

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département des Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Végétale

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de **Master**

Thème :

**Extraction et évaluation de l'effet insecticide  
de « *Salvia officinalis. L* » à l'égard d'un  
insecte des denrées stockées, le blé dur  
(*Triticum durum*)**

Présenté par :

ZOUATNI Aicha

HADJIDJ Asma

Devant le jury composé de :

Président :	Mr KARAHACANE. T.	MCB	UDBKM
Promotrice :	Mme KACI. Z.	MAA	UDBKM
Examinatrice :	Mme DAHMANE. T.	MAB	UDBKM

Année universitaire : 2019/2020

● **ملخص :** البحث عن طرق بديلة لحماية الحبوب المخزنة ضد حشرة حافرة الحبوب مخربة القمح أثناء التخزين مرتبط بمدى معرفة اتخاذ القرارات ثم استعمال المبيدات ذات التركيبة النباتية، انشاء تنوع بيئي محلي يمثل اليوم حل بديل واعد، المبيدات ذات التركيبة النباتية المستخلصة من النباتات العطرية تعتبر كمسلك جدي.

الهدف من هذا العمل هو تحديد التأثير الإبادي لمستخلص الميثونيك لأوراق المريمية على الحشرة المفسدة للقمح أثناء التخزين وتقدير الجرعات والوقت اللازم للقضاء عليها بنسبة 50% و90% من مجتمع هذه الحشرة.

النتائج المتحصل عليها أثبتت أن التأثير الإبادي لمستخلص الميثونيك كانت بدلالة الجرعات المستعملة ومدة التعرض

النتائج أثبتت تأثير قاتل قوي على حشرات القمح وهذا راجع إلى الكميات الكبيرة للمواد الفعالة المتواجدة في أوراق هذه النبتة، حيث تم تقدير الجرعة اللازمة للقضاء على 50% و90% من مجتمع هذه الحشرة ب 19,1 و 43,5% بينما الوقت اللازم للقضاء عليها بنسبة 20سا و21د و 35سا و47د 50% و90% على التوالي.

**الكلمات المفتاحية: القمح. المبيدات النباتية. المستخلصات النباتية. المريمية. التأثير الإبادي. حافرة الحبوب**

● **Résumé :** La recherche des méthodes alternatives de protection des denrées stockées contre le ravageur de blé en poste récolte *Rhizopertha dominica* issues du savoir-faire des anciens puis l'usage des phytopesticides, produits de la biodiversité locale se présente aujourd'hui comme une alternative prometteuse. Les phytopesticides formulés à partir les extraits des plantes une piste sérieuse.

Ce travail préliminaire a porté sur l'évaluation de l'efficacité de bio insecticide de l'extrait méthanolique des feuilles de *Salvia officinalis* sur l'insecte ravageur de blé stocké *Rhizopertha dominica*, et d'évaluer les doses et les temps nécessaires pour tuer 50 et 90% des populations de cet insecte.

Ces résultats ont montré que l'effet insecticide de l'extrait méthanolique de la plante sur *Rhizopertha dominica* était en fonction des doses utilisées et du temps d'exposition aussi. En effet, une activité létale forte sur les adultes de *Rhizopertha dominica* ; ceci est dû aux grandes quantités de substances actives contenues dans les feuilles de cette plante, les doses létales DL50 et DL90 estimées pour tuer 50 et 90% de la population de cet insecte sont de à 19,1 et 43,5% respectivement, tandis que les temps létaux TL50 et TL90 pour tuer 50 et 90% sont de représentent 20h et 21min et 35h et 47min respectivement.

**Mots clés :** blé, DL50, DL90, extrait méthanolique, effet insecticide, mortalité, phytopesticides, *Rhizopertha dominica*, *Salvia officinalis*, TL50, TL90.

● **Somary :** The search for alternative methods of protecting the stored products against the wheat pest in post-harvest *Rhizopertha dominica* from the know-how of the ancient then the use of phytopesticides, products of local biodiversity is presented today as an alternative promising. The phytopesticides formulated from the organic insecticide extract of the plants constitute a serious track.

This preliminary work has focused on the evaluation of the effectiveness of organic insecticide methanolic extract from the leaves of *Salvia officinalis* on the post-harvest insect pest *Rhizopertha dominica*, evaluate the doses and times required to kill 50% and 90% of this insect's populations.

The results showed that the insecticidal effect of the organic methanolic extract from the leaves of the plant on *Rhizopertha dominica* depended on the doses used and the exposure time.

A strong lethal effect on adults of *Rhizopertha dominica* ; this due to the large amounts of active substances contained in the leaves of this plant, the lethal doses LD50 and LD90 which was estimated to kill 50% and 90% of the population of this insect with 19,1 and 43,5%. While lethal times LT50 and LT90 to kill 50% and 90% of the population of this insect are respectively 20h and 21min and 35h and 47min.

**Key words :** LD50, LD90, insecticidal effect, methanolic extract, LT50, LT90, phytopesticides, *Salvia officinalis*, *Rhizopertha dominica*, wheat.

## ***Remerciements***

*Nous remercions s'adressent tout d'abord à DIEU, le tout puissant qui nous a tracé le chemin de notre vie et accordé la volonté, la santé, la force et la patience.*

*En seconde lieu, nous tenons à remercier :*

*Madame KACI Zakia, notre encadreur Maitre Assistante Classe A, à la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie et de la terre de l'Université Djilali BOUNAAMA de Khemis Miliana, pour avoir accepté de nous encadrer, et assuré la direction de ce travail, pour son aide, ses encouragements et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Monsieur KARAHACANE Tahar Maitre de Conférences Classe B, à la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie et de la terre de l'Université Djilali BOUNAAMA de Khemis Miliana, pour avoir accepté de présider le jury et aussi pour ses encouragements durant notre travail.*

*et Madame DAHMANE Thoraya, Maitre Assistante Classe B, à la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie et de la terre de l'Université Djilali BOUNAAMA de Khemis Miliana, pour avoir accepté de faire partie de ce jury et examiner notre travail.*

*Nous remercions particulièrement les enseignantes qui ont contribué à notre formation durant l'année théorique surtout.*

*Nos remercions vont également à tous ceux qui nous ont aidé, à un titre ou un autre, qu'il s'agisse de la fourniture d'information précieuses, ou les précieux conseils.*

*Sans oublier bien sur les ingénieurs des laboratoires de la Faculté des Sciences Naturelles et de la Vie et de la terre de l'Université Djilali BOUNAAMA de Khemis Miliana, qui ont mis à notre disposition les produits et le matériel nécessaire pour la réalisation de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste de travail :*

*A ma très chère maman :*

*Ma source de joie, bonheur, mon trésor et le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse celle qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grande secours pour mener à bien mes études.*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cesse de ma donner*

*Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, Puisse Dieu, le tout puissant, te préserve et t'accorde sante, longue vie et bonheur.*

*A mon très cher père qui m'a toujours soutenu, et qui a été toujours présent pour moi.*

*A mon Mari Mourad qui m'a beaucoup encouragé tout au long de ce travail, Merci d'avoir montré beaucoup de patience avec moi durant les moments les plus stressants, merci pour ta fidélité et ta gentillesse.*

*A mes sœurs*

*A mes frères surtout Adam, islam et Ishak*

*A toute ma famille*

*A la famille de BELAININE*

*A mes amis*

*Aicha*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste de travail :*

*A ma très chère maman :*

*Ma source de joie, bonheur, mon trésor et le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse celle qui n'a pas cessé de m'encourager et d prier pour moi.*

*Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'une grande secoure pour mener à bien mes études.*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner.*

*Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, Puisse Dieu, le tout puissant, te préserve et t'accorde sante, longue vie et bonheur.*

*A mon très cher père qui m'a toujours soutenu, et qui a été toujours présent pour moi.*

*A mon Mari qui m'a beaucoup encouragé tout au long de ce travail, Merci d'avoir montré beaucoup de patience avec ma durant les moments les plus stressants, merci pour ta fidélité et ta gentillesse.*

*A mes sœurs*

*A mes frères*

*A toute ma famille*

*A mes amis*

*Asmaa*

# TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

INTRODUCTION.....1

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....3

1.1. Généralité sur la plante hôte « le blé dur ».....3

1.1.1. Historique.....3

1.1.2. Origine de blé .....3

1.1.3. Classification botanique.....4

1.1.4. Structure et composition chimique des graines de blé.....4

1.1.5. Importance de la culture du blé.....7

1.1.6. Méthodes de stockage du blé.....6

1.2. Etude biologique de l'insecte (*Rhyzopertha dominica* F.).....7

1.2.1. Généralité sur *Bostrichidae*.....7

1.2.2. Origine et répartition géographique..... 7

1.2.3. Position systématique.....8

1.2.4. Description de *Rhyzopertha dominica*.....8

1.2.5. Cycle de développement de *Rhyzopertha dominica*.....9

1.2.6. Dégâts causés.....11

1.2.7. Méthodes de lutte.....12

1.3. Généralité sur la sauge officinale (*Salvia officinalis*).....14

1.3.1 Description botanique.....15

1.3.2 Taxonomie.....16

1.3.3 Nomenclatur..... 17

1.4. Les extraits végétaux..... 17

1.4.1.	Définition des métabolites secondaires.....	17
1.4.2.	Composés phénoliques.....	17
1.4.3.	Composés azotés (Alcaloïdes).....	18
1.4.4.	Huiles essentielles.....	18
1.4.5.	Méthode d'obtention des extraits végétaux.....	19
1.5.	Activité biologique des extraits végétaux.....	21
1.5.1.	Activité antioxydante.....	22
1.5.2.	Activité antibactérienne.....	22
1.5.3.	Activité antifongique.....	22
1.5.4.	Activité insecticide.....	22
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES.....		23
2.1.	Matériel.....	23
2.1.1.	Matériel biologique.....	23
2.1.2.	Matériel du laboratoire.....	25
2.2.	Méthodes expérimentales.....	25
2.2.1.	Screening photochimiques.....	25
2.2.2.	Préparation de l'extrait méthanolique des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> .....	27
2.2.3.	Etude de l'efficacité des extraits méthanolique sur le <i>Rhyzopertha dominica</i> .....	27
CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION.....		31
3.1.	Résultats.....	31
3.1.1.	Résultats de l'étude phytochimique.....	31
3.1.2.	Evaluation de la mortalité des adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> .....	32
3.1.3.	Estimation des doses létales (DL50 et DL90).....	34
3.1.4.	Estimation des temps létaux (TL50 et TL90).....	35

3.2. Discussion .....	36
CONCLUSION.....	38
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES. ....	39

## Liste des figures

<b>Figure n° 01</b> : Anatomie d'un grain de blé.....	<b>5</b>
<b>Figure n° 02</b> : Adulte de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>9</b>
<b>Figure n° 03</b> : Cycle de développement de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>11</b>
<b>Figure n° 04</b> : Dégâts causés par <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>12</b>
<b>Figure n° 05</b> : Aspect de la plante <i>Salvia officinalis</i> .....	<b>16</b>
<b>Figure n° 06</b> : Feuilles de <i>Salvia officinalis</i> séchées.....	<b>24</b>
<b>Figure n° 07</b> : Elevage de masse de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>24</b>
<b>Figure n° 08</b> : Les différentes doses testées.....	<b>28</b>
<b>Figure n° 09</b> : Dispositif expérimental.....	<b>29</b>
<b>Figure n° 10</b> : Pourcentage des mortalités corrigées en fonction du temps d'exposition et des doses.....	<b>33</b>
<b>Figure n° 11</b> : Droites de régression des probits à différentes doses utilisées dans l'extrait de l'extrait méthanolique des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>34</b>
<b>Figure n° 12</b> : Efficacité de l'extrait méthanolique des feuilles de <i>S. officinalis</i> par rapport au temps utilisé sur <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>35</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau n° I :</b> Résultats des tests phytochimiques.....	<b>31</b>
<b>Tableau n° II :</b> Effet de l'extrait méthanolique des feuilles de <i>S. officinalis</i> à différentes doses sur la mortalité des adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> .....	<b>32</b>
<b>Tableau n° III :</b> Doses létales (DL50 et DL90).....	<b>34</b>
<b>Tableau n° VI :</b> Temps létaux (TL50 et TL90).....	<b>36</b>

# **INTRODUCTION**

---

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole, les céréales sont considérées comme une principales source de la nutrition humaine et animale (Slama et al., 2005).

En Algérie, les produits céréaliers occupent également une place stratégique dans le système alimentaire (Doukani et al., 2013) et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009). Cependant, pour garantir la sécurité alimentaire nationale en matière de céréales, les récoltes doivent être stockées dans des entrepôts durant des périodes variables, allant de quelques jours à plus d'un an (Proctor, 1994). De ce fait, le stockage est un moyen d'assurer le lien entre la récolte intervenant une fois dans l'année et la consommation qui est permanente et obligatoire (Waongo et al., 2013).

Malheureusement, au cours du stockage, les céréales subissent des altérations diverses, d'ordre abiotique, biotique, et biologique (Caid et al., 2008). Les insectes sont les principaux agents biologiques responsables des pertes de ces denrées, dont les dégâts peuvent atteindre plus de 50% dans les pays en voie de développement (Brader et al., 2002) et jusqu'à 10% à l'échelle mondiale (De Carvalho et al., 2013).

Parmi ces insectes, nous citons *Rhyzopertha dominica* Fab, (Coleoptera : Bostrichidae) (Edde, 2012), et *Sitophilus granarius* L, (Coleoptera : Curculionidae) (Reichmuth et al., 2007). Les dommages causés par ces deux ravageurs se traduisent par la perte de leur valeur commerciale et de la viabilité des semences (Dal et al., 2001), la diminution du poids et de la qualité des produits (Rajendran, 2002), la baisse du pouvoir germinatif (Dabiré et al., 2008).

En raison de leur efficacité et de leur application facile et pratique, l'utilisation des insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, l'emploi intensif et inconsidéré de ces insecticides a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire et une éradication des espèces non cibles telles que la faune auxiliaire (Soejarto et al., 1989). De plus l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition des formes de résistances chez les insectes traités. Ces dangers ont conduit l'Organisation mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche (Leonard et Ngamo, 2004).

Face à cette situation, l'usage des molécules biologiques est prometteur dans la lutte contre les déprédateurs (Cissokho et al., 2005). Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche de molécules nouvelles en prenant en compte d'autres critères autres que l'efficacité. Cette recherche s'est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles actives, non polluantes et s'utilisant dans une lutte moins nocive et plus raisonnée. La lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation des substances naturelles d'origines végétales (Benayad, 2008).

