

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA**  
**RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA I**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VTE**  
**DEPARTEMENT D'AGRONOMIE**

**Mémoire Master Académique en Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Option : Phytopharmacie appliquée**

**EFFET BIOCIDES DE DEUX PLANTES SPONTANÉES *ROSMARINUS OFFICINALIS*(Linné, 1753) ET *INULA VISCOSA*(L. Aiton, 1973) SUR UN RAVAGEUR DES DENRÉES STOCKÉES *TRIBOLIUM CONFUSUM*(Duval, 1868)(*Coleoptera, Tenebrionidae*).**

Soutenue en novembre 2013 par :  
**ZERROUKI Karima épouse ALILAT**

Devant le jury composé de :

<b>Mme SAHRAOUI F.</b>	<b>M.A.A U. S.D.B. Présidente</b>
<b>Mme DJENNAS K.</b>	<b>M.A.A U. S.D.B. Promotrice</b>
<b>Melle AMRINE C.</b>	<b>M.A.B U.S.D.B. Examinatrice</b>
<b>Mme RAMDANE K.</b>	<b>M.A.B U.S.D.B. Examinatrice</b>

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2012 / 2013**

## **Remerciements**

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir donné la force et le courage nécessaire pour réaliser ce travail.

C'est avec un très grand plaisir que j'exprime, ici, ma profonde gratitude à ma promotrice Madame DJENNAS-MERRAR K. chargée de cours à l'université Saad Dahleb de Blida pour son encadrement, sa confiance, ses conseils, son suivi et son aide tout au long de l'année.

Je tiens également à remercier vivement Monsieur DJAZOULIZ. Professeur à l'université Saad Dahleb de Blida et Monsieur AROUN M.F. chargé de cours à l'université Saad Dahleb de Blida pour leurs précieuses collaborations et leurs conseils continus.

Je tiens à exprimer mes remerciements à Mme SAHRAOUI- AMMAD F. chargée de cours à l'université Saad Dahleb de Blida d'avoir accepté de présider le jury, aux membres de jury, Mme RAMDANE-AOUES.K maitre assistante à l'université Saad Dahleb de Blida et Mme AMRINE C. maitre assistante à l'université Saad Dahleb de Blida d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail. Pour cela je leur exprime ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes vifs remerciements à tous mes enseignants pour la formation qu'ils m'ont fournie

Je tiens à témoigner tout particulièrement ma sympathie à Mademoiselle DJEMAI A. Technicienne au laboratoire de zoophytatrie à l'université Saad Dahleb de Blida pour ses qualités humaines, sa patience, pour ses aides et pour sa disponibilité pendant l'expérimentation ainsi que tout le personnel du laboratoire de zoophytatrie de l'université de Blida qui était toujours disponible et tous les chercheurs sans oublier les étudiants particulièrement Monsieur KEZIMY.

Je voulais remercier amplement le personnel du laboratoire de Saidal d'El - Harrach surtout Madame NACER BAYN. et Madame HALLIL.

Je remercie également mes collègues de l'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature (A.N.N) et mes amis qui m'ont accompagné et soutenu plus particulièrement Monsieur DJENNASK.

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

## **DEDICACES**

Je dédie ce modeste travail :

A ma raison de vivre, ma fille adorée Ikram.

A la mémoire de mon cher regretté père, que son âme repose en paix.

A ma mère, pour son encouragement, son aide moral à qui je dois tout mon respect.

A mes chères sœurs et frères pour leur présence à tout instant, pour le soutien qu'ils m'ont apporté.

A mes chers amis, ils se reconnaîtront.

Avec toute mon affection et ma reconnaissance.

Karima.....

..

**EFFET BIOCIDÉ DE DEUX PLANTES SPONTANÉES *ROSMARINUS OFFICINALIS*(Linné,1753) ET *INULA VISCOSA*(L. Aiton, 1973) SUR UN RAVAGEUR DES DENRÉES STOCKÉES *TRIBOLIUM CONFUSUM* (Duval, 1868)(*Coleoptera, Tenebrionidae*).**

**RESUME :**

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

Les extraits aqueux sont obtenus par agitation horizontale, l'huile essentielle est obtenue par extraction par entraînement à la vapeur d'eau et par l'hydrodistillation pour le calcul du rendement.

Les résultats de l'extraction révèlent, que le rendement de Romarin (0,6%) est plus intéressant que celui de l'Inule (0%).

Il a été montré que l'huile essentielle du Romarin est plus efficace que les extraits aqueux de cette même espèce et la toxicité des différents traitements évoluent avec l'augmentation de la concentration qui se traduit par une meilleure efficacité par rapport à la durée du traitement d'autre part.

La préparation aqueuse ainsi que l'huile essentielle obtenue à partir des feuilles associées aux tiges s'est avérée plus efficace que les feuilles à elles seules et ceux pour les deux espèces étudiées.

**Mots clés :** Huile essentielle, Extrait aqueux,*Rosmarinus officinalis*, *Inula viscosa*, *Tribolium confusum*, Denrées stockées, Biocide.

## TABLE DE MATIERES

INTRODUCTION.....	01
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE : .....	03
CHAPITRE 1 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES ESPECES VEGETALES ET LES HUILES ESSENTIELLES. ....	04
<b>1.1 - Le Romarin : <i>Rosmarinus officinalis</i> (Linné, 1753).....</b>	<b>04</b>
1.1.1- Classification botanique.....	04
1.1.2- Description botanique.....	04
1.1.3- Aire géographique. ....	05
1.1.4- Domaine d'utilisation. ....	06
1.1.4.1. Industrie Agroalimentaire.....	06
1.1.4.2. Industrie cosmétique et parfumerie. ....	06
1.1.4.3. La thérapie. ....	06
<b>1.2- L'Inule : <i>Inula viscosa</i>(L. Ait, 1973).....</b>	<b>07</b>
1.2.1- Classification botanique.....	07
1.2.2 - Description botanique.....	08
1.2.3 - Aire géographique. ....	08
1.2.4 - Domaine d'utilisation. ....	09
<b>1.3 - Les huiles essentielles.....</b>	<b>10</b>
1.3.1. Généralités. ....	11
1.3.2.Définition.....	11
1.3.3. Historique. ....	11
1.3.4. Répartition systématique. ....	12
1.3.5. Localisation des huiles essentielles dans les tissus. ....	12
1.3.6. Composition des huiles essentielles. ....	13
1.3.7.Stockage et conditionnement ....	14
1.3.8.Le marché des huiles essentielles. ....	14
1.3.9.Techniques d'extraction.....	15
1.3.9.1. Entrainement à la vapeur. ....	15
1.3.9.2. Hydrodistillation et ses variantes. ....	16
1.3.9.3.Expression à froid.....	17

**CHAPITRE 2: DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR PRINCIPAUX INSECTES  
RAVAGEURS DES DENREES STOCKEES ET LES MOYENS DE LUTTE..... 18**

<b>2.1. Denrées stockées .....</b>	<b>18</b>
2.1.1. Dans le monde .....	18
2.1.2. En Algérie .....	19
<b>2.2. Insectes ravageurs des denrées stockées .....</b>	<b>19</b>
2.2.1. Coléoptères .....	20
2.2.2. Lépidoptères.....	22
<b>2.3. Présentation de l'insecte ravageur <i>Tribolium confusum</i> .....</b>	<b>23</b>
2.3.1. Position systématique .....	23
2.3.2. Répartition géographique .....	23
2.3.3. Description morphologique .....	24
2.3.4. Biologie du développement .....	25
2.3.5. Comportement.....	26
2.3.6. Dégâts causés par le <i>Tribolium confusum</i> .....	26
<b>2.4. Méthodes de lutte .....</b>	<b>26</b>
2.4.1. Lutte technique .....	27
2.4.2. Lutte physique et mécanique.....	27
2.4.3. Lutte biologique .....	27

**PARTIE EXPERIMENTALS .....** **29** |

**CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES .....** **30** |

<b>3.1. Objectifs .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2. Présentation des zones de collecte .....</b>	<b>30</b>
3.2.1. Région de Zimoula (Tizi ouzou).....	30
3.2.1.1. Situation géographique.....	30
3.2.1.2. Climat .....	31
3.2.2. Région de Sidi Ferhane (Parc National de Chréa) .....	35
3.2.2.1. Situation géographique.....	35
3.2.2.2. Climat .....	35
<b>3.3. Matériel biologique .....</b>	<b>39</b>
3.3.1. Matériel végétal .....	39
3.3.2. Matériel animal .....	41
3.3.3. Extraction de l'huile essentielle pour le calcul du rendement.....	42

3.3.3.1. Mode opératoire .....	42
3.3.3.2. Décantation .....	43
3.3.3.3 Détermination du rendement en huile essentielle .....	44
3.3.4. Extraction de l'huile essentielle pour l'étude de l'activité insecticide.....	44
3.3.4.1. Mode opératoire .....	45
<b>3.4. Etude de l'activité insecticide.....</b>	<b>46</b>
3.4.1. Préparation de la gamme de concentration de l'extrait aqueux .....	47
3.4.2. Préparation de la gamme de concentration de l'huile essentielle .....	48
3.4.3. Application des doses.....	48
3.4.4. Estimation de la toxicité des traitements.....	49
<b>3.5. Analyse des données .....</b>	<b>50</b>
3.5.1. Analyse de variance SYSTAT .....	50
3.5.2. Analyse multivariée PAST .....	51
<b>CHAPITRE 4: RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Résultats.....</b>	<b>52</b>
4.1.1. Evaluation du rendement de l'huile essentielle.....	52
4.1.2. Evaluation temporelle de la densité des populations résiduelles de Tribolium sous l'effet des traitements :.....	52
4.1.3. Evaluation de l'efficacité des différents traitements sur la densité des populations résiduelles de Tribolium .....	54
4.1.4. Etude comparée des traitements sur la densité de la population résiduelle de Tribolium .....	56
4.1.4.1. Effet comparé des doses .....	56
4.1.4.2. Effet comparé des périodes .....	57
4.1.4.3. Effet comparé des traitements .....	57
4.1.5. Etude de l'interaction des facteurs traitements, doses et facteurs sur la population résiduelle de ribolium :.....	58
<b>4.2. Discussions.....</b>	<b>61</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>69</b>

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES**

**ACP** : Analyse en composantes principale

**ANOVA**: Analysis of Variance

**CRD** : Centre de Recherche et Développement

**EA** : Extrait aqueux

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

**Fig**: Figure

**G.L.M** : Le modèle général linéaire.

**HE** : Huile essentielle.

**ONM** : Office National de la Météorologie.

**P.N** : Parc National

**P.R** : Population résiduelle

**W** : Wilaya.



## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

<b>Figure 1</b> : Arbuste de Romarin (Google, 2010).	04
<b>Figure 2</b> : Feuilles de Romarin (Google, 2010).	04
<b>Figure 3</b> : Inflorescence de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Google, 2010.)	05
<b>Figure 4</b> : Feuilles d' <i>Inula viscosa</i> L. Ait	08
<b>Figure 5</b> :Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante (LUCCHESI, 2005)	16
<b>Figure 6</b> :Hydrodistillation traditionnelle(LUCCHESI, 2005)	17
<b>Figure 7</b> : <i>Tribolium confusum</i> .(Google, 2003)	24
<b>Figure 8</b> : Différents états de <i>T. confusum</i> (Duval.) <b>A</b> : l'oeuf (Rebecca <i>et al</i> , 2003) ; <b>B</b> : larve, <b>C</b> : nymphe, <b>D</b> : adulte (Walter, 2002)	26
<b>Figure 9</b> : Situation géographique de Zimoula (W.Tizi-ouzou)	31
<b>Figure 10</b> : Diagramme Ombrothermique de la région de Zimoula (Tizi- ouzou) (2003-2012).	32
<b>Figure 11</b> : Diagramme Ombrothermique de la région de Zimoula (Tizi- ouzou) 2012-2013).	33
<b>Figure 12</b> : Climagramme d'Emberger de Zimoula(Tizi-ouzou)	34
<b>Figure 13</b> : Situation géographique de Sidi Ferhane (PN de Chréa, W.Blida).	35
<b>Figure 14</b> :Diagramme Ombrothermique de la région de Sidi Ferhane (W. Blida) (2003-2012)	36
<b>Figure 15</b> :Diagramme Ombrothermiques de la région de Sidi Ferhane (W. Blida) (2012-2013).	38
<b>Figure 16</b> :Climagramme d'Emberger de Sidi Ferhane (P.N de Chréa W. de Blida)	38
<b>Figure 17</b> :Zone de collecte : ZIMOULA (W. de Tizi ouzou) (Originale, 2013)	40
<b>Figure 18</b> :Etuve d'élevage des insectes. (Originale, 2013).	41
<b>Figure 19</b> :Dispositif d'extraction de l'HE à l'échelle de laboratoire. Laboratoire CRD de SAIDAL d'El Harrach (Original, 2013).	43
<b>Figure 20</b> :Schéma de décantation.	44
<b>Figure 21</b> :Dispositif d'extraction de l'HE à l'échelle pilote. Laboratoire de CRD SAIDAL d'El Harrach (Original 2013)	45
<b>Figure 22</b> :Huile essentielle extraite de Romarin.	46

<b>Figure 23</b> :Agitation Horizontale et Filtration des extraits aqueux. ....	47
<b>Figure 24</b> :Boîtes de pétri contenant les <i>Tribolium</i> subissant les différents traitements (Original 2013). ....	49
<b>Figure 25</b> :Evolution temporelle de la population résiduelle de <i>Tribolium</i> par contact sous l'effet des différents traitements. ....	53
<b>Figure 26</b> :Analyse en composantes principales(A.C.P) des différentstraitements sur les populations résiduelles de <i>Tribolium</i> en fonction du temps. ....	55
<b>Figure 27</b> :Population résiduelle comparée de <i>Tribolium</i> selon les doses. ....	56
<b>Figure 28</b> :Population résiduelle comparée de <i>Tribolium</i> selon les périodes.....	57
<b>Figure 29</b> :Population résiduelle comparée de <i>Tribolium</i> selon les traitements .	58
<b>Figure 30</b> :Graphe de modèle ANOVA appliqué à l'interaction des facteurs doses et traiteemts sur le <i>Tribolium</i> . ....	58
<b>Figure 31</b> :Graphe de modèle ANOVA appliqué à l'interaction des facteurs periodes et doses sur le <i>Tribolium</i> . ....	59
<b>Figure 32</b> :Graphe de modèle ANOVA appliqué à l'interaction des facteurs traitements et périodes sur le <i>Tribolium</i> . ....	60
<b>Tableau 1</b> :Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Zimoula (Tizi-ouzou) de la Période (2003-2012). ....	32
<b>Tableau 2</b> :Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Sidi Ferhane (Parc National de Chréa W. de Blida) de la période (2003-2012)(ONM, 2013). ....	36

### **INTRODUCTION**

Les céréales et leurs dérivés constituent la principale source de protéines dans de nombreux pays en voie de développement et les pertes causées à ce type de denrées lors de leur stockage sont estimées à 100 millions de tonnes dont 13 millions sont provoqués par les insectes. Dans les pays développés ces pertes avoisinent les 3%, alors qu'en Afrique elles atteignent les 30% (SILVY et RIBA., 1999). D'après la FAO, les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale.

L'Algérie n'échappe pas à ce problème où les dégâts provoqués seulement par les insectes dépassent de loin les 33% en période d'été (température optimale de développement des insectes) (MEBARKIA et al., 2006). Les pertes les plus importantes sont infligées par différentes espèces de coléoptères, lépidoptères et acariens (ALZOUMA et al., 1994 ; FLEURAT-LESSARD., 1994).

Parmi les coléoptères, le plus fréquent est le *Tribolium* qui représente une partie très importante des ravageurs des denrées stockées (THRONE, 1994). Il peut causer des pertes importantes en réduisant la qualité et la quantité des produits stockés.

Les méthodes de protection les plus efficaces au niveau de stocks sont les pesticides chimiques (HALL, 1970 ; HAUBRUGE et al. 1988; RELINGER et al., 1988). Parmi ces pesticides, les fréquemment utilisés sont les organophosphorés, les pyréthriinoïdes de synthèse et des produits composés à partir des matières actives appartenant aux deux familles (GWINNER et al., 1996).

Le recours à la lutte chimique reste la méthode la plus employée et la plus appréciée par les agriculteurs. Malgré son efficacité rapide, elle est non durable. Les ravageurs peuvent souvent développer une résistance au bout d'un certain temps, parfois très court. (RIBA et al., 1989).

Face à ces problèmes, la nécessité de développer de nouvelles stratégies de lutte impose de nombreux chercheurs à s'orienter vers la lutte écochimique, cette

## ***Introduction***

---

dernière exploite les substances allélochimiques contenues dans les végétaux (les huiles essentielles) pour combattre les déprédateurs des stocks.

Dans notre travail nous proposons d'évaluer l'effet biocide de l'huile essentielle et l'extrait aqueux de deux plantes spontanées le Romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) et l'Inule (*Inula viscosa L. Ait*) ainsi que l'effet comparatif des parties aériennes feuilles et tiges et feuilles seules appliquées à différentes doses vis-à-vis du Tribolium (*Tribolium confusum Duval*) dans le but de minimiser l'utilisation des insecticides de synthèse.

