA et al., (2000)**, ont testé les extraits des huiles essentielles de plante aromatique sur les méloïdogyne.

La toxicité d'origan et du romarin in vitro vis-à-vis des larves et des adultes de *Tribolium* est due aux métabolismes secondaires est aux divers composés photochimiques, ces derniers qui ont été identifiés par l'analyse chromatographique en phase gazeuse (CPG).

Cette activité biologique des HE peut être attribuée non seulement à leur composition chimique mais aussi à la possibilité de synergie entre ces composés. d'après **LALOU., (2004)**.

Plusieurs espèces de la famille lamiacée doivent leur toxicité et ces substances phénoliques, d'après **REES et HARBONE., (1981)**, la capacité de l'espèce végétale à résister à l'attaque des insectes est souvent liée avec la teneur en composés phénoliques, ces substances ne sont pas dégradées par la plupart des agents pathogènes, ils constituent une barrière à plusieurs niveaux en protégeant les autres

## **Résultats et discussions**

---

constituants de la paroi ou en créant un obstacle à la diffusion des toxines parasitaires et à la dissémination des parasites vasculaires (**EL MODAFAR et EL BAISTANI,2002 in BENAMAROUCHE S . , 2010**).

Il s'est avéré dans les travaux de **RAYESH KANNAN et COLL(2009)**, que l'extrait d'*Anacardium occidentale* riche en composés phénoliques, des huiles volatiles et triterpénoides sont fortement efficace en contribution le champignon phytopathogène appartenant au genre *Fusarium* (**BENAMAROUCHE S., 2010**).

L'hypothèse relative à la similarité de toxicité entre les deux huiles essentielles d'origan et du romarin, même avec les deux modes de traitement (contact, inhalation), peut suggérer que les composés chimiques existants dans ces huiles ont atteint les sites cibles des larves et des adultes de *Tribolium* à travers la pénétration des molécules par contact et inhalation. Le produit appliqué sur le corps traverse la cuticule à travers des canalicules cireux et la destruction s'effectue directement dans l'organisme plus particulièrement dans les zones les plus lipophiles, l'hémolymphé véhicule la molécule toxique dans tout le corps de l'insecte.

Concernant l'effet de dose sur le pouvoir toxique des deux substances, ce facteur nous pouvons l'expliquer par la vitesse de métabolisation, ce qui concerne l'activité temporelle des huiles testées, nous avons enregistré une différence très nette de la toxicité entre 24h et 96h. Nous pouvons probablement attribuer cette différence à la nature volatiles des composés chimiques et leur degré de séparation.

Nous pouvons conclure que les deux huiles essentielles ont manifesté un effet insecticide vis à vis des larves et des adultes de *Tribolium* beaucoup plus intéressant par contact que par inhalation.

Beaucoup de travaux ont montré l'efficacité des carvacrol, camphre et des terpènes, ces molécules possèdent un très large spectre d'activité antiparasitaire.

Les résultats obtenus lors de notre étude ont montré que les huiles essentielles des deux espèces végétales pourraient être un moyen efficace de lutte contre les *Triboliums*.

Il sera nécessaire d'évaluer l'effet des ces substances sur les paramètres de stockage dans les conditions réel (lieu de stockage).

Ce résultat est une plateforme primaire pour d'autres études. En fin il serait intéressant de formuler les huiles afin d'être utilisées à grande échelle.

### **Conclusion générale :**

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, etc.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire.

Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc.

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

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

Ainsi, les instances internationales comme l'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. **(EPA, 2001).**

Les huiles essentielles des plantes révèlent une bonne efficacité insecticide contre les différents stades de *Tribolium* (larvaire et adultes).

L'hypothèse avancé corroborent avec plusieurs résultats concernant l'efficacité des huiles essentielles en tant que biopesticides afin d'éradiquer les ravageurs des denrées stockées.

Les résultats obtenus in vitro ne constituent qu'une première étape dans le domaine de recherche.

L'utilisation des biopesticides d'origine végétales il serait intéressant d'étudier dans une future recherche les paramètres suivants afin de compléter :

- 1- La formulation de ces substances afin de les utiliser à grande échelle.
- 2- L'essai des substances sur d'autres ravageurs et d'autres maladies (fongique et bactériennes) surtout qui causent des dommages.
- 3- L'utilisation de chaque compartiment (feuille, tige, fruits, et grain) a part.
- 4- Séparation des différents composants chimiques et l'essai de chaque composé.

Dans notre recherche nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles extraites de deux plantes qui poussent spontanément en Algérie *Rosmarinus officinalis* et *Origanum glandulosum*.

