

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université MOULOUD MAMMARI de Tizi Ouzou**

**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**  
**Département de Biologie**

## **Mémoire de fin d'étude<sup>S</sup>**

**En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie.**  
**Spécialité : Entomologie appliquée.**

**Effet insecticide de quelques huiles essentielles de provenance tunisienne à l'égard de *Callosobruchus maculatus***

**Dirigé par :**

**Mme Hedjal M. M.C.C.A à l'UMMTO.**

**Présenté par :**

**-Nait-Djoudi Assia**

**-Mansour Aziz Fouad**

**Devant le jury :**

**Président : Mme Medjdoub F. Professeur à l'UMMTO.**

**Examinatrice : Mme Harchaoui C. M.A.C.C à l'UMMTO.**

**Examinatrice Mme Guermah D. Doctorante à l'UMMTO.**

**Promotion 2015/2016**

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Principaux insectes et maladies de l'haricot dolique (Borget, 1989 ; Chaux et Foury, 1994).....	3
<b>Tableau 2</b> : Résultats de l'analyse de variance pour l'effet des traitements sur le paramètre taux de mortalité de <i>C.maculatus</i> .....	20
<b>Tableau 3</b> : Résultats de l'analyse de variance pour l'effet des traitements sur le paramètre fécondité .....	22
<b>Tableau 4</b> : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre taux d'éclosion des œufs de <i>C.maculatus</i> .....	23
<b>Tableau 5</b> : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre viabilité des œufs de <i>C.maculatus</i> .....	24
<b>Tableau 6</b> : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre poids des graines de <i>V.unguiculata</i> .....	26
<b>Tableau 7</b> : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre faculté germinative des graines de <i>V.unguiculata</i> .....	27

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Graine de niébé contaminée par les œufs de <i>C .maculatus</i> (laboratoire d'entomologie (2016) .....	06
<b>Figure 2</b> : Larves de <i>C .maculatus</i> (laboratoire d'entomologie 2016) .....	06
<b>Figure 3</b> : Emergence d'un adulte de <i>C .maculatus</i> (laboratoire d'entomologie 2016) .....	07
<b>Figure 4</b> : Dégâts de <i>C.maculatus</i> sur des graines de <i>V.unguiculata</i> (laboratoire d'entomologie (2016).....	08
<b>Figure 5</b> : <i>Artemisia compestris</i> (Chehma, 2006) .....	12
<b>Figure 6</b> : <i>Artemisia absinthium</i> (Ali-Delille. 2010) .....	13
<b>Figure 7</b> : <i>Artemisia herba alba</i> Asso (Akouba et Aouanouk, 2012) .....	14
<b>Figure 8</b> : Adultes de <i>C.maculatus</i> (Laboratoire d'entomologie U.M.M.T.O 2016) .....	16
<b>Figure 9</b> : Graines de niébé <i>V.unguiculata</i> (Laboratoire d'entomologie 2016) .....	17
<b>Figure 10</b> : Histogramme du taux de mortalité (%) de <i>C. maculatus</i> au contact des graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne .....	20
<b>Figure 11</b> : Histogramme de la fécondité moyenne de 10 femelles de <i>C. maculatus</i> en présence des graines de <i>V. unguiculata</i> traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne .....	21
<b>Figure 12</b> : Histogramme du taux d'éclosion (%) des œufs de <i>C. maculatus</i> pondus sur les graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne ..	23
<b>Figure 13</b> : Histogramme de la viabilité des œufs de <i>C. maculatus</i> pondus sur les graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne .....	24
<b>Figure 14</b> : Histogramme du poids moyen (g) des graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne .....	25
<b>Figure 15</b> : Histogramme de la faculté germinative (%) des graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne .....	26

# Sommaire

## Introduction

### 1. Synthèse bibliographique

1.1-Généralités sur le haricot .....	2
1.1.1-origine et répartition géographique.....	2
1.1.2- Position taxonomique .....	2
1.1.3-Importance agro économique .....	2
1.1.4- Les ennemis et maladies du niébé .....	3
1.2- Généralités sur <i>Callosobruchus maculatus</i> .....	4
1.2.1- Étude de <i>C.maculatus</i> .....	4
1.2.2- Position systématique .....	4
1.2.3- Origine et répartition .....	5
1.2.4- Description de différents stades de développement.....	5
1.2.4.1- L'accouplement et la ponte .....	5
1.2.4.2- L'œuf.....	5
1.2.4.3- La larve .....	6
1.2.4.4- L'adule .....	6
1.2.4.5- Le Dimorphisme sexuel .....	7
1.2.4.6- Dégâts et pertes .....	7
1.2.5- Moyens de lutte.....	8
1.2.5.1- Lutte préventive.....	8
1.2.5.2- Lutte curative.....	9
1.2.5.3- La lutte biologique .....	9

a- La phytothérapie (insecticides d'origine végétale) .....	9
a-1- Les extraits aqueux.....	10
a-2- Les extraits organiques.....	10
a-3- Les huiles végétales.....	11
a-4- Les huiles essentielles .....	11
1.3- Généralités sur le genre <i>Artemisia</i> .....	12
1.3.1- <i>Artemisia compestris</i> .....	12
1.3.2- <i>Artemesia absinthiun</i> .....	13
1.3.3- <i>Artemisia heba alba</i> .....	14
<b>2. Matériel et méthode .....</b>	<b>16</b>
2.1- Présentation du matériel.....	16
2.1.1 - Matériel du laboratoire.....	16
2.1.2- Matériel biologique .....	16
2.1.2.1- Les bruches .....	16
2.1.2.2- Les graines .....	17
2.1.2.3- Les huiles essentielles.....	17
2.2.-Protocole expérimental .....	17
2.2.1- Les élevages de messe .....	17
2.2.2- Les bios essais.....	17
2.2.2.1- Les paramètres biologiques.....	18
2.2.2.1.1-La longévité des adultes .....	18
2.2.2.1.2-La fécondité des femelles .....	18
2.2.2.1.3-Taux d'éclosion des œufs .....	18
2.2.2.1.4-La viabilité des œufs .....	18

2.2.2.2-Les paramètres agronomiques.....	18
2.2.2.2.1-Le poids des graines .....	18
2.2.2.2.2-La faculté germinative.....	18
2.3-Analyse statistique .....	19
<b>3- Résultats et discussions .....</b>	<b>20</b>
3.1- Effet des huiles essentielles sur le taux de mortalité .....	20
3.2- Effet des huiles essentielles sur la fécondité de <i>C.maculatus</i> .....	21
3.3- Effet des huiles essentielles sur le taux d'éclosion .....	22
3.4-Effet des huiles essentielles sur la viabilité des œufs .....	24
3.5- Effet des huiles essentielles sur le poids des graines .....	25
3.6-Effet des huiles essentielles sur la faculté germinative des graines.....	26
<b>Conclusion.....</b>	<b>31</b>

## Introduction

La conservation des récoltes demeure l'un des facteurs clés de la sécurité alimentaire d'un pays. En effet, la production agricole est généralement saisonnière alors que les besoins des consommateurs s'étendent sur toute l'année. Il y a une nécessité de la mise en place d'une politique phytosanitaire adéquate pour épargner les populations du risques de pénurie alimentaire pendant l'intersaison agricole. Dans cette perspective, un accident particulier devrait être mis sur le contrôle des insectes déprédateurs des récoltes dans les stocks. En effet, les dommages causés par les insectes peuvent entraîner des pertes financières, des famines et des risques d'intoxication liés à la consommation des produits avariés ou traités avec des pesticides chimiques, orque ces derniers présentent certaines limites d'ordre toxicologique, écologique et voire même économique (ZUOXIN et al. 2006).

La valorisation des plantes à effet insecticide semble séduire partout dans le monde. Ainsi, plusieurs organes et parties des plantes sont exploités à fins de limiter les pertes post-récolte.

Cette nouvelle approche prend de l'ampleur au niveau des programmes de recherche en Afrique.

Ces dernières années les huiles essentielles font partie des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs, leur application dans la protection des denrées stockées a fait l'objet de nombreux travaux.

Sur la base de publications et communications des chercheurs du Réseau des Bruches (REARB), ils ont trouvés 43 espèces de plantes appartenant à 33 genres de 15 familles et faisant l'objet de tests biologiques sur les insectes des denrées stockées.

Afin de bien gérer les insectes ravageurs, il est important de préciser les stades cibles pour établir une concordance chronologique entre les périodes de traitement et le stade nuisible du ravageur (SCHMAEDICK et NYROPS, 1995).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail ; dont l'objectif est d'étudier l'effet insecticide de trois huiles essentielles (*Artemisia absinthium*, *Artemisia compestris*, *Artemisia herba alba*) à l'égard de *C. maculatus* au laboratoire d'entomologie (Département de biologie U.M.M.T.O). Notre travail comporte trois parties : Synthèse bibliographique, Matériel et méthode et Résultats et discussion.

## **1.1-Généralités sur le haricot dolique**

### **1.1.1-Origine et répartition géographique**

Le haricot dolique L. (WALP) est une légumineuse dont l'origine est controversée selon les auteurs. Certains pensent qu'elle est Africaine, d'autre affirment qu'elle est Indienne ou Sud-Américain (BORGET, 1989). *Vigna unguiculata* est réparti partout dans le monde et se limite aux plaines et aux basses altitudes entre la latitude 30° nord et sud (SINHA, 1980 ; ROY-MACAULEY, 1988).

### **1.1.2-Position taxonomique**

Guinard (1996) classe le haricot dolique comme suit :

Règne :	Végétal
Embranchement :	Phanérogames (Spermaphyte)
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous – classe :	Dialypétales
Ordre :	Fabales (Légumineux)
Famille :	Fabacées (légumineuses)
Genre :	<i>Vigna</i>
Espèce :	<i>Vigna unguiculata (L.) walp.</i>

### **1.1.3-Importance agro économique**

#### **1.1.3.1-Importance agronomique**

Les légumineuses représentent la deuxième famille à intérêt agronomique après les graminées. La propriété de fixer l'Azote grâce à leur symbiose avec la bactérie *Rhizobium phaseoli* leur permet d'assurer la synthèse de leur propres protéines. Elles n'ont pas besoin de fumure azotée et elles restituent aussi au sol un important reliquat d'azote.

Le niébé joue également le rôle de plante piège. Il diminue le taux d'infestation sur la céréale compagne, cas du striga (parasite du mil et du sorgho), les graines de striga germent dans le sol au contact des racines du niébé mais elles ne peuvent pas les parasiter et par conséquent, les jeunes de striga meurent (BORGET, 1989).