# **Partie Bibliographique**

## **CHAPITRE 1 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES ESPECES VEGETALES ET LES HUILES ESSENTIELLES.**

### **1.1- Le Romarin : *Rosmarinus officinalis* (Linné, 1757).**

Le mot Romarin (*Rosmarinus*) dérive du latin «Ros» : rosée et «Marinus» : marin ou de marin. Appelé communément Romarin.

Les noms vernaculaires : Régions de l'est: Eklil, Régions de l'ouest: Helhal, Régions du centre: Yazir.

#### **1.1.1 -Classification botanique :**

D'après (OZENDA, 1991), le *Rosmarinus officinalis* L. appartient au Règne végétal, Embranchement des **Spermatophytes**, Classe des **Angiospermes**, Sous-classe des **Gamopétales**, Ordre des **Lamiales**, Famille des **Labiacées**, Genre *Rosmarinus* et l'espèce *Rosmarinus officinalis* (Linné, 1757).

#### **1.1.2-Description Botanique :**

Le Romarin, *Rosmarinus officinalis* L. est un arbuste ou sous-arbrisseau ligneux très odorant (Fig. 1). Feuilles linéaires marges révolutes, gaufrées, verdâtres en dessus, plus au moins hispides blanchâtres dessous (Fig. 2).



**Fig. 1** : Arbuste de Romarin



**Fig. 2** : Feuilles de Romarin

(Google, www. Julia. ad, janvier, 2013)

Le calice en cloche, bilabié, corolle bleue pale ou blanchâtre à deux lèvres (Fig. 3), la supérieure entière ou à peine émarginée pas plus longue que l'inférieure, cettedernière trilobée. Inflorescences et calice à pilosité pruinuse très courte constituée par des poils étroitement appliqués (BATTANDIER et TRABUT, 1988 ; QUEZEL et SANTA, 1963).



**Fig. 3** : Inflorescence de *Rosmarinus officinalis* L. (Google, 2010)

### **1.1.3-Aire géographique :**

L'aire géographique du Romarin est spécifiquement méditerranéenne, c'est une plante spontanée qui est répandue dans les pays européens, en France, en Espagne, au Portugal. De l'autre côté de Gibraltar. On la retrouve abondante au Maroc, en Algérie, en Tunisie et en Libye il devient rare et ne se manifeste que dans quelques stations en Egypte, en Palestine, Liban et Chypre, il réapparaît en Turquie, en Grèce et en Italie (GRANGER, 1976).

Le Romarin est retrouvé sur la plupart des maquis et des garrigues; c'est un ornement des collines et des coteaux ou des montagnes basses (500 à 1000m d'altitude) surtout calcaire, argileuses ou argilo-limoneuses (BENISTON, 1984 ; BATTANDIER et TRABUT, 1988).

Selon BENISTON, 1982, en Algérie le Romarin fait partie des espèces végétales qui se manifestent à l'état sauvage dans les zones littorales pas trop loin de la mer, les lieux secs et arides même au Sahara.

#### **1.1.4- Domaine d'utilisation :**

Depuis longtemps, le Romarin est utilisé à des fins très diverses. Il est cultivé comme plante condimentaire et ornementale. Ses feuilles riches en huile essentielle ; a la saveur un peu amère, dégagent une odeur qui rappelle l'encens et le camphre. Il éloigne les mites et les papillons autant au jardin que dans la lingerie.

##### **1.1.4.1-Industrie agro-alimentaire :**

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

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

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

##### **1.1.4.2-Industrie cosmétique et parfumerie**

Il est à noter qu'au 19<sup>ème</sup> siècle, l'essence de Romarin servait à la préparation de la très célèbre eau de Cologne de la reine de Hongrie. Aujourd'hui elle rentre dans la composition, de savonnerie, détergents, crèmes et la plupart des eaux de Cologne. (ALBERT et *al.*, 1996).

##### **1.1.4.3-La thérapie**

Le romarin était déjà cité en médecine arabe classique pour ses propriétés hépatotrope, diurique et emménagogue qui sont dues aux présences des



flavonoïdestels que : les glucosides et la lutoline (LECLERE, 1877 etPIOZZI, 1996).

Les feuilles de Romarin sont utilisées dans la phytomédecine pour brûlures d'estomac et thérapie d'appui, des maladies rhumatismales; en usage externe pour les problèmes de circulation; en bain, l'herbe est utilisé comme stimulant externe pour l'accroissement sanguin fourni à la peau. C'est aussi un bon stimulant du cuir chevelu (PIOZZI, 1996).

On sait depuis longtemps que le Romarin est cholagogue et cholérétique, ces effets semblent en relation avec la présence de nombreux acides phénoliques signalés dans beaucoup de labiées (ALBERT et *al.*, 1996).

Les diterpènes phénoliques présentant dans le Romarin tel que l'acide carnosique et le carnosol ont des effets d'inhibition contre des virus de HIV-1 10et certains cancers et d'autresentrants dans cette fraction ont un effet carcinologique.(ALBERT et *al.*, 1996).

## **1.2 L'Inule: *Inula viscosa*(L. Ait, 1973)**

L'Inule visqueuse *Dittrichia viscosa* (L. Greuter, 1973), syn. *Inula viscosa* Ait.**Inula**viendrait du grec : Inéo qui signifie: purge (Allusion à unepropriété thérapeutique de la plante) (FAURON et MOATI, 1983).**Viscosa** veut dire visqueuse : Aunée visqueuse (FOURNIER, 1947). Selon QUEZEL et SANTA, 1963 elle est appelée communément Inule visqueuse ou Aunée visqueuse.Les noms vernaculaires : « Magramène »ou « Amagramène », en Afrique du Nord « Mersitt ».

### **1.2.1-Classification Botanique :**

D'après BLAMEY et *al.*, 2000,***Inula viscosa* (L. Ait, 1973)**appartient au Règne***Plantae***, Embranchement des Phanérogames, Sous embranchement des

Angiospermes, Classe des Dicotylédones, Famille des *Compositae*, Genre *Inula* ou *Dittrichia*, Espèce *Inulaviscosa* (L. Ait, 1973)

### **1.2.2- Description Botanique**

L'Inule, *Inula viscosa* L. est une plante vivace à tige frutescente à la base et de 40 à 100 cm, à rameaux rougeâtres. Ses feuilles sont entières ou dentées, aigues, sinuées; Les caulinaires amplexicaules, plus largement lancéolées (Fig. 4).

Plante glanduleuse-visqueuse, à odeur forte. Bractées externes de l'involucre scarieuses de même que les internes. Capitules assez gros, en longues grappes pyramidales. Fleurs jaunes. Ligules dépassant très nettement l'involucre. La floraison commence à partir du mois de septembre. Les fruits sont des akènes velus à aigrette grisâtre (QUEZEL et SANTA, 1963).



**Fig. 4** - Feuilles d'*Inula viscosa* L. Ait (Google, 20)

### **1.2.3-. Aire Géographique :**

Répandue dans tout le bassin méditerranéen, sur les sols salés, les prairies humides et les bords des cours d'eau. Elle est commune dans le tell et très rare ailleurs (QUEZEL et SANTA, 1963). Largement répandue en Algérie dans les rocailles et les terrains argileux. (BENAYACHE et al., 1991).

### **1.2.4- Domaine d'utilisation :**

L'Inule est une plante très anciennement connue, elle a été utilisée au moyen âge jusqu'à nos jours pour ses vertus médicinales variées (FOURNIER, 1947).

Au niveau de l'appareil respiratoire, elle agit comme sédatif de la toux et des spasmes bronchiques; C'est un antiseptique certain de l'arbre respiratoire (BENAYACHE *et al.*, 1991).

Selon ROULIER (1990), l'Inule corrige l'atonie de l'estomac et de l'intestin, elle améliore l'appétit et elle est antiémétique (FOURNIER, 1947).

L'espèce traite même les leucorrhées avec une propriété antiseptique au niveau de l'appareil génital et des voies urinaires.

Dans le Nord de l'Afrique et le pourtour méditerranéen, l'Inule est connue pour ses propriétés anti-helminthiques donc vermifuge et occupe une place appréciable dans les médications traditionnelles. (COL, 1991 ; BENAYACHE *et al.*, 1991).

Il a été rapporté aussi que la poudre d'*Inula viscosa* est utilisée dans le traitement des mycoses cutanées (ULUBELEN, 1987 ; AILLADE et COLL, 1980) YANIZ en 1987 montre l'action hypoglycémiante d'*Inula viscosa* L. absorbée en infusion chez l'homme diabétique.

En Algérie, l'Inule est utilisée dans la médecine populaire comme antipyrétique entisanes ou en bains dans la lutte contre le paludisme (FOURNIER, 1947).

En 1988, ABDELLAH et COLL par des essais «in vivo » sur le cochon nain, démontrent l'action spasmolytique de l'extrait aqueux de *Inula viscosa* sur les fibres lisses intestinales et bronchiques en prouvant l'inhibition de l'action de la l'Acétylcholine.

Dans la médecine traditionnelle en Italie, LAURO et ROLIH(1990) rapportent et reconnaissent à *Inula viscosa* des propriétés balsamiques, antipyrétiques, antiphlogistiques et antiseptiques.

Les travaux de CHARI et HAMDY PACHA en 1999 attribuent à l'Inule un pouvoir cicatrisant certain d'après les essais de traitement des brûlures expérimentales réalisées sur des lapins.

En lutte biologique l'inule visqueuse est réputée être un "insecticide végétal" qui combat la Mouche de l'Olive. En fait, la plante abrite un parasitoïde de *Bactrocera oleae* : c'est une plante relais dont les inflorescences sont parasitées par la larve d'une mouche *Myopites stylatus* qui provoque des galles sur les inflorescences.

Des observations faites en Grèce montrent que dans une oliveraie "rénovée", l'arrachage de l'Inule a été suivi d'une attaque de Mouche de l'Olive sans précédent. Après réintroduction de l'Inule, il faut compter 4 à 5 ans pour que le cycle de la plante relais s'amorce avec l'olivier. C'est un travail à long terme qui exclut l'emploi d'insecticides (BSSAIBIS et al., 2009).

### **1.3. HUILES ESSENTIELLES**

#### **1.3.1. Généralités**

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires, ces derniers constituent un ensemble de molécules qui ne sont pas nécessaires à la survie d'une plante, d'une bactérie ou d'un champignon. Il s'agit majoritairement de molécules de taille et de masse faibles comparées aux molécules de métabolisme primaire (glucides, lipides, et acides aminés) (SUTOUR, 2010).

Les produits naturels d'origine végétales (extraits, huiles essentielles, résines) sont de nos jours très recherchés. Ils se présentent pratiquement toujours sous forme

d'un mélange complexe constitué de plusieurs dizaine voire une centaine et plus de composés en proportions variables(BRUNETON, 1993).

Les mélanges naturels peuvent être schématiquement répartis en deux groupes : les volatils, et les non volatils ; les molécules volatiles présentent dans les mélange naturel proviennent du métabolisme secondaire et elles sont très souvent formées à partir d'entités isopréniques et constituent la famille des terpènes(ou terpénoïdes) tels les monoterpènes et les sesquiterpènes, et plus rarement les diterpènes. On trouve également dans ces mélanges de volatils des phénylpropanoïdes obtenus par biosynthèse à partir de l'acide shikimique et des composés linéaires non terpéniques(BRUNETON, 1993).

### **1.3.2. Définition:**

Les huiles essentielles 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 qu'ils 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.

### **1.3.3. Historique :**

Senteurs, effluves, fragrances, essences, parfums autant de mots délicats pour nommer les substantifiques substances aromatiques qui nous sont offertes par les plantes. De tout temps, le règne végétal a offert à l'Homme des ressources essentielles à son alimentation, à son hygiène et sa santé. Depuis les temps les plus anciens, les parfums de ces mêmes végétaux sont associés à des rites mystiques, artistiques et esthétiques.

Il semblerait que ce soit les Egyptiens, dont l'histoire remonte à plus de 4000 ans qui furent les premiers à tirer parti du règne végétal dans un souci

esthétique et spirituel. Plus tard, la civilisation Arabe dont Bagdad, Bassora et Damas étaient les principaux centres commerciaux, développa le commerce des épices et des aromates, et donna une grande impulsion à l'art de la distillation.

L'ère industrielle a pris peu à peu le pas sur un certain empirisme et développa ainsi de nouvelles techniques de distillation.

#### **1.3.4. Répartition systématique:**

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 regroupent 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) (BRUNETON, 1999).

#### **1.3.5. Localisation dans les tissus :**

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante. Les poils glandulaires épidermiques rencontrés souvent chez les *Labiaceae*, *Gerniaceae* et *Rutaceae*. Ils produisent des essences dites superficielles. Les organes sécréteurs sous-cutanés qui sont généralement disséminés au sein du tissu végétal chez les *Myrtaceae*, *Auranthiaceae*, ainsi que les canaux sécréteurs chez les *Ombelliferaeae*, *Apiaceae* ou *Asteraceae*.

Les essences dans les plantes peuvent être stockées dans divers organes : fleurs (origan), feuilles (citronnelle, eucalyptus), écorces (cannelier), bois (bois de rose, santal), racines (vetiver), rhizomes (acore, gingembre), sève (encens, myrte), bourgeons (pin), fruit (badiane) ou graines (carvi). Plusieurs catégories de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément chez une espèce, voire dans un même organe (BRUNETON, 1999).

### **1.3.6. Composition chimique :**

La composition des huiles essentielles est très complexe : terpènes, aldéhydes, cétones, phénols, lactones, esters, en sont les composants principaux (ALILOU et *al.*). Plus récemment il a été démontré que de nombreux constituants terpénoides d'huiles essentielles végétales sont toxiques au contact, pour un large éventail d'insectes et peuvent être utilisés comme insecticides d'origine végétale (MUHANNAD et *al.*, 2002). Un nombre important de composés chimiques sont connus. De ce type, les plus puissants figurent le thymol, extrait de thym (*Thymus vulgaris*, Lamiacées), la pulégone, extraite de menthe pouliot (*Mentha pulegium*, Lamiacées) et l'eugénol, extrait du clou de girofle (*Eugenia caryophyllus*, Myrtacées) (REGNAULT, 2005).

Pour la composition de l'huile essentielle de l'Inule, les travaux de BENAYACHE (1991) rapportent que les parties aériennes contiennent des flavonoïdes, des acides sesquiterpéniques et destriterpènes esters. Les racines contiennent de nombreux composés tels que l'Inuline, hélénine ou camphre d'Aunée, de la Paraffine. Selon CHIARLO, 1988 ; ULUBELEN et GOUN, 1986, elle contient également trois sesquiterpènes essentiels : l'alantole, l'alantolactone et l'acide allantique.

La plante contient d'autres substances dites mineures comportant des résines et des pectines constituant une matière noirâtre : la phytomélane (OKSUZ, 1976).

L'huile essentielle du Romarin est un liquide incolore ou jaunâtre dont l'odeur est fortement camphrée, pénétrante de saveur très aromatique. Les sommités fleuries fournissent plus de 10 à 25 ml/kg. (BRUNETON, 1995).

Selon BOUKHALFA, 1995, le type algérien renferme plus que 0,75% dans la plante sèche ; 0,1% dans les feuilles et 1,4% dans les fleurs et les rameaux.

La teneur en huile essentielle varie en fonction de l'origine géo-climatique de la plante. Selon plusieurs auteurs : (BOUKHALFA, 1995 ; ALBERT et *al.*,

1996 ;DEANS et *al.*, 1998) plus de 50 composants mono-terpéniques rentrent dans la composition chimique de l'huile essentielle de Romarin dont les principaux constituants sont le Camphre (15 – 25%) ; l' $\alpha$ -pinède (6 -19%); le Bornéol libre et estérifié (0 – 10%) ; 1,8 Cinéol (15 – 50%) et le Limonène (3 – 6%).

### **1.3.7. Stockage et conditionnement :**

Dans des conditions appropriées, la plupart des huiles essentielles peuvent être stockées pendant une longue période. Pour ce faire elles doivent être séchées et conservées au frais, ne pas être en contact avec l'air, ni exposées au rayonnement solaire direct. Il est en outre important que les huiles essentielles n'aient pas de contact avec les matériaux (caoutchouc,plastic) qui ne leur résistent pas. Les récipients en verre sont utilisables pour les petites quantités. Pour de grandes quantités, les récipients métalliques sont recommandés. Ils ne doivent cependant pas présenter de passivation interne qui ne résisterait pas aux essences. (KONE, 2001).

### **1.3.8. Marché des Huiles Essentielles :**

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

En Algérie, la totalité des huiles essentielles sont exportées sans analyses préalables, et souvent le marché extérieur leur attribue des qualités qui ne leur correspondent pas (BENCHABANA, 1979).