Les analyses par CPG ont montré l'existence de carvacrol (48.42%) comme produit majoritaire de l'huile essentielle de l'origan et du limonène, cinéol-1,8 (56.90%) pour le romarin.

Les huiles essentielles se sont avérées trop toxiques vis-à-vis des insectes ravageurs des denrées alimentaires stockées : *Tribolium* avec un taux de mortalité très élevé. Ces huiles essentielles peuvent être utilisées et exploitées avec succès comme des Bioinsecticides afin de minimiser l'utilisation des insecticides synthétiques.

### **Recommandations :**

Les essais en milieu réel restent à effectuer pour évaluer l'efficacité pratique de ces plantes car les composés de l'huile essentielle étant volatils, il est possible qu'appliqués seuls dans les structures traditionnelles de conservation des graines, ils puissent disparaître avant d'agir sur les insectes. Il est donc impératif de rechercher des méthodes de stabilisation des huiles essentielles en vue d'accroître leur efficacité.

### **Références bibliographiques :**

- 1- ANONYME.,1981 :le problème des denrées stockées en Algérie. Inst.nat.protec. végé /MAP. Rapport ref.et 67/DS/1981.
- 2 - ANONYME., 1984- perte de qualité des grains alimentaires après la récolte. Etude F.A.O, Alimentation internationale, Rome, 29 :102p.
- 3- ANONYME, 2005 - Données statistiques de la F.A.O. Information statistiques mondiales concernant l'alimentation et l'agriculture.
- 4- ANONYME., 2011. related:<http://membres.Multimania.fr/insecte2/tribolium.htm> *Tribolium confusum*.2011.
- 5- ABDEHAMID B., CLAUDINE C., FOUAD C., MOHAMED K., et ZOUBIR S., 1995- La filière blé en Algérie. Ed.KARTHALA.1996.P.106
- 6- BINET P. ET, BRUNEL J.-P.; Physiologie Végétale. Tome II. Edit., Doin.
- 7- BLAYN J-F. (1980) ; Parfums Cosmétique Arômes, N°117.
- 8- BLERVAQUE M., 1975 - cours de biochimie applique. E.A.M. , BLIDA.
- 9- BENCHARIF et CHAULET, 1991 - problématiques et organisation du projet d'étude. ENIAL – séminaire sur la mise en marché des céréales et les stratégies des entreprises de la filière Blida, pp1-30.
- 10- BRICH I C., 1953. Experimental background to study of distribution and abundance of insects. Ecol., 34,4,698-711.
- 11- CALVEL R., 1984- La boulangerie moderne.Ed .Eyrolles, Paris, 455p.
- 12- DAMASSE L.,2009 - Algérie : Politique agricole et opportunités en amont des filières céréales et lait 05/08/2009 source multiple.
- 13- DJERMOUN A.E.K.,2009 - Revue Nature et Technologie. n° 01/Juin 2009. Pages 45 à 53.
- 14- ENAN E., 1998- Insecticidal action of terpens and phenols to cockaoaches offects on receptors. Paper presented at the international symposium on plant protection. Grent, Belguim.
- 15- FLEURAT LESSARD F ., 1991 –Entomologie des céréales et des dérivés et autres Contaminations d'origine animale in les industriesDe première transformation de céréales (GODON B ., WILLIAM C.)Ed. Techn. et Docum. LAVOISIER / A.P.R.I.A,Paris, pp. 192-219 .

- 16- FLEURAT LESSARD F ., 1992- La sensibilité des produits des industries agro-alimentaires Aux insectes et aux insectes et aux acariens. Bul . de comité pour les application des insecticides et à la Protection des denrées alimentaires (C.I.L.D.A), pp. 39-56.
- 17- FOURAR R. ,1987 - Inventaire des insectes du blé tendre, Estimation des dégâts et Préservation de la qualité industrielle par l'emploi d'insecticides dans la région de Blida.Thèse Ing. Agr., I.N.A d'EL Harrach , p 169.
- 18- GODON B., 1982 - Valeur meunière et boulangère des blés tendres et durs farine in conservation et stockage des grains et produits dérivés céréaliens, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux (MULTON J.L.). Ed. Tchen. et Docum. LAVOISIER, A.P.R.I.A, Paris, pp.1909-1969.
- 19- GODON B.1971 In BERGER 1991 - Composition biochimique des céréales in Les industries de première Transformation des céréales (GODON B., WILLIAM C.)Ed. Techn. et Docum. – LAVOISIER, Paris, pp. 85-91.
- 20- GWINNER J ., 1996- Manuel sur la manutention et la conservation des grains après recolte. Echoborne. RFA.388p.
- 21- HAGSTRUM D.W., 1990- Acoustical monitoring of Rhyzopeta dominica population wheat.J.environ.entomol.Vol.83.N°2, pp.625-628.
- 22- ISMAN M.B., WAN A.J. and PASSREITER C.M., 2001- Insecticidal activity of essential oils of the tobacco cutworm *Spodoptera litura*. Fitoterapia, n°72, pp. 65-68.
- 23- JEMMALI M., 1971- La conservation vue sous l'aspect micro – biologique. Bul. Anc. Élevés de l'E .F.M, Paris, n° 241.pp. 14-22.
- 24- KASSOU D et AHO., 1993- Stockage et conservation des grains alimentaires tropicaux.Ed.Flamboyant. Benin.125p.
- 25- KIGER J.K et J.G., 1967- Technique modernes de la biscuiterie, pâtisserie, boulangerie Industrielle et artisanale des produits de régime. Ed .Dunod, Paris, T .I, 676 p.