#### **1.1.3.2-Importance économique**

Dans le monde, le niébé occupe une superficie de 12,5 millions d'ha avec une production estimée à 3,3 millions de tonnes de graines sèches ; dont 64% en Afrique avec une superficie

de 9,8 millions d’ha (CGIAR, 2001). En Algérie, cette espèce est cultivée sur 120.000 ha, soit 2% de la superficie agricole utile (S.A.U).

**1.1.4-Les ennemis et maladies du niébé :**

Le haricot dolique entreposé subit une forte infestation de plusieurs espèces d’insectes qui réduisent considérablement ces rendements et sa productivité. Les bruches et les pucerons sont les espèces les plus nuisibles pour le niébé (CISSE et HALL, 2004). En plus des dégâts causés par les insectes, s’ajoutent ceux dus aux maladies bactériennes, virales et cryptogamiques (CHAUX et FOURY, 1994). Les principaux ravageurs et maladies du niébé sont cités dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Principaux insectes et maladies de le haricot dolique (CHAUX et FOURY, 1994).**

Insectes et maladies	agents	Organes ciblés	Moyens de lutte
<b>Insectes</b>	- <i>Aphis fabae</i> (noirs).	-feuilles crispées et enroulées -	-désinfection par des aphicides
<b>-Pucerons (noirs &amp; verts)</b>	- <i>Acythosiphon pisum</i> (vert)	pullulation sur tous les organes y compris les gousses.	à base de périthinoïdes de synthèse et de carbamates.
<b>-Bruches du haricot dolique</b>	- <i>Callosobruchus maculatus</i>	-Trous operculés sur grains conservés d’où perte de la faculté germinative.	-Désinfection par fumigation.
<b>Maladies</b>	<i>Xanthomonas</i> ou <i>pseudomonas</i>	-Taches nécrosées sur les feuilles et les gousses.	-Utiliser des semences certifiées saines.
<b>Maladies bactériennes (graisse du haricot)</b>			-Contre les <i>Pseudomonas</i> des traitements cupriques préventifs.
<b>Maladies virales</b>	Mosaïque sévère du niébé	-Taches sur les feuilles.	-Utilisation des variétés résistantes. -lutte contre <i>Aphicide précoce</i>
<b>Maladies cryptogamiques</b> Fonte des semis	- <i>Fusarium</i>	-Flétrissement de la tige et du système racinaire.	-Traitement systémique des semences Dichlorofenthion + Thiram en enrobage à sec (4 Kg /t de semence).
Anthracnose	- <i>Colletotrichum</i>	-Sur les feuilles et les tiges, taches nécrotiques sur gousses.	-Application de produits à base de Manébe et Zirame

## **1.2-Généralités sur *Callosobruchus maculatus***

### **1.2.1-Etude de *C.maculatus***

Les différentes espèces de bruches se distinguent par leurs comportements, leurs morphologies, l'importance des dommages causés et leurs réactions face aux méthodes de lutte. Pour être en mesure d'apporter une réponse aux lourds dégâts causés par ces insectes, il est absolument indispensable de passer en revue la taxonomie, la biologie et l'écologie de ces ravageurs dont la plupart sont d'importance économique, surtout dans les régions chaudes du monde (DJOSSOU, 2006).

L'espèce fut décrite pour la première fois par Fabricius en 1775. Sa position systématique actuelle a été précisée par Bridwell en 1929 puis par Southgate en 1979. *C. maculatus* appartient à la famille des Bruchidae, à la Sous-famille des Bruchinae et au genre *Callosobruchus*. La sous-famille des Bruchinae n'est d'ailleurs connue que sur les légumineuses (SOUTHGATE, 1979). La bruche du niébé, *C.maculatus* communément appelée bruche à 4 taches ou bruche maculée, comprend d'autres synonymes : *Bruchus quadimaculatus*, *Bruchidius maculatus*, *B.ornatus*, *B.ambigus*, *B. simatus*. Les anglo-saxons l'appellent Cowpea Weevil.

### **1.2.2-Position systématique**

Selon BALACHOWSKY (1962), *C. maculatus* occupe la position systématique suivante :

Règne :	Animale
Sous-règne :	Métazoaires
Embranchement :	Arthropodes
Sous-embranchement :	Hexapode
Classe :	Insectes
Sous-classe :	Ptérygotes
Ordre :	Coléoptères
Famille :	Bruchidés
Genre :	<i>Callosobrucus</i>
Espèce :	<i>Callosobrucus maculatus</i>

### **1.2.3- Origine et répartition**

*Callosobruchus maculatus* est un coléoptère de la famille des bruchidae dont l'origine n'est pas connue avec certitude, DECELLE (1981) pense que cette espèce serait originaire d'Afrique, elle a une grande affinité tropicale selon BALACHOWSKY (1962). Tandis que LEPESME(1944) lui attribue comme origine les régions subtropicales ou tropicale l'Amérique plus exactement, mais aussi dans le bassin méditerranéen, dans l'ouest de l'Afrique, à Madagascar, en Chine, au Japon et Hawaii. Elle est devenue cosmopolite avec l'accroissement du trafic international (RIDET; 1992).

### **1.2.4- Description de différents stades de développement**

#### **1.2.4.1- L'accouplement et la ponte**

Chez *C. maculatus*, les deux phénomènes biologiques, l'accouplement et la ponte se succèdent dans les deux heures qui suivent l'émergence. Les adultes s'accouplent dans les 24 heures qui viennent après l'émergence des jeunes adultes des graines.

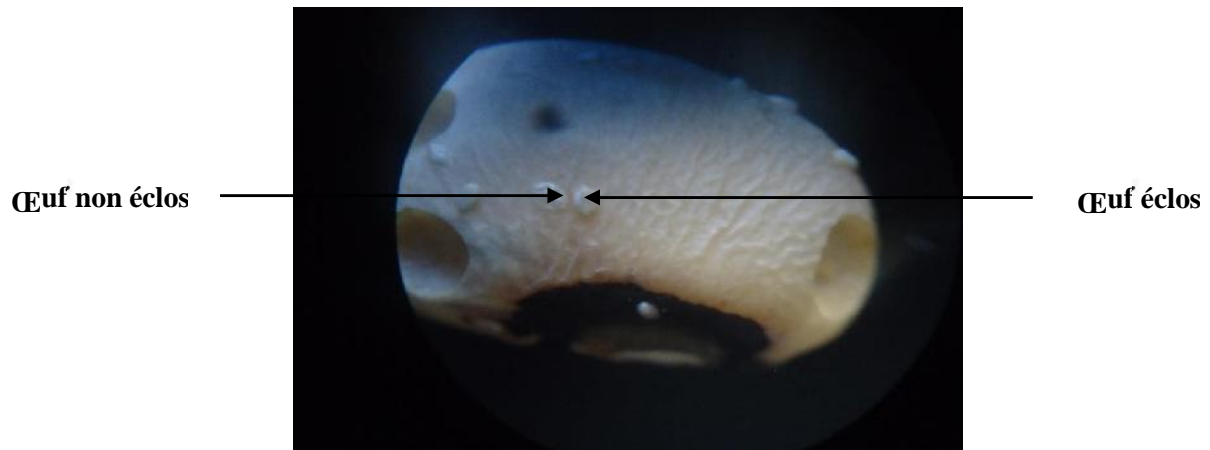
D'après LEPESME (1944), l'accouplement et la ponte s'effectuent aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière et de préférence sur des surfaces lisses avec un nombre moyen d'œufs compris entre 75 et 100 œufs par femelle.

Dans les entrepôts, l'abondance de la ponte dépend des facteurs climatiques. Le maximum d'œufs pondus est atteint à 28° C et à 70% d'hygrométrie.

#### **1.2.4.2- L'œuf**

Il possède une forme ovoïde, il mesure 0,4 à 0,7 mm de long sur 0,3 à 0,45 mm de large, il est asymétrique arrondi à la base et subconique à l'extrémité. Il adhère au substratum par un liquide adhésif qui se solidifie à l'air après la ponte (BALACHOWSKY ,1962).

L'œuf est de couleur blanche translucide après la ponte, si l'éclosion survient il devient laiteux (Figure 1).



**Figure 1 : Graine de niébé contaminée par les œufs de *C .maculatus* (laboratoire d'entomologie Avril 2016)**

### **1.2.4.3- La larve**

BALACHOWSKY (1962) signale qu'il existe quatre stades larvaires :

La larve énoncée ou bien du premier stade est de type chrysomélien, avec des pattes courtes et robustes et une plaque pro thoracique extrêmement variable. Cette larve pénètre ensuite dans la graine et passe au deuxième stade apode de type rhynchophorien.

La larve du troisième stade atteint une longueur de 4mm.

La larve du quatrième stade se distingue par un corps charnu. Un front dépourvu de sensille médian, un clypeus avec un seul sclérite transversal et un stipe portant 11 à 13 soies (figure 2)



**Figure 2 : Larves de *C .maculatus* (laboratoire d'entomologie Avril 2016)**

### **1.2.4.4- L'adulte**

L'adulte de *C.maculatus* est de couleur noire ornée de soies dorées et blanches. Il mesure 2,8 à 3,5 mm de long. Les élytres plus longs que larges sont d'un brun rouge avec une tache

noire au milieu de leur bord latéral brun noir dans leur partie apicale. Ils sont revêtus d'une pubescence blanche et dorée, dessinant un X (DELOBEL et TRAN, 1993) (Figure3).



**Figure 3 : Émergence d'un adulte de *C.maculatus* (laboratoire d'entomologie Avril 2016)**

#### **1.2.4.5- Le Dimorphisme sexuel**

Le dimorphisme sexuel est très marqué. Les mâles sont dans l'ensemble plus petits et plus rougeâtres que les femelles. Ils se distinguent des femelles par le pygidium (extrémité abdominale) qui échancre largement le dernier anneau ventral alors qu'il reste entier chez les femelles (LEPESME, 1944). Chez les mâles, les antennes sont plus élargies à partir du septième article.

#### **1.2.4.6- Dégâts et pertes**

Parmi tous les insectes déprédateurs, *C. maculatus* est considérée comme l'un des principaux ravageurs des graines stockées. Les dégâts occasionnés dans les entrepôts de stockage se traduisent par :

- des pertes quantitatives (pondérales) et qualitatives des graines de légumineuses illustrées par une diminution de la valeur nutritionnelle.
- une baisse de la faculté germinative.
- une infestation et une pollution du produit par les déchets (excréments, exuvies, cadavres,...etc.), ce qui les rends impropre à la consommation (Figure 4) (KELLOUCHE et *al.* 2004).