Dans le cadre de la recherche des procédés de lutte biologique basés sur l'utilisation des molécules bioactives extraites à partir des plantes, s'inscrit notre qui vise à évaluer la toxicité de l'extrait aqueux de *Salvia officinalis* vis à vis des adultes de *Rhyzopertha dominica* dans les conditions favorables du laboratoire (*in vitro*).

La présente étude s'articule en trois chapitres :

- Le premier chapitre consiste à la présentation d'une synthèse de données bibliographiques sur la plante hôte (cas de blé dure) et ainsi que la présentation de l'insecte ravageur (*Rhyzopertha dominica*), la plante testée (*Salvia officinalis*), ainsi que les extraits végétaux (modes d'extraction et effets biologiques).
- Le second chapitre est axé sur la description de la partie expérimentale (matériel et méthodes utilisés pour l'expérimentation).
- Le troisième volet porte sur l'ensemble des résultats obtenus et leurs interprétations ensuite une discussion. On finit par une conclusion qui renferme des perspectives.

# **CHAPITRE 1**

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

### 1.1. Généralité sur la plante hôte « le blé dur »

#### 1.1.1. Historique

La culture des céréales a permis l'essor des grandes civilisations, car elle a constitué l'une des premières activités agricoles. En effet, Il y'a plus de trois millions d'années, l'Homme préhistorique était nomade, pratiquait la chasse et la cueillette des fruits pour assurer sa nourriture. Le nomadisme a progressivement laissé la place à la sédentarité qui a permis la culture des céréales.

Le blé est l'une de ces céréales connues depuis l'antiquité ; sa culture remonte au mésolithique vers 7.000 avant Jésus-Christ (**Ruel, 2006**).

Entre 5000 ans et 6000 ans avant J.C., à cette époque le blé était devisé vers le Nord-Ouest par les plaines côtières du bassin méditerranéen pour arriver jusqu'au Balkans (URSS) puis en suivant la vallée du Danube (Allemagne) ; ensuite il s'est fixé aussi dans la vallée du Rhin (France).

Le blé a atteint l'Ouest de l'Europe 5000 an avant J.C environ ; dans le même temps il a été introduit en Asie et en Afrique, son introduction en Amérique et en Australie était plus récente. L'évolution du blé s'est donc produite dans des nombreux écosystèmes de manière relativement indépendante jusqu' au XIX siècle (**Bonjean, 2001**).

#### 1.1.2. Origine du blé

##### 1.1.2.1. Origine géographique

Selon le **Feldman (2001)**, le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran.

D'après **Lev-Yadum et al., (2000)** ; l'aire géographique du blé est le tigre et l'Euphrate (aujourd'hui l'Iraqe qu'il est étendue jusqu'au Nil en Egypte.

##### 1.1.2.2. Origine génétique

D'après **Mackay (1968)**, le blé dur est une espèce tétraploïde de genre *Triticum*, son origine génétique remonte au croisement entre deux espèces ancestrale *T. monococcum* et une graminée sauvage *Aegilops speltoides*. Il possède du nombre chromosomique  $2n=4x=28$ , hérité du genre *T. monococcum* désigné par AA et le genre *A. speltoides* désigné par BB, de sorte que *T. durum*

a une garniture chromosomique désigné AABB. De ce fait, le blé dur est appelé ainsi *T. durum* à cause de la dureté de son grain.

### 1.1.3. Classification botanique

Le blé dur est une plante herbacée, monocotylédone appelé aussi céréale à paille (**Feillete, 2000**).

Selon **Chadefaude et Emberger (1960)** le blé dur est classé comme suit :

<b>Règne</b>	<i>Planteae</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Sous – embranchement</b>	<i>Spermaphytes</i>
<b>Super –ordre</b>	<i>Commeliniflorales</i>
<b>Ordre</b>	<i>Glumiflorale</i>
<b>Classe</b>	<i>Monocotylédones</i>
<b>Famille</b>	<i>Gramineae</i> ou <i>Poaceae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Triticeae</i>
<b>Sous-tribu</b>	<i>Triticinae</i>
<b>Genre</b>	<i>Triticum</i>
<b>Espèces</b>	<i>Triticum durum</i> Desf.

### 1.1.4. Structure et composition chimique des graines de blé

Le grain de blé est un caryopse (**Belaide 1996**), de forme ovoïde, plus ou moins allongée (**Cheftel, 1992**), de coloration blanchâtre à brunâtre, il est de taille de 6.5 à 8.5 mm de long et de 3 à 4 mm de diamètre, son poids est environ de 35 mg (**Fredot, 2005**). Ce sont des caractéristiques variétales qui varient en fonction des conditions culturales et la position du grain sur l'épi aussi (**Calderini et al., 2000** et **Evers et Millare, 2002 in Ferreira, 2011**).

De l'extérieur à l'intérieur, le grain de blé est constitué de trois parties (**figure n° 01**).

#### 1.1.4.1. Enveloppe ou le péricarpe

C'est la pellicule cellulosique qui protège le grain (**Berhaut et al., 2003**), elle représente 13% du poids total du grain sec (**Boudreau et Ménard, 1992**), et comprend trois assises (l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe) ; très riche en cellulose, sels minéraux, acide pythique (calcium et fer) et des vitamines (B1, B2 et B6) (**Cheftel, 1992** et **Gatel, 2003**).

### 1.1.4. 2. Albumen

Il représente 84% du poids total du grain. Il est formé de grandes cellules allongées (Crus et al., 1988 in Benkhellat, 2002), riche en protéine (70%) et présente environ 6% de lipides (Cheftel, 1992 et Gatel, 2003).

### 1.1.4.3. Germe

Le germe est très riche en matières grasses, matières azotés et vitamines A, B, E (soltner, 1987). Il occupe 2.5 à 3% le poids du grain (Feillet, 2000). Il est constitué d'une partie de l'axe embryonnaire qui donnera la tigelle, la mésocotyle et la radicule et d'autre partie de scutellum qui donnera le cotylédon (Evers et Millar, 2002 et Surget et Baron, 2005).

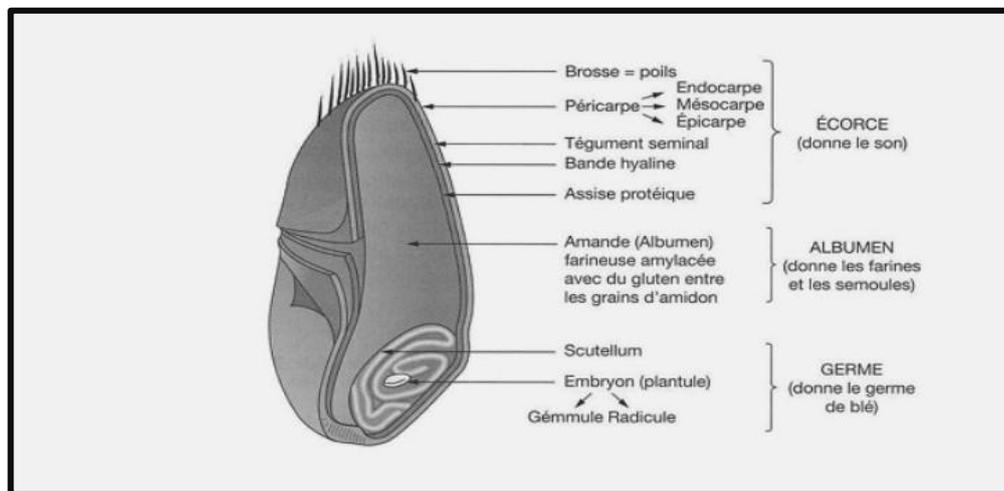


Figure n° 01 : Anatomie d'un grain de blé (Fredot, 2005)

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15%) et ce selon les variétés et les conditions de culture et de pentose (8 à 10%), les autres constituants, pondéralement mineurs telles que les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Feillet, 2000).

### 1.1.5. Importance de la culture du blé

#### 1.1.5.1. A l'échelle mondiale

Les statistiques de (FAO, 2018), montre que la production mondiale du blé en 2018-2019a atteint environ 746.6 millions de tonnes. Tandis que les dernières prévisions pour la production mondiale de blé en 2019-2020 avoisinent les 769.5 millions de tonnes (FAO, 2019).

### 1.1.5.2. A l'échelle nationale

En Algérie, Le blé étant le produit de consommation de base, avec près de 600 g par personne et par jour (**Abis, 2012**). Les principales consommations de cette céréale sont sous formes de pain et patte alimentaire et couscous.

### 1.1.6. Méthodes de stockage du blé

Le stockage est l'opération qui consiste à placer, pour une période donnée, des denrées dans un magasin suivant des normes et des règles (**Laurent, 2003**). Le bon stockage et la bonne conservation du blé ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains (**Ndiaye, Décole Sidy Baba, 1999**).

Les conditions d'entreposage sont importantes car si les grains de blé sont stockés dans de mauvaises conditions, le risque de germination et de prolifération des moisissures est majeur.

La teneur en eau des grains la plus favorable pour l'entreposage est entre 10 et 15%. Afin d'obtenir un taux d'humidité correcte, il est parfois nécessaire que les grains de blé subissent un séchage par ventilation d'air chaude, mais la température à laquelle s'effectue ce séchage ne doit dépasser 65°C, sinon on aura un début d'altération des protéines du gluten et de destruction des enzymes nécessaires pour la panification (**Daufin, 1989**).

#### 1.1.6.1. Stockage traditionnel

**A. Stockage en silo souterrain (Matmoura) :** les paysans Algériens des hauts plateaux conservait surtout l'orge et le blé dans des enceintes creuses de simple trous cylindrique ou rectangulaire dans un sol argileux, appelé elmatmoura (**Doumandji et al., 2003**).

La trop forte humidité et les eaux d'infiltration sont les inconvénients majeurs de cette méthode de stockage qui favorisent le développement des moisissures et les phénomènes de fermentation bactérienne (**Hayma, 2004**).

**B. Stockage en sac :** les grains sont conservés dans des saces fabriqués en toile de jus, entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars. Ce type de stockage est passager dans les milieux où l'autoconsommation est fort (**Lasseran et Monroco, 1988**).

➤ **Stockage en vrac :** il est réalisé dans le cas où les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique, notons que les contaminations sont forts possibles (**Doumandji, 1977**). Cette méthode est peu répandue dans les pays en

développement, elle est partagée en deux type de cellule : cellule grillages et cellule simple en panneaux (**Righi, 2010**).

### 1.1.6.2. Stockage moderne

➤ **Stockage en silos (longue durée)** : c'est le meilleur lieu de stockage prolongé des aimantes solides comme les céréales, ce sont des enceintes cylindriques en béton armés ou en métal (**Doumandji et al., 2003**). C'est une nouvelle méthode pour le stockage des grains, elle est efficace et diminue les dégâts et limites l'attaque des ravageurs aussi (**Jard, 1995 in Kassimi, 2006**).

- **Silos en béton armé** : c'est le matériau de choix des grandes silos (silos-tours), car il s'adapte à toutes les formes, de plus il est ininflammable et résiste bien à la corrosion des parois extérieurs et aux pressions verticales et latérale des grains et aux chocs ; il est aussi facile à l'entretien et peu sensible aux moisissures (**Boudreau et al., 1992**).
- **Silos métalliques** : ils sont composés de cellules métalliques en tôles (4 à 5 mm d'épaisseur), d'acier galvanisé ou d'aluminium, planes ou ondulées, boulonnées ou serties, fixées sur un sol en béton étanche, utilisés généralement pour le stockage des céréales transformées après broyage, en alimentation de bétail. Les diamètres des cellules varient entre 2 à 4 m et la hauteur et pouvant atteindre 20 m (**Cruz et al., 1988**).

## 1.2. Etude biologique de l'insecte (*Rhyzopertha dominica* F.)

### 1.2.1. Généralité sur *Bostrichidae*

Lors des stockages et de la conservation, les grains interposés subissent de multiples dégâts de la part des insectes appartenant à l'ordre des coléoptères et à la famille des *Bostrichidae* (**Bekon et Fleurât, 1989**).

Cette famille est caractérisée par deux groupes ; des espèces dures qui pénètrent dans le tissu hôte à l'âge adulte et pondent leurs œufs à l'intérieur, et des espèces plus adaptables qui ne pénètrent pas dans la plante hôte à l'âge adulte, mais pondent leurs œufs dans des fissures et sur la surface (**Beaver et al., 2011**).

### 1.2.2. Origine et répartition géographique

Aux Etats Unis d'Amérique et pendant la première guerre mondiale à travers les cargaisons de blé infesté provenant d'Australie, le capucin des grains a complètement apparu (**KHorramshahi et Bukholder, 1981**).

Selon (**Delobel et Tran, 1993**), ce dernier est aujourd'hui largement répandu à travers le monde et plus spécifiquement dans l'ensemble des zones tropicales, subtropicales et tempérées où il constitue l'un des principaux ravageurs des grains stockés. Cette distribution à travers le monde aurait été facilitée par le commerce internationale des grains (**Edde, 2012**).

**Kellouche (1979)**, a précisé que l'introduction de cet insecte dans les ports d'Europe a été favorisée par le commerce international.

En Algérie le capucin trouvé dans les wilayas de : Ain Defla, Mostaganem, Tizi Ouzo et Bouira (**Aoues et al., 2017**).

### 1.2.3. Position systématique

Selon **Wango et al., (2013)** la classification systématique de *Rhyzopertha dominica* est la suivante :

<b>Règne</b>	<i>Animal</i>
<b>Embranchement</b>	<i>Arthropodes</i>
<b>Sous embranchement</b>	<i>Antennates</i>
<b>Classe</b>	<i>Insectes</i>
<b>Ordre</b>	<i>Coléoptères</i>
<b>Famille</b>	<i>Bostrychidae</i>
<b>Genre</b>	<i>Rhyzopertha</i>
<b>Espèce</b>	<i>Rhyzoperthadominica</i> (Fabricius, 1792).

### 1.2.4. Description de *Rhyzopertha dominica*

#### 1.2.4.1. Oeuf

L'œuf est généralement blanc au moment de la ponte, tournant au rose ou brun avec l'éclosion, de forme ovoïde, de 0.6 mm de largeur et de 0.2 mm de diamètre (**Potter, 1935**).

#### 1.2.4.2. Larve

La larve à l'éclosion, présente une épine pygidiale caractéristique, de couleur jaune, insérée au bord dorsal d'une cavité formant ventouse en forçant le grain pour s'installer à l'intérieur et poursuivre son développement juvénile sous forme cachée, comme le charançon (**Cruz et al., 2016**).