- 26- LEPESME P., 1944- Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels Entreposés. Collection : Encyclopédie entomologique, le chevalier, Paris, 335 p.
- 27- MAUZE C. et RICHARD M., SCOTTI G., 1972- Guide pratique, contrôle de qualité des blés Ed. I.T.C.F, PARIS, 175 p.
- 28- MILLS J T., 1990- Protection des grains et des graines oléagineux stockées à la ferme contre les insectes, les acariens et moisissures. Minit. Ser.Agrican.Public.49p.
- 29- NURET N., 1991 – La mouture des blés tendres in les industries de première transformation de céréales (GODON B. WILLIAM C.) Ed. Techn. Docum. LAVOISIER / A.P.R.I.A., Paris, pp. 334-370.
- 30- PELHAT J., 1982 - Ecologie de la microflore des grains et graines in conservation et Stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales oléagineux, Protéagineux, aliments pour animaux. Ed. Techn. Docum. LAVOISIER / A.P.R.I.A., Paris, pp. 370-450.
- 31- QUEZEL P et SANTA S., 1963- nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales, tome II .Ed. CNRS.
- 32- RICHARD MOLLARD R., 1991 – Microbiologie des céréales et farines in les industries de Première transformation des céréales (GODON B. WILLAM C.) Ed. Techn. Docum. LAVOISIER / A.P.R.I.A., Paris.
- 33- STEFFAN J .R., 1978- Description et biologie des insectes In :les insectes et les acariens des céréales stockées (Scotti G), Ed. A.F.N.O.R, I.T.C.F., Paris,pp.1-65.
- 34- STAGMULDER (1980), DIDIER et FOURNIER(1983) ; CHOVIN et MUNIER cité par LOISELEUR (1963), ROUESSAC et ROUESSAC (1992), KAMOUN (1987), PRADEAU et COHEN (1992). STAGMULDER (1980), DIDIER et FOURNIER(1983) ; CHOVIN et MUNIER cité par LOISELEUR (1963),

ROUESSAC et ROUESSAC (1992), KAMOUN (1987), PRADEAU et COHEN

(1992). la nouvelle muse du parfumeur (la chromatographie phase gazeuse).

Parfums, Cosmétiques,Arômes, n°35, pp. 35-37.

35- WILKIN D.R et CHAMBERS. 1987- Methods of diticting insects in grain  
Ann.Conf.Paris.pp.489-496.

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

## Annex 01

### ► Traitement des larves :

**Tableau 01** : Efficacité de l'huile essentielle de l'**origan** par contact.

Dose de L'HE $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	R1	R2	R3	Somme	Moy	% de Mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	0	0	01	01	0.33	3.3	////////	////////
0.15	04	04	05	13	4.33	43.3	41.77	4.77
0.23	05	04	05	14	4.66	46.6	44.77	4.86
0.31	09	10	08	27	09	90	89.65	6.26
0.39	09	10	10	29	9.66	96.6	96.17	6.77

**Tableau 02** : Efficacité de l'huile essentielle de **Romarin** par contact.

Dose de L'HE $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	0	01	0	01	0.33	3.3	////////	////////
0.15	04	05	02	09	03	30	27.61	4.40
0.23	03	05	04	12	04	40	37.95	4.68
0.31	06	07	08	21	07	70	68.97	5.49
0.39	10	10	08	28	09.33	93.3	93.07	6.48