**Figure 4 : Dégâts de *C. maculatus* sur des graines de *V. unguiculata* (laboratoire d'entomologie Avril 2016)**

### **1.2.5- Moyens de lutte**

La lutte préventive consiste à réduire l'infestation tout le long de la production jusqu'à la commercialisation ; c'est-à-dire avant et après la culture

La lutte curative devient nécessaire après que les mesures préventives s'avèrent inefficaces (SIMON *et al.*, 1994 ; MAMOU 2003).

#### **1.2.5.1- Lutte préventive**

Elle consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte.

Une désinsectisation de l'entrepôt et de la sacherie vides suivie d'un séchage des grains, pour maintenir leur taux d'humidité en dessous de 15 %. Ce sont des mesures préventives indispensables pour réduire voire empêcher toute infestation.

En modifiant les techniques agricoles suivantes :

-Le ramassage de gousses à un stade phénologique précoce.

-L'utilisation des légumineuses avec d'autres cultures -Le choix de variétés résistantes.

-Le respect des rotations des cultures qui réduisent l'infestation (SIMON *et al.*, 1994).

En triant les récoltes avant le stockage, afin d'éviter l'infestation des denrées à entreposer, cela se fait en écorçage immédiat, si c'est possible d'un tamisage.

En désinsectisant les emballages, les moyens de transport et les locaux de stockage ainsi que la denrée destinée au stockage.

En se préoccupant de l'état sanitaire des denrées à entreposer et l'adoption des conditions favorables de leur stockage. (LEPESME, 1944).

En utilisant un emballage résistant tel que les sacs polyéthylène doublés de coton que *C. maculatus* est incapable de percer (LIENARD, 1994).

### **1.2.5.2- Lutte curative**

Cette méthode de lutte comprend : la lutte physique, la lutte chimique et la lutte biologique (SIMON et al ,1994).

### **1.2.5.3- La lutte biologique**

C'est une méthode qui consiste à détruire les insectes nuisibles par l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels, (bio pesticides) d'origine animale (bactéries, virus, nématodes, insectes ...etc.), ou végétale ((phytothérapie)) (champignons, poudres minérales, huiles essentiels, cendres et différentes sortes d'extraits végétaux). Elle est soutenue par son intérêt économique et agroenvironnemental qui permet de maintenir un équilibre bioécologique.

Selon POWELL et JUSTUM (1993), plusieurs facteurs imposent l'utilisation des biopesticide dont :

-l'occupation d'une niche commerciale dans laquelle :

Les insecticides de synthèse sont inacceptables par exemple en agriculture biologique.

La production des cultures ne peut tolérer que peu de dommage.

-l'occupation d'une niche environnementale dans laquelle :

Les bio-pesticides procurent une protection contre les UV, la dessiccation et les températures extrêmes.

L'agent biologique des cultures ne peut tolérer que peu de dommages.

### **a- La phytothérapie (insecticides d'origine végétale)**

En dépit, des préoccupations croissantes des consommateurs à l'égard des effets environnementaux et des problèmes chronique de santé engendrés par les insecticides chimiques de synthèse, des efforts accrus sont investis pour de nouvelles options de lutte.

Ces options de rechange aux insecticides synthétiques incluent les pesticides microbiens, les phéromones et les insecticides d'origine végétale (ISMAN ,1995 ; BENBROUK, 1996 ; KELLOUCHE ,2005).

Les agriculteurs sont les premiers à avoir utilisés les insecticides d'origine végétale. Ils sont à la base de plusieurs observations anciennes qui ont structuré les disciplines naissantes de la biologie.

L'intérêt suscité par les interactions entre les insectes et les substances chimiques végétales a conduit à la caractérisation de plusieurs centaines d'extraits et de leurs composés secondaires (matière active). Ces dernières présentent une bio activité établie contre les insectes ravageurs en laboratoire.

Le nombre d'insecticides d'origine végétale couramment utilisés demeure extrêmement faible (ISMAN, 1997).

L'utilisation de ces substances en tant que bio pesticide dans la protection des graines des légumineuses est envisagée sous plusieurs formes

-Extraits aqueux.

-Extraits organiques.

-Poudres de plantes.

-Huiles végétales et huiles essentielles (ISMAN, 1997).

### **a-1- Les extraits aqueux**

Les extraits aqueux sont utilisés sous forme de solution à effets insecticides. Leur extraction est réalisée par un trempage des feuilles ou des écorces de plantes pour obtenir une solution à effet insecticides (FOUA-BI et GAKURU, 1996).

### **a-2-Les extraits organiques**

La plupart des insecticides d'origine végétale sont composés uniquement d'extrait simples utilisés comme matière active obtenus à l'aide de solvants (ISMAN, 1995).

Selon REGNAULT-ROGER et *al.* (1993) et ISMAN (2000) les extraits organiques les plus puissants sont :

-Le méthanol extrait du thym (*Thymus vulgaris*).

-La pulégone extraite de la menthe pouliot (*Mentha pulegium*).

-L'eugénol extrait du clou de girofle (*Eugenia caryophyllus*).

### **a-3-Les huiles végétales**

Les huiles végétales sont utilisées en protection des plantes contre les insectes sous forme d'émulsion. Ce sont à la fois, des insecticides de contact qui agissent par leurs propriétés physiques et chimiques, des adjuvants des molécules liposolubles et dans certains cas des synergistes.

Ces huiles sont essentiellement des triglycérides, elles présentent des dérivés estérifiés appelés aussi «huiles estérifiées». Ou «huiles méthylées». Elles sont visqueuses, peu volatiles et se divisent en huiles siccatives ou semi-siccatives selon leur capacité à s'épaissir en oxygène. Leur extraction se fait par pression.

Ce sont des huiles qui présentent une toxicité de contact qui provient de la formation d'un film imperméable, isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie (REGNAULROGER et CAUPIN, 1994 ; WEINZEIRL, 1997).

### **a-4-Les huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont utilisées depuis fort longtemps pour la protection des graines entreposées contre les ravageurs sous forme d'émulsion (REGNAULT-ROGER et al. ,1993 THIBOUT et AUGER, 1997).

#### **- Action des huiles essentielles**

Certaines huiles essentielles possèdent des propriétés répulsives ou dissuasives bien connue. Leurs constituants terpénoïdes sont toxiques au contact pour un large éventail d'insectes. Ces composés sont des neurotoxines à effets aigus qui interfèrent avec le neurotransmetteur octopamine (unique aux arthropodes). Cette particularité explique la tolérance relative des mammifères à ces composés.

Les monoterpènes développent une toxicité aiguë de type inhalatoire sur l'adulte, ainsi qu'une action ovicides et larvicide précoces ou tardives.

A l'action des monoterpènes s'ajoute celle des composés poly phénoliques avec une intensité moindre, mais qui agissent dans le temps et qui provoquent une perturbation de la motricité de l'insecte (REGNAULT-ROGER et al. ,1995 ; REGNAULT-ROGER et al. ,2002).

Selon CHARARAS (1989) et STEBLET (1989), les plantes aromatiques et leurs composés allélochimiques végétales exercent sur les insectes une grande variété d'effets qui sont classés selon leur mode d'action en substances :

-défensives, toxiques et répulsives ;

-antiphagostimulantes ou inhibitrice de la digestion ;

-attractive, inductrice de capture ou de ponte.

En conséquence ces molécules allélochimiques développent une action sélective, qui se traduit par des activités qui varient selon les différents stades de développements physiologiques son cycle reproductif, c'est à dire que la sensibilité de l'insecte peut évoluer en fonction de son.

Par ailleurs, la sélectivité et la spécificité des molécules allélochimiques végétales permettent d'agir à des moments précis sur les espèces ciblées (REGNAULT- ROGER, 1999 ; REGNAULT-ROGER et HAMRAOUI, 1997).

### **1.3- Généralités sur le genre Artemisia**

#### **1.3.1- Artemisia compestris**

C'est une plante vivace, arbrisseau de 40 à 80 cm de haut, à tige dressées, rougeâtres, ligneuses à la base. Feuilles glabres d'un vert foncé, divisée et très étroites. Fleurs capitules très petites, coniques, vert jaunâtre (CHEHMA, 2006)



**Figure 5 : *Artemisia compestris* (Anonyme 2013)**

Selon CARATINI (1971), la plante *Artemisia compestris* L. est classée dans :

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermatophyta
Sous embranchement :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida

Sous classe :	Asteridae
Ordre :	Asterales
Famille :	Asteraceae
Sous famille :	Asteroideae
Tribu :	Anthemideae
Sous Tribu :	Artemisinae
Genre :	<i>Artemisia</i>
Espèce :	<i>Artemisia compestris</i> L.

### 1.3.2- Absinthe (*Artemisia absinthium*)

Les noms communs de l'Absinthe sont : Herbe aux vers, herbe sainte, aluine, armoise, armoise absinthe.

Les noms vernaculaires sont : Chejret Meriem, Chaibet el adjouz, Chih quoraçani, Degnatech cheik, Sida, Chiba (DELLILE, 2010).

Elle est présente surtout en montagne, elle pousse dans les lieux incultes, sur les murs et les rochers secs par grosses touffes de feuilles recouvertes d'un fin duvet gris pâle. Sa hauteur peut atteindre 50cm environ (Figure 8). Les fleurs sont petites, d'un jaune verdâtre disposées en grappes. Son odeur particulière est très forte, et sa saveur aromatique est très amère. L'absinthe ressemble à l'armoise, avec laquelle nous risquons de la confondre (Delille, 2010)



**Figure 6 : *Artemisia absinthium* (Delille, 2010).**

Selon CRONQUIST (1981), l'absinthe est classée comme suit :

Règne :	Plantae
Embranchement :	Tracheobionta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteraceae
Ordre :	Asterales
Famille :	Astéracées
Genre :	<i>Artémisia</i>
Espèce :	<i>Artemisia absinthium</i> .

L'absinthe est une plante xérophyte. Elle pousse dans des régions à faible pluviométrie. La culture est possible dans des zones arides, sèches avec des températures allant d'un extrême à l'autre. Sa plantation exige des endroits bien ensoleillés. L'absinthe n'est pas exigeante en sol ; elle pousse un peu partout sur des terrains rocheux, secs et arides. Elle réussit également sur des sols argileux calcaires. Elle est même indiquée pour mettre en valeur les terrains pauvres et inaptes aux autres cultures. Cependant, l'observation montre une prédilection aux sols sablonneux salins.