A maturité, la larve mesure un peu moins de 3 mm de long, est de couleur blanche, à tête brunâtre, avec les mandibules plus sombres, armées de 3 dents distinctes (**Delobel et Tran 1993**).

### 1.2.4.3. Nymphe

La nymphe est blanchâtre, avec une tête déprimée et thorax élargis. Elle peut atteindre 1,8 mm de longueur et 0,5 mm de largeur (**AjayaKumara et al., 2018**).

### 1.2.4.4. Adulte ou imago

L'adulte est de couleur brune plus au moins rougeâtre, de forme cylindrique, allongée et étroite avec des cotes nettement parallèles ; c'est un insecte de petite taille de 2.3 à 2.8 mm de longueur, avec un prothorax qui couvre entièrement la tête d'où le nom du capucin des grains. Les antennes sont constituées de dix articles, les trois derniers sont fortement dilatés, le pronotum se termine par un range de dents régulières de 12 à 14 (**figure n° 02**). Les adultes s'accouplent et pondent à plusieurs reprises. Chez le mal, on peut observer une ligne transversale de points enfoncés, mais cette ponctuation est absente chez la femelle (**Potter, 1935**).



**Figure n° 02 : Adulte de *Rhyzopertha dominica* F. (Balachowsky, 1962)**

## 1.2.5. Cycle de développement de *Rhyzopertha dominica*

*R. dominica* est un insecte holométabole, son cycle de développement passe par quatre stades principaux qui sont l'œuf, la larve, la lympe et l'adulte (**Edde, 2012**).

### 1.2.5.1. Stade œufs (L'activité de ponte)

L'accouplement et la ponte s'effectuent en avril ou mai, quand les températures sont élevées, la femelle de *R. dominica* dépose les œufs ; les œufs sont pondus, soit isolément, soit en petits

amas à l'intérieur des grains attaqués ou à leur surface. Les femelles s'accouplent plusieurs fois au cours de leur vie qui peut atteindre 08 mois et elles pondent en condition favorables entre 300 à 400 œufs environ. L'incubation des œufs dure de 5 à 14 jours en fonction des conditions du milieu. Les adultes reprennent leur activité à partir de mai. (**Chittenden, 1911 ; Crombie, 1941 ; Lepigre, 1951 ; Potter, 1935 ; Fleurât, 1982 ; Hagstrum et filnn 1994**).

### 1.2.5.2. Stade larvaire (Le développement embryonnaire et larvaire)

Après l'éclosion, la larve perce le chorion et s'attaque directement à la paroi de la graine et pénètre à l'intérieur (**Fleurat-Lessard, 1982**). La larve passe par quatre stades larvaires (**Balachowsky, 1962**).

**Thomson en 1966**, a estimé la durée de développement des stades larvaires à environ de 17 jour à 29°C et 70% d'humidité relative. Le nombre de mues peut varier de quatre à cinq (**Potter, 1935**) ou même six à sept (**Howe, 1950**) selon les conditions environnementales.

Le premier stade larvaire de *R. dominica* est campo-déiforme et possède des pièces buccales, Il mesure environ 0.78 mm de long et la capsule céphalique est de l'ordre de 0.13 mm de large. La larve est très active, et se déplace rapidement sur les grains. On distingue au niveau de sa partie terminale une épine médiane (**Winterbottom, 1922 ; Potter, 1935**).

Le deuxième stade larvaire a une forme similaire au premier stade, mais de plus grande taille, contrairement au premier stade, il ne possède pas d'épine à son extrémité postérieure (**Winterbottom, 1922 ; Potter, 1935**).

Le troisième et le quatrième stade larvaire sont en forme de scarabaea et sont en grande partie immobiles. Au cours de ces deux stades, la tête est gonflée et rétractée dans le thorax. Il n'y a pas de différence notable de couleur parmi le premier, le deuxième, et le troisième stade. Les larves de ces insectes ont un régime clétophage exclusivement car elles vivent dans les grains (**Balachowsky, 1962**).

### 1.2.5.3. Stade nymphe et adultes

A la fin du dernier stade larvaire, la larve s'immobilise, cesse de se nourrir et se transforme en nymphe immobile. La nymphe est libre dans la galerie creusée dans le grain par la larve à la fin de son dernier stade. Elle se nymphose au bout de vingt jours. Les adultes restent généralement dans les grains pendant quelque jour avant l'émergence (**figure n° 03**).

Le cycle de développement complet peut demander de 27 à 183 jours entre 21°C et 35°C (Fleurat, 1982). La température optimale pour le développement de *R. dominica* est environ 28°C, l'espèce est plus sensible au froid, à une température de 21°C arrête sa multiplication et les adultes ne survivent pas. L'adulte peut supporter des températures assez élevées, mais une exposition de 3 min à 50°C suffit pour les tuer (Lepesme, 1944).

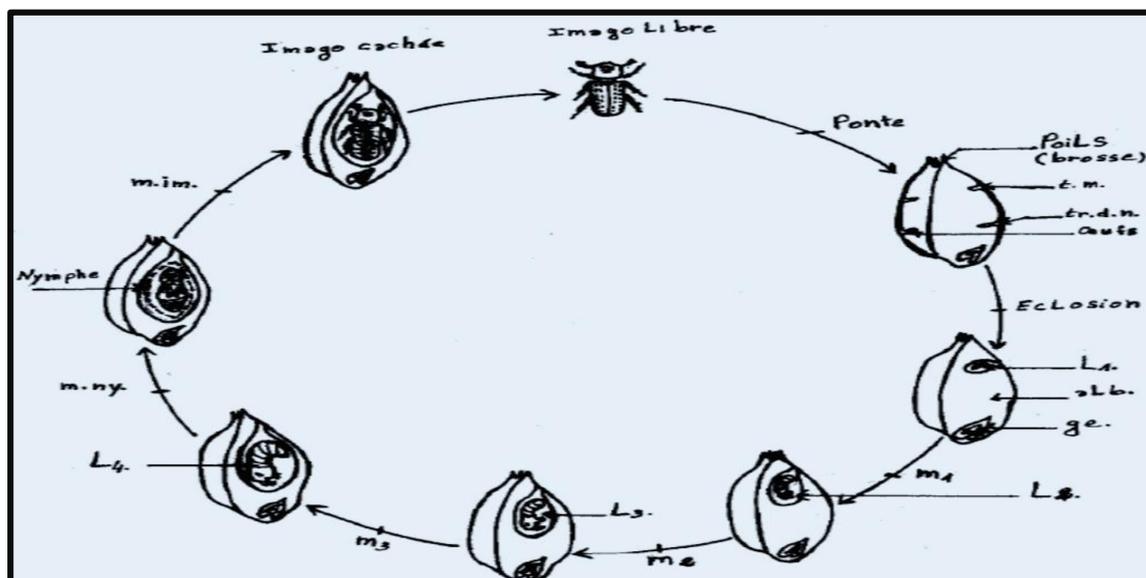


Figure n° 03 : Cycle de développement de *Rhyzopertha dominica* (Mourier, 1979)

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> : stades larvaires

m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>, m<sub>4</sub> : mues

m.ny : mue nymphosale, m.im : mue imaginale

### 1.2.6. Dégâts causés

*R.dominica* est un ravageur très vorace qui cause des pertes dans la quantité et la qualité de grains stockés (Sanchez-Marinez et al., 1997). En effet, elles consomment les grains notamment au cours du développement larvaire, qui souvent est sous forme cachée à l'intérieur même du grain.

La première conséquence est donc l'observation de pertes en poids, bien souvent le germe du grain est également consommé, ce qui entraîne d'importantes pertes du pouvoir germinatif. Les insectes contaminent les céréales par les restes de leurs développements larvaires exuvies (déchets, œuf, etc.), par leurs déjections et par les sécrétions malodorantes des adultes et des larves qui déprécient fortement la denrée (figure n° 04).

Si l'adulte et les larves causent tous les deux des dégâts importants sur les grains, ce sont surtout les adultes qui sont les plus à craindre, car ils vident les grains entiers de leur contenu en ne laissant que l'enveloppe externe « le son ». L'adulte peut attaquer les grains de blé jusqu'à

une limite inférieure de 09% de teneur en eau. Elle est vorace et elle ne consomme pas tout ce qu'elle ronge et on retrouve une certaine quantité de farine intacte mêlée à leur excrément, donc on la considère comme le plus grand ennemi des grains dans le monde après le Charançon de riz (*Sitophilus oryzae*) (Fleurat, 1982).



**Figure n° 04 : Dégâts causés par *Rhyzopertha dominica* (Photo originale)**

### 1.2.7. Méthodes de lutte

La lutte contre les insectes ravageurs des denrées stockées comprend deux méthodes, l'une est préventive et se pratique avant l'installation des ravageurs et l'autre est curative, et s'utilise quand les lots sont déjà infestés (Balachowsky, 1962).

#### 1.2.7.1. Lutte préventive

La lutte préventive consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, et des machines de récolte, il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005).

Selon (Pierrot, 1982), l'utilisation des cultivars résistants semble être une méthode efficace de lutte, ce qui permet d'assurer une protection efficace tant au champ que durant le stockage.

L'utilisation des substances minérales, telles que le mélange des grains avec des substances minérales comme la cendre et le sable est un procédé très courant pour le contrôle des insectes des denrées stockées. En effet, les matières inertes entraînent la mort des insectes par déshydratation ou par abrasion de leur cuticule (Lienard, 1994).

L'utilisation des emballages résistants tels que les sacs en polyéthylène ayant une doublure en coton, s'avère très efficaces pour empêcher les infestations ultérieures (**Lienard, 1994**).

### 1.2.7.2. Lutte curative

#### A. Méthodes traditionnelles

Selon **Doumandji et al., 2003**, cette méthode consiste à l'exposition au soleil qui favorise le départ des insectes adultes qui ne supportent pas les fortes chaleurs ni la lumière intense, à l'utilisation des plantes répulsives (mélanger les grains avec des plantes qui agissent comme insectifuge, ainsi que l'enfumage qui ne tue pas les insectes mais les éloignent et les empêchent par infestation.

#### B. Lutte physique

La lutte physique est la destruction des insectes par la modification des conditions environnementales (**Fields, 1992**).

➤ **Lutte par la chaleur** : la technique consiste à traiter les produits en lit fluidisé à haute température (60 à 180°C) qui est suivie d'un refroidissement rapide, la température du produit n'atteignant pas 65 à 70°C. Ce choc thermique de quelques minutes, entraîne une mortalité importante des insectes sans affecter la qualité du produit (**Fleurat-Lessard, 1993**).

➤ **Lutte par le froid** : le froid peut être employé pour ralentir l'activité biologique des ravageurs ou pour les tuer (**Riba et Silvy, 1989**). Les insectes ne se développent pas et se nourrissent pas aux températures inférieures à 10°C, ils finissent par mourir (**White in Benkhellat, 2000**).

**Serpeile (1991)**, indique que le maintien des ravageurs à une température de 1°C pendant un mois, entraîne la mortalité des adultes.

➤ **Radiation ionisation** : selon **Ahmed (1992)**, l'irradiation des denrées par des rayons Gamma est une technique utilisée dans de nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs, les males sont plus sensibles à la radiation Gamma que les femelles. La désinsectisation par les rayons Gamma à hautes doses provoque la mort de l'insecte, par contre son exposition à faibles doses entraîne sa stérilité (**Diop et al., 1997 et Dongert et al., 1997**).

➤ **Radiation non ionisante** : l'exposition des graines aux radiations ultra-violettes de longueur d'onde inférieure à 3126 Å° provoque la mort des œufs et des larves de premier stade et engendre des individus anormaux après l'émergence (**Labeyrie, 1962**).

➤ **Lutte par atmosphère modifiée (utilisation du gaz inerte)** : l'utilisation du dioxyde de carbone ou de nitrogène à une concentration supérieure à 60% et une concentration d'oxygène inférieure à 1% de l'atmosphère régnant à l'intérieur des stocks, est très efficace pour éliminer la plupart des insectes de grains (**While et Jayas, 1991**).

### C. Lutte mécanique

Le transilage est une méthode qui consiste à faire circuler les graines d'une cellule à une autre, ce qui permet ainsi une aération importante et rapide du grain, et entraîne l'élimination d'une partie des insectes dans le stock (**Favreau, 1988**).

### D. Lutte chimique

➤ **Fumigation** : la fumigation consiste à traiter les graines à l'aide d'un gaz toxique, ce gaz appelé fumigeant tue les insectes s'il est maintenu suffisamment longtemps à une certaine concentration au contact des grains. L'intérêt majeur de la fumigation est la faculté de gaz insecticide de pénétrer à l'intérieur du grain et donc détruire les œufs, les larves et les nymphes qui s'y développent (**Sadli et Brinis, 1994**).

➤ **Traitement par contact (insecticide de contact)** : ce sont des produits de synthèse qui pénètrent dans les tissus de l'insecte et causent soit la mort, soit la paralysie de l'insecte (**Crys et al., 1988**).

Selon **Gueye et al., (2010)**, parmi les insecticides les plus utilisés dans les lieux de stockage on trouve le DITIA GAS EX-B (Phosphore d'aluminium), CELPHOS (Phosphore d'aluminium) et SPINTOR POUDRE (Spinosad).

### E. Lutte biologique

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes (**Sanon et al., 2002**).

## 1.3. Généralité sur la sauge officinale (*Salvia officinalis*)

La *Salvia officinalis* L. est un arbuste rond vivace de la famille des *Lamiaceae* (**Ahmad et Mahdi, 2017**). En latin "Salvar", signifie ou éviter et "officinalis" qui veut dire médicinale (**Djelili, 2007**). Cette famille comprend près de 900 espèces et la *Salvia* est le genre le plus important.

La *Salvia officinalis* est originaire des régions du Moyen-Orient et de la Méditerranée, aujourd'hui, elle a été naturalisée dans le monde entier, en particulier en Europe et en Amérique du Nord.

Cette plante a été largement utilisée dans la préparation de nombreux aliments ; en effet, dans la médecine traditionnelle, elle a été utilisée pour le traitement de divers types de troubles, notamment convulsions, ulcères, goutte, rhumatismes, inflammations, vertiges. (**Ahmad et Mahdi, 2017**).

### 1.3.1. Description botanique

La sauge est une plante vivace à tige ligneuse à la base, avec un dessous blanchâtre et vert grisâtre au-dessus, atteignent généralement une hauteur de 30 à 70 cm (**Pereira et al., 2018**).