**Tableau 03** : Efficacité de l'huile essentielle de l'**origan** par inhalation.

Dose de L'HE	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	01	00	00	01	0.33	3.3	////////	////////
0.15	04	03	06	13	4.33	43.3	41.36	4.78
0.23	05	06	04	15	05	50	48.29	4.95
0.31	05	05	07	18	06	60	58.63	5.21
0.39	09	10	10	29	9.66	96.6	96.48	6.81

## Annex 02

**Tableau 04** : Efficacité de l'huile essentielle de **Romarin** par inhalation.

Dose de L'HE	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	00	01	00	01	0.33	3.3	//////////	//////////
0.15	04	04	03	11	3.66	36.6	34.43	4.59
0.23	05	05	05	15	05	50	48.29	4.95
0.31	04	10	08	22	7.33	73.3	72.38	5.59
0.39	10	09	09	28	9.33	93.3	93.07	6.48

► **Traitement des Adultes :**

**Tableau 05** : Efficacité de l'huile essentielle de **l'origan** par contact.

Dose de L'HE	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	01	00	00	01	0.33	3.3	//////////	//////////
0.15	04	03	01	08	2.66	26.6	23.78	4.28
0.23	02	04	04	10	3.33	33.3	31.02	4.50
0.31	09	05	10	24	08	80	79.31	5.81
0.39	10	09	09	28	9.33	93.3	93.07	6.48

**Tableau 06** : Efficacité de l'huile essentielle de **Romarin** par contact.

Dose de L'HE	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	01	00	00	01	0.33	3.3	//////////	//////////
0.15	01	02	01	04	1.33	13.3	10.34	3.73
0.23	02	02	01	05	1.66	16.6	13.75	3.90
0.31	06	07	08	21	07	70	68.97	5.49
0.39	10	10	10	30	10	100	100	8.09

## Annex03

**Tableau 07** : Efficacité de l'huile essentielle de l'**origan** par inhalation.

Dose de L'HE	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	01	00	00	01	0.33	3.3	//////////	//////////
0.15	04	03	07	14	4.66	46.6	44.77	4.86
0.23	04	04	10	18	06	60	58.63	5.21
0.31	03	09	08	20	6.66	66.6	65.46	5.39
0.39	09	10	10	29	9.66	96.6	96.48	6.81

**Tableau 08** : Efficacité de l'huile essentielle de **Romarin** par inhalation.

Dose de L'HE	R1	R2	R3	Somme	Moy	%de mortalité	%de mortalité corrigée	probit
0(témoin)	01	00	00	01	0.33	3.3	//////////	//////////
0.15	02	03	05	10	3.33	33.3	31.02	4.50
0.23	06	04	02	12	04	40	37.95	4.68
0.31	09	08	10	27	09	90	89.65	6.26
0.39	07	10	10	28	9.33	93.3	93.07	6.48

## Annex 04

### Larves :

**Tableau 09** : Evaluation de la toxicité d'HE de l'origan et romarin par contact.

	Origan			Romarin		
	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit
T	0.000	////////	//////////	0.000	////////	//////////
D1	0.15	41.36	4.77	0.15	27.61	4.40
D2	0.23	44.77	4.86	0.23	37.95	4.68
D3	0.31	89.65	6.26	0.31	68.97	5.49
D4	0.39	96.17	6.77	0.39	93.07	6.48

**Tableau 10** : Evaluation de la toxicité d'HE de l'origan et romarin par inhalation.

	Romarin			Origan		
	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit
T	0.000	//////////	//////////	0.000	//////////	//////////
D1	0.15	34.43	4.59	0.15	41.36	4.78
D2	0.23	48.29	4.94	0.23	48.29	4.95
D3	0.31	72.38	5.59	0.31	58.63	5.21
D4	0.39	93.07	6.48	0.39	96.48	6.81

## Annex 05

### ADULTES :

**Tableau 11:** Evaluation de la toxicité d'HE de l'origan et romarin par contact.

	Origan			Romarin		
	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit
T	0.000	//////////	//////////	0.000	//////////	//////////
D1	0.154	28.78	4.28	0.15	10.34	3.73
D2	0.23	31.02	4.50	0.23	13.75	3.90
D3	0.31	79.31	5.81	0.31	68.97	5.49
D4	0.39	93.07	6.48	0.39	100	8.09

**Tableau 12 :** Evaluation de la toxicité d'HE de l'origan et romarin par inhalation.

	Origan			Romarin		
	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit	Dose $\mu/\text{cm}^2$	% de Mc	probit
T	0.000	//////////	//////////	0.000	//////////	//////////
D1	0.15	44.77	4.86	0.15	31.02	4.50
D2	0.23	58.63	5.21	0.23	37.95	4.68
D3	0.31	65.46	5.39	0.31	51.70	5.04
D4	0.39	96.48	6.81	0.39	93.07	6.48