### **1.3.9. Techniques d'extraction des huiles essentielles :**

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

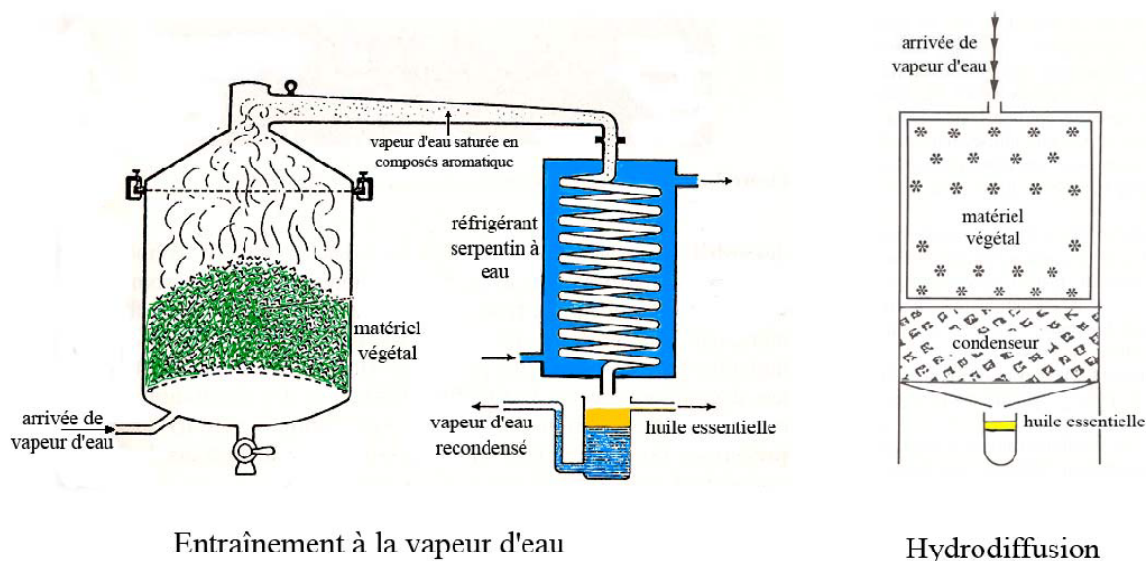
- Soit l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydrodistillation
- Soit l'expression à froid des écorces de fruits de citrus

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

#### **1.3.9.1. Entraînement à la vapeur d'eau**

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau+huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile.

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur (Fig. 5) ; le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « vapeur d'eau-huile essentielle » dispersé dans la matière végétale (MEYER WARNOD, 1984).

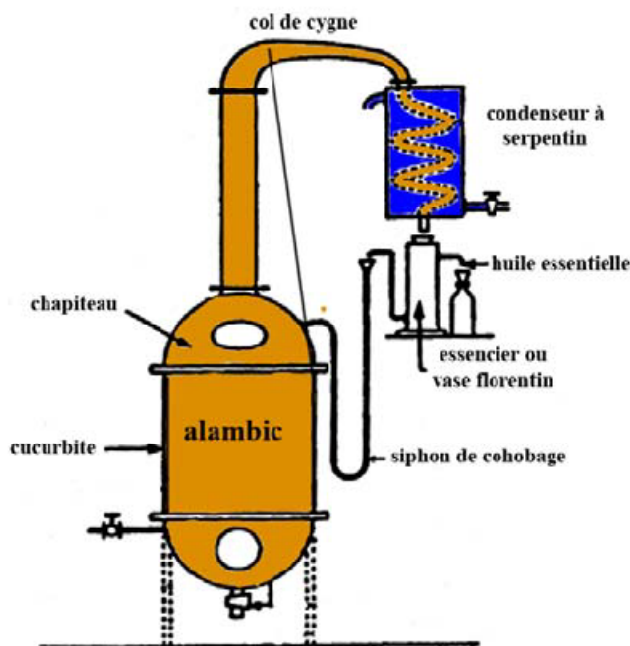


**Fig. 5-**Entraînement à la vapeur d'eau ascendante et descendante.

(LUCCHESI, 2005)

### 1.3.9.2. Hydrodistillation

L'hydrodistillation proprement dite, est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle ainsi que pour le contrôle de qualité (AFNOR, 1992). Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique (Fig. 6).



**Fig.6** -Hydrodistillation traditionnelle(LUCCHESI, 2005)

### **1.3.9.3. Expression à froid :**

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

## **CHAPITRE 2 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LESDENREES STOCKEES,LES INSECTES RAVAGEURS :CAS DU TRIBOLIUM ET MOYENS DE LUTTE**

### **2.1. DENREES STOCKEES :**

#### **2.1.1. Dans le monde**

Le blé vient en tête de classement des cultures stratégiques car il constitue une source alimentaire pour plus de 35% de la population humaine (EVANS, 1993). Les principaux pays importateurs de blé sont, à l'exception du Japon (importations de 5,5 Mt par an) et de l'Union européenne (7 Mt), qui est également exportatrice (15 Mt), des pays en développement souvent confrontés à des problèmes de solvabilité. Parmi eux viennent en tête les pays du sud et de l'est de la Méditerranée (Afrique du Nord et Proche-Orient), dont l'Égypte qui a importé plus de 7 Mt de blé en 2005-2006, et l'Algérie (5 Mt). La production mondiale de tous les types de blés est de 660 millions de tonnes lors de la campagne 2009-2010, c'est-à-dire près de 100 kg par habitant, pour l'ensemble de la population mondiale. En volume de production, c'est la quatrième culture mondiale derrière la canne à sucre, le maïs et le riz. L'amélioration mondiale des techniques culturales et la sélection génétique ont conduit à un accroissement considérable des rendements moyens, passant de moins de 10 q/ha en 1900 - soit 1 tonne par hectare - à 29 q/ha en 2010. Le développement de l'irrigation, la réduction des pertes, l'amélioration des infrastructures (routes, capacités de stockage) constituent des moyens qui peuvent encore être mis en œuvre dans de nombreuses régions pour augmenter la production. La Chine vient au premier rang avec 16,9 % de la production mondiale, devant l'Inde (11,8 %), la Russie (9,1 %), les États-Unis (8,8 %) et la France (5,6 %) mais l'ensemble de l'Union Européenne est le premier producteur mondial avec 143 millions de tonnes en 2010. L'Amérique du Sud connaît des

## **CHAPITRE 2 : données bibliographiques sur les denrées stockées, les insectes ravageurs cas du Tribolium et moyens de lutte**

---

rendements stables avec 20 q/ha, l'Afrique et le Proche-Orient 10 q/ha (avec une grande variabilité selon les années au Maghreb), l'Égypte et l'Arabie saoudite ont atteint, en culture irriguée, 35 à 40 q/ha (FAO, 2009).

### **2.1.2. En Algérie**

Les céréales et leurs dérivés représentent un élément stratégique dans le système alimentaire Algérien aussi bien du point de vue superficie agricole occupée que du point de vue économique et nutritionnel. En effet, 80% de la superficie agricole utile du pays est occupée par la production céréalière. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'ha. (DJERMOUN, 2009).

Les produits de céréales et notamment la semoule de blé dur et la farine de blé tendre 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, 2009).

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

### **2.2.LES INSECTES RAVAGEURS DES DENREES STOCKEES**

Au niveau des stocks se trouve une multitude d'espèces à caractères écologiques voisins qui constituent une succession de peuplement variable en fonction d'une part de l'aptitude des espèces à attaquer directement le grain et à

## **CHAPITRE 2 : données bibliographiques sur les denrées stockées, les insectes ravageurs cas du *Tribolium* et moyens de lutte**

---

permettre l'implantation d'espèces moins performantes et d'autre part du régime alimentaire.

Les insectes du stockage se classent en trois groupes :

Des hôtes primaires caractérisés par la capacité à attaquer directement le grain et à favoriser l'implantation d'autres espèces, ces hôtes primaires peuvent être des coléoptères (*Curculionidae, Bostrichidae*), des lépidoptères (*Gelechiidae*), des acariens (*Acarus, Tyrophagus*) ou des moisissures et des bactéries qui sont capables de s'attaquer aux grains entiers (LEPESME, 1944).

Des hôtes secondaires sont incapables de percer l'enveloppe dure des semences saines. Elles suivent les premiers assaillants, ils se nourrissent des grains cassés, piqués ou moisissés (INGE DE GROOT, 2004). Il s'agit des coléoptères (*Curculionidae, Tenebrionidae*), des lépidoptères (*Pyralidae*) ou des acariens mycophages qui se nourrissent de moisissures (LEPESME, 1944).

Des hôtes tertiaires, espèces généralement liées à la présence de déprédateurs primaires ou secondaires dont ils sont parasites ou prédateurs qui généralement appartiennent à l'ordre des hyménoptères. Ils comprennent des espèces ectoparasites, les acariens et les insectes prédateurs ainsi que les insectes nécrophages qui se nourrissent à partir de cadavres d'insectes (LEPESME, 1944).

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

### 2.2.1. Coléoptères :

GODON 1991, signale que l'ordre des coléoptères regroupe le plus grand nombre d'insectes nuisibles aux céréales stockés.

Tous les coléoptères s'attaquant aux céréales stockées sont lucifuges c'est-à-dire qu'ils fuient la lumière. Ils sont de mœurs nocturnes et sont plus actifs la nuit que le jour(CHAMP et DYTE,1976).

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

**Les coléoptères des céréales se répartissent en deux groupes :**

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

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

***CHAPITRE 2 : données bibliographiques sur les denrées stockées, les insectes ravageurs cas du Tribolium et moyens de lutte***

---



### 2.2.2. Lépidoptères :

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

Les lépidoptères adultes présentent des pièces buccales transformées en trompes rétractiles suceuses ne leur permettant de s'alimenter qu'à partir de substances liquides. Les adultes ne causent donc aucun dégât dans les céréales et les dérivés, leur rôle étant de perpétuer l'espèce. Elles ont également un rôle de dissémination du fait qu'ils peuvent voler et donc se déplacer à de grandes distances de leur lieu d'émergence (DE LUCA, 1975).

Les imagos s'accouplent quelques heures après l'émergence puis la femelle procède à la ponte qui dure environ une semaine, la durée de vie des papillons étant très brève, de l'ordre de 1 à 3 semaines. Ce sont donc uniquement les chenilles qui causent les dégâts aux stocks de céréales et dérivés qu'elles rongent avec leurs mandibules bien développées.

Les chenilles de certaines espèces ont une particularité, elles pénètrent à l'intérieur des grains pour y terminer leur cycle de développement c'est le cas de *Sitotroga cerealella* Oliv. Les autres espèces, dont les stades sont libres, ont besoin de la présence des espèces primaires pour infester les stocks ou se nourrissent à partir de grains brisés ou des produits de mouture (*Ephestia kuehniella* Zel.).

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

## **CHAPITRE 2 : données bibliographiques sur les denrées stockées, les insectes ravageurs cas du *Tribolium* et moyens de lutte**

---

Selon FOURAR, 1987 les espèces d'insectes les plus fréquemment rencontrés sur les grains et les plus répandues à travers le territoire national Algérien sont :

*Sitophilus oryzae* (Linné, 1763), *Sitophilus granarius* (Linné, 1758), *Rhizopertha dominica* (Fabricius, 1792), *Trogoderma granarium* (Evertis, 1899), *Tribolium confusum* (Duval, 1868), *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797), *Ephestia kuhniella* (Zelner, 1879)

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

#### **2.3.1. Position systématique :**

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

Embranchement : *Arthropoda*

Classe : *Insecta*

Ordre : *Coleoptera*

Sous ordre : *Polyphaga*

Famille : *Tenebrionidae*

Sous famille : *Ulominae*

genre : *Tribolium*

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

#### **2.3.2. Répartition géographique :**

L'espèce *Tribolium confusum* (Duval, 1868) paraît être d'origine Africaine, elle semble avoir été nuisible en Egypte cosmopolite, mais souvent supplanté (même en Afrique) par *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (ALEX et MAURICE, 1993).

### **2.3.3. Description morphologique :**

Le Tribolium brun de la farine : *Tribolium confusum* (Duval, 1868) est un petit coléoptère brun rougeâtre de 3,5mm de long. Son corps est lisse et allongé. (Fig.7)(BRICH, 1953).



**Fig. 7 :** *Tribolium confusum* (Google, 2012)

Les derniers articles des antennes s'élargissent progressivement sans former de massue distinctif ; l'œil est surmonté par une crête, il est rond et plus petit que chez *Tribolium castaneum*. Herbst ; sa partie la plus étroite mesure pas plus deux facettes de largeur. Les deux premiers interstries des élytres sont plats carénés tout au plus à l'apex. (ALEX et MAURICE, 1993).

La larve vermiforme peut atteindre 6mm de longueur à son plein développement. Elle se distingue par les deux courtes pointes qui terminent son abdomen. (BRICH., 1953). Elle ne diffère de celle de *Tribolium castaneum* que par

la pilosité du labre, régulièrement répartie sur toute la surface (ALEX et MAURICE, 1993).

#### **2.3.4. Biologie de développement :**

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

Les œufs sont pondus en vrac et ils sont difficiles à déceler, au cours de sa vie la femelle pond 500 à 1000 œufs (Fig.8A).

Les jeunes larves passent par 5 à 12 stades larvaires (Fig.8B) selon des conditions de température et d'humidité. L'émergence de l'adulte (Fig.8D) a lieu six jours après la nymphose (Fig. 8C). A 32°C et une humidité relative de 70%, la durée du cycle est de 24 à 26 jours.

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

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

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

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



**Fig.8:** Différents états de *T. confusum* (Duval.) **A** : l'oeuf (Rebecca *et al*, 2003) ; **B**: larve, **C**: nymphe, **D**: adulte (Walter, 2002).

### **2.3.5.Comportement:**

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

### **2.3.6.Dégâts causés par le Tribolium :**

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

### **2.4. Méthodes de lutte:**

Il s'agit de toutes techniques destinées à réduire l'infestation au champ, au début du stockage ainsi que pendant le stockage.

#### **2.4.1 Lutte chimique :**

## **CHAPITRE 2 : données bibliographiques sur les denrées stockées, les insectes ravageurs cas du Tribolium et moyens de lutte**

---

Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthrinoïdes représentent la grande majorité des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement). (REGNAULT ; PHILOGENE, 2005), et inorganiques (généralement à base d'arsenic ou de fluosilice) ils sont aujourd'hui prohibés.

Selon PHILOGENE 2005, tous les pesticides posent un problème de contamination à court ou à long terme, selon la nature de la molécule utilisée dans les traitements et selon la manière avec laquelle ils sont appliqués. Les études consacrées à la dispersion des pesticides dans l'environnement ont prouvé la présence de ces produits dans plusieurs points de la biosphère qui n'ont subi aucun traitement (GREGOR ; GUMMER, 1989). L'utilisation des insecticides chimiques conduit aussi à un désordre écotoxicologique qui est accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces devenues résistantes aux insecticides chimiques. (NAKAKITA ; WINKS, 1981).

### **2.4.2. Lutte physique et mécanique :**

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. En général, ces techniques ne sont pas efficaces contre les formes cachées. Elles sont recommandées pour pallier aux problèmes de résidus chimiques liés aux différents traitements chimiques appliqués aux denrées stockées.

### **2.4.3. Lutte biologique :**

La méthode classique de lutte biologique consiste en l'utilisation de micro-organisme, de prédateurs, de parasitoïdes et de substances naturelles d'origine végétale (ADDOR, 1995).

## ***CHAPITRE 2 : données bibliographiques sur les denrées stockées, les insectes ravageurs cas du Tribolium et moyens de lutte***

---

Le concept de lutte biologique a subi une évolution au cours du temps et intègre dans sa définition actuelle toutes les formes non chimiques de contrôle des ravageurs des récoltes mais aussi des mauvaises herbes.

Les lieux de stockage représentent des systèmes stables, avec des niveaux déterminés de température et de l'humidité, parce qu'ils forment des enceintes closes, ce qui est favorable pour procéder à une lutte biologique.

Ainsi, la lutte par les insecticides botaniques est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs prédateurs, les médiateurs chimiques jouent un rôle déterminant (MANN, 1987).

# **Partie Expérimentale**



## CHAPITRE 3: MATERIEL ET METHODES

### 3.1. Objectifs :

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

A cet effet, notre travail a été orienté vers l'utilisation de deux plantes spontanées comme insecticide naturel contre un insecte des denrées stockées : *Tribolium*.

Ce présent travail comprend deux parties essentielles :

- La première partie :
  - Extraction de l'huile essentielle de Romarin et de l'Inule.
  - Préparation des extraits aqueux de Romarin et de l'Inule.
  - Elevage du *Tribolium confusum*.
- La deuxième partie :
  - Tester l'activité biocide de l'HE et de l'EA de Romarin sur le *Tribolium confusum* soumis à différentes concentrations.
  - Tester l'activité biocide de l'HE et de l'EA de l'Inule sur le *Tribolium confusum* soumis à différentes concentrations.

### 3.2. Présentation des zones de collecte :

#### 3.2.1. La région de Zimoula (W. de Tizi ouzou) :

3.2.1.1. Situation géographique : La région de Zimoula se situe à 8km Nord ouest de la wilaya de Tizi ouzou à une altitude de 154m dans la vallée de l'oued Sabaou (Fig.9).