### **1.3.3- *Artemisia herba alba* Asso.**

*Artemisia herba alba* Asso est une plante ligneuse, se présentant sous forme de buisson blanc, laineux de 30 à 80cm de hauteur (Figure 9).

Le nom commun de cette plante est : L'armoïse blanche et son nom vernaculaire est le Chih (PARIS et MOYSE, 1971).



**Figure 7 : *Artemisia herba alba* Asso (Akouba et Aouanouk, 2012)**

Selon PERROT (1944), la classification botanique de *Artemisia herba alba* Asso est présentée comme suit :

- Règne : Végétal
- Embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotyledones
- Sous classe : Gamopetales
- Ordre : Asterales
- Famille : Asteracees
- Genre : *Artemisia*
- Espèce : *Artemisia herba alba* Asso.

La période de floraison est située entre début Décembre et début Janvier (BIELLE, 1935). Par ailleurs sa récolte s'effectue pendant le printemps et l'été (Fournent et Roques, 1942). L'Armoise blanche doit son odeur caractéristique à l'huile essentielle qu'elle renferme. Cette dernière est emmagasinée dans des glandes (Organes sécréteurs de la plantes). Ces glandes exogènes sont situées à la surface des feuilles et des fleurs et rarement sur les tiges (Guernier, 1980).



## 2-Matériel et méthodes

### 2.1-Présentation du matériel

Pour les différentes expériences, nous avons utilisé un matériel de nature variée.

#### 2.1.1-Matériel du laboratoire

- Des bocaux d'un litre de volume pour les élevages de masse.
- Une étuve réglée à une température de 30° C et une humidité relative de 70% correspondant aux conditions favorables pour le développement de la bruche *C.maculatus*.
- Des boites de pétri en verre de 16cm de diamètre sur 2cm de hauteur pour les tests par contact.
- Une balance de précision pour le pesage des graines.
- Une micro pipette graduée pour le dosage des huiles.
- Une loupe binoculaire pour le comptage des œufs.
- Autres outils tels que : pinceau, entonnoir, flacons, coton, scotch.

#### 2.1.2-Matériel biologique

##### 2.1.2.1- Les bruches

Les bruches proviennent des élevages de masses réalisées sur les graines de niébé au niveau du laboratoire d'entomologie (figure 8)



**Figure 8 : Adultes mâle et femelle de *C. maculatus* (Laboratoire d'entomologie U.M.M.T.O (2016))**

### **2.1.2.2- Les graines**

Les différents tests sont réalisés avec des graines saines de *V. unguiculata* qui proviennent du marché local (Figure 9).



**Figure 9 : Graines de niébé *V. unguiculata* (Laboratoire d'entomologie 2016)**

### **2.1.2.3- Les huiles essentielles**

Les trois plantes utilisées à l'égard de *C. maculatus* sont : (*Artémisia absinthium*, *Artémisia compestris* et *Artémisia herba alba*). Les extractions des huiles essentielles des différentes plantes ont été réalisées à l'INRAT de Tunis.

## **2.2-Protocole expérimental**

### **2.2.1-Les élevages de masse**

Des élevages de masse ont été réalisés dans des bocaux en verre d'un litre de volume, pour l'obtention d'adultes nécessaires aux différents tests.

Les individus mâles et femelles sont mis en contact avec les graines d'haricots non traités. Les bocaux sont ensuite placés dans une étuve réglée aux conditions favorables déjà décrites précédemment.

### **2.2.2-Les bios essais**

Nous avons introduit 20 g de graines de niébé dans des boîtes de pétri. Elles sont traitées avec chaque type d'huiles essentielles à différentes doses (1 $\mu$ l, 2 $\mu$ l, 3 $\mu$ l). Trois répétitions sont réalisées pour chaque dose. Un lot de témoins est réalisé en parallèle. Dix couples de bruches âgés de 0 à 24h sont introduits dans ces boîtes. Ces dernières sont ensuite déposées dans une étuve.

L'évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles utilisées est faite sur les paramètres biologiques de la bruche et les paramètres agronomiques des graines.

### **2.2.2.1- Les paramètres biologiques**

La toxicité des huiles dans les essais par contact est évaluée sur plusieurs paramètres : la longévité des adultes, le nombre d'œufs pondus sur les graines, le taux d'éclosion et la viabilité de ces œufs.

#### **2.2.2.1.1-La longévité des adultes**

Nous avons dénombré chaque jour les individus morts jusqu'à la mortalité totale des adultes. Ces derniers sont retirés quotidiennement.

#### **2.2.2.1.2-La fécondité des femelles**

Après le quinzième jour du début du traitement, nous avons dénombré les œufs éclos et non éclos sous une loupe binoculaire. Ainsi un œuf blanc farineux ou laiteux, ou bien la larve visible à travers le chorion est considéré comme un œuf éclos et les œufs transparents sont non éclos.

#### **2.2.2.1.3-Taux d'éclosion des œufs**

Il correspond au rapport du nombre d'œufs éclos sur le nombre d'œufs pondus.

**Taux d'éclosion :  $(\text{Nombre d'œufs éclos} / \text{Nombre d'œufs pondus}) \times 100$**

#### **2.2.2.1.4-La viabilité des œufs**

Après 21 jours du lancement des tests jusqu'au 45ème jours, nous avons dénombré régulièrement les adultes émergents des graines.

### **2.2.2.2-Les paramètres agronomiques**

L'effet des traitements sur les graines de *V. unguiculata* est évalué à l'aide de deux paramètres agronomiques : le poids des graines et leur faculté germinative.

#### **2.2.2.2.1-Le poids des graines**

Le contrôle du poids des graines est nécessaire pour évaluer l'effet des traitements sur la réduction des pertes occasionnées par les larves de *C. maculatus*. Celles-ci sont pesées avant et 45 jours après le lancement des tests pour les témoins et les différentes huiles et doses testées.

#### **2.2.2.2.2-La faculté germinative**

Les graines mises à germer sont prélevées des lots témoins et des lots testés aux doses (1, 2 et 3µl). Elles sont ensuite recouvertes avec du coton imbibé d'eau. Après 4 à 5 jours, les graines germées dans les lots témoins et les lots traités sont dénombrées.

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{nombre de graines germées} \times 100}{50 (N)}$$

N : Nombre de graines utilisées (50 graines).

### **2.3-Analyse statistique**

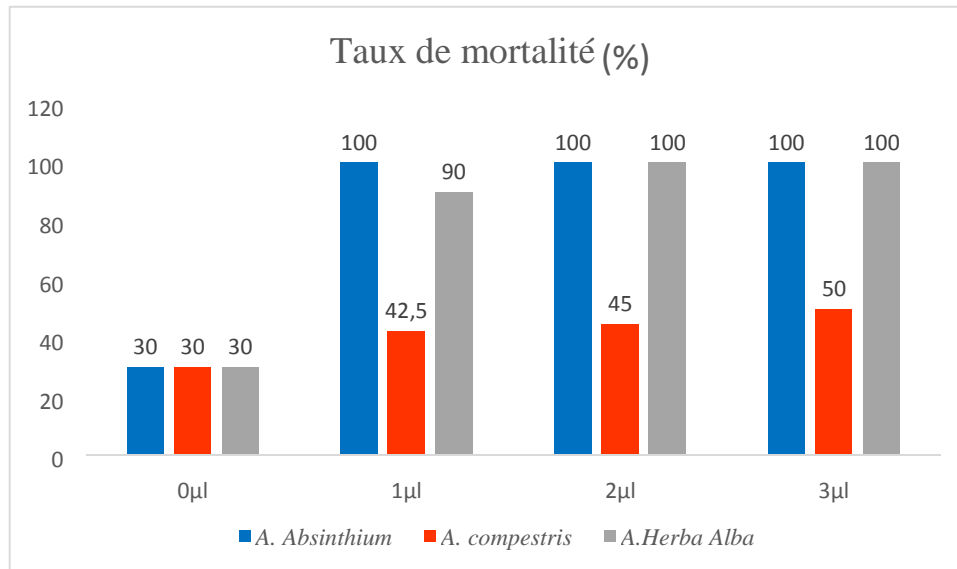
Les résultats de nos expériences ont été soumis au test d'analyse de la variance, selon plusieurs critères de classification. Lorsque l'effet des traitements est significatif, l'analyse est complétée par le test de NEW MAN et KEULS à 5% (DAGNELIE, 1998).



### 3- Résultats et discussions

#### 3.1- Effet des huiles essentielles sur le taux de mortalité.

Le taux de mortalité des adultes est respectivement de 90 % et 100 % à partir de la dose 1 $\mu$ l au bout du troisième jour pour les huiles essentielles d' *A.herba alba* et de *A.absinthium*, par contre pour *A.compestris* le taux varie entre 42,5 et 50 % (Figure 10).



**Figure 10 : Taux de mortalité (%) de *C. maculatus* au contact des graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne.**

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré un effet très hautement significatif ( $p=0,0000$ ) pour le facteur (huile essentielle) et le facteur dose ( $p=0,0000$ ) (Tableau 2)

L'huile essentielle la plus toxique est celle de *Artimesia absinthium*, où le taux de mortalité est de 100 % à la dose de 1 $\mu$ l.

**Tableau 2 : Résultats de l'analyse de variance pour l'effet des traitements sur le paramètre taux de mortalité de *C. maculatus*.**

	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35	1501,92				
VAR.FACTEUR 1	3	6930,729	2661,4	0,000		
VAR.FACTEUR 2	2	8470,313	3252,6	0,000		
VAR.INTER F1 $\times$ 2	6	2461,979	945,4	0,000		
VAR.RESIDUELLE $\times$ 1	24	2,604			1,614	2,90%

Le test de NEW MAN et KEULS classe le facteur dose en trois groupes homogènes : Le témoin 0  $\mu\text{l}$  dans le groupe (C), la dose 1 $\mu\text{l}$  dans le groupe (B) et les doses 2 $\mu\text{l}$  et 3 $\mu\text{l}$  dans le groupe (A).