La tige est caractérisée par de nombreux rameaux dressés et droits avec l'apparence des nœuds, sur lesquels les feuilles sont placées (**Amirouche et Belkolai, 2013**).

La racine de la sauge est brunâtre et fibreuse (**Hans, 2007**).

Les feuilles sont opposées, pétiolées à la base, de 3 à 10 cm de long sur 3 cm de large. Elles sont de couleur vert grisâtre d'aspect velouté, les bords du limbe sont légèrement crénelés (**Taleb, 2015**).

Les fleurs sont bleues-violacées claires en épis terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacés, le calice campanule à 5 dents longues et corolles bilabées supérieures en casque et lèvres inférieures trilobées (**Hans, 2007**), font leur apparition vers le mois de mai, le début de l'été et restent ouvertes au début de l'automne (**Kintzios, 2000**).

Les fruits sont des petits akènes reposant sur des cupules ouvertes (**Paris et Dillemann, 1960**). Les graines sont petites brunes et rondes (**Vilmorin et al., 1883**) (figure n° 05).

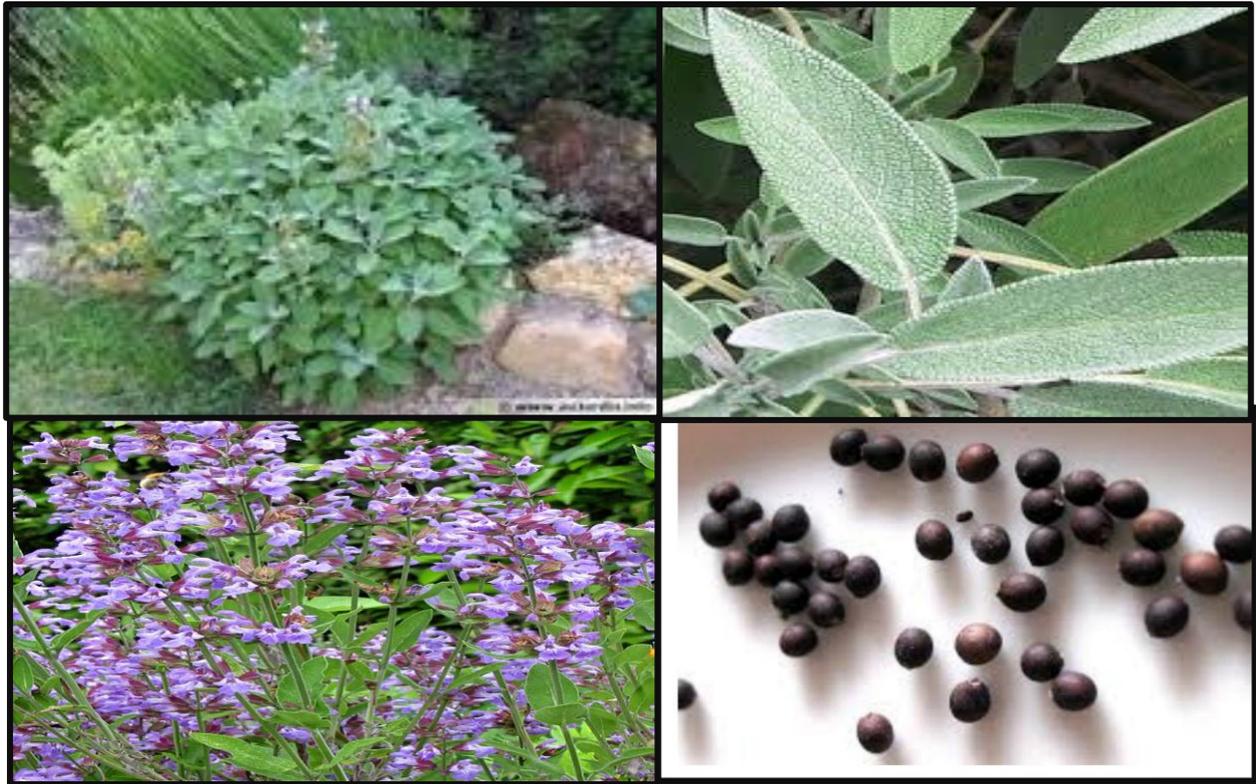


Figure n° 05 : Aspect de la plante *Salvia officinalis*  
*Plante entière, feuilles, fleurs et graines (Khiredine, 2013)*

### 1.3.2. Taxonomie

Selon (Demet. Nuket, 2016), la classification de la sauge officinale est la suivante :

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous-Règne</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Division</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous-Classe</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Lamiales</i>
<b>Famille</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Salvia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Salvia officinalis</i> L., 1753

### 1.3.3. Nomenclature

Noms communs : Herbe sacrée, thé de Grèce, herbe sage (**Fulbert et al., 1992**).

Nom anglaise : Great sage, sage (**Vilmorin et al., 1883**).

Arabe : Souek Ennebi (**Djelili, 2007**).

## 1.4. Les extraits végétaux

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques à savoir les glucides, les protides, les lipides, et les acides nucléiques, ils accumulent fréquemment des métabolites dits : secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente. Mais ces derniers représentent une source importante de molécules utilisables par l'Homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Macheix et al., 2002**).

### 1.4.1. Définition des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités par les plantes autotrophes (**Fouché et al., 2000**).

Ces molécules sont importantes, non seulement en raison de leur rôle dans les plantes, mais aussi pour leurs propriétés biologiques comme antioxydant, antimicrobien et anticancérigènes et leurs effets thérapeutiques contre plusieurs maladies à savoir l'hypertension, le diabète et l'obésité (**Aires et al., 2013**).

Elles appartiennent à trois groupes en fonction de leur origine biosynthétique ; les composés phénoliques, les terpènes (les substances volatiles des plantes, les glucosides, les caroténoïdes, stérols, etc.), ainsi que les composés contenant de l'azote (les alcaloïdes, les glucosinolates, etc.).

### 1.4.2. Composés phénoliques

Les composés phénoliques ou polyphénols (8000 composés connus) sont des métabolites secondaires complexes, exclusivement synthétisés dans le règne végétal supérieur (**Boizot et Charpentier, 2006 ; Collin et al., 2011**). Ils jouent un rôle important dans la protection des plantes contre les rayons ultraviolets, les agents pathogènes et les herbivores (**Alvarez-Jubete, 2010**).

Les polyphénols comprennent une grande variété de molécules avec plusieurs groupements hydroxyles sur leurs cycles aromatiques. Ils comportent également des molécules avec un seul cycle phénolique, tels que les acides phénoliques et les alcools phénoliques. Ils sont divisés en plusieurs classes, en fonction du nombre de cycles phénoliques qu'ils contiennent et les fonctions chimiques liées à ces cycles (**Pérez-Pérez et al., 2013**) à savoir : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les coumarines (**Luthria et al., 2006**).

### 1.4.3. Composés azotés (Alcaloïdes)

Le terme alcaloïdes provient de « Alkaly-like » ; alkaly signifiant : soude, like signifiant apparence (**Bruneton, 1987**). Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un degré variable de caractère basique (**Harborne et Herbert, 1995**).

Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent uniquement dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles ou dans les fruits (**Harborne et al., 1995**).

Les alcaloïdes sont généralement classés en trois groupes ; les alcaloïdes vrais, les proto-alcaloïdes et les pseudo- alcaloïdes (**Bruneton, 2009**).

### 1.4.4. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances naturelles existant depuis l'antiquité. (**Delaigne, 1930**). L'importance de ces huiles était fondamentale, elles sont à l'origine de l'industrie des arômes. Bien qu'on connaisse plus de 3000 essences, il n'y en a guère que 150 qui aient actuellement une importance commerciale (**Friedland, 1975**).

Ce sont des extraits volatiles et odorants que l'on extrait de certains végétaux par distillation à la vapeur d'eau, pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elle se forme dans un grand nombre de plante comme sous-produit du métabolisme secondaire (**Benaydad, 2008**).

Les huiles essentielles sont des mélanges liquides très complexes. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance de la nouvelle branche de la phytothérapie : l'aromathérapie. (**El Haib, 2011**).

Elles sont obtenues à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs de brindilles, d'écorces, de bois, de racines, de tiges ou de fruits mais également à partir de gommes qui se les écoulent du tronc des arbres (**Burt, 2004**).

### 1.4.5. Méthode d'obtention des extraits végétaux

Il existe différentes méthodes pour l'extraction des essences végétale, cette diversité est due à la variété des matières premières et à la sensibilité considérable de leurs constituants (**Garnero, 1977**).

#### 1.4.5.1. Extraction par l'hydrodistillation (water distillation)

Cette méthode est la plus simple et la plus anciennement utilisée. Elle se produit dans l'appareil de Clevenger. Le matériel végétal est immergé directement dans un alambic rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à ébullition, pour briser les cellules végétales et libérer les molécules aromatiques volatiles qui constitueront finalement l'huile essentielle de cette plante. Les vapeurs hétérogènes sont condensées dans le serpent, long et fin tube de verre hélicoïdal plongé dans de l'eau froide.

On recueille enfin l'eau chargée de principes actifs dans un récipient spécial appelé « vase florentin », où va s'opérer la séparation de l'hydrolat et de l'huile essentielle. Etant plus légère que l'eau (sauf quelques rares exceptions), elle surnage au-dessus de l'hydrolat,

Qui finira par surnager du simple fait de sa densité inférieure à celle de l'eau (sauf quelques rares exceptions, où on la recueillera au fond du vase). La distillation est relativement rapide (1 heure 30 suffit généralement pour extraire la majeure partie des composés volatils d'une plante) (**Piollet, 2010**).

#### A. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes anciennes pour l'obtention des huiles essentielles, surtout si elles sont destinées à des fins thérapeutiques (**Bego, 2001**). A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct, l'eau et la matière végétale à traiter. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est supporté par une grille ou une plaque perforée placée à une distance adéquate du fond de l'alambic, rempli d'eau. Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement.

Les vapeurs d'eau chargées en composés volatils sont ensuite condensées avant d'être décantées. Le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes, phase aqueuse et phase organique : l'huile et l'eau condensées que l'on appelle eau florale ou hydrolat (**Belaiche, 1979**).

### **B. Hydrodiffusion**

L'hydro diffusion est une co-distillation descendante. Dans ce procédé, le végétal est disposé dans un parallélépipède métallique grillagé. On soumet donc le végétal à une pulsion de vapeur d'eau, saturée et humide, mais jamais surchauffée de haut en bas. La forme de l'appareillage permet une meilleure répartition des charges. La vapeur d'eau emporte avec elle toutes les substances volatiles. L'extrait est recueilli grâce à un collecteur qui permet un équilibre avec la pression atmosphérique. On peut aussi préciser qu'il y a un procédé de cohobation qui renvoie dans la chaudière toutes les eaux qui sont séparées des huiles (**Wijesekara et al., 1997**).

### **C. Extraction par Micro-ondes**

Le procédé d'extraction par micro-ondes appelée Vacuum Microwave Hydrodistillation (VHMD) consiste à extraire un produit à l'aide d'un rayonnement micro-ondes d'énergie constante et d'une séquence de mise sous vide. Seule l'eau de la matière végétale traitée entre dans le processus d'extraction des essences sous l'effet conjugué du chauffage sélectif des micro-ondes et de la pression réduite de façon séquentielle dans l'enceinte de l'extraction (**Justin Nzeyumwami k, 2004**).

### **D. Expression à froid**

L'expression à froid est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes (citron, mandarine, orange, pamplemousse). Le principe de ce procédé mécanique consiste à éclater les minuscules vésicules et les poches à essences. L'essence ainsi libérée est entraînée par un courant d'eau (**Baser et Buchbauer, 2010 ; Wilson, 2010**).

### **E. Extraction au Co<sub>2</sub> supercritique**

Les propriétés du dioxyde de carbone en font le fluide le plus utilisé car il remplit toutes les conditions nécessaires à une utilisation en extraction en phase supercritique. Le dioxyde de carbone est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie. Il est ensuite injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal, puis le liquide se détend pour se convertir à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera séparé en extrait et en solvant (**Grosso et al., 2008**).

#### **1.4.5.2. Extraction par solvant volatile**

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer dans un extracteur contenant un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le

solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique.

### 1.4.5.3. Extraction par enfleurage

Il s'agit d'une extraction à froid par la graisse. Celle-ci est étalée sur une surface plate (tamis ou plateau), les fleurs sont déposées une à une et à la main à sa surface. Par son grand pouvoir d'absorption, la graisse fixe le parfum. On pratique des remplacements successifs des fleurs jusqu'à saturation de la graisse (**Handa et al., 2008**). La matière grasse est ensuite récupérée pour former une « pommade ». Cette pommade subit des traitements successifs à l'alcool qui permettent un passage progressif des substances odorantes de la graisse vers l'alcool, qui sera par la suite éliminé pour donner l'absolu d'enfleurage.

### 1.4.5.4. Extraction simple

#### A. Infusion

Le principe de cette technique consiste à mettre de l'eau bouillante en contact avec le végétal placé dans un récipient. On les laisse bouillir quelques secondes. Après, on couvre le récipient. Le temps d'infusion est variable selon l'indication, de 5 à 15 min en moyenne, c'est un mode d'extraction très simple et très facile à réaliser (**Iserin et al., 2010**).

#### B. Macération

C'est un processus d'extraction à température ambiante (15 à 20 °C). Le végétal est laissé trempé dans un solvant (eau, alcool, huile, miel ou bien vin). Le temps de macération dépend des propriétés intrinsèques de la préparation. La macération à l'eau ne doit pas se prolonger trop longtemps pour éviter tout risque de fermentation (**Iserin et al., 2010**).

#### C. Décoction

Lors cette opération, le végétal est mis directement à bouillir dans le liquide

## 1.5. Activité biologique des extraits végétaux

Selon, **Kokalis-Burelle et Rodríguez-Kábana, 1994** ; les plantes peuvent synthétiser de nombreuses substances chimiques qui sont des métabolites secondaires. Ces dernières interviennent dans les mécanismes de défense de la plante qu'elle produit contre les agents phytopathogènes ainsi que les ravageurs.

### 1.5.1. Activité antioxydante

Le pouvoir antioxydant de l'huile est développé comme substitut dans la conservation alimentaire, ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (Richard, 1992).

### 1.5.2. Activité antibactérienne

Les molécules aromatiques possèdent l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols, les terpènes ou les terpénoïdes qui ont aussi des effets contre les bactéries et différents autres germes causant des problèmes dans le domaine médicale et agroalimentaire. Le mécanisme d'action de ces terpènes n'est pas entièrement compris, il peut manifester par la rupture de la membrane par les composés lipophiles (Cowan, 1999).