## Annex 06:

Seuls les composés de pourcentage supérieur à 0,03 % ont été rapportés :

**Tableau 13** : Huile essentielle de l'origan à Carvacrol (Isothymol) (référence)

Temps de Rétention (min)	Identification	% Aire
9,18	$\alpha$ -Thuyène	1,16
9,44	$\alpha$ -Pinène	0,73
10,11	Camphène	0,11
11,56	Sabinène	0,16
	$\beta$ -Pinène	
12,10	1-Octen-3-ol	0,19
12,61	Myrcène	1,45
13,01	3-Octanol	0,03
13,18	$\alpha$ -Phellandrène	0,30
13,48	$\delta$ -3-Carène	0,09
13,91	$\alpha$ -Terpinène	1,56
14,44	<i>para</i> -Cymène	6,49
14,61	$\beta$ -Phellandrène	0,64
14,73	1,8 Cinéole	Co-élués
	Limonène	
16,02	Trans- $\beta$ -Ocimène	0,05
16,55	$\gamma$ -Terpinène	5,28
18,33	Terpinolène	0,14
18,45	Déhydro- <i>para</i> cymène	0,07
19,36	Linalol	1,00
23,39	Bornéol	0,20
24,15	Terpinène-4-ol	0,87
25,34	$\alpha$ -Terpineol	0,10
28,93	S-Carvone	0,12
31,02	Géranial	0,05
32,43	Thymol	0,41
33,40	Carvacrol (Isothymol)	74,13
36,11	Eugénol	0,04
39,43	$\beta$ -Caryophyllène	3,39
41,45	$\alpha$ -Caryophyllène	0,12
45,09	$\beta$ -Bisabolène	0,12
48,98	Oxyde de Caryophyllène	0,17

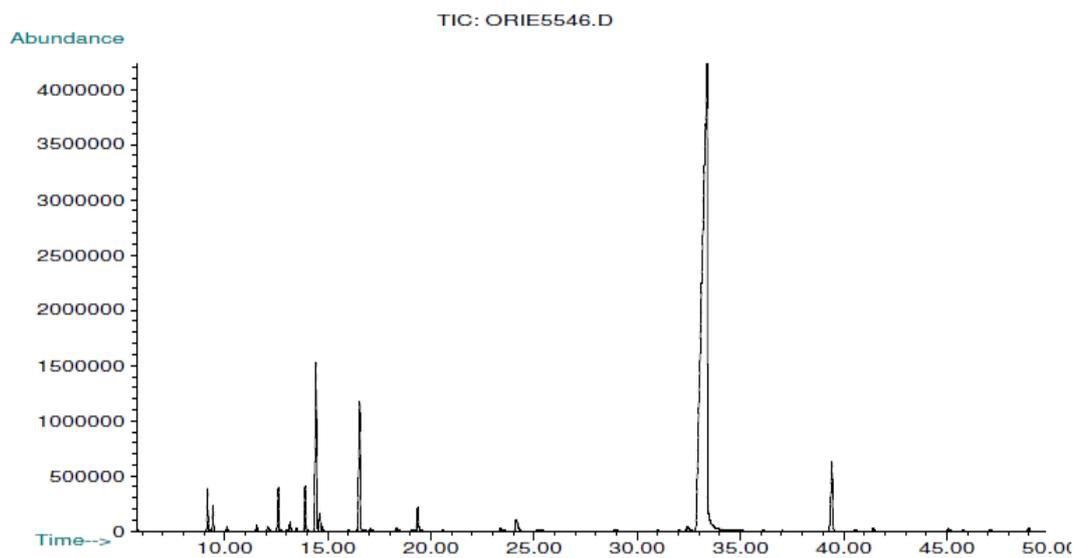
## Annex07 :

**Tableau 14** : Huile essentielle de l'origan à Carvacrol (Isothymol) (réalisé).

	Temps référé (min)	% référence	Temps réel (min)	% réel	identification
1	33.40	74.13	9.63	48.42	Carvacrol (Isothymol)
2	16.55	5.25	10.62	27.09	$\gamma$ - Terpinène
3	14.44	6.49	17.10	16.01	Para-Cymène
4	39.43	3.39	17.35	3.45	B-Caryophyllène
5	13.91	1.56	9.33	2.55	A-Terpinène
6	12.61	1.45	15.77	2.44	Myrcène