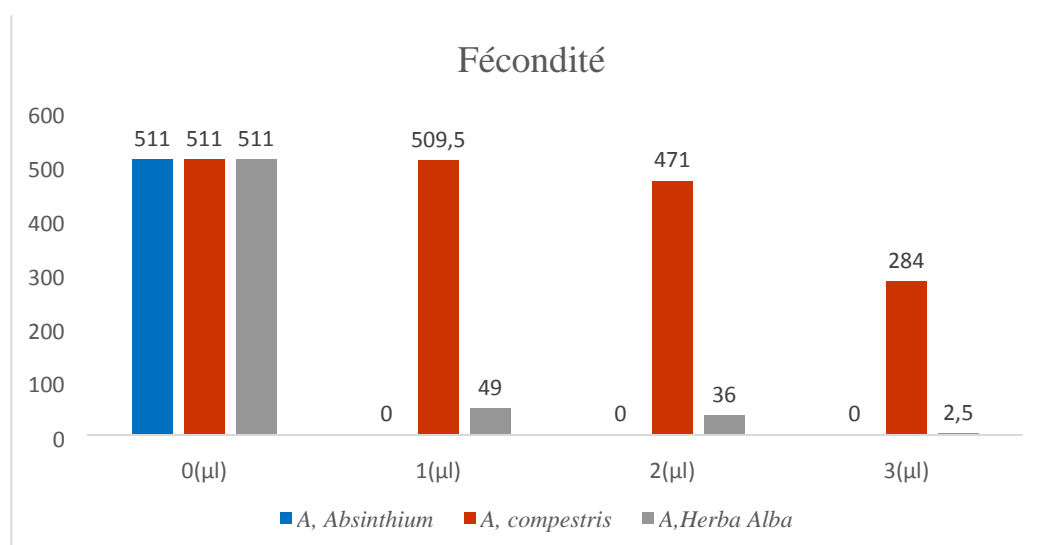
Quant au facteur huile, il est classé en trois groupes homogènes : *A.absinthium* dans le groupe (A), *A.herba alba* dans le groupe (B) et *A.compestris* dans le groupe (C).

Pour l'interaction entre ces deux facteurs, ils sont classés en cinq groupes homogènes

(Annexe 5).

### 3.2- Effet des huiles essentielles sur la fécondité de *C.maculatus*.

D'après les résultats obtenus la fécondité de *C.maculatus* diminue au fur et à mesure que la dose augmente. L'huile d'*Artemisia absinthium* est la plus efficace comparativement aux deux autres huiles car la fécondité est déjà nulle à la dose de 1 $\mu\text{l}$  (Figure 11).



**Figure 11 : Fécondité moyenne de 10 femelles de *C. maculatus* en présence des graines de *V. unguiculata* traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne.**

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence très hautement significative pour le facteur huile essentielle ( $p=0,000$ ) et le facteur dose ( $p=0,000$ ).

Le nombre d'œufs pondus dans les lots témoins est en moyenne de 511. Ce dernier est plus important par rapport aux lots traités à la dose 1 $\mu\text{l}$ , avec l'huile essentielle de *A. herba alba* ( $49\pm 5$ ). Tandis qu'il est nulle ( $0,00 \pm 0,00$ ) avec l'huile d'*Artemisia absinthium* (Tableau 3).

**Tableau 3 : Résultats de l'analyse de variance pour l'effet des traitements sur le paramètre fécondité.**

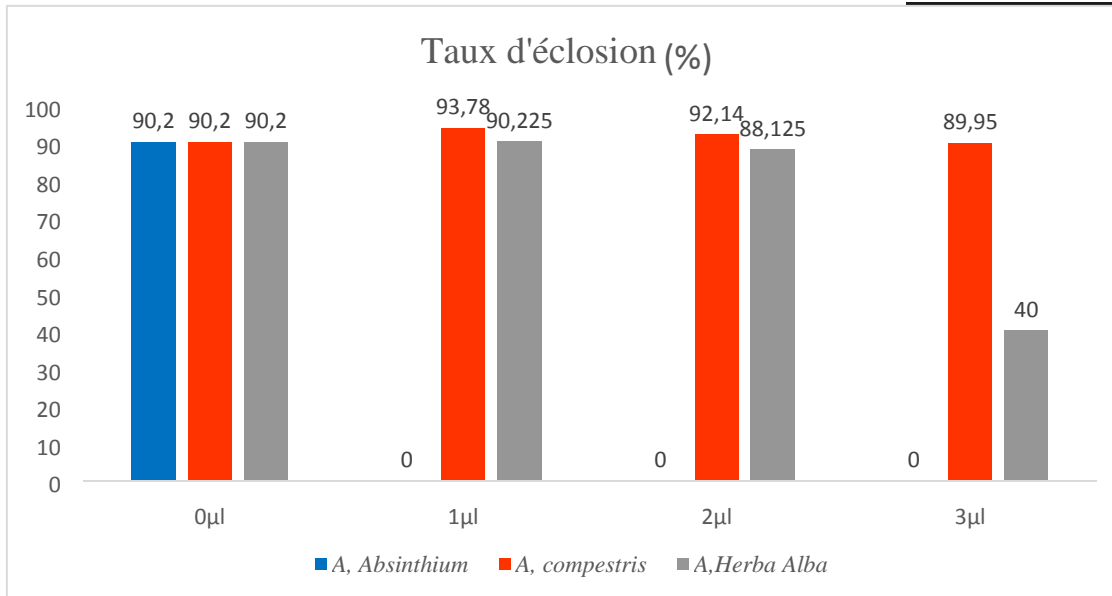
	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35	56218,95				
VAR.FACTEUR 1	3	306778,7	7297,016	0,000		
VAR.FACTEUR 2	2	373993,1	8895,772	0,000		
VAR.INTER F1×2	6	49721,96	1182,683	0,000		
VAR.RESIDUELLE 1	24	42,042			6,484	2,70%

Le test de NEW MAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes : Le témoin dans le groupe (A), la dose 1 µl dans le groupe (B), la dose 2 µl dans le groupe(C) et la dose 3 µl dans le groupe (D) (Annexe 8).

Quant au facteur huile, il est classé en trois groupes distincts : *A. compestris* dans le groupe (A), *A. herba alba* dans le groupe (B) et *A. absinthium* dans le groupe (C) (Annexe 9).

### **3.3-Effet des huiles essentielles sur le taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus*.**

A la dose 1µl et 2 µl pour les huiles de *A. compestris* et de *A. herba alba* le taux d'éclosion est presque similaire à celui des lots témoins ( $92,20 \pm 0,0$ ). Quant à la dose 3 µl nous avons constaté une faible diminution du taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* pour l'huile essentielle de *A. compestris* et une diminution significative pour *A. herba alba* de près de 50%. Quant à l'huile essentielle d'*A. absinthium*, même à la plus faible dose de (1µl), les résultats montrent qu'aucun œuf n'a éclos (Figure 12).



**Figure 12 : Taux d'éclosion (%) de *C. maculatus* traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne.**

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré un effet significatif pour le facteur dose ( $P=0,0034$ ) et un effet très hautement significatif ( $P=0,000$ ) pour le facteur huile. Un effet significatif est mis en évidence pour l'interaction entre les deux facteurs (dose  $\times$  huile)

(Tableau 4)

**Tableau 4 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* traitées avec les différentes huiles essentielles à différentes doses.**

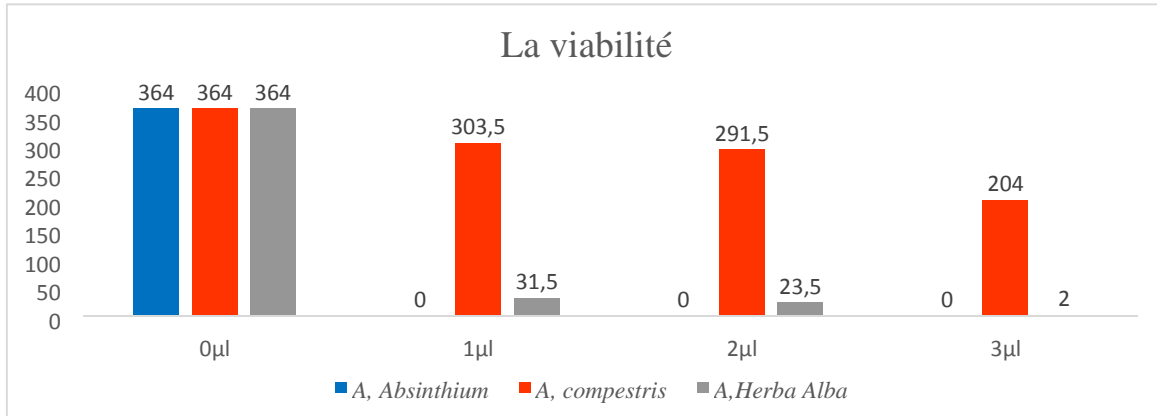
	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35	1686,125				
VAR.FACTEUR 1	3	2272,72	8,07	0,0034		
VAR.FACTEUR 2	2	10590,79	37,59	0,0000		
VAR.INTER F1 $\times$ 2	6	1514,82	5,38	0,0068		
VAR.RESIDUELLE 1	24	140,888			11,87	18,62%

Le test de NEW MAN et KEULS classe le facteur dose en trois groupes homogènes : Le témoin (0  $\mu$ l) dans le groupe (A), la dose (1  $\mu$ l) et (2 $\mu$ l) dans le groupe(B) et la dose (3  $\mu$ l) dans le groupe (C) (Annexe 13).

Quant au facteur huile, il est classé en trois groupes distincts : *A. compestris* dans le groupe (A), *A. herba alba* dans le groupe (B) et *A. absinthium* dans le groupe (C) (Annexe 14).

**3.4-Effet des huiles essentielles sur la viabilité des œufs de *C. maculatus*.**

Les résultats montrent une diminution importante du nombre d'adultes émergeant au niveau de chaque lot (Figure 13). Nous constatons que la viabilité des œufs diminue au fur et à mesure que la dose augmente. Cette viabilité s'annule à partir de la dose 1µl pour l'huile essentielle de *A. absinthium*. Elle est très faible à nul respectivement pour *A. herba alba* et *A.compestris* à partir de la dose 3µl, et pour *A. compestris* elle diminue considérablement à partir de la même dose.



**Figure 13 : La viabilité des œufs de *C. maculatus* pondus sur les graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne.**

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré que pour le paramètre viabilité il y'a une différence très hautement significative pour le facteur dose, le facteur huile avec ainsi qu'à l'interaction entre ces deux facteurs (dose × huile) (p=0,000) (Tableau 5).

**Tableau 5 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre viabilité des œufs de *C. maculatus*.**

	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35	25855,69				
VAR.FACTEUR 1	3	165891,3	9616,889	0,000		
VAR.FACTEUR 2	2	149026,8	8639,231	0,000		
VAR.INTER F1×2	6	18134,58	1051,28	0,000		
VAR.RESIDUELLE 1	24	17,25			4,153	2,56%

Le test de NEW MAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes : Le témoin (0 µl) dans le groupe (A), la dose 1 µl dans le groupe (B), la dose 2 µl dans le groupe(C) et la dose 3 µl dans le groupe (D) (Annexe 18).