### 1.5.3. Activité antifongique

Dans le domaine phytosanitaire et agroalimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employé comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (Lis-Balchin, 2002).

L'eugénol est un composé antifongique efficace qui cause des dommages permanente aux cellules des levures tel que *Candida albicans* (Latifah-Munirah et al., 2015), et de champignons : *Aspergillus ochraceus* (Beatovice et al., 2015).

### 1.5.4. Activité insecticide

Les propriétés insecticides des plantes ont fait l'objet de nombreux travaux vis-à-vis des insectes appartenant à divers ordres. Selon Regnault-Roger et al., 2012, l'activité insecticide se manifeste soit par inhalation, par contact ou encore par ingestion. Leur pouvoir anti-appétant retarde la croissance ou encore inhibe l'activité enzymatique.

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées. Ainsi, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (Isman, 2000). L'objectif est d'améliorer les techniques traditionnelles basées sur l'utilisation des ressources végétales renouvelables pour une meilleure gestion des déprédateurs dans les stocks de plus grande importance.

# **CHAPITRE 2**

## **Matériel & Méthodes**

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de département des Sciences Agronomiques de l'Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana. Il consiste à mettre en évidence le potentiel insecticide de l'extrait méthanolique de la sauge (*S. officinalis*) sur un insecte ravageur des denrées stockées *R. dominica*, ce dernier cause des dégâts considérables dans les stocks des céréales précisément le blé.

Pour évaluer l'activité insecticide *in vitro*, c'est-à-dire l'estimation du taux de mortalité des adultes par contact, nous avons testé l'extrait méthanolique de la sauge à différentes doses à savoir : 25, 50, 75 et 100%, et à des durées d'exposition différentes aussi (24, 48 et 72 h).

L'objectif principal de notre travail consiste à utiliser l'extrait méthanolique entant que bio pesticide pour remplacer les produits chimiques largement connus par leur dangereux et très utilisés dans le monde agricole. En effet, le contexte de ce travail vise à développer l'utilisation des produits phytosanitaires d'origine biologique qui ne présentent pas de danger pour la biosphère.

### 2.1. Matériel

Le Matériel utilisé au cours de notre expérimentation est représenté par un matériel biologique et aussi un matériel non biologique.

#### 2.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est représenté par un matériel entomologique, il s'agit de l'insecte des denrées stockées (*R. dominica*), ainsi que le matériel végétal (*S. officinalis*).

##### 2.1.1.1. La plante (*Salvia officinalis*)

Afin de tester le pouvoir insecticide de la sauge (*S. officinalis*), nous avons procédé à la récolte des feuilles de cette plante dans la région de Djemaa Ouled Chikhe dans la Wilaya de Ain Defla le 15 Mars 2020 (**figure n° 06**).

Les feuilles récoltées ont été séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière sur un papier sec et propre pendant 01 Mois.

Le broyage a été réalisé à l'aide d'un moulin électrique et la poudre récupérée a été conservée dans une boîte hermétiquement fermée.



Figure n° 06 : Feuilles de *Salvia officinalis* séchées (Photo originale)

**2.1.1.2. Le blé dur (*Triticum durum*)**

Nous avons récolté aussi le blé dur *T. durum* Desf dans la région de Djemaa Ouled Chikhe, dans le but de faire l'entomoculture des ravageurs des denrées stockés (*R. dominica*).

**2.1.1.3. Elevage des ravageurs des denrées stockées (*Rhyzopertha dominica*)**

L'élevage de masse de *R. dominica* a été effectué dans des bocaux en verre recouverts d'un morceau de tulle maintenu par un élastique. Chaque bocal contenant 500 g de grains du blé dur (il est utilisé comme substrat alimentaire), a été placé dans une étuve réglée à une température de 27°C et à une humidité relative de 70% (figure n° 07).

**N.B : les grains de blé ont été utilisés comme substrat alimentaire.**



Figure n° 07 : Elevage de masse de *Rhyzopertha dominica* (Photo originale)

### 2.1.2. Matériel du laboratoire

Le matériel du laboratoire utilisé pour réaliser notre étude est divisé en verreries, petits matériels et solvants organiques et inorganiques.

**Verreries** : des béchers, des bocaux en verre pour l'élevage des insectes, des boîtes de Petrie, des tubes à essais, des verres de montre.

**Petits matériels** : un agitateur électrique, un évaporateur rotatif, une balance électrique, des étiquettes, une étuve, des micropipettes, un moulin électrique, une moustiquaire, des papiers emballages, des papiers filtres, un pulvérisateur manuel, des spatules.

**Solvants** : acétate de sodium ( $C_2H_3NaO_2$ ), acétate de plomb ( $C_4H_6O_4Pb$ ), acide chlorhydrique (HCl), acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ), alcool iso-amylique ( $C_5H_{12}O$ ), ammoniacque, Eau distillée, éthanol ( $C_2H_5OH$ ), éther diéthylique ( $C_2H_5OC_2H_5$ ), chlorure ferrique ( $FeCl_3$ ), Iode ( $I_2$ ), méthanol ( $CH_3OH$ ).

## 2.2. Méthodes expérimentales

### 2.2.1. Screening photochimiques

Le but de ces tests phytochimiques est de connaître la composition chimique de *S. officinalis*, ils ont été effectués soit sur la poudre soit sur l'infusé de la plante.

#### ➤ Préparation de l'infusé

5g de poudre végétale ont été placés dans 50 ml d'eau distillée bouillante. Ce mélange a été laissé infusé pendant 15 min puis filtré sur papier filtre. Le filtrat obtenu a été ajusté jusqu'à 50 ml.

#### 2.2.1.1. Identification des tanins

Quelques gouttes de  $FeCl_3$  à 5% ont été ajoutées à 5 ml d'infusé. La réaction donne une coloration bleu noire en présence des tanins.

**A. Tanins condensés (catéchétiques)** : 15 ml d'infusé ont été additionnés à 7 ml de réactif STIASNY. La réaction donne une coloration rouge en présence des tanins condensés.

**B. Tanins galliques :** 2g d'acétate de sodium et quelques gouttes ont été ajoutés à de  $\text{FeCl}_3$  5ml d'infusé. La réaction donne une coloration bleu foncé en présence des tanins galliques.

**2.2.1.2. Identification des anthocyanes**

Quelques gouttes d'HCl ont été rajoutées à 5 ml d'infusé. Une coloration rouge se développe en présence des anthocyanes.

**2.2.1.3. Identification des flavonoïdes**

Un mélange de 5ml d'HCl, un copeau de Mg et 1ml d'alcool iso-amylique ont été additionnés à 5ml d'infusé. La réaction donne une coloration rouge orangé en présence des flavonoïdes.

**2.2.1.4. Identification des quinones**

**A. Quinones libres**

2g de poudre végétale ont été humectés avec 2ml d'HCl 1N pendant 3 heures dans 20ml de chloroforme, puis ils ont été filtrés. Le filtrat a été agité avec 5 ml d'ammoniaque  $\frac{1}{2}$ . La présence des quinones libres est indiquée par la formation d'une coloration orange.

**B. Quinones combinées**

5ml d'acide sulfurique 2N ont été additionnés à 2g de poudre végétale, ce mélange a été porté à reflux pendant 2 heures. La solution extractive a été filtrée puis épuisée par 20ml de chloroforme. La solution chloroformique a été ensuite évaporée à sec puis reprise par l'ammoniaque. La réaction donne une coloration rouge en présence des quinones combinées.

**2.2.1.5. Identification des glucosides**

À 2g de poudre végétale ont été rajoutées quelques gouttes de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . La formation d'une coloration rouge brique ensuite violette indique la présence des glucosides.

**2.2.1.6. Identification d'amidon**

Quelques gouttes d'iode ( $\text{I}_2$ ) ont été rajoutées à 2g de poudre végétale. La formation d'une coloration bleue violette indique la présence d'amidon.

### 2.2.1.7. Identification des coumarines

**Préparation de l'infusé :** Faire bouillir à reflux 2g de poudre dans 20ml d'alcool éthylique pendant 15 min à reflux, puis filtrer après refroidissement.

À 3 ou 5 ml de ce filtrat ont été rajoutées 10 gouttes de la solution me de KOH à 10 % et quelques gouttes d'HCl à 10% jusqu'à l'obtention d'un milieu faiblement acide. L'apparition d'un trouble indique la présence des coumarines.

### 2.2.1.8. Identification des alcaloïdes

**Préparation de l'infusé :** 2g de poudre végétale ont été humectés avec 10ml d'ammoniaque (1/2), ensuite ils ont été mis en macération dans 50ml d'un mélange éther-chloroforme (3/1) pendant 24 heures. Le filtrat obtenu a été épuisé par 2,5ml d'HCl 0,5N.

Des réactions de précipitations ont été effectuées sur la solution chlorhydrique. En présence d'alcaloïde, le réactif de DRAGEN-DORF donne un précipité rouge.

### 2.2.1.9. Identification des saponines

Quelques gouttes d'acétate de plomb ont été additionnées à 2ml d'infusé. La formation d'un précipité blanc indique la présence des saponines.

### 2.2.2. Préparation de l'extrait méthanolique des feuilles de *Salvia officinalis*

L'extrait méthanolique des feuilles de *S. officinalis* a été préparé par infusion de 10 g de broyat de cette plante dans 100ml de méthanol pendant 48h.

### 2.2.3. Etude de l'efficacité des extraits méthanolique sur le *Rhizopertha dominica*

L'efficacité des extraits méthanoliques des feuilles de *S. officinalis* sur le *R. dominica* a été testée selon les méthodes suivantes :

#### 2.2.3.1. Préparation de la gamme des doses à utiliser

A partir l'extrait méthanolique obtenu (solution mère), nous avons choisis quatre doses à tester (**figure n° 08**) :

**Première dose (D1=100%) :** dose pure ou solution mère, traitement brut avec la solution mère de l'extrait méthanolique.

**Deuxième dose (D2=75%) :** pour cette dose nous avons dilué la solution mère, en prenant 75% de l'extrait méthanolique pur puis nous avons rajouté 25% d'eau distillée.

**Troisième dose (D3=50%) :** nous avons dilué la solution mère, en mélangeant 50% de l'extrait méthanolique pur avec 50% d'eau distillée

**Quatrième dose (D4 :25%) :** elle est obtenue par la dilution de 25 % de la solution mère avec 75% d'eau distillée.

**Témoin (T) :** 100% d'eau distillée.



**Figure n° 08 : Les différentes doses testées (Photo originale)**

### 2.2.3.2. Application des traitements biologiques

Afin d'évaluer l'effet insecticide *in vitro* de l'extrait méthanolique des feuilles de *S. officinalis*, nous avons réalisé des tests de mortalité sur les adultes de *R. dominica*. Cependant, le mode d'application sélectionné est le traitement par contact directe à l'aide d'un pulvérisateur manuel. Ce matériel a été utilisé pour l'ensemble des traitements en prenant soin de le laver avant et après chaque utilisation. Cette évaluation a été réalisée selon l'unité expérimentale suivante :

## Chapitre II : Matériel et méthodes

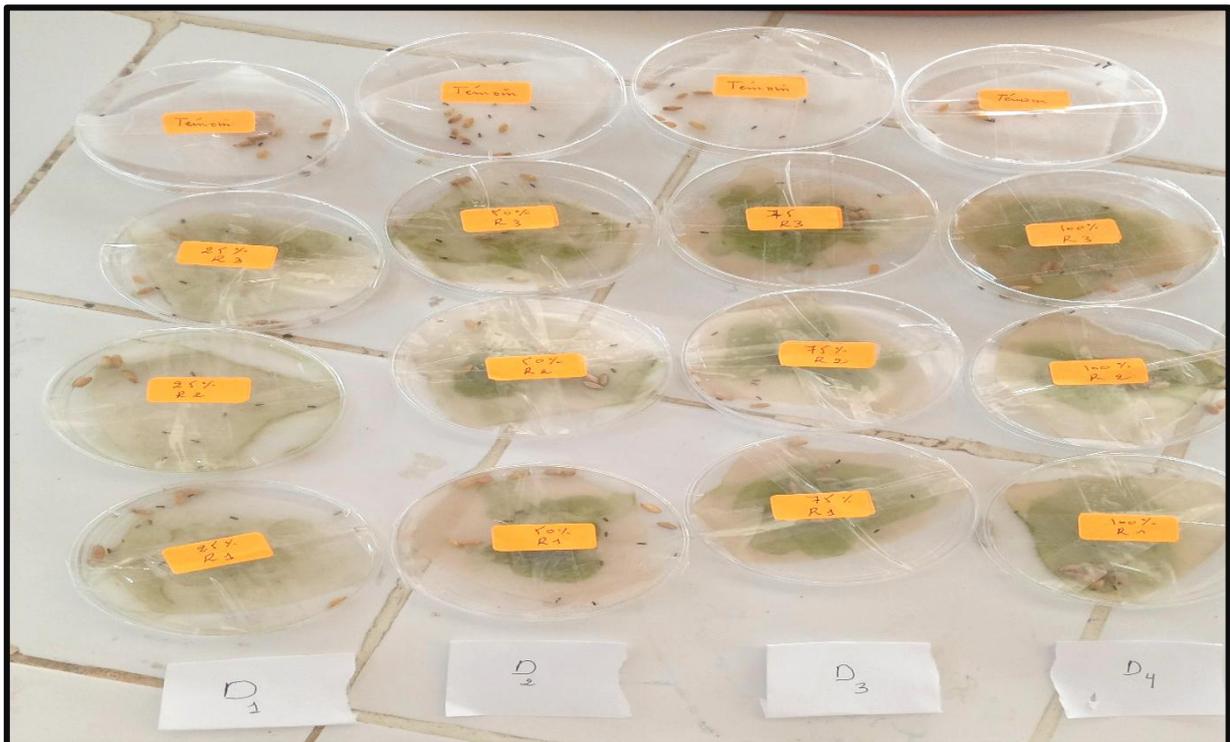
Dans des boîtes de Pétri stériles de 9cm, 10 individus de *R. dominica* ont été placés sur un papier absorbant. La technique d'application consiste à pulvériser les insectes par 04 doses de l'extrait méthanolique formulée (25, 75, 50 et 100%) respectivement ; trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose de traitement.

Par ailleurs, le témoin a été pulvérisé juste avec l'eau distillée

Ces boîtes traitées ont été fermées par une moustiquaire à fines mailles soutenue par un élastique pour éviter la fuite des insectes, ces boîtes ont été déposées par la suite dans une étuve réglée à une température de 27°C et à une humidité relative de 70°C. Le taux de mortalité a été calculé après 24, 48 et 72 heures respectivement (**figure n°09**).