**Fig.9.** Situation géographique de Zimoula (W.Tizi ouzou) (Google, 2013)

### 3.2.1.2. Climat :

Les données météorologiques de O.N.M de Dar El Beida les plus proches de la région sont celles de Tizi ouzou à 1030m.

Les précipitations annuelles à Zimoula ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été (STEWART, 1969).

Elles varient de 600 mm à 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953).

Les précipitations annuelles ont lieu principalement durant l'hiver et le printemps, c'est en été, saisonsèche, que les plus faibles précipitations sont enregistrées.

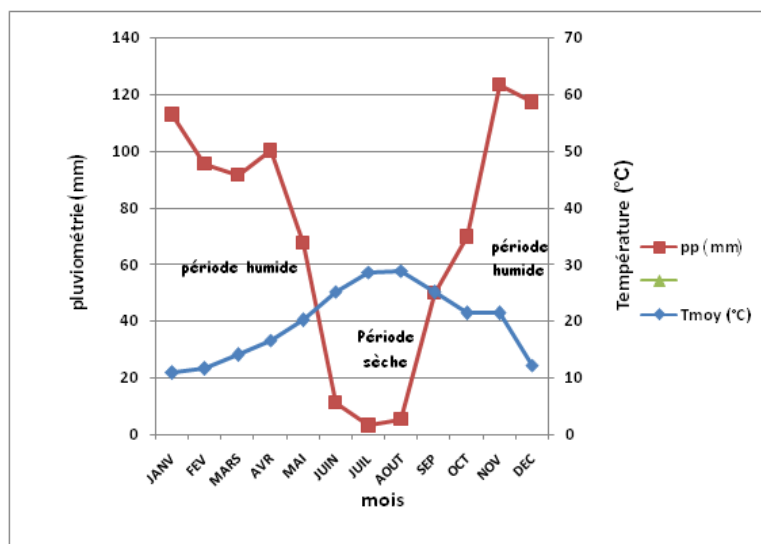
Sur le plan thermique, les mois les plus froids sont janvier et février avec destempératures moyennes minimales respectives de 6,23 °C et 6,79 °C, et unetempérature moyenne maximale de 15,40 °C et 16,37 °C, tandis que les mois

les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 35,8°C et 35,77°C et de 21,45°C suivie de 21,71 °C comme température moyenne minimale (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Zimoula (Tizi ousou) durant la période 2003-2012.

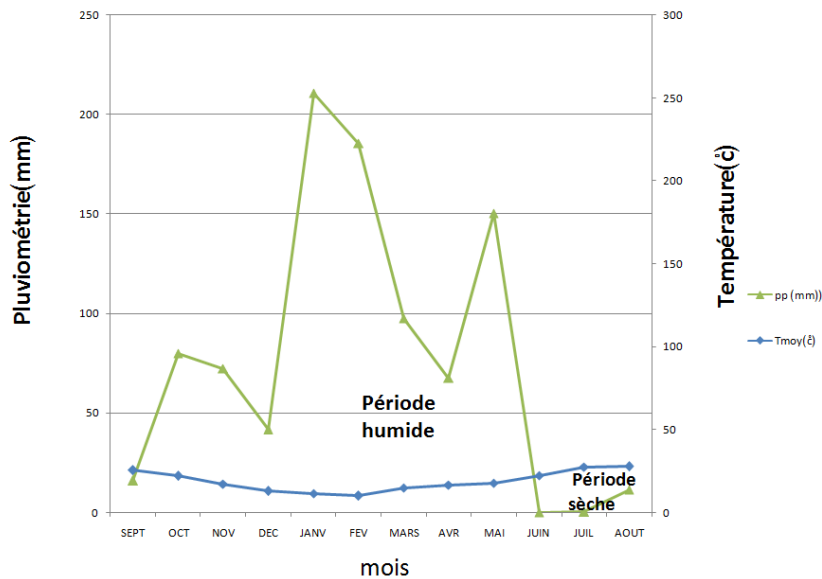
	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmoy Max	15,4	16,37	19,26	21,91	26,1	32,01	35,81	35,77	31,39	27,21	20,42	16,35
Tmoy Min	6,23	6,79	8,72	11,21	14,19	18,24	21,45	21,71	18,65	15,42	11,15	7,89
Tmoy M+m/2	10,8	11,58	13,99	16,56	20,14	25,12	28,63	28,74	25,02	21,31	21,36	12,12
Precipitation moy anuelle	112,71	95,23	91,34	99,92	67,28	11,09	3,03	5,35	49,88	69,68	123,24	117,16

(ONM,2013)



**Fig. 10 :** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Zimoula (Tizi ousou) pour la période (2003 à 2012).

Le diagramme Ombrothermique BAGNOULS et GAUSSEN établie pour la période (2003 à 2012) se caractérise par deux périodes fondamentales: l'une humide de sept mois s'étalant de janvier à mai puis de septembre à décembre, l'autre sèche d'un intervalle de quatre mois de juin à septembre (Fig.10).



**Fig.11.** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Zimoula (Tizi ouzou) pour la période 2012-2013.

Pendant l'année d'étude 2012-2013, on peut constater une période de sécheresse de deux mois entre juin et août et une période humide caractérisée par une pluviosité élevée, s'étalant de septembre à juin (Fig.11).

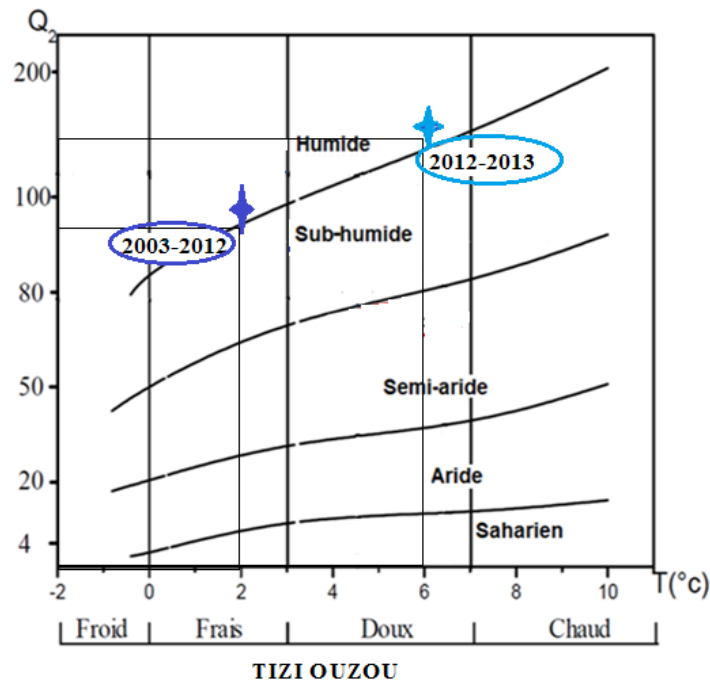


Fig .12 . Climagramme d’Emberger de Zimoula (W.Tizi ousou)

L’indice d’EMBERGER permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les différents étages bioclimatiques. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique dont l’équation est comme suit :

$$Q2 = 3,43 [(P/M-m)]$$

(STEWART, 1969).

p : pluviométrie annuelle (mm).

M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud.

m : Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

La valeur du coefficient pluviométrique Q2 fixée en ordonnée alors que la température moyenne minimale du mois les plus froids fixés en abscisse, donne la localisation de la région d’étude dans le Climagramme d’Emberger.

La région de Zimoula (Tizi ousou) donc bénéficie d’un climat méditerranéen située dans l’étage bioclimatique humide ; à hiver doux à frais confirmé par le calcul du

quotient pluviométrique d'Emberger Q2, ( $Q2=98,08$ ) pour les dix ans de 2003-2012 et ( $Q2=144,21$ ) pour l'année 2012-2013 (Fig.11).

### 3.2.2. La région de Sidi Ferhane (Parc national de Chréa) :

#### 3.2.2.1. Situation géographique :

La région Sidi Ferhane se situe dans le Parc national de Chréa à 50km Sud d'Alger dans la wilaya de Blida daïra de Ouled yaich à une altitude de 1927m. (Fig.13).



**Fig.13.** Situation géographique de Sidi Ferhane (PN de Chréa. W.Blida)

#### 3.2.2.2.Climat :

Les données météorologiques de Dar El Beida les plus proches du parc sont celles de Médéa à 1030m.

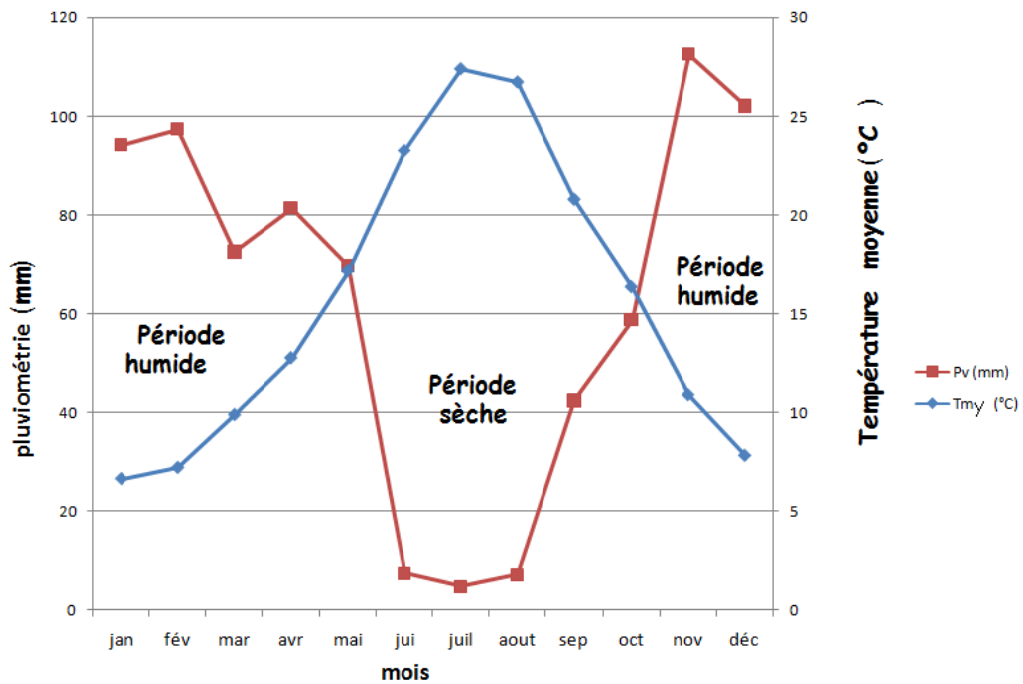
Les précipitations annuelles au P.N.C ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été (Stewart, 1969). Elles varient de 600 mm à 900 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et l'altitude) (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953).

Les précipitations annuelles ont lieu principalement durant l'hiver et le printemps, c'est en été, saison sèche, que les plus faibles précipitations sont enregistrées.

Sur le plan thermique, les mois les plus froids sont janvier et février avec des températures moyennes minimales respectives de 4,01 °C et 4,90 °C, et une température moyenne maximale de 9,24 °C et 9,48 °C, tandis que les mois les plus chauds sont juillet et août avec des températures moyennes maximales respectives de 31,10°C et 31,20°C et de 20,50°C suivie de 20,70 °C comme température moyenne minimale. (Tableau 2)

**Tableau 2** : Variations mensuelles des températures et de la pluviométrie à Sidi Ferhane (Parc National de Chréa.w de Blida) ( 2003-2012)  
Source ONM de d' Dar el Beida. Station de Médéa (ONM, 2013).

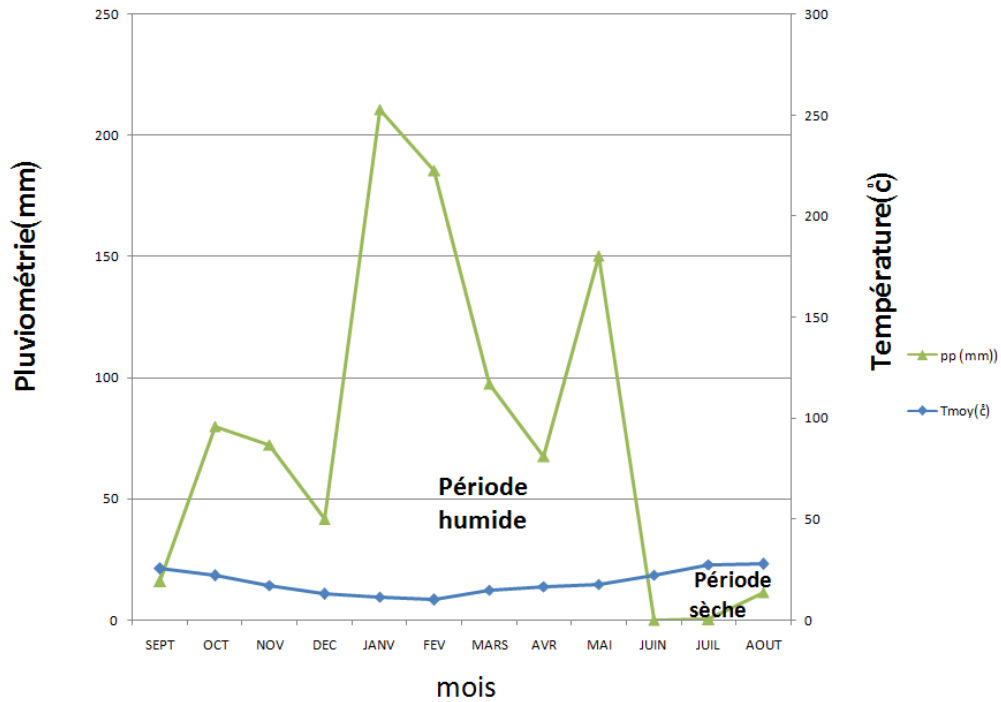
	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
Tmoy Max	9,24	9,48	13,29	16,55	21,41	28,27	32,81	32,05	25,21	20,28	13,74	10,81
Tmoy min	4,01	4,90	6,46	8,93	12,95	18,25	22,01	21,44	16,38	12,45	8,03	4,80
T moy (°C)	6,62	7,19	9,87	12,75	17,18	23,26	27,41	26,74	20,79	16,36	10,88	7,80
Pv (mm)	94,21	97,38	72,60	81,53	69,70	7,42	4,88	7,19	42,5	58,82	112,59	102,13



**Fig.14.** Diagramme Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN pour la période (2003 à 2012) de la région de Sidi Ferhane (2003-2012).

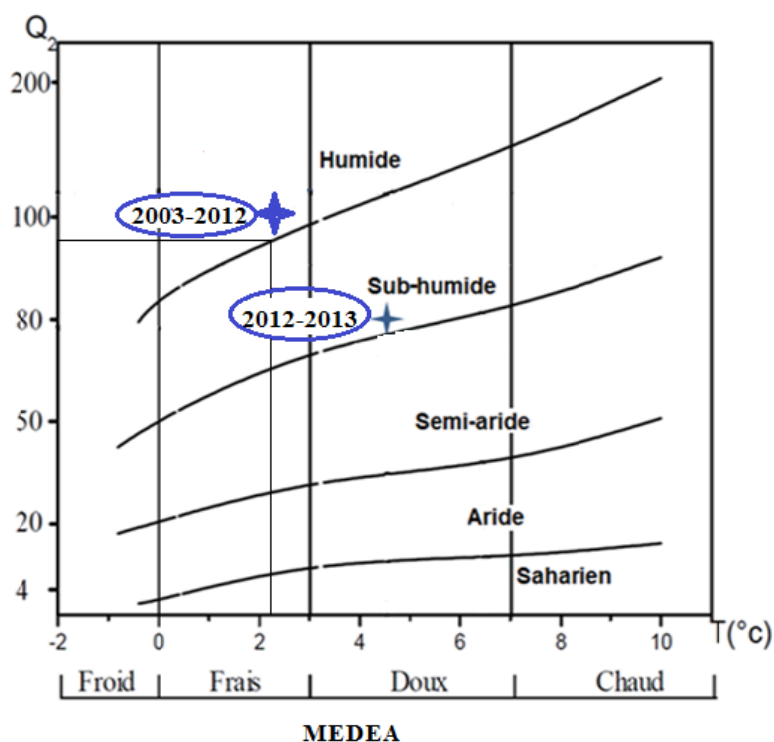
Le diagramme Ombrothermique établie pour la période (2003 à 2012) se caractérise par deux périodes fondamentales: l'une humide de sept mois s'étalant de janvier à mai puis de octobre à décembre, l'autre sèche d'un intervalle de cinq mois de mai à septembre. (Fig. 14).





**Fig. 15.** Diagramme Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSENde la région de Sidi Ferhane (W. Blida) pour la période 2012-.2013.

Alors que pendant l’année d’étude 2012-2013, on peut constater une période de sécheresse de deux mois entre juin et aout et une autre saison froide et humide caractérisée par une pluviosité élevée, s’étalant de septembre à juin. (Fig.15).