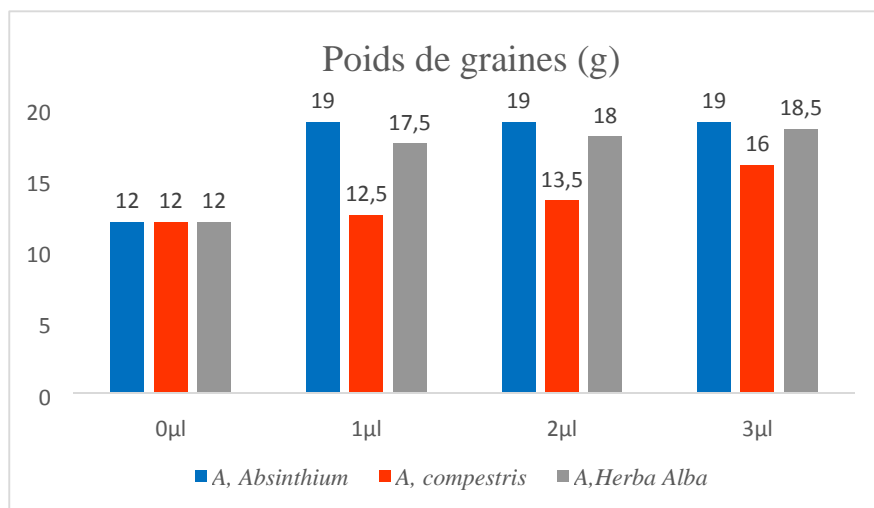
Quant au facteur huile, il est classé en trois groupes homogènes : *A. compestris* dans le groupe (A), *A. herba alba* dans le groupe (B) et *A. absinthium* dans le groupe (C) (Annexe 19).

Pour l'interaction entre ces deux facteurs, ils sont classés en sept groupes homogènes (Annexe 20).

### 3.5- Effet des huiles essentielles sur le poids des graines.

Les résultats montrent une grosse perte du poids des graines dans les lots témoins, qui est de l'ordre de 40 % par rapport au poids initial de (20g).

Les graines traitées avec l'huile essentielle de *A. compestris* avec les doses de 1 $\mu$ l, 2 $\mu$ l et 3 $\mu$ l présentent des poids moyens respectifs de (12,50  $\pm$  1,5), (13,50  $\pm$  0,5) et de (16  $\pm$  0) avec des taux de perte correspondant respectivement à (37,5 %, 32,5 % et 20 %). Néanmoins, les graines traitées avec les deux autres huiles essentielles n'occasionnent pas de grosses pertes de poids, elles sont de 5 % à partir de la dose de 1 $\mu$ l pour *A. absinthium* et 7,5 % pour les graines traitées avec l'huile essentielle de *A. herba alba* à partir de la dose de 3 $\mu$ l (Figure 14).



**Figure 14 : Poids moyen (g) des graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne.**

Les résultats statistiques montrent un effet très hautement significatif pour le facteur dose et le facteur huile ( $p=0,000$ ) et pour leur interaction des deux facteurs (Tableau 6).

**Tableau 6 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre poids des graines de *V. unguiculata*.**

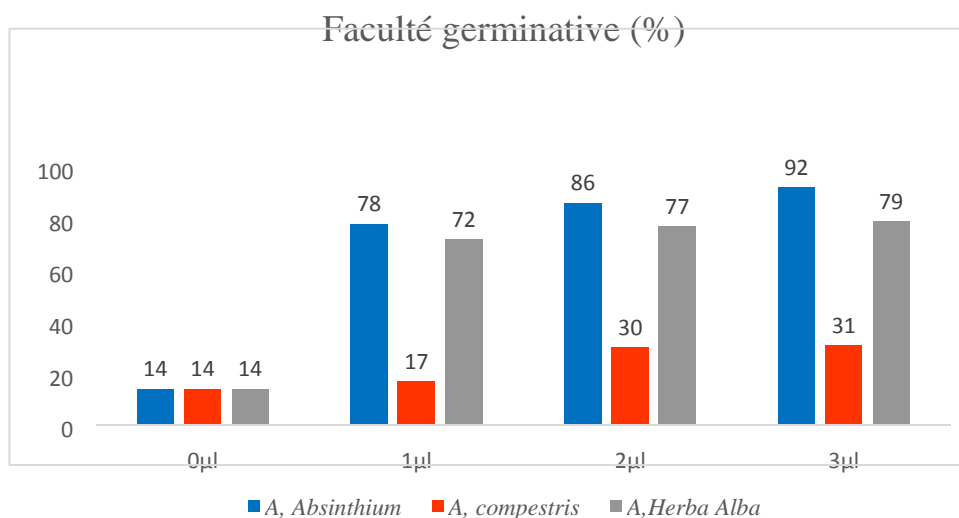
	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35	9,193				
VAR.FACTEUR 1	3	59,75	239	0,000		
VAR.FACTEUR 2	2	47,25	189	0,000		
VAR.INTER F1×2	6	7	28	0,000		
VAR.RESIDUELLE 1	24	0,25			0,5	3,17%

Le test de NEW MAN et KEULS classe le facteur dose en quatre groupes homogènes : Le témoin dans le groupe (D), la dose 1 µl dans le groupe (C), la dose 2 µl dans le groupe(B) et la dose 3 µl dans le groupe (A).

Quant au facteur huile, il est classé en trois groupes homogènes : *A. absinthium* dans le groupe (A), *A. herba alba* dans le groupe (B) et *A. compestris* dans le groupe (C). Cependant l'interaction entre les deux facteurs a été séparée en six groupes homogènes (A), (B), (AB), (C), (D) et (E) (Annexe 25).

### 3.6-Effet des huiles essentielles sur la faculté germinative des graines.

La faculté germinative est estimée pour les lots non traités à 14 % seulement. Tandis que les taux les plus élevés sont respectivement observés par l'absinthe, avec un taux de 78 % à la dose de 1µl et 92 % avec la dose de 3µl. Pour *A. compestris* des taux de 17 %, 30 % et 31 % ont été respectivement observé pour les doses (1, 2 et 3µl).Cependant pour *A. herba alba* des taux entre 72 % et 79 % ont été enregistrés pour les différentes doses à partir de 1µl (Figure 15).



**Figure 15 : Faculté germinative (%) des graines de niébé traitées avec les différentes huiles essentielles de provenance tunisienne**

## Résultats et discussions

L'analyse de la variance a montré que le facteur dose ainsi que le facteur huile agissent d'une manière très hautement significative ( $P=0,000$ ) et de même pour l'interaction entre les deux facteurs (dose  $\times$  huile) (Tableau 7).

**Tableau 7 : Résultats de l'analyse de la variance pour le paramètre faculté germinative des graines de *V. unguiculata*.**

	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35	1010,514				
VAR.FACTEUR 1	3	5500,668	284,517	0,000		
VAR.FACTEUR 2	2	6871,002	355,397	0,000		
VAR.INTER F1 $\times$ 2	6	776,666	40,172	0,000		
VAR.RESIDUELLE 1	24	19,333			4,397	8,74%

Le test de NEW MAN et KEULS classe le facteur dose en trois groupes homogènes pour le paramètre faculté germinative des graines de *V. unguiculata* :

Le témoin 0  $\mu$ l dans le groupe (C), la dose 1  $\mu$ l dans le groupe (B) et les doses 2  $\mu$ l et 3  $\mu$ l dans le groupe (A).

Quant au facteur huile, il est classé en trois groupes homogènes : *A. absinthium* dans le groupe (A), *A. herba alba* dans le groupe (B) et *A. compestris* dans le groupe (C) (Annexe 30)

## **Discussion**

La durée de vie de *C. maculatus* la plus élevée a été enregistrée dans les lots témoins avec une moyenne d'environ 6 jours. Ce résultat est proche de celui obtenu par DELOBEL et TRAN (1993) qui ont observé une longévité de 6 à 8 jours de *C. maculatus*.

Le taux de mortalité de cet insecte est 100% à partir des doses 1 $\mu$ l pour les huiles essentielles de l'absinthe et 2 $\mu$ l pour *A. herba alba*. Cependant pour l'huile essentielle de *A.compestris* le taux le plus élevé est de 50% à partir de la dose de 3 $\mu$ l.

Nos résultats sont similaires à ceux de Kellouche (2005), où il signale que l'huile essentielle de clou de girofle a provoqué une mortalité de 100 % des individus non cachés à la dose 8 $\mu$ l.

Pour le paramètre fécondité, nos résultats montrent qu'en moyenne 10 femelles ont pondu 511 œufs dans les lots témoins. Ainsi le nombre d'œufs pondus baisse au fur et à mesure que la dose augmente. Elle est en moyenne de 2,5 œufs à la dose 3 $\mu$ l pour l'huile essentielle de *A.herba alba* et la fécondité est nulle à la dose 1  $\mu$ l pour l'Absinthe.

## Résultats et discussions

Hedjal (2014) signale que le nombre moyen d'œufs pondus par 10 femelles, dans les lots témoins est de 748,5 œufs. Par contre aucun œuf n'a été pondu aux doses variant de 6,5 $\mu$ l à 75 $\mu$ l pour l'huile essentielle de Thuya de Berbérie, aux doses 25  $\mu$ l, 50  $\mu$ l et 75  $\mu$ l pour l'huile essentielle du pin d'Alep et aux doses 50  $\mu$ l et 75  $\mu$ l pour l'huile essentielle de Cyprès toujours vert.

KEITA (2000) a observé une diminution du nombre d'œufs pondus par une femelle après traitement avec l'huile essentielle du Thuya occidentale passant de 75,6 œufs pour le témoins à 1,5 œufs pour les lots exposés au traitement pendant 72 heures avec une dose de 10ml.

Dans les travaux de Labdaoui et Ouendi (2007). Ils ont observé une fécondité moyenne pour dix femelles de *C. maculatus* de (801,75), cette dernière est complètement inhibée à la dose 12,5  $\mu$ l des huiles essentielles *E. citronné* et *E. globulus* et à la dose de 10  $\mu$ l pour l'huile essentielle de la cannelle.

L'analyse des résultats que nous avons observés montrent que le taux d'éclosion des œufs de *C. maculatus* baisse au fur et à mesure que l'on augmente la dose des différentes huiles essentielles utilisées. Pour *A. absinthium* ce taux est de 0% à la dose 1  $\mu$ l.