L'objectif de cet essai est de tester l'efficacité de l'extrait méthanolique des feuilles de *S. officinalis* sur la mortalité des adultes de *R. dominica*.

**NB : dans chaque boîte de Pétri, nous avons mis 5 grains de blé nécessaires pour l'alimentation des insectes.**



**Figure n°09 : Dispositif expérimental (Photo originale)**

**2.2.3.3. Evaluation de la mortalité des adultes de *Rhyzopertha dominica* Correction de la mortalité**

**A. Calcul de la mortalité corrigée**

L'évaluation de la mortalité observée a été observée pour chaque boîte de Pétri par le comptage des individus morts après 24, 48 et 72h pour chaque dose et chaque traitement aussi.

Le traitement des résultats a été réalisé selon la formule suivante :

$$M_c = (M_o - M_t) / (100 - M_t) \times 100$$

**M<sub>c</sub>** : Mortalité corrigée en %

**M<sub>t</sub>** : Mortalité enregistrée chez le témoin en %

**M<sub>o</sub>** : Mortalité enregistrée dans les échantillons traités en %

**B. Calcul des doses létales (DL50 et DL90) et des temps létaux (TL50 et TL90)**

Au cours de notre essai, les résultats obtenus sont transformés en probits (Abbott, 1925), et ce afin de pouvoir tracer les droites de régression en fonction des logarithmes décimaux des doses utilisées (25, 50 et 100% de la solution mère). L'efficacité des extraits testés est effectuée par la détermination de :

- Les DL50 et les DL90 de mortalité (dose létale à laquelle 50% et 90% de la population traitée meurt).
- Le TL 50 et le TL90 de mortalité (temps létaux à partir duquel 50% et 90% de la population traitée meurt).

# **CHAPITRE 3**

## **Résultats & Discussion**

### 3.1. Résultats

#### 3.1.1. Résultats de l'étude phytochimique

Les résultats des tests phytochimiques sont répertoriés dans le **tableau n° I** :

**Tableau n° I : Résultats des tests phytochimiques**

Métabolites secondaires	Réactions positives	Résultats
Alcaloïdes	Précipité rouge	+++
Tanins	Coloration bleue	+++
Tanins galliques	Bleu foncé	+++
Tanins catéchiques	Coloration rouge	++
Flavonoïdes	Coloration rouge orangé	+++
Coumarines	Apparition d'un trouble	++
Quinones libres	Coloration orange	+++
Quinones combinées	Coloration rouge	+++
Saponines	Précipité blanc	+++
Anthocyanes	Coloration bleue	-
Glucosides	Coloration rouge puis violette	-
Amidon	Coloration bleue violette	-

L'exploitation du tableau ci-dessus montre que le screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence des métabolites secondaires au niveau des tissus végétaux de notre plante. La mise en évidence de ces composés chimiques est basée sur des réactions de précipitation et de turbidité et un changement de couleur spécifique.

- ✓ Une réaction positive est représentée par : +++
- ✓ Une réaction moyennement positive est représentée par : ++
- ✓ Une réaction sous forme de trace est représentée par : +
- ✓ L'absence de la substance est représentée par : -

L'étude phytochimique a fait ressortir la présence de plusieurs métabolites secondaire majoritaire à savoir les alcaloïdes, les tanins galliques, les flavonoïdes, les quinones libres et combinées et les saponines, cela confirme que notre plante à plusieurs vertus thérapeutiques.

Nous notons également la présence des tanins cathéchiques et des coumarines à des teneurs moyennes, alors que les anthocyanes, les glucosides et l'amidon sont inexistant dans notre plante (*S. officinalis*).

### 3.1.2. Evaluation de la mortalité des adultes de *Rhyzopertha dominica*

Les résultats de mortalité l'action pendant les différents temps d'exposition (24, 48 et 72 h) à différentes doses (25, 50, 75 et 100%) sont présentés dans le tableau suivant (**tableau n° II**) :

**Tableau n° II : Effet de l'extrait méthanolique des feuilles de *S. officinalis* à différentes doses sur la mortalité des adultes de *Rhyzopertha dominica***

Temps d'exposition	Pourcentage de mortalité corrigée				Probits			
	Doses				Doses			
	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%
<b>Extrait</b>								
24h	36,6	40	50	70	4,66	4,76	5	5,52
48h	56	63,3	80	93,3	5,15	5,34	5,84	6,53
72h	76,6	83,3	96,6	100	5,76	5,97	6,79	8,09

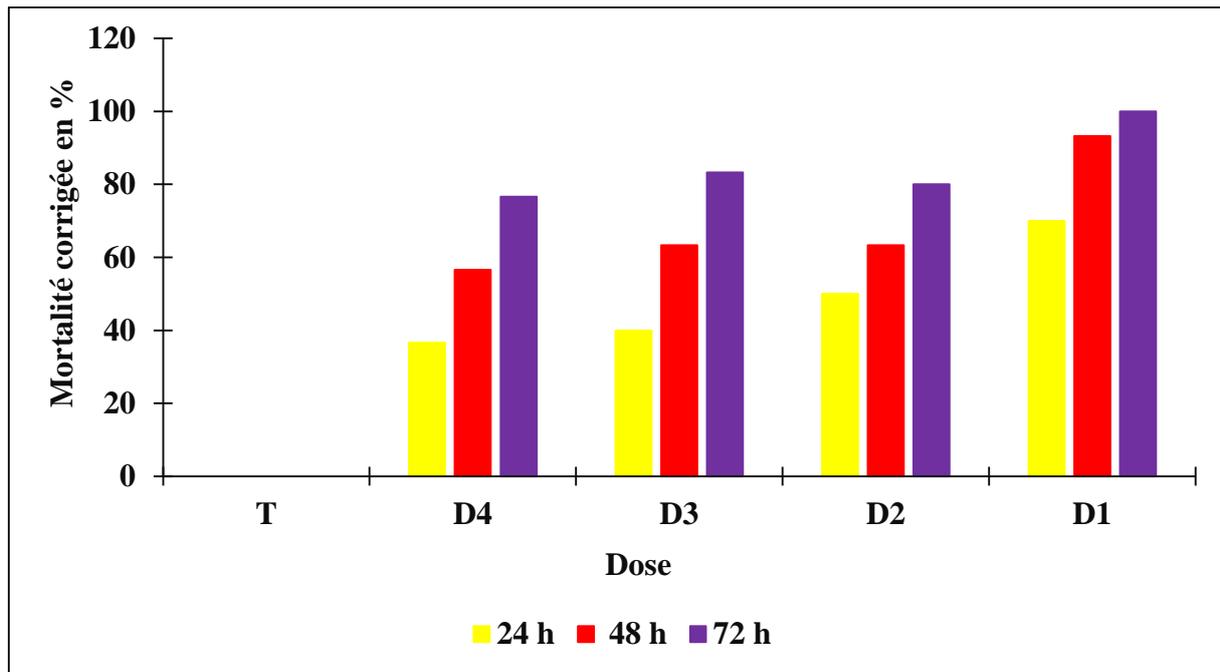


Figure n° 10 : Pourcentage des mortalités corrigées en fonction du temps d'exposition et des doses

D'après les résultats exprimés dans la **figure n° 10** ; on constate qu'à partir du traitement des adultes de *R. dominica* par contact, nous avons observé que les mortalités de ces individus augmentent en fonction des doses et en fonction du temps aussi.

Par ailleurs, les mortalités des adultes de *R. dominica* ont commencé à apparaître dès le premier temps d'observation soit 24 h après traitement à l'extrait méthanolique. Les taux mortalités varient de 36,6 % à la dose de 25% et atteignent 70% de mortalité pour la dose de 100%.

Ensuite ils commencent à évoluer pour arriver à 93,3% après 48 heures de traitement et 100% après 72 heures pour la dose de 100%.

Par ailleurs, les taux de mortalité chez le témoin sont nuls et ce pour chaque temps d'exposition.

3.1.3. Estimation des doses létales (DL50 et DL90)

L'estimation des doses létales en fonction des durées d'exposition a été calculée à partir des droites de régression racées en fonction des probits de mortalité (figure n° 11).

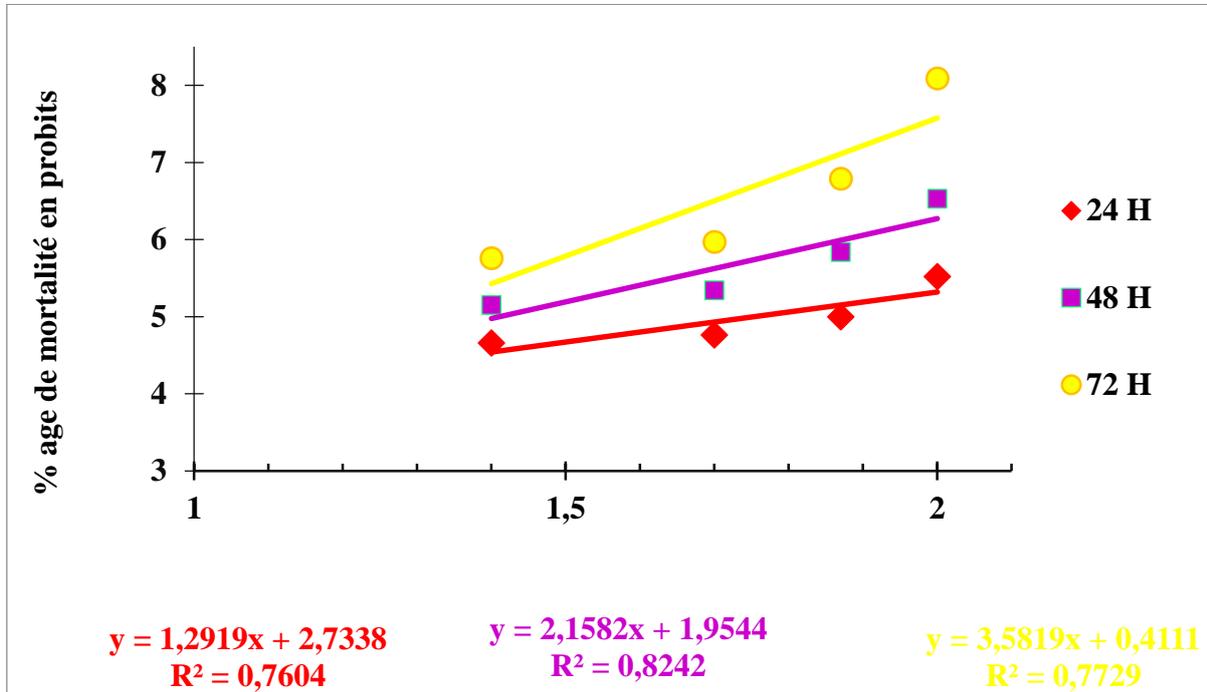


Figure n° 11 : Droites de régression des probits à différentes doses utilisées dans l'extrait de l'extrait méthanolique des feuilles de *Salvia officinalis* sur *Rhyzopertha dominica*

Le calcul des DL50 et des DL90 nous a permis de tracer le tableau suivant (tableau n° III) :

Tableau n° III : Doses létales (DL50 et DL90)

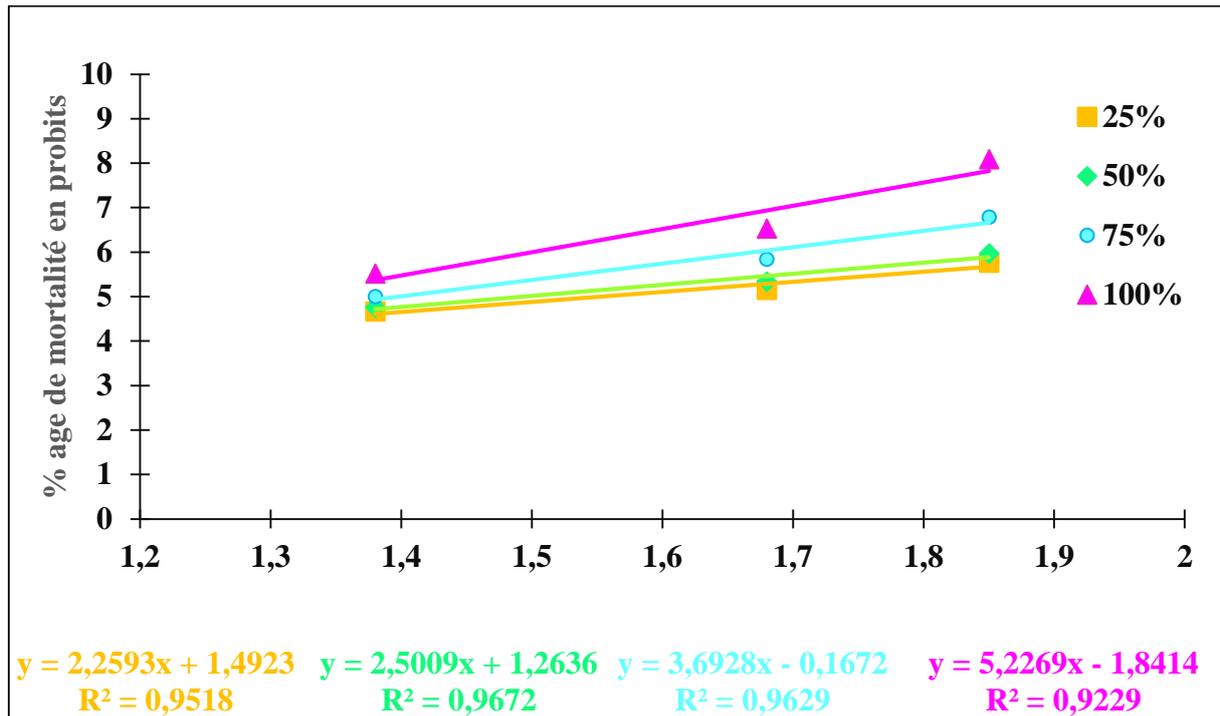
<i>Salvia officinalis</i> Temps (h)	DL50 (%)			DL90 (%)		
	24	48	72	24	48	72
Extrait méthanolique	56,77	25,77	19,1	155,84	111	43,5

Les DL50 après 48 et 72 heures d'exposition montrent qu'elles sont plus faibles à la dose minimale de l'essai de (25%) et e à la dose moyenne aussi (50%).

Concernant la DL90, après 72 heures d'exposition, cette dernière s'avère proche de la dose moyenne (43,5%), par contre elle est de 155,84% après 24 heures d'exposition.