**Fig. 16.** Climagramme d'Emberger de Sidi Ferhane (P.N de Chréa w. de Blida)

La région de Sidi Ferhane (W.Blida) bénéficie d'un climat méditerranéen située dans l'étage bioclimatique humide ; à hiver frais confirmé par le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger  $Q_2$ , ( $Q_2=89,43$ ) pour les dix ans de 2003-2012 et ( $Q_2=92,15$ ) pour l'année 2012-2013 (Fig.16).

### 3.3. LE MATERIEL BIOLOGIQUE

#### 3.3.1. MATERIEL VEGETAL

Nous avons sélectionné deux plantes spontanées *Rosmarinus officinalis* L. et *Inula viscosa* L. Ait. Leur identification a été faite au niveau du Jardin d'essai du Hamma, puis confirmé par l'utilisation des clés de détermination de la flore de QUEZEL et SANTA, 1963.

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

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

**Récolte et conservation :**

Le matériel végétal est constitué des parties aériennes (feuilles et tiges), le Romarin a été cueilli en juin 2013 à SIDI FERHANE (Parc National de Chréa dans la wilaya de Blida), tandis qu' *Inula viscosaa* été cueilli au mois d'avril 2013 dans la région de ZIMOULA (W. de Tizi ousou)(Fig.17).



**Fig. 17.** Zone de collecte : ZIMOULA (W. de Tizi ousou) (Originale, 2013)

- Afin d'extraire l'huile essentielle, les plantes ont été utilisées fraîches.
- Quant à l'extrait aqueux, les plantes ont subi un séchage pendant 15 à 20 jours à une température ambiante et à l'abri de la lumière solaire, afin de

préserver au maximum l'intégrité des molécules :le matériel végétal de chacune des deux espèces est broyé grossièrement dans un moulin électrique et conservés dans des pots en verre au réfrigérateur jusqu'au moment de leurs utilisation.

### 3.3.2. MATERIEL ANIMAL

L'espèce utilisée dans notre étude est le *Tribolium confusum*, sa détermination a été réalisée au niveau du Département de Zoologie à l'Institut National d'Agronomie d'El Harrach par le Pr. DOUMANDJI.

L'espèce a été collectée au niveau de la Coopérative Céréalière des Légumes secs d'El Affroun de Blida (C.C.L.S), son élevage a été réalisé au niveau de la salle de Zoophytiatrie, Département des Sciences Agronomiques de l'Université SAAD DAHLEB(Blida).

Cet élevage a été conduit dans des boites perforées et mis dans l'étuve réglé à une t° 30° et 70% d'humidité relative (fig. 18).



**Fig.18.** Etuve d'élevage des insectes(Originale, 2013).

**Matériel pour l'extraction :**

- Erlenmeyer
- Bouteilles en verre
- Entonnoir
- Pipette pour le dosage des produits
- Une pince pour le prélèvement de Tribolium
- Boîtes de pétri en plastique de 9cm de diamètre.
- Solvant organique éther diétylique
- Papier filtre

**Appareillage pour l'extraction:**

- Un extracteur de l'HE par hydrodistillation à l'échelle de laboratoire (Fig. 19).
- Un extracteur de l'HE par entrainement à la vapeur à l'échelle pilote (Fig.21).
- Un agitateur horizontal
- Balance de précision

**3.3.3. Procédé d'extraction de l'huile essentielle pour le calcul du rendement :**

Pour calculer le rendement de l'huile essentielle des deux espèces son extraction a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation à l'échelle de laboratoire au niveau de C.R.D. SAIDAL d'El - Harrach (Fig. 19).

**3.3.3.1. Mode opératoire :**

Ce procédé se fait à l'aide d'un montage à distillation simple. Un ballon de 2l est utilisé dans lequel on place 1l d'eau distillé et 200 g de matière végétale (feuille et tige) des espèces étudiées. L'eau est portée à ébullition pendant 2 à 3 heures, en

prenant garde de ne pas chauffer à sec. La vapeur d'eau entraîne les produits organiques volatils qui se condensent dans le réfrigérant et qui sont récupérées à l'autre bout du montage dans un erlenmeyer. Le volume du distillat devrait être d'environ 150ml.

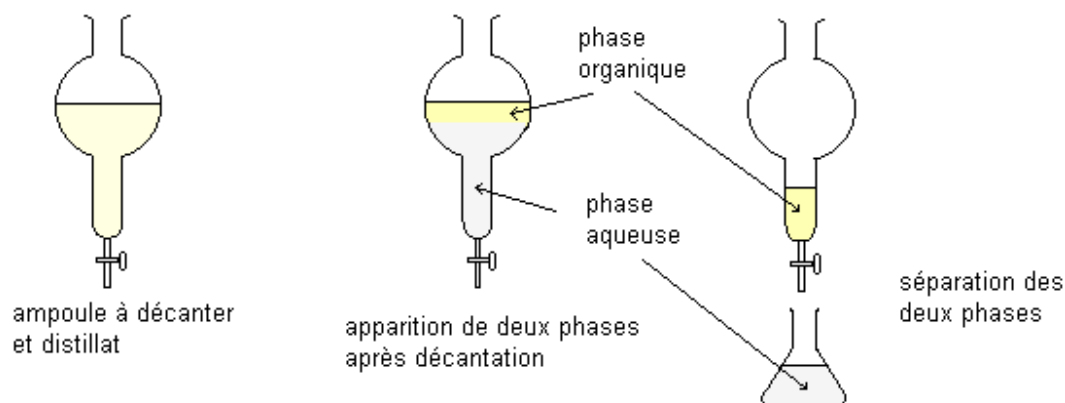


**Fig.19.**Dispositif d'extraction de l'HE à l'échelle de laboratoire.  
Laboratoire CRD de SAIDAL d'El Harrach. (Original, 2013)

### 3.3.3.2. Décantation

L'huile est séparée de l'eau par simple décantation dans une ampoule à décanter dans laquelle le mélange précédent se sépare en deux phases non miscibles. Le rendement en huile essentielle étant minime, un solvant organique éther diéthylique est utilisé afin d'augmenter le volume de la phase contenant HE et de séparer cette dernière du distillat par extraction liquide-liquide. En d'autres termes, une phase aqueuse, l'eau, en général plus dense, se situe dans la partie inférieure et une phase organique, de densité plus faible et contenant l'huile essentielle se situe au dessus dans l'ampoule à décantation. Agiter fortement l'ampoule en prenant soin d'ouvrir régulièrement la valve afin de réaliser la

pression à l'intérieur de celle-ci. Laisser reposer et décanter (Fig. 20). La quantité d'essence obtenue est pesée pour le calcul du rendement. Trois extractions sont réalisées pour chaque espèce.



**Fig. 20.** Schéma de décanation

### 3.3.3.1. Détermination de rendement en huile essentielle :

Le rendement en HE est défini comme étant le rapport entre le volume d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal à traiter. Elles sont exprimées en pourcentage par rapport à 100g de matière sèche selon la formule suivante :

$$R = (V / M) \times 100$$

R : Rendement d'huile essentielle en ml/ 100 se matière sèche.

V : Volume d'huile essentielle en ml.

M : Poids de la matière végétale exprimé par rapport à la matière sèche.

### 3.3.4. Extraction de l'huile essentielle pour l'étude de l'activité insecticide :

L'extraction de l'HE a été réalisée au niveau de laboratoire C.R.D.SAIDAL d'El Harrach par la méthode entrainement à la vapeur d'eau à l'échelle pilote (Fig. 21)



### 3.3.4.1. Mode opératoire :

Comme toute installation d'extraction par entrainement à la vapeur d'eau, l'appareil que nous avons utilisé comprend les parties principales suivantes :

- La génératrice de vapeur ou chaudière.
- Le distillateur ou alambic.
- Le condenseur.
- Essencier.
- Un tableau de commande pour le contrôle et le réglage des paramètres opératoires.



**Fig. 21.** Dispositif d'extraction de l'HE à l'échelle pilote.

Laboratoire de C.R.D. SAIDAL d'El-Harrach (Original 2013)

Nous avons procédé à l'extraction par entrainement à la vapeur d'eau de l'HE contenue dans les parties aériennes (tiges et feuilles) de Romarin et d'Inule.

Pour ce faire, 15 kg de matière végétale fraîche sont introduite dans l'alambic et uniformément répartie en évitant le tassement. Après la fermeture hermétique de



l'alambic, la vapeur est mise en circulation dans la double paroi. Dès que celle-ci est chauffée, la vapeur est envoyée dans l'alambic où elle traverse la matière végétale. Chargée d'HE, elle passe dans le condenseur où elle est condensée. Le distillat est récupéré dans l'essencier.

Le débit de l'eau de réfrigération est réglé de manière à ce que la température de distillat n'excède pas 25°C.

L'huile est séparée du distillat par décantation (Fig.20).

L'HE extraite (Fig. 22) est conservée à une température voisine de 4°C, dans un flacon en verre opaque fermé hermétiquement pour la préserver de l'air et de la lumière qui représentent les principaux agents de dégradation (PINGOT, 1998).



**Fig .22.**Huile essentielle de Romarin (Originale, 2013)

#### **3.4. L'étude de l'activité insecticide de l'extrait végétal :**

Pour l'évaluation de l'activité insecticide de l'extrait végétal d'*Inula viscosa* et *Rosmarinus officinalis* nous avons effectué un test biologique in-vitro qui

consiste à pulvériser le traitement sur des individus de *Tribolium* par mode contact.

#### 3.4.1. Préparation de la gamme de concentration pour l'extrait aqueux :

Les extraits aqueux des deux espèces ont été préparés par agitation qui consiste à la macération aqueuse de 20g de poudre avec 250ml d'eau distillée, disposées dans des flacons hermétiques et soumis à une agitation magnétique horizontale pendant 72h, dans le but de faire libérer et extraire les molécules actives existantes chez la plante (TAFIFET, 2010). Après filtration à l'aide de deux couches de tissu de tulle, le filtrat est filtré une autre fois à l'aide d'un papier filtre (Fig. 23).



**Fig. 23.** Agitateur horizontal et filtration des extraits aqueux (Originale, 2013).

On a réalisé quatre extraits aqueux pour les deux espèces :

1. E.A par agitation de la poudre de feuilles de Romarin.
2. E.A par agitation de la poudre de feuilles + tiges de Romarin.
3. E.A par agitation de la poudre de feuilles d'Inule.
4. E.A par agitation de la poudre de feuilles + tiges de l'Inule.

Les extraits aqueux obtenus ont été conservés dans des bouteilles emballées dans du papier aluminium au réfrigérateur à une température de 4°C dans le but d'éviter

toute dégradation ou dénaturation des molécules soit par la température ou la lumière.

Les doses préparées pour les deux espèces sont les suivantes :

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

Ces doses sont réalisées pour les feuilles seules et feuilles + tiges pour les deux espèces. En tout on a eu 12 doses et les témoins.

#### 3.4.2. Préparation de la gamme de concentration de l'huile essentielle :

A partir de l'huile essentielle obtenue de Romarin, nous avons choisis trois concentrations à tester après dilution dans le tween 80 (dilué à 3%).

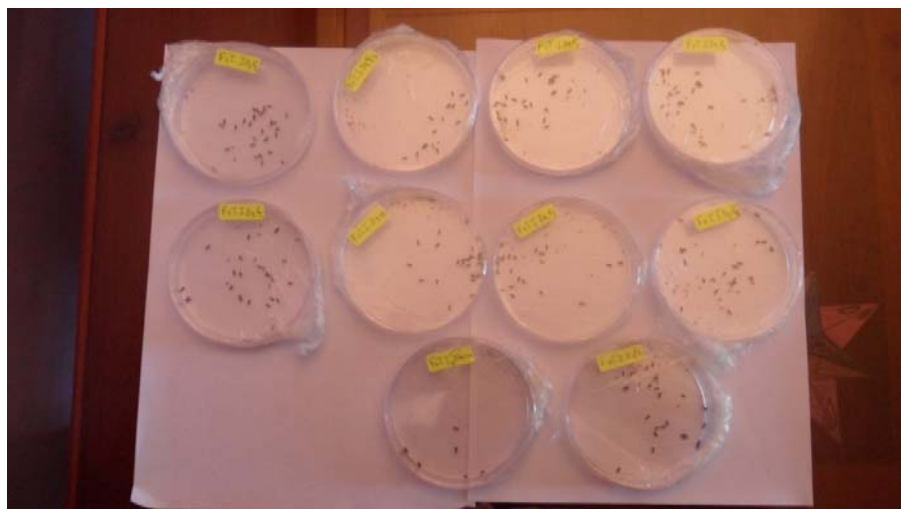
Nous avons utilisés le tween 80 comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution de l'huile essentielle. D'après les chimistes la dilution 3% est la plus efficace pour une meilleure homogénéisation de l'HE. Les doses préparées pour le Romarin sont les suivantes :

- Dose 1= D1 : 0,25% = 0,25ml HE diluée au twen80+ 99,75ml d'eau distillée.
- Dose 2= D2 : 0,50% = 0,50ml HE diluée au twen80+ 99,50ml d'eau distillée.
- Dose 3= D3 : 0,75% = 0,75ml HE diluée au twen80 + 99,25 d'eau distillée.
- Témoin = Tween 80(dilué3%).

#### 3.4.3. Application des doses :

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

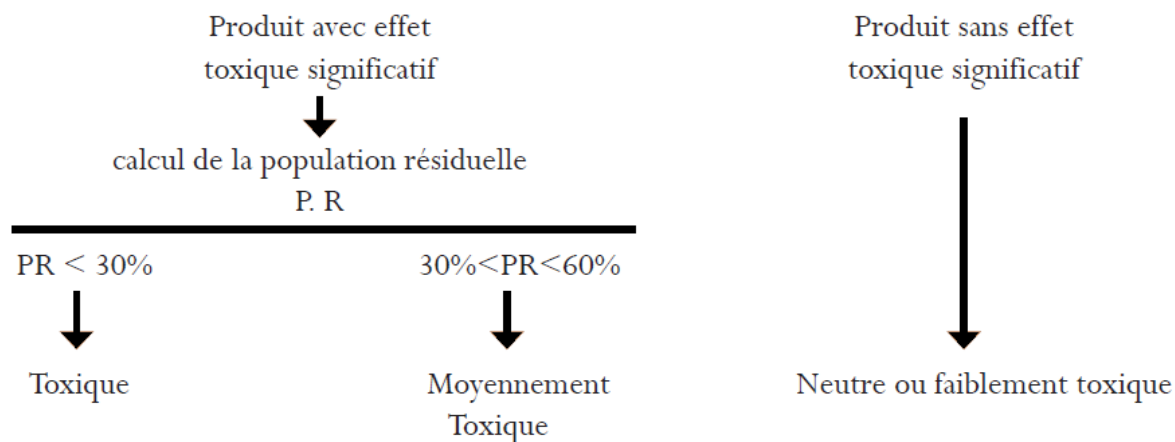
Des individus de *Tribolium* ont été placés dans des boîtes de pétri à raison de 30 individus par boîte (Fig. 24), ces insectes sont pulvérisés par les différents traitements à différentes doses. Pour chaque dose 3 tests sont effectués. Après traitement le dénombrement des individus vivants a été effectué après 24h, 48h, 72h et 96h



**Fig. 24.** Boîtes de pétri contenant les *Tribolium* subissant les différents traitements  
(Original 2013)

#### 3.4.4. Estimation de la toxicité des traitements

L'effet biocide des extraits aqueux et de l'huile essentielle des deux plantes spontanées a été quantifié sur les individus de *Tribolium*. Pour cette finalité nous avons calculé le taux des populations résiduelles selon le Test de DUNNETT.



$$PR = \frac{\text{Nb de formes mobiles (NFM) par traitement} \times 100}{\text{Nb de formes mobiles par témoin (eau)}}$$

PR < 30% Molécule toxique, 30% > PR < 60% Molécule moyennement toxique,

PR > 60% Molécule neutre ou faiblement toxique

### 3.5. Analyse des résultats :

L'activité insecticide de l'huile essentielle de Romarin et de l'extrait aqueux de d'Inule et de Romarin, a été évaluée par la population résiduelle des individus de *Tribolium*. Trois répétitions ont été réalisées afin de déterminer l'effet insecticide, ces répétitions ont été résumées par le calcul de la moyenne.

#### 3.5.1. Analyses de variance (SYSTAT vers. 7.0. SPSS 1997)

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

Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître

l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces trois (3) catégories.

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

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

$P < \text{ou} = 0,01$  : Différence hautement significative.  $P > \text{ou} = 0,01$  : Différence très hautement significative.

### **3.5.2. Analyse multivariée (PAST vers. 1.37)**

Dans le cas de variables quantitatives, les relations multivariées sont étudiées à l'aide d'une analyse en composantes principales (A.C.P.). Ainsi, nous avons analysé globalement les variables qui sont corrélées entre elles (traitement, dose et période) . A partir des coordonnées des variables et facteurs dans les trois premiers axes de l'analyse en composantes principales, une classification ascendante et hiérarchique est réalisée dans le but de détecter les groupes corrélés à partir des mesures de similarité calculées à travers des distances euclidiennes entre les coordonnées des variables quantitatives étudiées.