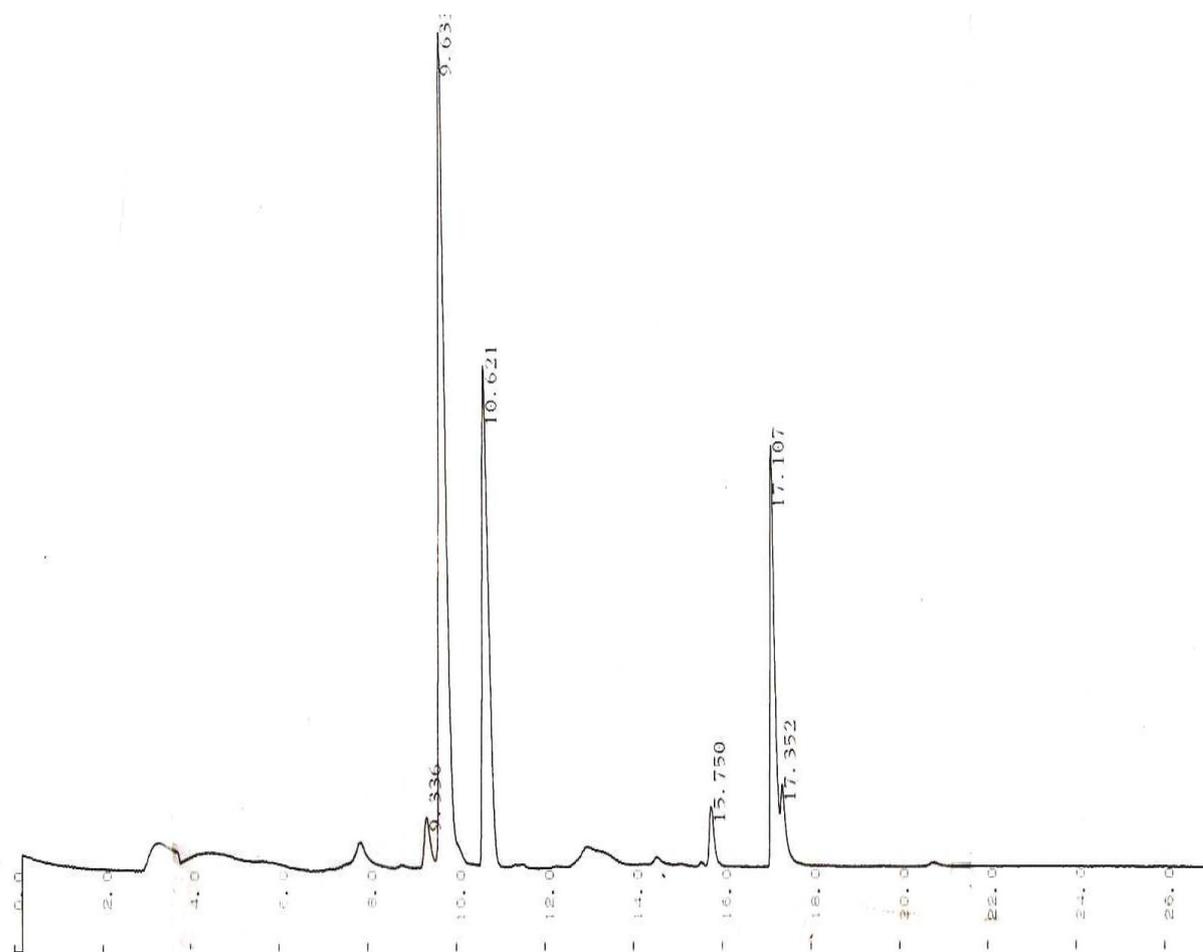
## Annex08

### Profil chromatographique :



- 1 -

**Fig01** : Chromatogramme de l'analyse de l'huile essentielle *d'Origanum glandulosum* (référence)



**Fig02** : Chromatogramme de l'analyse de l'huile essentielle ***d'Origanum glandulosum*** (réalisé)

## Annex10

Seuls les composés de pourcentage supérieur à 0,05 % ont été rapportés :