**3.1.4. Estimation des temps létaux (TL50 et TL90)**

La régression du logarithme du temps en fonction des probits permet de déterminer les TL50 et les TL90 à différentes doses (25, 50, 75 et 100%) de la solution mère de l'extrait méthanolique des feuilles de *S. officinalis* sur la mortalité des adultes de *R. dominica* (figure n° 12).



**Figure n° 12 : Efficacité de l'extrait méthanolique des feuilles de *S. officinalis* par rapport au temps utilisé sur *Rhyzopertha dominica***

Selon la figure n° 12, les valeurs des TL50 et TL90 relatives à chaque dose de l'extrait méthanolique de *S. officinalis* ont été traitée directement à partir des équations des droites de régressions et sont reportées dans le tableau cite ci –dessous (tableau n° VI).

Tableau n° VI : Temps létaux (TL50 et TL90)

<i>Salvia officinalis</i> Doses (%)	TL50				TL90			
	25	50	75	100	25	50	75	100
<b>Extrait méthanolique</b>	35h et 41min	31h et 11min	25h et 48min	20h et 21min	131h et 33min	101h et 21min	55h et 42min	35h et 47min

Suivant le **tableau n° VI**, pour tuer 50% de la population de *R. dominica* le temps léthal est 35h et 41min pour 25%, 31h et 11min pour 50%, 25h et 48min pour 75% et 20h et 21min pour la dose 100%.

Cependant, pour tuer 90 % de cette population il faut 35h et 47min pour la dose 100%, 55h et 42min pour 75%, 101h et 21min pour 50% et 131h et 33min pour la plus faible dose de 25%.

En effet, le pourcentage des doses est en fonction des durées d'exposition, de plus on augmente les doses, le temps d'exposition baisse, e de plus on augmente le temps les doses baissent aussi.

### 3. 2. Discussion

Les végétaux produisent des composés secondaires (terpènes, alcool, polyphénols, etc.) souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante contre divers ennemis (**Auger et al., 1999**).

Ce travail nous a permis de mettre en évidence la capacité insecticide de l'extrait méthanoïque des feuilles de *S. officinalis* vis-à-vis de l'insecte ravageur de denrées stockée *R. dominica*.

Les résultats de la mortalité de l'extrait méthanolique ont montré une activité insecticide importante du traitement par contact direct sur les adultes de *R. dominica*. Nous avons constaté que les mortalités sont progressives en fonction des doses et en fonction des temps aussi, elles ont commencé dès le premier temps d'observation soit 24 h après de traitement.

Par ailleurs, Les plantes appartenant à la famille des *Lamiaceae*, contenant le limonène et le menthol possèdent une forte activité insecticide (**Oka et al., 2000**).

De même, l'efficacité des extraits des plantes aromatiques de la famille des *Lamiaceae* : comme *Origanum floribundum* Munby, *Salvia officinalis* Linnaeus, *Ocimum basilicum* L. et *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut., et *Rutaceae* : *Ruta graveolens* L. a été prouvée sur la mortalité des juvéniles et l'éclosion des œufs de *Meloidogne incognita* (Mezerket, 2005).

Cet effet toxique pourraient dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (Ndomo et al., 2009).

En effet, *S. officinalis* contient des composés phénoliques, Thuyone, camphre et cinéole, ayant des propriétés insecticides (Aubertot et al., 2005).

Cependant, il serait difficile de penser que l'activité insecticide de cet extrait se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires ; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants (Lang et Buchbauer, 2012).

En générale, les variations qualitatives et quantitatives du contenu polyphénolique d'une plante à une autre peuvent être dues à plusieurs facteurs ; des facteurs liés au climat et à l'environnement (la sécheresse, la zone géographique, le sol, les maladies et la pollution...) (Beniston et al., 1984), et aussi des facteurs génétiques, la période de la récolte et le stade de développement de la plante (Bonatirou et al., 2007).

Les substances produites par les végétaux agissent face aux phytophage de manières très diversifiées. Elles peuvent être repoussantes, toxiques ou encore indigestes. Elles peuvent aussi être mortelles. A cet effet, elles peuvent constituer une solution alternative de lutte. Leurs propriétés et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir (Chiasson et Beloin, 2007).

# **CONCLUSION**

---

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des insecticides naturels. De nombreux chercheurs se sont intéressés aux composés biologiquement actifs isolés à partir de différentes parties de plantes.

C'est dans cette optique que nous avons réalisé ce travail dans le but de tester *in vitro* l'activité insecticide de l'extrait méthanolique obtenu à partir des feuilles de la sauge (*Salvia officinalis*) récoltées dans la région de la wilaya d'Ain Defla vis à vis d'un insecte ravageur du blé stocké *Rhizopertha dominica*.

Cependant, l'extrait méthanolique testé s'est montré très toxique vis-à-vis des adultes de *Rhizopertha dominica*. Les résultats de mortalité liés aux traitements par contact à différentes doses : 25, 50, 75, et 100%, ont révélé que les mortalités des adultes étaient en fonction des doses utilisées et du temps d'exposition aussi.

En effet ; les doses 75 et 100% ont été signalées comme les meilleures doses en donnant les taux de mortalités les plus élevés, soit 96,3% et 100% respectivement ; et ce après 72 h de traitement.

Les DL50 et DL90 les plus faibles ont été notées après 72 heures d'exposition, elles correspondent à 19,1 et 43,5% respectivement.

Les temps létaux varient selon les doses ; les TL50 et TL90 les plus courts ont été obtenus à la 100% avec 20h et 21min et 35h et 47min respectivement.

Ces résultats ne constituent qu'une première approche dans la recherche de substances naturelles biologiquement actives dans le domaine phytosanitaire. Néanmoins, ils sont très prometteurs et soulèvent beaucoup d'espairs pour contrôler et maîtriser ces ravageurs. Il reste tout de même nécessaire de procéder à des essais complémentaires qui devront pouvoir confirmer les performances de l'extrait des feuilles de sauge mises en évidence.

Enfin, il serait judicieux d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité insecticide ainsi qu'une étude éco toxicologique de ce dernier, pour une éventuelle utilisation comme produit phytosanitaire.