## **CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION**

### **4.1. RESULTATS :**

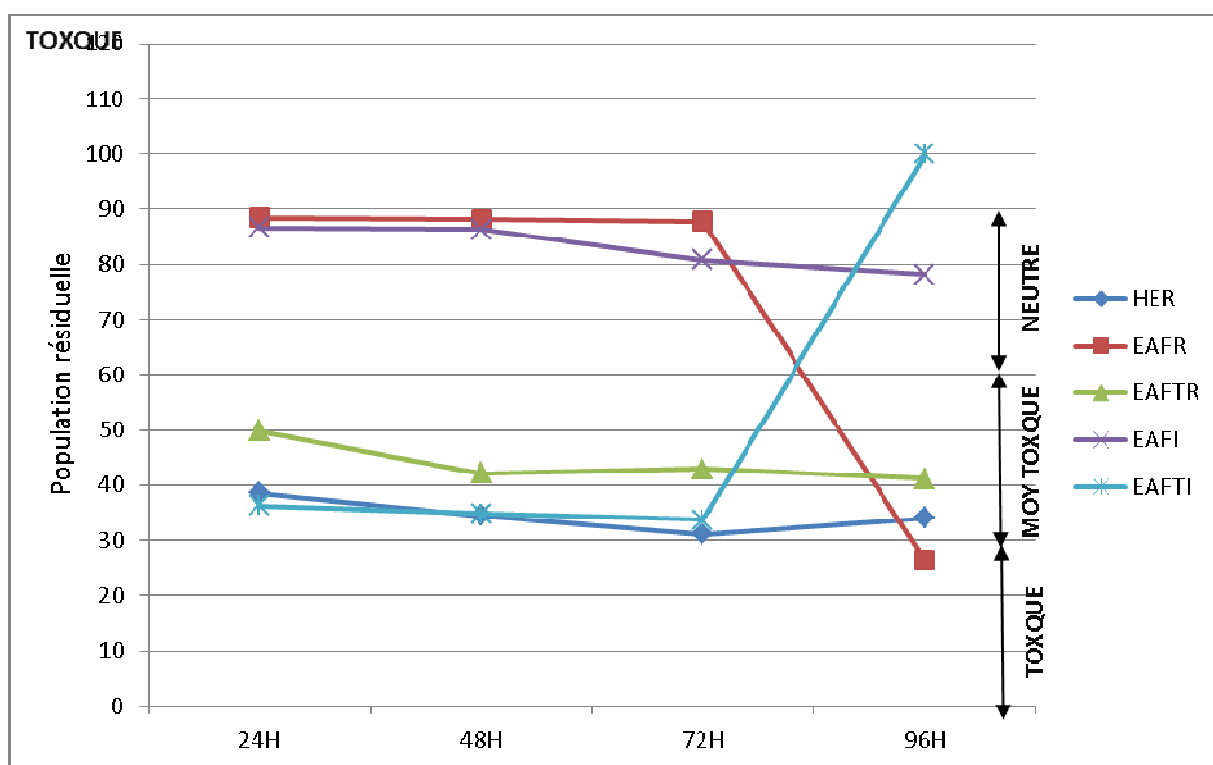
Les résultats relatifs à l'effet biocide et l'efficacité des différents traitements de l'HE et EA de romarin ainsi que l'EA de l'inule sous l'effet des différentes doses sur le taux des populations résiduelles de *Tribolium confusum* sont présentés dans le chapitre ci-dessous.

#### **4.1.1. Evaluation du rendement de l'huile essentielle :**

Le rendement obtenu en huile essentielle par hydrodistillation est de 0,6% pour le Romarin et de 0% pour l'Inule.

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

L'activité insecticide de l'HE et de l'extrait aqueux a été évaluée in vitro sur les individus de *Tribolium*. Les populations résiduelles sont estimées à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement. Une projection a été réalisée en faisant ressortir cette dernière en fonction du temps (Fig. 25).



**Fig. 25.** Evolution temporelle de la population résiduelle de Tribolium par contact sous l'effet des différents traitements

D'après la (Fig.25) l'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif sur une période s'étalant après traitement de 24 à 96 heures. Cependant, on note que l'HER et EAFTR présentent une faible densité de PR estimé respectivement de 30% et 40% par apport EAFR et EAFI qui présente une forte densité de PR de 90%, EAFTR présente une PR de 50%.

On note aussi que HE, EAFTR et EAFI ont un effet progressive s'étalant de 24h à 96h, l'EAFTI commence a perdre son efficacité au bout de 72h pour la perdre au bout de 96h.

EAFR et EAFI présentent une faible toxicité avec une PR de 85% mais avec le temps l'effet EAFI reste progressive est diminuée légèrement de 24h à 96h contrairement à EAFR devient toxique au bout de 96h.



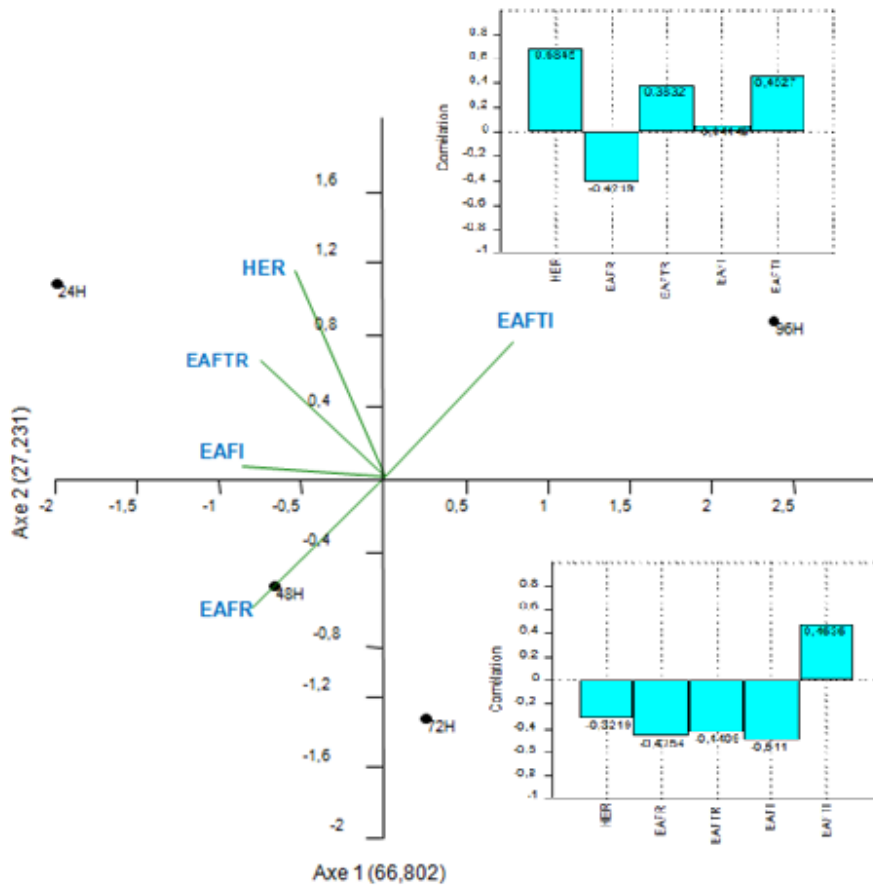
**4.1.3. Evaluation de l'efficacité des différents traitements sur la densité des populations résiduelles de Tribolium :**

L'analyse en composantes principales, effectuée avec le logiciel SYSTAT est satisfaisante pour l'ensemble des paramètres étudiés dans la mesure où plus de 66% de la variance sont exprimés sur les 2 premiers axes. Ce test traduit l'effet de chaque traitement et exprime sur les deux axes de l'ACP, que les différents traitements ont un effet précoce et différent sur la population de Tribolium.

La projection sur l'axe 1 (66,802) indique que les différents traitements (HER, EAFTR, et EAFI) sont plus efficaces et ont un effet précoce au bout de 24h et EAFR est efficace au bout de 48h. La projection sur l'axe 2 (27,231) montre que le traitement de EAFTI a un effet moins efficace et tardif allant jusqu'à 96h. (Fig. 26)

## CHAPITRE 4:

HER: Huile Essentielle du Romarin  
 EAFR: Extrait Aqueux de Feuilles de Romarin  
 EAFTR: Extrait Aqueux de Feuilles et Tiges de romarin  
 EAFI: Extrait Aqueux de Feuilles d'Inule  
 EAFTI: Extrait Aqueux de Feuilles et Tiges d'Inule



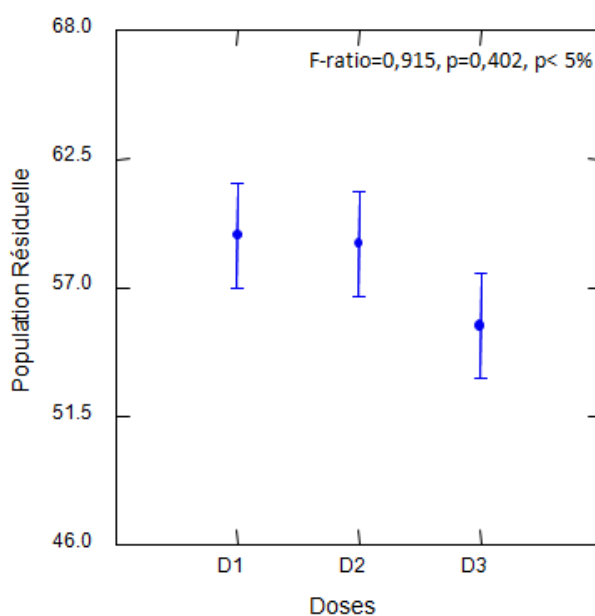
**Fig.26.** Analyse en composantes principales(A.C.P) des différents traitements sur les populations résiduelles de Tribolium en fonction du temps.

#### 4.1.4. Etude comparée des traitements sur la densité de la population résiduelle de Tribolium :

Le modèle général linéaire (GLM) a été utilisé afin de déterminer l'effet strict des différents traitements sur les populations résiduelles de Tribolium confusum en fonction des doses et des périodes. Ce modèle nous a permis d'étudier l'effet individuel de chaque facteur sans l'intervention des interactions entre eux.

##### 4.1.4.1. Effet comparé des doses :

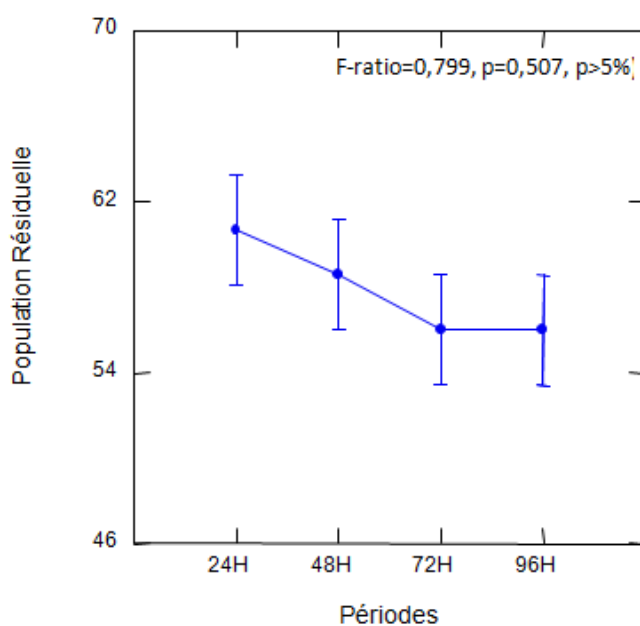
Les résultats de l'analyse de la variance montrent que les doses ont un effet significatif sur la densité des PR (F-ratio=0,915, p=0,402, p< 5%). L'analyse de la variance confirme la présence d'un effet similaire entre les doses D1(à 0,25%) et D2(à 0,50%) et la dose D3(0,75%) est plus efficace.(Fig. 27)



**Fig. 27.** Population résiduelle comparée de Tribolium selon les doses. D1 :Dose=0,25, D2 :Dose=0,50, D3=0,75

**4.1.4.2. Effet comparé des périodes :**

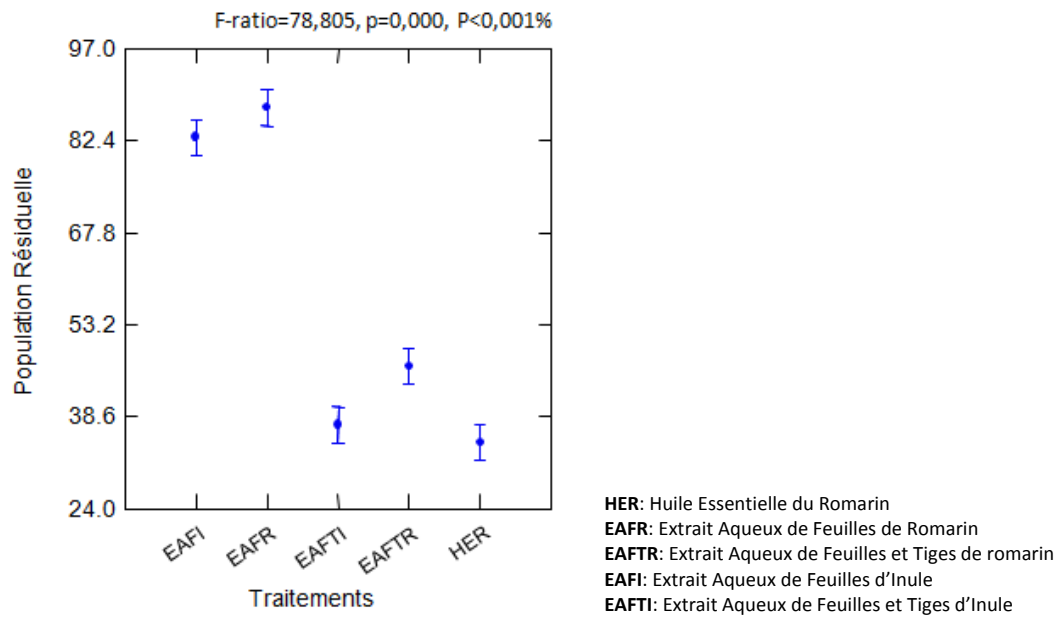
Les résultats de l'analyse de la variance montrent que le facteur période a un effet non significatif sur la densité des PR (F-ratio=0,799, p=0,507, p>5%). L'analyse de la variance confirme la présence d'un effet progressif de 24h jusqu'à se stabiliser à 72h et 96h. (Fig.28)



**Fig.28.** Population résiduelle comparée de Tribolium selon les périodes.

**4.1.4.3. Effet comparé des traitements :**

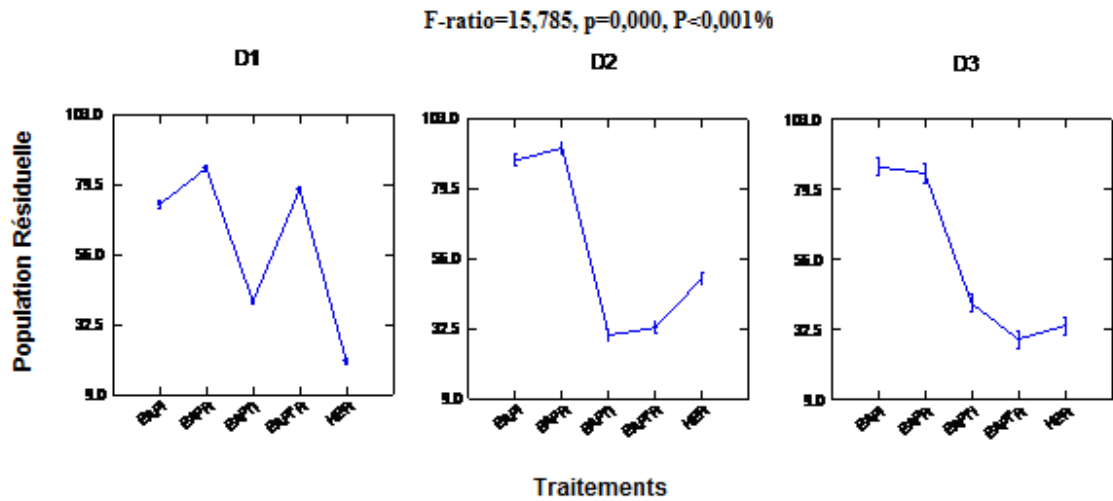
Les résultats de l'analyse de la variance montrent que le facteur traitement a un effet hautement significatif apparent sur la densité des PR (F-ratio=78,805, p=0,000, P<0,001%). L'analyse de la variance confirme les traitement HER, EAFTI et EAFTR sont plus efficace que les traitements EAFI et EAFR et reste que l'HE est plus efficace que les extraits aqueux.(Fig.29) .