**Tableau 15:** Huile essentielle de Romarin à Cinéole-1,8 référence.

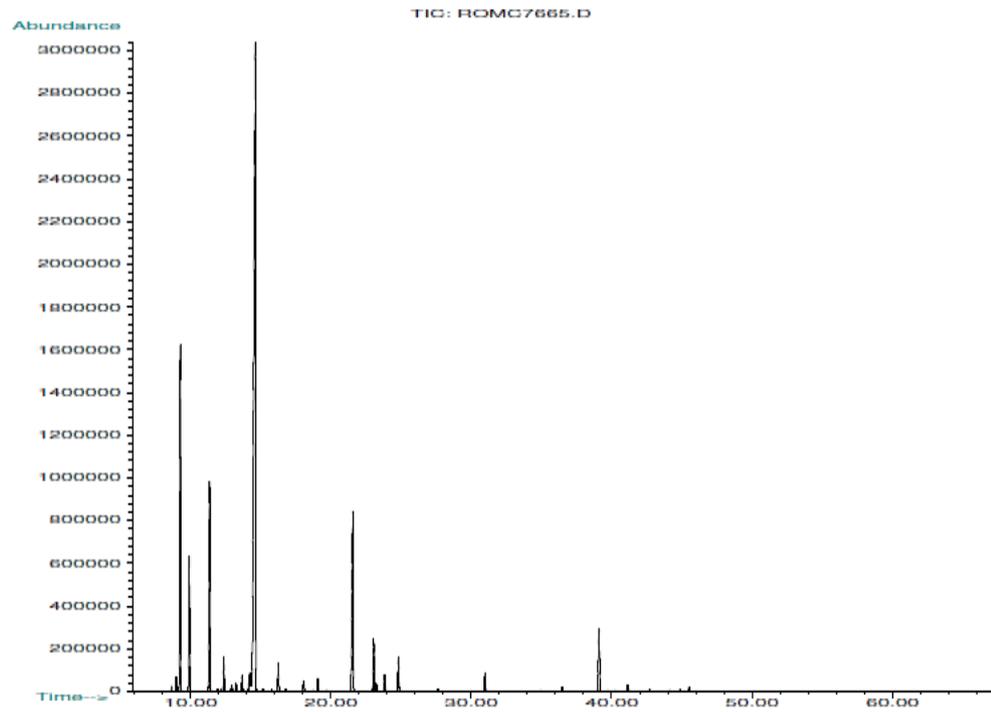
Temps de Rétention (min)	Identification	% Aire
8,68	Tricyclène	0,13
8,99	$\alpha$ -Thuyène	0,42
9,29	$\alpha$ -Pinène	11,69
9,93	Camphène	4,27
11,38	$\beta$ -Pinène	7,53
11,92	1-Octèn-3-ol	0,07
12,39	Myrcène	1,20
12,96	$\alpha$ -Phellandrène	0,22
13,26	3-Carene	0,27
13,68	$\alpha$ -Terpinène	0,61
14,24	<i>p</i> -Cymène	1,27
14,64	<b>Limonène*</b>	Co-élués
	Cinéole-1,8	50,42
16,26	$\gamma$ -Terpinène	1,09
18,08	Terpinolène	0,43
19,08	<b>Linalol*</b>	0,53
21,58	Camphre	9,67
23,07	Bornéol	2,34
23,84	Terpinèn-1-ol-4	0,72
24,82	$\alpha$ -Terpinéol	1,53
30,99	Acétate de bornyle	0,80
36,50	$\alpha$ -Copaène	0,17
39,11	$\beta$ -Caryophyllène	3,17
41,15	$\alpha$ -Caryophyllène	0,30
42,71	$\beta$ -Copaène	0,10
45,52	$\delta$ -Cadinène	0,14