Pour Belkai et Ben-sidhoum (2009). Le taux d'éclosion est nul aux doses 50  $\mu$ l et 75  $\mu$ l pour l'huile essentielle du Cyprès toujours vert. Quant à l'huile essentielle du Pin d'Alep, il n'y a pas eu éclosion aux doses variant de 25  $\mu$ l à 75  $\mu$ l. Par contre dans les lots témoins il est à 100%.

D'après Mezaghrane (2008). Le taux d'éclosion s'annule aux doses supérieures ou égales à 25 $\mu$ l pour l'huile essentielle du Thuya de Berbérie d'origine algérienne.

DAHMANI et GOUDJIL (2005) rapportent que l'huile de rose appliquée à la dose 0,5 ml inhibe complètement l'éclosion alors que pour les huiles de carvi, de fenouil et de myrte le taux d'éclosion s'annule à la dose 0,6 ml/50g de graines.

D'après les résultats que nous avons obtenus, la viabilité des œufs éclos pondus par les femelles de *C. maculatus* est en moyenne de 364 œufs dans les lots non traités, 204 œufs à la dose 3 $\mu$ l pour les lots traités avec l'huile essentielle de *A. compestris*, 2 œufs à la dose 3 $\mu$ l pour les lots traités avec l'huile essentielle de *A. herba alba* et de 0 œufs aux doses 1,2 et 3 $\mu$ l pour les lots traités avec l'huile essentielle de *A. absinthium*. Cette viabilité des œufs éclos baisse avec l'augmentation de la dose et la toxicité de l'huile essentielle utilisée.

Les résultats des travaux de Moula (2008) montrent que les huiles essentielles de lavande et du romarin confèrent aux graines une protection totale à partir de la dose de 6 $\mu$ l. Pour l'huile

## Résultats et discussions

essentielle de citron il n'y a aucune viabilité des œufs à partir de la dose de 25µl comparativement aux lots témoins où elle note une émergence de (468,5) en moyenne pour dix femelles

MESSAOUDI et ZIDANE (2013) en traitant les graines de niébé avec les huiles essentielles de Myrte commun (*Myrtus communis*) et du Romarin (*Romarinus officinalis*). Ils ont constaté que le nombre d'individus émergents diminue avec l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition.

Dans le même contexte Djermane (2012) a observé un effet larvicide en traitant les graines de *V. unguiculata* avec les huiles essentielles de *E. cineria* et *E. maidinii* .aux doses respectives de 75 µl et 50 µl après trois jours d'exposition.

GAKURU (1995), rapporte que l'huile essentielle d'Eucalyptus *citriodora* (Myrtaceae) et celle d'*Ocimum basilicum* (Limacae) sont très efficaces contre *C. maculatus*.

Pour le paramètre poids des graines de *V. unguiculata* nous avons constaté que la plus grosse perte de poids a été observée dans les lots témoins 40 % et que cette perte en poids baisse au fur et à mesure que la dose des différentes huiles essentielles augmente. Elle est respectivement de 20 % et 7,5 % à la dose 3 µl pour les lots traités avec *A. compestris* et *A. herba alba* et de 5 % à partir de la dose 1µl pour les lots traités avec l'absinthe.

Selon Touami et Zerar (2006), il n'y a pas de perte significative de poids pour les graines traitées à partir de la dose 0,4 ml avec l'huile d'amande douce, de lavande, de jasmin et 0,05 ml/50g avec l'huile de cèdre.

Selon Larbani et Ouaguenouni (2005), les huiles de cactus, de thym, de romarin et de laitues appliquées à la dose 0,1 ml ne confèrent pas de protection suffisante aux graines du niébé. Ces graines accusent des pertes respectives de 18,4 %, 21,8 %, 35,6 % et 17,6 %. Caswel (1968) a estimé à environ 2,4 % les pertes annuelles par tonne de gousse, en stockage au Nigeria, suite à l'infestation par la bruche de *C. maculatus*.

Les traitements réalisés sur les graines de *V. unguiculata* n'affectent pas de manière très significative leur faculté germinative sauf pour les graines traitées avec l'huile essentielle de *A. compestris* où on note que seulement 31 % des graines ont germés à la dose la plus forte. Tandis que pour les graines traités avec *A. absinthium*, 92 % ont germés et 79 % pour *A. herba alba* à la même dose.

## **Résultats et discussions**

Ces résultats ont été observés par Hamai et *al.* (2006) qui ont constaté que l'huile de la lavande n'affecte pas la germination des graines (97 %) à la dose 0,0125 ml/50g. Toutes les huiles réduisent cette dernière à différents degrés. En effet ces taux de germination sont de 84,4% ; 78,1% ; 75,5% ; 65,2% ; correspondant aux huiles de persil (0,1 ml) de citron (0,025ml) de citronnelle (0,025 ml) et d'abricot (0,4 ml).

Adli et Belmadani (2003) ont noté que la faculté germinative des graines de *V. unguiculata*, traitées avec les huiles de soja, de ricin, de tournesol et d'amandes douce, à des faibles doses (0,2 et 0,4 ml/50g), n'est pas affectée, mais elle diminue si la dose est augmentée à 1 ml/50g.

Selon Ouagnouni et Larbani (2005), le traitement avec l'huile de thym et celle de la laitue ne protège pas de façon significative les graines du niébé. Par contre dans le traitement avec les huiles de cactus et de romarin, le pouvoir germinatif des graines n'est pas diminué de façon significative.

## Conclusion

D'après les résultats obtenus au cours de la présente étude, nous pouvons dire que les trois substances testées ont un effet toxique non négligeable à l'égard de *Callosobruchus maculatus*.

En effet, la mortalité de ce ravageur est très élevée. Au bout du troisième jour de l'application des différentes huiles essentielles, le taux de mortalité est de 100 % pour *Artemisia absinthium* et *Artemisia herba alba* avec une dose de 1 $\mu$ l, ce pendant en utilisant la même dose de *Artemisia compestris* le taux ne dépasse pas les 42,5 %.

La fécondité des femelles diminue au fur et à mesure que nous augmentons la dose. L'huile d'*Artemisia absinthium* est la plus efficace car la fécondité est nulle dès la dose de 1 $\mu$ l.

Pour le taux d'éclosion et la viabilité des œufs pondus, nous constatons que les taux diminuent significativement au fur et à mesure que les doses des trois huiles essentielles augmentent, sauf pour l'huile essentielle de *A.absinthium*. Pour cette dernière les deux paramètres sont nuls dès la dose de 1  $\mu$ l.

Tous ces paramètres biologiques étudiés de ce ravageur des graines *vignia unguiculata* sont significativement réduits après l'application des différentes huiles essentielles.

Pour le paramètres agronomique poids des graines nous avons constaté une perte de près de 40 % du poids initial dans les lots témoins. À la dose de 3 $\mu$ l nous avons enregistré des taux de perte de 5%, 7,5% et 20% correspondant respectivement aux traitements par les huiles essentielles de *A. absinthium*, *A. herba alba* et *A. compestris*.

Le pouvoir germinatif des graines de niébé est de 14 % pour les lots non traités, la valeur la plus élevée est observée avec l'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* avec 92 % pour la dose de 3 $\mu$ l.

En conclusion, nous pouvons dire que l'utilisation de ces huiles essentielles semble se justifier par la protection des graines de niébé contre se coléoptère ; la plus grande efficacité à l'égard de ce ravageur a été obtenue avec l'huile essentielle de *Artemisia absinthium*.

En conséquence le traitement avec les huiles essentielles peut être donc proposé comme un moyen alternatif à l'usage des pesticides pour la conservation des graines stockées.

En plus de leur activité bio insecticide les huiles essentielles présentent d'autres avantages tels que la faible toxicité et la biodégradabilité.

Il serait donc intéressant de compléter ce travail avec d'autres recherches et d'autres travaux plus approfondis, notamment il faudra :

- Tester les huiles essentielles et leurs constituants sur d'autres stades de développement de *C. maculatus*.
- Augmenter les doses de l'huile essentielle de *A. Compestris* et effectuer d'autres tests pour déterminer la dose efficace à l'égard de *C. maculatus*.

## Liste des références bibliographique

**ADLI., & BELMADANI K., (2003)** : Activité biologique de quatre huiles

Végétales à l'égard d'un ravageur de denrées stockées : *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Thèse d'ing. Agr. U.M.M de T.O.70p.

**AKOUBA Z., AOUNOU K.L., (2012).** Contribution à l'étude bibliographique sur l'armoïse blanche (*Artemisia herba alba* Asso). Description et vertus médicinales, mémoire DEUS UMMTO, 45p.

**ANONYME (1964)** : Journal « FABA » (Paris).

**ANONYME (2013)** : Encyclopédie Encarta 2013.

**BALCHOWSKY A.S., (1962).** Entomologie appliquée à l'agriculture, les coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris, T1.564P. p 61-67

**BELKAI S., BEN SIDHOM S., (2009).** Effet de trios huiles essentielles d'origine Tunisienne (pin d'Alep) Cyprès vert et (Thyade Berberie) à l'égard de la bruche du niébé *C.maculatus*. 45p.

**BENBROOK C M., (1999).** Pest Management at the Crossroads. Consumers Union, Yonkers, NY

**BORGET M., (1989)** : Les légumineuses vivrières. Maisonneuve et larose, Paris. 161p.

**CARATINI R., (1971)** .Borda encyclopédie. Ed Bodas. Belgique.23 : 137-195

**CHARARAS C., (1989).** Attraction primaire et secondaire dans les écosystèmes stables de la forêt .in : StreblerG.les médiateurs chimiques. Tec & Doc Lavoisier, Paris, 207-246.

**CHAUX., & FAURY C., (1995).** Production légumière potagère, légume, fruits Tome 1. Ed Lavoisier .paris. 563 p.

**CHEHMA A., (2006).** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Ed. Dar Elhouda Ain M'Lila. ISBN : 9947-0-1312-X. P : 14 – 20 – 109.

**CGIAR., 2001.** Cowpea (*Vigna unguiculata*) CGIAR on line /CGIAR Researh : Areas of reshearch <http://www.cgiar.org/reshearch/res-Cowpea.html>, Washington, D.C.

**CISSE et HALL A.E., 2004.** La culture traditionnelle du niébé au Sénégal. Etude de cas Botany & plant science departement, University of California, Riverside, CA 9252610124, A.

**CRONQUIST A., (1981).** An integrated system of classification of flowig plants. Colombia University. 1256.

**DAGNELIE P., 1998.** Statistique théorique et appliquée. Tome2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bibliothèque de Boeck et Larcier, Bruxelles.653p.