**Fig.29.** Population résiduelle comparée de Tribolium selon les Traitements.

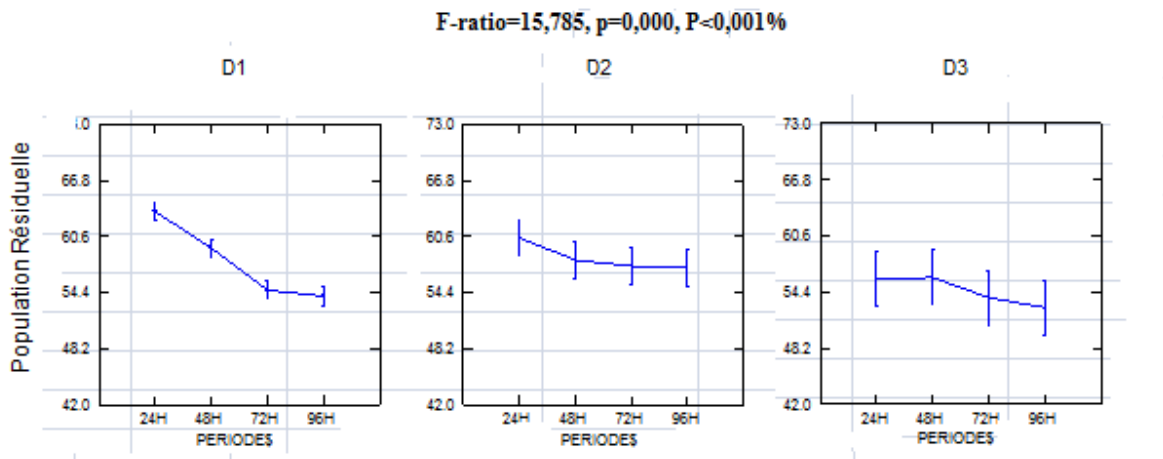
#### 4.1.5 . Etude de l'interaction des facteurs traitements, doses et facteurs sur la population résiduelle de atribolium :

L'analyse de la variance ANOVA nous a permet de noter que l'interactions des facteurs doses et périodes après traitements a une efficacité faiblement progressive ainsi que la toxicité ( PR. D1=55%-65%, PR.D2=55%-60% , PR. D3=53%-55%) d'où la différence est non significative (F.ratio=0,214, p=0,972 , p>5%).(Fig.30).



**Fig.30.** Graphe de modèle ANOVA appliqué à l'interaction des facteurs traitements et doses sur le Tribolium

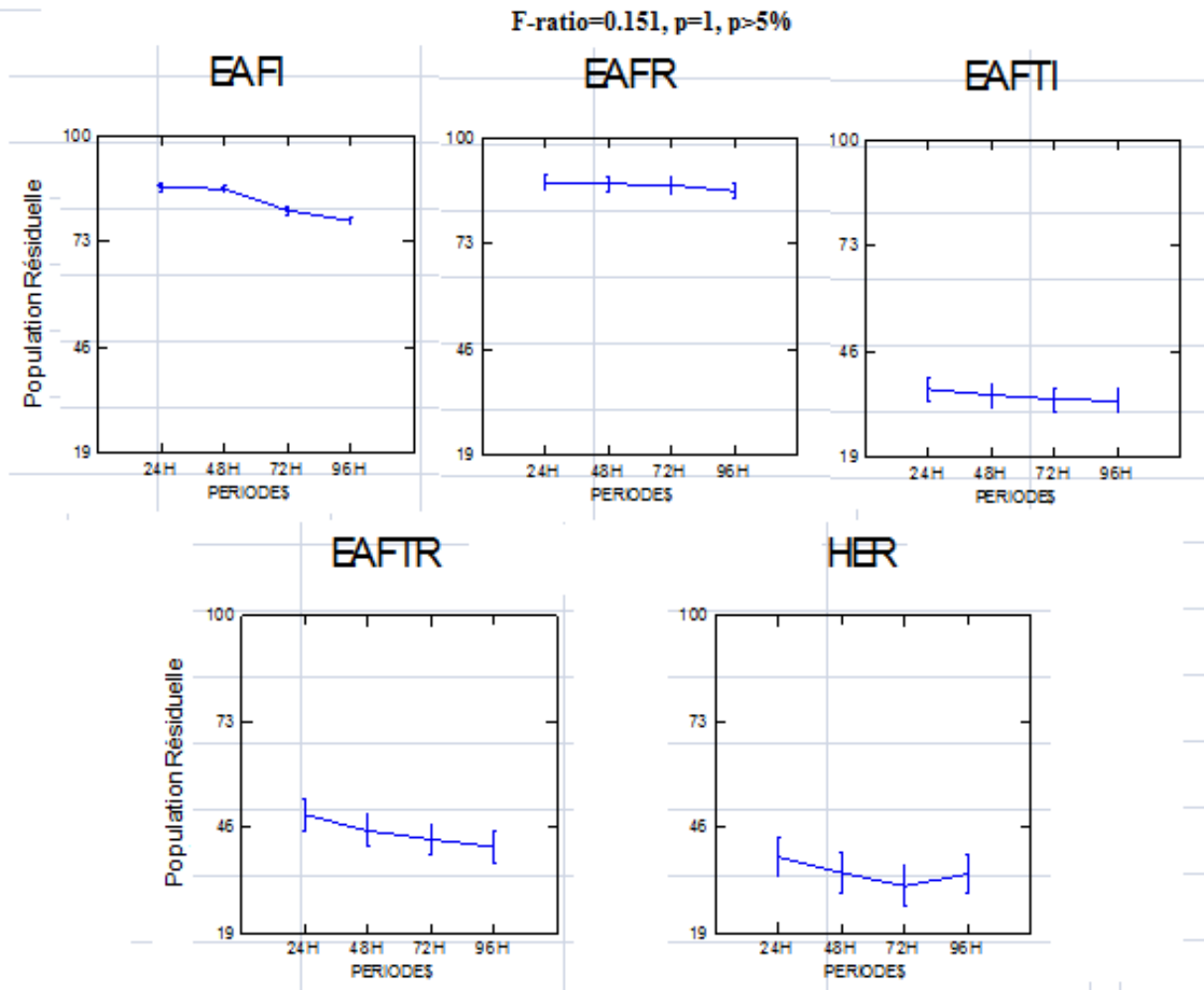
L'interaction des facteurs traitements et doses exercent un effet hautement significatif apparent sur la densité des PR (F-ratio=15,785, p=0,000, P<0,001%). (Fig.31).



**Fig.31.** Graphe de modèle ANOVA appliqué à l'interaction des facteurs doses et périodes sur le Tribolium.

## CHAPITRE 4:

L'interaction des facteurs traitements et périodes exerce un effet non significatif apparent sur la densité des PR. (F-ratio=0.151, p=1, p>5%). (Fig.31).



**Fig.32.** Graphe de modèle ANOVA appliqué à l'interaction des facteurs traitements et périodes sur le Tribolium.

## **4.2. DISCUSSION**

Actuellement, les extraits végétaux des plantes commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives, ceux-ci font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématocides, et fongicides (YAKHLEF, 2010)

Les résultats obtenus en traitant l'effet biocide d'extraits végétaux de Romarin et de l'Inule sur un insecte ravageur des denrées stockées *Tribolium confusum*, nous ont permis de dégager plusieurs hypothèses.

- **Evaluation du rendement en huile essentielle de Romarin**

Le rendement en huile essentielle a été simplement obtenu pour le Romarin. Il s'avère nulle pour l'Inule. La présence ou l'absence de rendement ainsi que sa variation peut être attribuée à plusieurs facteurs : le mode de récolte, les conditions de transport, de séchage et de stockage peuvent générer des dégradations enzymatiques. Les changements les plus importants interviennent pendant l'hydrodistillation sous l'influence des conditions opératoires, notamment du milieu (pH, température) et de la durée d'extraction. D'autres facteurs tels que les traitements auxquels on peut procéder avant ou pendant l'hydrodistillation (broyage, dilacération, dégradation chimique ou enzymatique, pression, agitation) contribuent à la variation du rendement et à la qualité de l'huile essentielle (RICHARD et PEYRON, 1992).

Selon LAGUNEZ le rendement des huiles essentielles est réduit à 25% quand on passe de l'échelle laboratoire à l'échelle pilote sur le système d'hydrodistillation classique (LAGUNEZ,2006). Il Peut être dûe aussi au stade phénologique de la plante, aux conditions climatiques, à la nature du sol qui varie d'une région à une autre et au mode d'extraction (BOUSBIA, 2004).



#### CHAPITRE 4:

---

Selon BOUKHATEM et al, 2010 , l'extraction par solvant de HE de *pelargonium graveolens* dans les phases organiques et aqueuses a permis de récupérer une quantité aussi importante à 0,25% par rapport à une simple décantation à 0,2%.

Selon AYADI, 2011, le rendement obtenu de *Rosmarinus officinalis* en Tunisie cueillie dans la région de Sidi Bouzid est de 1,35% (phase organique) et 0,71% (phase aqueuse), alors que le rendement obtenu du Romarin de la région de Bizerte a donné 1,25% dans la phase organique et 0,45% dans la phase aqueuse. Par contre le rendement obtenu du Romarin de la région de Zaghouan dans la phase organique est 1,27% et dans la phase aqueuse est 0,43%.

Selon BEKKARA et al, 2007, la teneur en huile essentielle, obtenue à partir des parties aériennes (feuilles + fleurs) est de 0.8% pour le Romarin sauvage de la station Honaine et 0.6% pour le Romarin cultivé de la station Tlemcen.

Le rendement de l'huile essentielle de Romarin de la région de Tlemcen est de 0,6% (BOUCHIKHI et al,2009).

L'Inule cueilli dans une région qui présente un étage bioclimatique humide avec une période assez longue peut être l'un des facteurs pour un rendement nul sachant que plus la plante stresse plus elle est efficace pour sa défense, elle synthétise alors plus de métabolites secondaires .

Il a été prouvé par OZENDA en 1985 et LANDOLFen2005 que les différences de milieu ont une influence profonde sur la végétation. Par ailleurs, HOPKINGS(1999) et BOUAOUINA *et al.*(2000), ont démontré, que dans les conditions environnementales, les plantes sont souvent sujettes à des facteurs extrêmes : hydriques, thermiques, pédologiques et autres, engendrant différents types de stress. La nutrition de la plante se trouve sous les dépendances, non seulement de sa constitution génétique (BOUAOUINA *et al.*, 2000), mais aussi

d'une série de facteurs écologiques et culturelles qui sont susceptibles d'influencer la composition du feuillage (CHABOUSOU,1975).

- **Evaluation de l'effet biocide de l'HE du Romarin et des extraits aqueux du Romarin et de l'Inule**

Cette étude préliminaire vise à rechercher de nouvelles molécules bioactives à activité biocide. Les résultats obtenus dans le cadre de cette investigation montrent que les traitements biologiques à base d'extraits aqueux des feuilles seules des deux plantes l'Inule et le Romarin, des extraits aqueux des feuilles et tiges ensemble des deux plantes, des extraits d'HE de Romarin ont montré un effet toxique. Cet effet de choc estimé sur les populations résiduelles présente une gradation de toxicité allant des extraits d'HE, puis les extraits aqueux feuilles et tiges et enfin des traitements à base de feuilles seules.

Nos travaux vont dans le même sens avec de nombreux scientifiques ayant mis en exergue l'effet répulsif des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques, Ainsi (ROY et al. ,2005) affirment que les huiles essentielles extraites de *Blumea lacera* manifestent une repulsivité de 55,7 1% pour *Rhyzopertha dominica* et de 55,34 % pour *Sytophylus oryzea*. AL-JABR (2006) a aussi mis en évidence l'effetrépulsif de *Cinnamomum camphera*,*Rosmorinus officinalis*, *Menlha viridis*, *Simmondsia chinensis* sur *Orvzeaphilus surinamensis* et *Tribolium castaneum*.

Une efficacité de l'huile essentielle par contact sur l'insecte des denrées stockées *Tribolium confusum* a été mise en valeur par de nombreux auteurs. Ainsi l'huile essentielle de *Mentha pulegium* et *Mentha rotundifolia* (SAIBI, 2009) de même que celle de *Mentha spicata* (YAHYAOU, 2005) et celle de *Syzygium aromaticum* (KELLOUCHE et SOLTANI, 2004) provoque une forte toxicité à l'égard des insectes des stocks. Notre étude confirme les résultats de cestravaux

antérieurs puisque nous avons également enregistré une diminution du nombre d'insectes dans les populations traitées avec l'huile essentielle de Romarin.

Les résultats expriment aussi que les extraits aqueux de la plante d'*Inula viscosa* et le *Rosmarinus officinalis* testés ont montré un grand pouvoir insecticide sur le ravageur traité. Cela est confirmé par plusieurs observations qui avancent que les huiles ou les extraits de toutes les plantes sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs (MARION-POLL et al., 2002). KOUNINKI (2001) signale que plus de 2 000 espèces végétales déjà identifiées possèdent une activité insecticide. Tous les extraits des plantes ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait (NKOUKA, 1995).

Nos résultats relatifs aux traitements biologiques à base d'huile essentielle et d'extraits aqueux ont montré une toxicité temporelle plus au moins similaire. Les applications réalisées ont enregistrées un effet dès les premières 24h qui devient plus important au bout de 48h et 72h et se stabilise au bout de 96h. La différence de toxicité s'explique probablement par la vitesse d'action des produits et que les composés volatils réagissent en synergie mais en fonction de la séparation de chaque molécule. Selon NDOMO et al., (2009), il serait difficile de penser que l'activité des extraits végétaux se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires ; elle pourrait aussi être due à certains de ses constituants minoritaires ou à un effet synergie de plusieurs constituants.

L'effet stable entre 72h et 96h peut être due aux produits volatils (REGNAULT-ROGER, 2002). Il se dégage de ces travaux que les huiles essentielles sont efficaces mais leur activité insecticide décroît très rapidement du fait de leur forte volatilité.

#### CHAPITRE 4:

---

L'effet de l'HE sur le ravageur est plus important que celui des extraits aqueux, il peut s'expliquer du fait que certaines molécules actives ne peuvent être contenues que dans l'huile essentielle.

Concernant l'effet dose les résultats nous ont permis de signaler une graduation de toxicité allant de la dose D1 à D3. Et un effet choc a été enregistré pour l'huile essentielle du Romarin.

Les résultats de l'étude annoncent que les feuilles seules donnent une efficacité moins importante comparée aux feuilles et tiges pour le Romarin et pour l'Inule. Ces résultats obtenus démontrent que l'effet toxique des extraits aqueux des compartiments d'*Inula viscosa* et de *Rosmarinus officinalis* varie d'un compartiment à un autre. (BEAUNE, 1999) estime que l'intensité de l'augmentation des métabolites secondaires n'est pas toujours identique dans les différents tissus de la plante. En effet selon cette théorie, la concentration des composés secondaires est plus forte au niveau des parties importantes en terme de fitness pour la plante et au niveau des zones présentant de fortes probabilités d'attaques.

L'étude comparative des extraits des différentes parties de *Tagetes patula* a montré que les extraits racinaires sont plus efficaces que les extraits foliaires et atteignent respectivement 52 et 58 % et ceux contre le nématode des tiges: *Ditylenchus dipsaci* (SELLAMI, 2002).

L'étude de l'effet toxique des extraits aqueux des racines et des parties aériennes des quatre plantes étudiées (*Urtica dioica*, *Erwinia carotovora*, *Raphanus raphanistrum* et *Plantago lanceolata*) a montré que ces derniers présentent des principes actifs létaux pour les larves (L2) de *Meloidogyne*. Cependant, les taux de mortalité produits varient en fonctions de l'espèce végétale, de l'organe utilisé, de la concentration de l'extrait et du temps d'immersion (TAFIFET, 2010).

#### **CHAPITRE 4:**

---

Les HE agissent directement sur la cuticule des insectes et acariens à corps mou, plusieurs de ces huiles semblent plus efficaces sur les arthropodes non murs (ISMAN, 1999).

Les résultats de l'étude de (TCHAKER, 2011) ayant travaillé sur l'Inule annoncent que les racines donnent une efficacité moins importante comparée aux feuilles et aux tiges. Sur la base de ces informations, on peut avancer que les principales classes des métabolites secondaires ou des molécules bioactives sont présentes dans la partie aérienne d'*Inula viscosa*.

## **Conclusion :**

---

### **Conclusion générale**

Au terme de ce travail consacré essentiellement à l'étude de l'effet insecticide de deux plantes spontanées *Rosmarinus officinalis* L et *Inula viscosa* L Ait sur la population de *Tribolium confusum* Duval soumise à des doses variées, il nous a paru de dégager les principaux résultats auxquels nous avons abouti.

Les résultats relatifs aux rendements des huiles essentielles , le Romarin présente un rendement de 0,6% et 0% pour l'inule.

Ainsi les traitements biologiques de l'huile essentielle de Romarin et les extraits aqueux des deux espèces testées ont enregistrées une efficacité moyenne pour l'Inule et élevée pour le Romarin et une progression moyenne durant toute la période du suivi. Cependant l'huile essentielle de Romarin a montré une forte toxicité vis-à-vis du *Tribolium confusum* d'ou une meilleure efficacité par rapport aux extraits aqueux.

Quant à l'effet des compartiments, les résultats obtenus ont montré que la partie feuilles et tiges de la plante présente un effet plus marquant que les extraits à feuilles seules pour les deux espèces.