# Annex11

**Tableau 16** : Huile essentielle de Romarin à Cinéole-1,8 (réalisé).

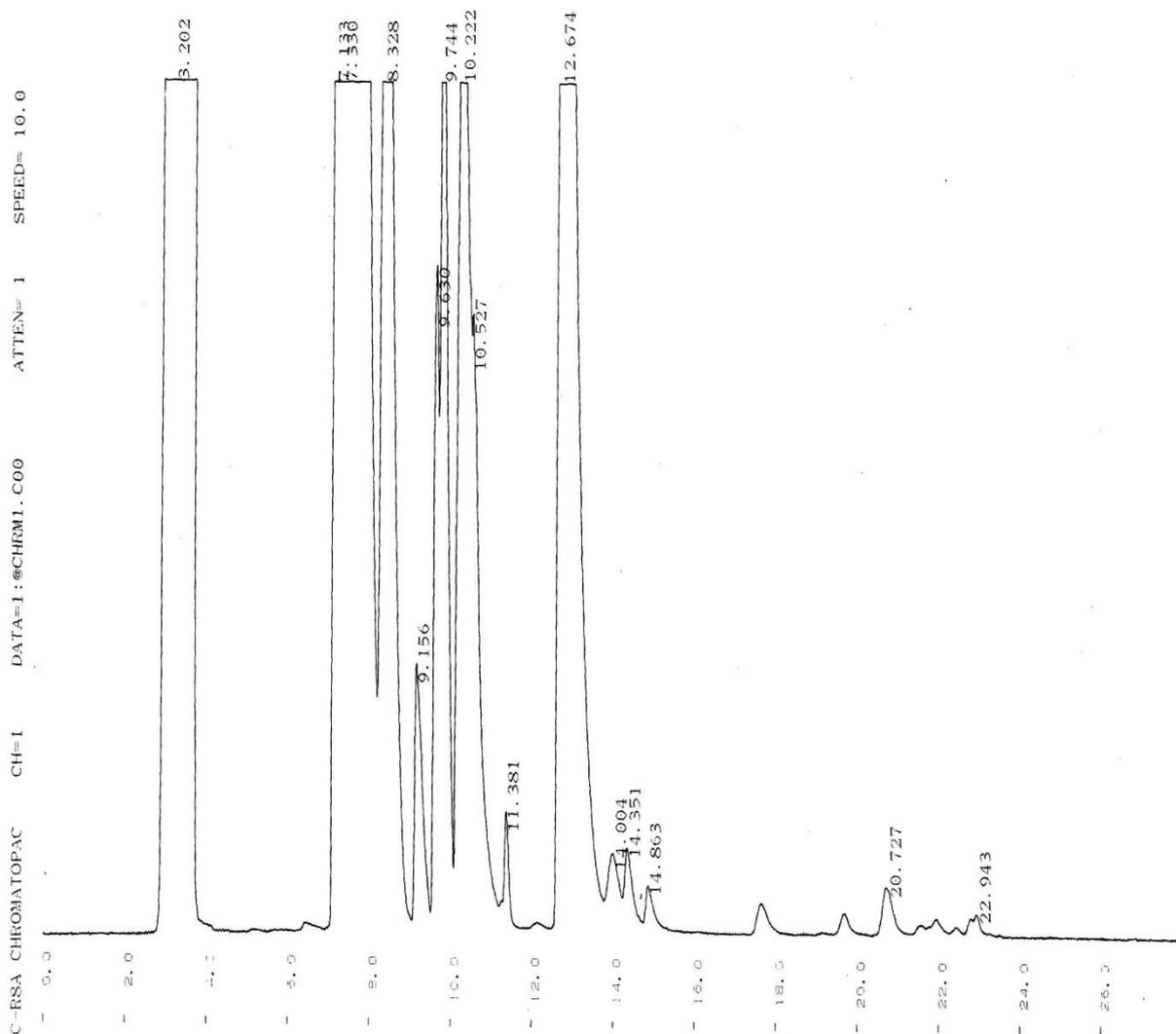
C-R8A CHROMATOPAC CH=1 Report No.=3 DATA=1:@CHRM1.C00 11/04/11 21:58:04								
** CALCULATION REPORT **								
CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	3.202	1106006	33400			56.9045	
	2	7.133	197738	17655			10.1737	
	3	7.33	325599	13476	V		16.7522	
	4	8.328	66155	3581	V		3.4037	
	5	9.156	8013	616	V		0.4123	
	6	9.63	11716	1544	V		0.6028	
	7	9.744	29991	2633	V		1.5431	
	8	10.222	43800	2393	V		2.2535	
	9	10.527	20818	1431	V		1.0711	
	10	11.381	2308	270	V		0.1188	
	11	12.674	124523	5481	S		6.4068	
	12	14.004	1867	120	T		0.0961	
	13	14.351	1801	150	TV		0.0927	
	14	14.863	955	84	T		0.0491	
	15	20.727	1724	105			0.0887	
	16	22.943	605	41			0.0311	
TOTAL			1943617	82980			100	

Profil chromatographique :



**Fig03** : Chromatogramme de l'analyse de l'huile essentielle de **Rosmarinus officinalis** (référence)

# Annex13.



**Fig04 : Chromatogramme de l'analyse de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* (réalisé)**

## Annex14

Tableau N°04 : les valeurs de rendement et de volume obtenues.

Espèce végétal	romarin		origan	
	Volume par 30 g De MS en ml	Rendement % Par 100 g de MS	Volume par 30 g De MS en ml	Rendement % Par 100 g de MS
E1	0.16	0.53	0.29	0.96
E2	0.12	0.40	0.23	0.76
E3	0.12	0.40	0.20	0.66
E4	0.14	0.46	0.22	0.73
E5	0.13	0.43	0.24	0.79
M	0.13±0.01	0.44±0.04	0.26±0.02	0.86±0.07