**DECELLE J., (1981).** Bruchidae related to grain legumes in the Afro-Tropical Area.

**DELOBEI A., et TRAN M., (1993).** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes Ed. ORSTON : 312-316.

**DJERMANE., (2012) :** Etude de l'effet de cinq huiles essentielles de provenance Tunisienne sur les différents stades de développement de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en biologie. U.M.M.T.O. 38p.

**DJOSSOU J., (2006).** Etude des possibilités d'utilisation des formulations a base de fruits secs de *Xylopiya aethiopica* Dunal (Annanaceae) pour la protection des stocks de niébé contre *C.maculatus Fabricius* ( Coleoptera Bruchidae ).

**FAURIE C., (1999).** Ecologie : approche scientifique et protéique. Ed. Tec. Et Doc. : 244251.

**FAUVREAU J., (1998).** Inventaire des problèmes de conservation des graines et des produits bruts non transformés NDP.2-16p.

**FOUA-BI K G., AKURU., (1996).** Effet d'extraction de plantes sur le bruche du niébé (*C. maculatus Fab.*) et le charançon de riz (*Sitophilus oryzea L.*)

**GAKURU., & FOUABI K., (1995) :** Compared effect of four plants essential oils against cowpea weevil *C. maculatus* and rice weevil *Sitophilus oryzae Tropiculata*, 13:143-146p.

**GUERGNIER F., (1980).** Produit aromatique naturels et synthétique. Institut de technologies alimentaire Plovdiv (ed). Bulgarie.

**GUINAURD .JL., (1995).** Abrégé de botanique 10<sup>ème</sup> édition.

**HAMAI K. HARMA K., & KACIMI F., (2006)** : Effet de cinq huiles végétales sur l'activité biologique de *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Thèse d'ing. Agr. U.M.M de T.O. 65p.

**HEDJAL.H., (2014).** Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelques résineux et plantes aromatiques de provenance Algérienne et Tunisienne. Etude de leurs activités biologique à l'égard d'un insecte ravageur des grains stockées, *C. maculatus* F.1775 (Coléoptère, Bruchidae).99p.

**SMAN M B., (2000).** Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection, 19:603-608.

**ISMAN M B., (1997).** Neem insecticides. Pesticide Outlook, 8:32-38.

**ISMAN MB., (1995).** Leads and prospect for the development of new botanical insecticides. Rev. Peptic. Toxicol.3 :1-20

**KEITA S M., (2000).** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae).J. Stored Prod. Res., 36, 355-364.

**KEITA., (aout 2000).** Recherche d'un insecticide d'origine botanique en vue de protégées les graines de niébé en stockage contre la bruche à quatre taches, *C.maculatus* (F) en république de Guinée. Thèse de doctorat en science de l'environnement Université du Québec à Montréal .182p.

**KELLOUCHE A., (2005).** Etude de la bruche de pois - chiche *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera, Bruchidae) : biologie physiologie reproduction et lutte. Thèse de doctorat d'état en sciences naturelles spécialité entomologie, P216.

**KELLOUCHE A., (2005).** Etude de la bruche du pois chiche *Collabruchus maculatus* (Coleoptera :Bruchidae) Biologie, physiologie, reproduction et lutte, thèse de doctorat d'état en science naturelle, spécialité Entomologie U.M.M.T.O. 155p.

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

**KELLOUCHE A., SOLTANI N., KREITER S., AUGER J., ARNOLD I., et KREITTER P., (2004).** Biological activity of four vegetable oils on *Callosobruchus maculatus* (fabricius) (Coleoptera : Bruchidae). REDEA, LXXXVII, pp 39-47

**LARBANI H., OUAGUENOUNI N., 2005.** Activité biologique de quatre huiles essentielles végétales à l'égard d'un ravageur des denrées stockées *Callosobruchus maculatus*. (Coleoptera: Bruchidea). Thèse d'inge. Agr. U.M.M de T.O.54p.

**LEPESME P., (1944).** Les coléoptères dans les denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed .Paul le chevalier, Paris.

**LHOSTE J., (1979).** Des insectes et des hommes, Fayard, Paris.

**LIENARD V., et SECK D., (1994).** Revue des méthodes de lutte contre *C.maculatus* (F) (Coleoptera, Bruchidae ), ravageurs des graines du niébé (*Vigna unguiculata* (L) walp.) en Afrique tropicale : 301-348.

**LUCIENNE ALI DELILLE ., (2010).**Les plantes médicinales d'Algerie. Deuxième Ed. Edition Berti P : 24-25

**MAMOU S., (2003).** Contribution à l'étude insecticide de deux huiles essentielles et de le de ltame thrine sur le charançon du riz. *Sitophilus oryzae* L. (*Coleoptera curculionidae*). Mémoire d'ing. Univ .Mouloud Mammeri T.O. p 65.

**MESSAOUDI R., & ZIDANE F., (2013) :** Effet insecticide de l'huile essentielle du Myrte commun (*Myrtus communis*) et du romarin (*Rosmarius officinalis*) de provenance tunisienne sur les différents stades de développement de *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en biologie. U.M.M.T.O. 33p

**MEZEGHRANE., (2008).** Etude des effets insecticide des deux huiles essentielles *Tetraclinis anticulata*, *Cymbopogon citratus* à l'égard de la bruche du niébé *C. maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire ingénieur en écologie animale option gestion de populations, à UMMTO. P32, 34.

**MOULA D., (2008).** Activité biologique de trois huiles essentielles (*Citrus limonum*, *Lavandou hybrida*, *Rosmarinus officinalis*) à l'égard de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Ingénieur UMMTO. P 29-35.

**OUENDI K., (2005).** Activité biologique de quatre huiles essentielles à l'égard d'un insecte ravageur des denrées stockées *Callosobruchus maculatus*. (Coleoptera : Bruchidea). Ingénieur. UMMTO 52P.

**PERROT E., (1944).** Matière première usuelles de régime végétal, thérapeutique, hygiène, industries. Masson et Cie (ed), tome II.

**PIERRA D., (1990).** Management and control of insect pests of stored grain legumes. In proc. Int. Workshop on I.P.C. for grain legumes Guinea, go on (Brazil), pp : 276-286.

**POWEL L., et JUSTUM., (1993).** Technical and commercial aspects of bio control products. Pesticide science, 37.pp :315-321.

**REGNAUL T., et ROGER C., (2002).** De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième millénaire In : Biopesticides d'origine végétales, ed Tec & doc Londres-Paris-New York, p : 19-39.

**REGNAULT- ROGER C., & HAMRAOUI A., (1995).** Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes upon *Acanthoscelides obtectus* Say, bruchid of kidney beans *Phaseolus vulgaris* (L.) Stored products Research 31 : 291-299.

**REGNAULT- ROGER C., & HAMRAOUI A., (1997).** Defense against phytophagous insect by aromatic plant allelochemicals. Acta. Botanica, 144(4) :35-43.

**REGNAULT- ROGER C., (1999).** Diversification des stratégies de protection des plantes : intérêt des monoterpènes. Acta bot. Gallica, 146: 35-43.

**REGNAULT- ROGER C., RIBODEAU M., HAMRAOUI A., BLANCHARD p., MUNOZMI G & BARBERAN T., (2002).** Disturbance of *Acanthoscelides obtectus* Say, (Coleoptera, Bruchidae) behavior by polyphenolic compound identified in insecticidal Labiatae botanicals J.Stor.Prod.Res. 499-504.

**REGNAULT-ROGER C., & HAMRAOUI A., (1993).** Influence d'huile essentielle sur *Acanthoscelides obtectus* Say, bruche du haricot. Acta. Botanique Gallica, 140 :217-222.

**REGNOULT-ROGER C., & HAMRAOUI A., (1994).** Reproductive inhibition of *Acanthoscelides obtectus* Say, bruchid of Kidney bean *Phaseolus vulgaris* (L.) by some aromatic essential oils. Crop Production 13: 624-628.

**RIDET J.M., (1992).** Des protozoaires aux échinodermes .Ed. Marqueting .Paris ,223p.  
*Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera :Bruchidae) These d'ing en agronomie I.N.A EL Harrach, Alger 76p.

**SAHNOUN S., et HAMMAL S., (2011).** Etude de l'effet bio-insecticide des huiles essentielles de Badiane (*Illicium verum* L.) et de PIN parasol (*Pinus pinea*) à l'égard de la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* .F). Thèse d'ingénieur en Agronomie U.M.M.T.O. 71 P.

**SCHMAEDICK M A., et NYROP J.P., (1995).** Method for sampling arthropod pests with uncertain phenology with application to spotted Tentiformleaf miner (Lepidoptera : Gracillariidae). J. Econ. Entomol. 88 (4) 875-889p.

**SHAHEIN A., (1991).** Susceptibility of some stored product insect to high and low temperatures. Zagazig J. Agr. Res. Egypt.18 (2) :577-584.

**SIMON H., (1994).** La production des cultures avec la collaboration de François Richard ; Bellanger Dominique D. Christel Goubert. Eric Jeuffrault. Collection agriculture d'aujourd'hui .Ed : Tec & Doc. Paris.PP115, 116,122.

**SINHA R.H., & WATTERS F.L., (1980).** Insectes des minoteries des silos-élevateurs, 311p.

**SOUTHGATE B., J., (1979).** Biology of the Bruchidae .Annual Review of entomology vol 24 :449-473.

**STEBLET G., (1989).** Les médiateurs chimiques. Technique et documentation Lavoisier, Paris.

**THIBOUT & AUGER., (1997).** Composés soufrés des alliums et contre les insectes Acta botanica Galicia, 144 : 131-137.

**TIRICHI N., & ZEGGA S., (2001).** Activité biologique de quatre plantes sur la bruche du pois-chiche. *C.maculatus* (F) (Coleoptera bruchidae).54p.

**TOUAMI F., & ZERAR D., (2006) :** Contribution à l'étude de l'activité biologique de l'huile essentielle du cèdre, du jasmin, d'amande douce et de la lavande à l'égard de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur en écologie animale U.M.M.T.O. 71 P.

**WEINZEIRL. (1997).** Botanicals insecticides, soaps and oils. in ; Rechcigl NA Biological, biotech. Biological control of insect pest in. Lewis Publ. Boca Raton. Florida, 101-121.

**ZUOXIN L., JUNXIA G., et JUIGIANG Y., (2006) .**A flatoxins in stored maize and nice grains in Liaoning province, china. Journal of stored product, research 42:468-479.