Le facteur période est plus significatif que le facteur dose testés au cours de notre expérimentation.

Grace à ces résultats qui semblent intéressants, on peut conclure que l'huile essentielle de Romarin et l'Inule possède un effet insecticide certain se manifestant par une diminution de la population résiduelle de *Tribolium confusum*.

Par contre, les extraits aqueux de l'Inule ont montré un effet insecticide plus faible surtout extrait aqueux à feuille Inula.

Ce travail basé sur l'utilisation de plantes spontanées comme insecticide nous ouvre de larges perspectives d'une part dans le domaine des connaissances

**Conclusion :**

---

fondamentales et d'autres part dans le domaine appliqué, pour cela il serait intéressant d'évaluer dans des études ultérieures :

- Elargir les effets d'efficacité sur d'autres insectes nuisibles des denrées stockées.
- Evaluer l'efficacité des deux espèces en prenant en compte la région, le stade phénologique et les compartiments des plantes.
- Etude de la composition chimique des deux plantes.
- Réaliser des tests in vivo sur les lieux de stockage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELLA, S.,1988. Effects of hispidulin, a flavones isolated from *Inulaviscose* , on isolated Gem. Pharmacol n°4. 63 pp.
- ADDOR, R.W., 1995. Insecticides In: Godfry, C.R.A. Ed Agrochemicals from Natural Products. Marcel Dekker inc., New York. 1-63 pp.
- AFNOR, 1992. Recueil des normes françaises. *Huiles essentielles*. AFNOR, Paris.
- ALBERT, Y, LEUNG, STEVEN, F. 1996. *Encyclopedia of common Naturel ingradients used in foods,Drugs, And cosmetics*, 2ème Edition: Awrley. Interscience publication. 445 p.
- ALILOU, H., AKSSIRA, M., IDRISSE, HASSANI, L.M., EI HAKMOUI, A., MELLOUKI, F., ROUHI, R., BOIRA, H., BLASQUES, A. et CHEBLI, B., 2008 .Chemical composition and antifungal activity of *Bubonium imbricatum*volatile oil. *Phytopathol. Mediterr. n° 47*, 3–10 pp.
- ALJABR Ahmed, M. ,2006. Toxicity and Reperc II ency of seven plant Essential oils to *oryzeaphilus surinamensis* ( *Coleoptera; Silvanidae*) and *Tribolium castaneum*.(*Coleoptera Tenebrionidae*).
- ALZOUMA , I ; HUIGNARD et LENGA, A ., 1994. Les coléoptères Bruchidae et les autres insectes ravageurs des légumineuses alimentaires en zone tropicale. In poste récolte, principes et application en zone tropicale.Ed :Verstratem. 103p.
- AYADI,S. ; JERRIBI, C. ABDERRABBA. M. 2011 *Extraction et étude des huiles essentielles de Rosmarinus Officinalis cueillie dans trois régions différentes de la Tunisie*, Journal de la Société Algérienne de Chimie. 21(1), 25-33 pp.
- BAGNOULS, F. et GAUSSEN, H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88 : 193-239.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

---

- BATTANDIER, J.A, TRABUT, L. 1988. *Flore de l'Algérie : Les dicotylédones*. Ed Adolphe et Jurdan. Alger.
- BEAUME, P.,1999. Les cytochromes P450 humains : applications en toxicologie. *Med Ther*; 4:18-38.
- BELYAGOUBI L., 2006. Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse de Magistère. Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Faculté des Sciences. Départ de Biologie ,110p.
- BENAYACHE, S. BANAYACHE , F. DENDOUGHI.H. JAY, M. 1991. *Les Flavonoïdes d'Inula viscosa L*. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome 25, n° 4 . 170-176 pp.
- BENISTON, B. 1982. *Fleurs d'Algérie*. Ed : Entreprise Nationale du livre d'Alger. 47 p.
- BOUAOUINA, S., ZID, E. et HAJJI, M., 2000. Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.). In: Royo C., Nachit M.M., Di Fonzo N. & Araus J.L., édés. *L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne : nouveaux défis*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 239-243.
- BOUKHALFA, 1995. *Apport des couplages CPG/MS et CPG/IR dans l'analse des mélanges naturels complexes, exemple l'huile essentielle de Romarin*.
- BOUKHATEM, M.N, et al 2010. *Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (Pelargonium graveolens L.) cultivé dans la plaine de Mitidja(Algérie)*. *Revue Nature et Technologie*, n° 03. 37-45 pp.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

---

- BOUSBIA, N., 2004. Extraction et identification de quelques huiles essentielles (Nigelle, Coriandre, Origan, Tym, Romarin) : Etude de leurs activités antimicrobiennes. Thèse Magister .INA ;Alger P 130 .
- BLAMEY, M. GREY-WILSON,C. 2000. *Toutes les fleurs de la méditerranée* : Les fleurs, les graminées, les arbres et les arbustes. Ed: Delachaux et Niesté SA : Paris. 560 p.
- BRUNETON, J.1993.*Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*.2ème Edition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris.915p.
- BRUNETON ,J.,1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales Monoterpènes et sesquiterpènes .3ème Ed.Tec et Doc, 484-535 pp.
- BSSAIBIS et al., 2009 .Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 3, N°1, 44-55pp.
- BINET, P. ET BRUNE, J.-P.,1981. Physiologie Végétale. Tome II. Ed : Doin,
- CHABOUSOU, F., 1975. Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis-à-vis de leurs ravageurs. *St. Zool. Inst. Nat. Rech. Agro.*, Bordeaux, 39 p.
- CHAMP, B.R et DYTE, C.E., 1976. *Rapport de l'enquête mondiale de la FAO sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides*. FAO, Rome, 374 p.
- CHARI,H.P., 1999. Effets cicatrisants d'*Inula viscosa* sur les brûlures expérimentales chez le Lapin. Thèse de magister . Univ de Constantine.
- CHIARLO. B., 1988. *Sui costituenti dell Inula viscosa Ait*. Bull. Chim. Farm. n° 107. 370-380 pp.
- CRESPO, M.E; JIMENEZ J. AND NAVARRO C., 1991 .Special Methods for the Essential Oils of the Genus *Thymus*.Modern Methods for plant analysis, 12, 41-61pp.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- DAMASSE, L., 2009 - Algérie : Politique agricole et opportunités en amont des filières céréalières et lait 05/08/2009 source multiple.
- DJERMOUN , A.E.K., 2009 . Revue Nature et Technologie. N° 01/Juin 2009.
- DOUMANDJI, DOUMANDJI –MITICHE, B ; SALAHEDDINE, D., 2003. Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage office des publications universitaires,
  - 1-67 pp.
- EVANS L.T., 1993. Crop evolution, Adaptation and yield. Cambridge University. Press. Cambridge, UK. ISBN. 22, 521-571 pp.
- FAO.STAT, 2009. Production du blé dans le monde.
- FAURON, R. MOATI, R. DONADIEU, Y. 1983. *Guide pratique de phytothérapie*. Ed : Maloine 811p .
- FLEURAT LESSARD, F., 1982. Les insectes et les acariens in : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, Ed Lavoisier et Apria, Paris, 349-396 pp.
- FLEURAT LESSARD, F.,1994. Ecophysiologie des Arthropodes nuisibles aux stocks de céréales en Afrique Tropicale. In Poste-Récolte, principes et application en zone tropicale.Estemiaupelf Verstraeten . 1-61 pp.
- FOURAR, R., 1987. Inventaire des insectes du blé tendre, estimation des dégâts et prévention de la qualité industrielle par l'emploi d'insecticides dans la région de Blida. Mémoire Ing . Agr.INA El Harrach, 193p.
- FOURNIER, P. 1947. Livre des plantes médicinales et vénéneuses de France. Ed. Lechevalier , Tome 1.176-178 pp.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- GODON, 1991. Biotransformations des produits céréaliers. Ed : Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 688p.
- GRANGER, R, PASSET, J, ARBOUSSET, G., 1976. Activité optique de l'essence de Romarin- *Rosmarinus officinalis*. L. La France et ses parfums. n° 67. 62p.
- GREGOR, D.J., GUMMER, W.D., 1989. Evidence of atmospheric transport and deposition of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in Canadian arctic snow. Environmental Science and technology n°23, 561-565pp.
- GWINNER, J; HARNISCH, R et MUCK, O., 1996. Manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte. Projet de protection des stocks et des céréales. GTZ. 388 p.
- HALL, D.W., 1970. Handling and storage of food grains in Tropical and Subtropical Areas, FAO. Rome. 350 p.
- HOPKING, P., 1999. *Introduction to plant physiology. Second edition.* The University of Western Ontario. Edit. John Wilay and sons., Inc, 512 p.
- ISMAN. M., 1999. Pesticides based on plant essential oils. Pesticide outlook April 1999: 68-72.
- KELLOUCHE A. et SOLTANI N. (2004). Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle l'une d'entre elles sur *Collosobrucus maculatus*. F. International Journal of Tropical insect Sciences Vo l. 24, N02, pp. 184-191 .
- KONE, S. 2001. Extraction des huiles essentielles par distillation. Gate information ; Germany 6 p.
- LAGUNEZ RIVERA, L., 2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- induction thermomagnétique directe. Thèse Doctorat de l'Institut national Polytechnique de Toulouse. Spécialité: Sciences des Agroressources.
- LANDOLT, E. et AESCHIMANN., 2005. Notre flore alpine. 4ème édition, Club Alpin Suisse CAS, Berne, pp. 37-46, 51-60, 68-77, 214-215.
  - LAURO, L., ROLIH, C. 1990. Observation and research on an extract of *Inula viscosa*. Bolletino societa Italiana Biological Sperimentale n°66. 829-834pp.
  - LECLERC ., H. 1990. Précis de la photothérapie. Paris . Ed : Masson. P264,275-277pp.
  - LEONARD, S.N.T., 2004. La recherche d'une alternative aux polluants organiques. Bul d'information phytosanitaire. Phytosanitary. News Bulletin, n°43.
  - LEPESME, P., 1944 - Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés dans des régions chaudes. Ed. Chevalier, Paris, 335p.
  - LUCCHESI, M.E. 2005. *Extractions sans solvants assistée par micri-ondes. Conception et application à l'extraction des huiles essentielles*. Thèse doctorat en sciences: discipline chimie .Université de la Réunion. 146 p.
  - MANN, J., 1987. Secondary Metabolism. Clarendon press, Oxford, UK.
  - MARION-POLLI, F., DLAN, L., LAFONT, R., 2002. La place des phytoecdystéroïdes dans la lutte contre les insectes phytophages. Biopesticides d'origine végétale. Regnault-Roger, C., Philogène, B. et Vincent, C. Paris, Editions Tech & Doc: 97-114. microbiology. Helsinki. Thesis. 80p.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- MARTINI, MC ; SEILLER, M., 1999. Actifs et additifs en cosmétologie. Procédés d'extraction des huiles essentielles. Editions Tec et Doc, Ed : Médicales Internationales. Paris.563 p.
- MEBARKIA, A et GUECHI, A. 2006. *Protection phytosanitaire contre les ravageurs des céréales stockées*. Laboratoire de Microbiologie et de Phytopathologie. Faculté des sciences, UFA-Sétif. 89p.
- MEYER WARNOD,B, 1984.*Perfumer et Flavorist*, Natural essential oils: extraction processes and applications to some major oils.,n°9, 93-103pp.
- MUHANNED, j., FRANZ, h., FURKETB, MILLER, W., 2002. Eur. J. Pharm. Biopharm. n°53, 115–123 pp.
- NAKAKITA, H., WINKS, R.G., 1981. Phosphine resistance in immature stages of a laboratory selected strain of *Tribolium castanum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research* n°17, 43-52pp.
- NDOMO, A.F., TAPONDJOU, A.L; TENDONKENG, F.; TCHOUANGUEP, F.M, 2009.Evaluation des propriétés insecticides de feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* .Say(Coleoptera, Bruchidae).Tropicultura. 27(3) ;137-143.
- NKOUKA, N. ,1995. Les plantes pesticides dans la lutte intégrée contre les nuisibles In. *Intégration de la résistance des plantes et de la lutte biologique*. Actes du Séminaire CTA/IAR/IILB, Addis Abeba (Ethiopia), 9-14 Oct. 1997. CTA (ed.) pg 10-11.
- OKSUZ, S. 1976. Taraxasterol acetate from *Inula viscosa* . *Planta medica* vol 29,343-345 pp.
- OZENDA, P., 1991. Flore et végétation du Sahara..3ère édition : Masson, Paris, pp. 1-5, 8-27, 66-71.
- PHILOGENE, B.J.R., 2005. Effets non intentionnels des pesticides organiques de synthèse: impact sur les écosystèmes et la faune. Dans : enjeux

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Ed : Tec et Doc. Paris. 171-187 pp.
- PIOZZI, F. 1996. J. Phytochemistry. Vol n° 6, 146 p.
  - QUEZEL, P et SANTA, S. 1963. Nouvelle flore d'Algérie des régions méridionales Ed : CNRS tome II .Ed : CNRS.
  - REGNAULT-ROGER, 2005. Molécules allelochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XXe siècle. In Regnault-Roger, C, Fabres G. Philogène, B J.R .Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp 625-650.
  - Stores Products Research 31:291-299.
  - REGNAULT-ROGER; C. PHILOGÈNE, B.J.R.; VINCENT, C., 2002. Biopesticides d'origine végétale. Ed: Tec et Doc. Paris.
  - REGNAULT-ROGER, C.; Philogène, B.J.R., 2005. Evolution des insecticides organiques de synthèse. Dans : enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement (eds. Regnault-Roger, C., Fabres, G., Philogène, B.J.R.). Edition Tec et Doc. Paris. 20-43 pp.
  - RELINGER, L.M., ZETTIER, J; DAVIS, R; SIMONAITIS, RA., 1988. Evaluation of pirimiphos methyl as a protectant for export gran.J .Econ. Ent., 81, 718-721pp.
  - RIBA et SILVY, 1989. Combattre les ravageurs des cultures. : Enjeux et Perspectives, vol I. INRA, Ed : Tec et Doc, Paris. 230p.
  - RIBA, G. SILVY, C. 1999. Biopesticides contre maladies, insectes et mauvaises herbes. Les dossiers de l'environnement. INRA, n°19. 157-200 pp.
  - ROULIER, G., 1990. Traité pratique d'aromathérapie, propriétés et indications thérapeutiques des essences de plantes. Ed: Dangles 64-65 pp.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- ROY, B. ; AMIN,R. ; UDDIN, M.N . ; ISLAM, A.T.M.S. ; ISLAM, M.J ; HADLER, B.C.,2005. Leaf extrac ts of shyalmutra (B!ul17 eu !ucleru Oc.) as botani ca l in secti cides aga in st lesser grain borer and rice weev il. Journ al of Biologica l Sciences, vo l. 5, n02. pp.201-204.
- SAIBI ,L.D .2009. Les huiles essentielles de Mentha pulegium et Mentha rotundifolia: Etude de la composition et de l'activité biologique. Thèse d'ingénieur en Technologie alimentaire et Nutrition humaine .E.N.S.A.El Harrach 123 p.
- SELLAMI. S., 2002. Evaluation de l'activité nématocide de quelques plantes contre le nématode des tiges: Ditylenchus dipsaci (Nematoda : Anguinidae ). Institut National Agronomique. Alger.
- STEFFAN J. R., 1978 - Description et biologie des insectes, 1-65 In Scotti, G.Les insectes et les acariens des céréales. AFNOR/ITCF, Paris, 238 P .
- THRONE, I.E., 1994-Life history of immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on cornstored at constant temperatures and relative humidities in the -
- STEWART, P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ; Quelques réflexions. Bull. Soc. Hist. Afri. du Nord, 24-24 pp.
- SUTOUR, 2010. Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de Menthes de Corse et de Kumquats. Thèse doctorat. Université de Corse. 221p.
- TAFIFET, L., 2010. Effet bactéricide, fongicide et nématocide in vitro de quatre espèces végétales spontanées. Thèse magister Agro. Université de Blida, 164p.
- TCHAKER. F.Z. 2011. Evaluation des Effets des Extraits Aqueux d'Inula viscosa en Combinaison Avec un Bio-Adjuvant sur la Qualité



## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :**

---

- Phytochimique, la Densité des Sexupares de *Chaitophorus leucomelas* (Homoptera: Aphididae) et sur la Reprise Biocenotique, U.S.D.B, Sciences Agronomiques, Protection des plantes et environnement, Thèse Magister, 201p,
- ULUBELEN, A. GOUN,S .1987. Sesquiterpene acids from *Inula viscosa*. *Phytochemistry*.vol 26 n° 4. 1223-1224 pp.
  - YAHYAOU, N.,2005. Extracti on. analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de *Mentha spicata*.L sur *Rhyzoperthu dominica* F (Co leoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, 95 p.
  - YAKHLEF, G., 2010. Etude de l'activité biologiques de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis*. Thèse magister Univ Batna 110p .
  - YANIV, Z., DAFNI , A., FRIEDMAN, j., PALEVITCH, D. 1987. Plants used for treatment of diabetes of *Ethnopharmacology* n°19. 145-151pp.