# **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- ❖ **-Abis S., 2012.** Le blé en méditerrané : société, commerce et stratégie. Economie et territoire, relation commerciales. CIHEAM. Paris, 241-247p.
- ❖ **-Ajaykumar K. M., Thirumalaraju G.T., Anjali A.S., 2018.** Seasonal variation in the biology of lesser Grain Borer *Rhyzopertha dominica* (F) (Coléoptera : Bostrychidae) on Stord Mais Under laboratory conditions. Journal of Entomologie and Zoology Studies.6 : 516-522 p.
- ❖ **-Ahmed M.S., 1992.** Composition, nutrition and favor of peanuts H. G. batte anal C.T. Young eds peanuts science and technologie, 655-689 p.
- ❖ **-Ahmad Ghorbani, Mahdi Esmaeilzadeh., 2017.** Pharmacological Prophéties of *Salvia officinalis* and its components. Journal of Traditionnel and Complementary Médecine, 433-440 p.
- ❖ **-Aires A., Marques E., Carvalho R ., Rosa E., 2013.** Evaluation of biological value and apparaisal of polyphénol and glucosinolates from organic baby-leaf salads as antioxydants and antimicrobial against importante human pathogenic bacteria Molécules 18 :4651-4668 P.
- ❖ **-Alvarez-Jubete. L., 2010.** Polyphénol composition and in vitro antioxydant activity of Amarenth, quinoa buckwheat and weat as affected by sprouting and baking .Food chemistry 119 :770-778 P.
- ❖ **-Amirouche R., Belkolai F., 2013.** Effet *in vitro* de l'association des huiles essentielles de *Salvia Officinalis*, *Melaleuca alternifolia* et deux composes majoritaire sur les bactéries, Mémoire de Master, Université de Bejaia.
- ❖ **-Aoues K., Boutoumi H., Benrima A., 2017.** Etat phytosanitaire du blé dur local stocké en Algérie, Revu Agrobiologie, 7 :286-2296 p.
- ❖ **-Arthur F.H., 1996.** Grain protectants : current status and prospacts for the future. J.Stored Prod .Res .Vol.32 :203-293 p.
- ❖ **-Balachowsky A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture, les coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris, 564 p.
- ❖ **-Baser., Buchbauer., Wilson., 2010.** Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens. Université d'Avignon, 2014. 141 p.
- ❖ **-Beaver R.A., Sittichaya W., Liu LY.2011.** A review of the Powder –post beetles of Thaïlande (Coléoptèra : Bostrichidae).Tropical Natural History. 11 :135-158 p.
- ❖ **-Bekon K., Fleurat Lessard F., 1989.** Evolution des pertes en matière sèche des grains dues à un ravageur secondaire *Tribolium casteneum* (Herbet).Coléoptèra : tenebrionidae), lors de la conservation des céréales, en région chauds. AUPELF –Urfé, Ed. John Libby Eurotaxe, Paris, 97-104 p.
- ❖ **-Berhaut, P., L. Bras A., Niquet G., Griaud P., 2003.** Stockage et conservation des grains à la ferme, ARVALIS, Institut du végétale, Ed, Tec et Doc, Paris, 108 p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Belaiche, P., 1979.** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme. éd. Maloine, Paris.
- ❖ **-Belaid D., 1996.** Aspect de la céréaliculture Algérienne. Ed, Office des publications universitaire, Ben-Aknoun, 206 p.
- ❖ **-Bego p., 2010.** Connaitre l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapie pratique et familiale, Ed.MDB, Paris, 2-3 p.
- ❖ **-Benayache, F., 2005.** Recherche et Détermination Structurale des Métabolites Secondaires d'espèces du Genre Genista (Fabaceae) : *G. saharae*, *G. ferox*. Thèse de Doctorat en chimie organiques. Université Mentouri- Constantine. Algérie. 199 p.
- ❖ **-Benayad, N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : Moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche au laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair, Faculté des Sciences de Rabat
- ❖ **-Beniston N.T et Beniston W.S., 1984.** Fleurs D'Algérie. Entreprise Nationale du livre Alger, Algérie, 359 p.
- ❖ **-Benkhellat O., 2002.** Contribution à l'étude des conditions de manutention du blé et de l'écologie des arthropodes dans les écosystèmes de stockage de la région de Bejaia et essai de lutte contre *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostichidae) à base de poudre de plantes. Thèse. mag. Science de la nature. Univ. Bejaia.102p.
- ❖ **-Betovic D., Krstic- Milo sevic D., Trifunovic S., 2015.** Chemical composition, antioxydant and antimicrobial activités of the essential oils of Twelve *Ocimum basilicum* Cultivars grown in Serbia. Records of Natural Product, 62-75 p.
- ❖ **-Boizot, N., Charpentier, J.P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, Le Cahier des Techniques de l'INRA, 9-82 p.
- ❖ **-Bonjean A., 2001 :** Histoire de la culture des céréales et en particulière celle de blé tendre (*Triticum astivum* L). Dossier de l'environnement de l'INARA, 21 :29-37 p
- ❖ **-Bonatirou S., Smith S., Miguel M.G., Faleiro M., Rajeb N., Neffati M., Costa M., Figueiredo A.C., Barroso J.G. et Pedro L.G., 2007.** Chemical composition antioxydant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. Food chemistry, 105 -146- 155 p.
- ❖ **-Boudreau A., Ménard G., 1992.** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Ed presses Université Laval, 25-62 p.
- ❖ **-Brader B., Lee R.C., Plarre R., Burkholder W., Kitto G.B., Kao C.H., Polston L., Dorneanu E., Szabo I., Mead B., Rouse B., Sullins D., Denning R., 2002.** A comparison of screening methods for insect contamination in wheat. Journal of Stored Products Research. 3875-5560 p.
- ❖ **- Bruneton, J., 1987.** Elément de phytochimie et de pharmacognosie. Paris.
- ❖ **-Bruneton, J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Ed. Technique et Documentation. 3ème Ed, Paris. France. 1120p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Bruneton, J., 2009.** Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales ,3 eme édition, TEC et DOC. Paris, 310-372. P.
- ❖ **-Burt S., 2004.**Essential oils : their antibacterial propriétés and potentielle application in Food -àReview. International journal of Food microbiology, 223-253 p.
- ❖ **-Caid H.S., Ecchammakh T., Elamrani A., Khalid A., Boukroute A., Mihamou A., Demandre C., 2008.**Altérations accompagnant le vieillissement accéléré de blé tendre. Cahiers Agricultures, 17 : 39-44 p.
- ❖ **-Cavelier A., 1976.** Phytopharmacie .Cours poly .T.1. Inst. Nat. Agro, El-Harrach ,514 p.
- ❖ **-Chadefoude, M et Emberger, L., 1960.** Traité de botanique : les végétaux vasculaires fasciculé Masson et Cie. Tome II, 753 p.
- ❖ **-Chaftel J.C., Chaftel H., 1992.** Introduction à la biochimie des alimentes. Ed.Tech.doc. Lavoisier., Paris, vol I, 381 p.
- ❖ **-Charfia R., 2010.** Etude de la variabilité morpho-physique et moléculaire d'une collection de blé dur algérien (*Titicum durum Desf.*). Thèse de magistère. Université Mentouri, Constantine, p 3.
- ❖ **Chaftel H., Gatel F., 2003.** Stockage et conservation des grains à la ferme. Ed. Arvalis-Institutue du végétale, Paris, 18 p.
- ❖ **-Chevallier A., 2001.**Encyclopedia des plantes spontanées médicinale. Ed. La rousse, Paris, 10p.
- ❖ **-Chittenden F. H., 1911.** The lesser grain borer and the larger grain borer. Bulletin of United State Bureau of Entomology, 29-47 p.
- ❖ **-Cowan M.M., 1999.**Plante products as antimicrobial agents.Clinical microbiology reviews 12 :564-582 p.
- ❖ **-Cruz J.D., Joseph Hounhouigan., Francis Flurat-Lessard., 2016.** La conservation des grains après récolte, Quae CTA Presses agronomique,165-169 p.
- ❖ **-Cruz J F., troude F., Griffon D., Hebert JP., 1988.** Conservation des grains en régions chaude, 2 éme Edition, Ministère de coopération et développement Paris 544 p.
- ❖ **-Dalaigne R., 1930.** Les essences naturelles et parfumes, Ed. Armonde colin, Paris.
- ❖ **-Delobel A. et Tran M., 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Paris, France, éditions ORSTOM. 425 p.
- ❖ **-Demet A., Nuket A., 2016.** Sage (*Salvia officinalis*) oils. Essential Oils in Food Préservation, Flavor and Safety.
- ❖ **-Djelili Farida., 2007.** Etude de pouvoir de précipitation de la protéine BSA des extraits polyphénoliques des plantes médicinales de la région de Beni-Djellil (wilaya de BEJAIA). Mémoire de Magister, Université Abderrahmane Mira de Bejaia.
- ❖ **-Djermouna A., 2009.** La production des céréales en Algérie : les principales caractéristiques Revue Nature et Technologie, 1 : 45-53 p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Diop Y.M., Marchoini E.B.A. D., Hasselman C., 1997.** Radiation désinfestation of cowpea seeds contaminated by *Callosobruchus maculatus* .Journal of Food processing and preservation.21,69-81 p.
- ❖ **-Doumandji S.E., 1977.**le stockage et la lutte contre les ennemis des céréales. Séminaire, la meunerie et les industries céréalières, 4-14p.
- ❖ **-Doumaïndji A., Doumaïndji S., Doumaïndji B., 2003.** Cours de technologie des céréales. ed. office des publications universitaires Ben-Aknoun-Alger ; pp 01-20.
- ❖ **-Doukani K., Tabak S., Gourchala F., Mihoub Founes M., Benbag uara M., 2013.** Caractérisation physicochimique du blé fermenté par stockage souterrain (Matmora), Revue Ecologie-Environnement, 9 :1-9 p.
- ❖ **-Dupin H., 1989.** Les aliments. Ed. Maloine, France ; pp 109.
- ❖ **-De Carvalho B.N.C.R., Negrisoli Junior A.S., Bernardi D., Silvieira Garcia M., 2013.** Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinerner matidae, Heterorhabditidae) against five stored product pests. Experimental Parasitology, 134,384-388 p.
- ❖ **-Dabrie C., Niango Ba M., Sanon A., 2008.** Effects of crushed fresh *Cleome viscosa* L. (Capparaceae) plants on the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae). International Journal of Pest Management, 54 (4), 319-326.
- ❖ **-Dal B.G., Padin S., Lopez lastra C., Fabrizio M., 2001.** Laboratory evaluation of Chemical-biological control of the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) in stored grains. Journal of Stored Products Research, 37, 77-84 p.
- ❖ **-Edde P. A., 2012.** A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. J. Stored Prod. RES., 48: 1-18p.
- ❖ **-El Haïb A., 2011.** Volarisation des terpènes Natural issus de plantes marocaines par transformation Catalytique, Université Toulouse, 4-12 p.
- ❖ **-Evers, T., Millar, S., 2002.** Cereal grain structure and développement : Some implication for quality. Journal of Céréale Science, 261-284 p.
- ❖ **-Faostat., 2018.** Statistical of the Food and agriculture organisation of the United Nation.
- ❖ **-Faostat., 2019.** Statistical of the Food and agriculture organisation of the United Nation.
- ❖ **-Favreau J., 1988.** Inventaire des problèmes de conservation des grains et graines et produits bruts non transformés. A.N.P.P, 2-16 p.
- ❖ **-Feillet P., 2000.** Le grain de blé, composition et utilisation. Ed INARA, Paris ,308 p.
- ❖ **-Feldman. M., 2001.** Origine of Cultivated.dans Bonjean A.P et W.J.Angus (éd).The world wheat Book a history of wheat breeding. Intercepte Limited.Andover, Angleterre, 3-58 p.
- ❖ **-Ferreira, M.S.L., 2011 :** Dynamique d'assemblage des protéines de réserves et du remplissage du grain de blé dur. Thèse Doctorat. Centre internationale d'étude Supérieur en sciences Agro. Montpellier.261 p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Fields, P.G., 1992.** The contrôle of stored -Product insecte and mites withe externe températures. J. Stored Prode, Rev n°3,269-276 p.
- ❖ **-Fleurat -Lessard, F., 1987.** Evolution des méthodes de détection et de protection des grains par des procède physique. Annales de l'A.N.P.P, 449-457 p.
- ❖ **-Flurat-Lessard D., 1982.** Les insectes et les acariens In Multon J. L., Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivées. Ed .Lavoisier, Paris. Vol 01,394-436 p.4
- ❖ **-Fredot E., 2005.** Connaissance des alimants.1 ère édition. Lavoisier ; Paris, 429 p.
- ❖ **-Friedland D., 1975.**Industrie American des substances aromatiques. Information chimie, 65-68 p.
- ❖ **-Fouché JG., Marquet A., Hambuckers., 2000.**Les plantes au médicament observation du monde des plantes. Sart- Tiliman.
- ❖ **-Fulbert J.C., Cals M.J., 1992.** Les radicaux libres en biologie clinique. Pathol. Biol,49 p.
- ❖ **-Garnero J, 1991.** Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. technique- Encyclopédie de médecine naturelle, paris,2-20 p.
- ❖ **-Goyal S., Lambert C., Cluzet S., Mérillon J., Ramawat K.G., 2011.** Secondary Métabolites and Plant Défense : Biological Control,109-138 p.
- ❖ **-Grosso C., Ferraro V., Figueiredo A.C., BarrosoJ.G., Goelho J.A., Palvara A.M., 2008.** Supercritical carbone dioxyde extraction of volatile oil from Italien coriandre seeds, Food chemistry,197-203 p.
- ❖ **-Gueye M.T., Seck D.Wathelet J.P., Lognay G., 2010.** La lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique Occidentale, Synthèse bibliographique. Biotechnol. Agro.Soc. Environ, 15,183-194 p.
- ❖ **-Handa S.S., Khanuja S.P.S., Longo G., Rakesh D.D., 2008.** Extraction technologies for aromatic and médicinal plants. United Nations Industriel Développement Organisation and the International Centre for Science and High Technology, 260p.
- ❖ **-Hans W.K.2007.** Plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.
- ❖ **-Harborne, J.B., Herbert, B., 1995.** Phytochemica l Dictionary, A Handbook of bioactive Compounds from plants, Bristol, Taylor & Francis.
- ❖ **-Hayma., 2004 :** Le stockage des produits agricoles tropicaux 14 -19 p.
- ❖ **-Hoult, J. R. S. & Paya, M., 1996.** Pharmacological and Biochemical actions of simple coumarine : Natural Products with Therapeutic potential. Gen Pharmacol. Vol 27: 711-722p.
- ❖ **-Howe R. W., 1950.** The développement of Rhyzopertha dominica (F.) (Coléoptèra : Bostrichidae). Under constant température. Entomol. Mon. Mag., 86:1-5 p.
- ❖ **-Hubert,B 1992.** Epices et aromates, Tec et Doc – Lavoisier, APRIA., Paris.
- ❖ **-Iserin. P., 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soins ,2 eme Edition, Larousse, 335p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Isman M.B., 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection, 603-608 p.
- ❖ **-Justen Nzeyumwami K., 2004.** Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : *Hyptis Spicigera*, *Pluchea Ovalis* et *Laggera Aurita*, DEA. Université de Lomé-Togo.
- ❖ **-Kassem N., 2006.** Relation entre un insecte phytophage et sa principale plante hôte ; Cas du bruché du haricot *Acanthodcelides obtectus* (Coléoptère : Bruchidae) Mémoire Magistère. Agro. Univ.Tlemcen.77p.
- ❖ **-Kellouche A., 1979.** Efficacité de quelques insecticides vis-à-vis d'un insecte de denrées alimentaire stockées : *Rhyzopertha dominica* (Coléoptère : Bostrichidae). Thèse. ING. Agronomie, El-Harrach, 57p.
- ❖ **-Kellouche A., 1987.** Relation parasitaire entre *lariophages* (F) et *chetopila elegans* (w) (Hyménoptera : Pteromalidae) et les ravageurs des denrées stockées : *Stiophilis oryzae* (l) et *Rhyzopertha dominica* (f) (Coléoptère : Curculionidae et Bostrichidae). Thèse de doctorat. Univ.Paul, Sabatier, Toulouse, 156 p.
- ❖ **-Kellouche A., 2005.** Etude du bruché du pois-chiche, *Callosobruchus muculatus* (f) (Coléoptera : Bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction en lutte. Thèse de doctorat. Univ. Tizi-Ouzou.154p.
- ❖ **-Khiredine Hamida., 2013.** Comprime de poudre de Dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie, Mémoire de magister, option : technologie alimentaire, université Bougera –Boumerdes.
- ❖ **-Khorramshahi, A., Burkholder, W.E., 1981.** Behaviour of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (Coléoptère : Bostrichidae) males-produced phéromone attracts both sexes. Journal of Chemical Ecology, vol 7, U.S.A, pp 38.
- ❖ **-Kintzios, S.E., 2000.** Sage the Genus *Salvia* ; Harwood Academic Publisher : Amsterdam, The Netherlands.
- ❖ **-Kokalis-Burelle., Rodríguez-Kábana., 1994.** Evaluation of powdered pine bark for control of *Meloidogyne aranzana* and *Heterodira glycines* on soybean, 162-168 p.
- ❖ **-Labeyrie V., 1962.** Les Acanthoscelides, Entomologie appliquées à l'agriculture in Balachowski T(I), Ed Masson Publ. Paris, 469-484 p.
- ❖ **-Lasseran nique, Monroco., 1988.** Guide pratique-Stockage et conservation des grains à la ferme. ITCF, Wilson--Paris-France, pp 17.
- ❖ **-Latifah-Munirah B., Himratul-Aznita W.H., Mohd Zain N., 2015.** Eugenole, an essential oil of clove, causes disruption to the cell wall of *Candida albicans*. Frontiers in life science, 230-240p.
- ❖ **-Laurent boub. 2003.** De la récolte au stockage éclairages carphologiques sur les opérations de traitement des céréales à l'Age de bronze dans le sud de France. Ed APDCA, Antibes.
- ❖ **-Lepeseme P., 1994.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels, 27p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Lepigre AL., 1951.** Insectes du logée et du magasin. Reconnaissance et moyens de destruction. Insectarium. Jardin d'essai, Alger, 339p.
- ❖ **-Lev-Yaduun.S, Gopher. A, Abbo.S., 2000 :** The carde of agriculture. Science, 288-1602-1603 p.
- ❖ **-Lienard V., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre *C maculatus* (f) (Coléoptèra : Bruchidae), ravageurs des grains de niébé (*Vinga unguiculatus* (l) en Afrique tropicale ,301-311 p.
- ❖ **-Leonard S. et Ngamo T. 2004.** Conseil phytosanitaire interafricain, bulletin d'informations phytosanitaires. ed. F.A.O Rome, 44-58 p.
- ❖ **-Lis –Balchin M., 2002.** Lavender : the genus Lavandula. Taylor and Francis, London, 37-50,155-200 p.
- ❖ **-Luthria D.L., Mukhopadhyay S., Krizek D.T., 2003.** Content of total phenolics and phenolic acides in Tomato (*Lycopersicon exulentum Mill*) fruit as influenced by cultivar and solar UV radiation. Journal of food composition and Analysis : 19,771-777 p.
- ❖ **-Machix JJ, Fleuriet A. and Jay Allemend C., 2002.** Les composes phenoliques des vegetaux : un exemple de metabolites secondaires d'importance economique. Ed.Presse polytechnique et universitaires romandes, lausanne pp 4-5 .
- ❖ **-Macky, J., 1968.** Species relations in Triticum.Proc.2<sup>nd</sup> International Wheat Genetic symposium.Hereditase 2,237-276 p.
- ❖ **-Mourier A., 1979.** Animaux et insectes cachés de nos maisons. ED Delachaux et Niestlé.
- ❖ **-Muther L., 2015.** Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant [thèse]. Faculté de pharmacie de Clermont Ferrand.
- ❖ **-Ndiaye, Décolé Sidy Baba., 1999.** Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Fonde Belge de Survie.
- ❖ **-Paris M., Hurabiel., 1981.** Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome I.Masson. Paris. France.
- ❖ **-Pellerin P., 2001.** Extraction par le Co 2 à l'état supercritique. Ann.Falas.Exp.chim.v.94, 51-62 p.
- ❖ **-Pérez-Pérez E., Vit P., Huq F., 2013.** Flavonoids and polyphenols in studies of honey antioxidant activity.International Journal of Medicinal Plant and Alternative Medecine ,63-72 p.
- ❖ **-Pereira, O., Catarino, M., Afonso, A., Silva, A., & Cardoso, S., 2018.** *Salvia elegans*, *Salvia greggii* and *Salvia officinalis* Décoctions : Antioxydant Activités and Inhibition of Carbohydrate and Lipid Metabolic Enzymes. Molécules, 23, 3169p.
- ❖ **-Pierrot N., 1982.** Lutte chimique contre les insectes des stocks et des locaux de stockage : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales Oléagineux, Protéagineux, aliment pour animaux. Vol 2 Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 865-867 p.

## Références bibliographiques

- ❖ **-Piollet N., 2010.** Se soigner grâce aux huiles essentielles, Ido Eds,250 p.
- ❖ **-Potter C., 19 35.** The biologie and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab). Transaction of the Royal Entomological Society, LONDON, vol : 83,479 p.
- ❖ **-Proctor D.L., 1994.** Grain storage techniques : Evolution and trends in developing countries. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 277p.
- ❖ **-Raynaude J.2006.** Prescription et conseil en aromathérapie. Ed. Tec, Lavoisier, 96p.
- ❖ **-Reichmuth C., Scholler M., Ulrichs C., 2007.** Stored Product Pests in Grain: Morphology, Biology, Damage, and Control. Agro Concept, 170p
- ❖ **-Riba G., Silvy Ch., 1989.** Combattre les ravageurs des cultures :enjeux et perspectives ;INARA-publication, Bulletin de la Société entomologique, France, Vol 94,94 p .
- ❖ **-Righi F., 2010.** Etude de la relation plante-Insectes chez les Bruchidiaes ; cas du bruche du pois chiche. Thèse de doctorat en biologie. Univ. Mascara .124p.
- ❖ **-Ruel T., 2006 :** culture du blé, Ed : Educagri.18 p.
- ❖ **-Rufini, L., Sampaolo, G. (1977).** Plants Off. Aromi. Saponi. Cosmétol. Aerosol. Vol. (59) ,9-75. P.
- ❖ **-Sadli, F., Brinis, L.,1994.** Inventair des insectes ravageures et des maladies des denres stocke Memoir de master en science agronomie, univ de Akli Mouhamed oulhadj – Bouira, 35 p.
- ❖ **-Sanchez-Martinez RI., Cortez-Rocha M.O., Ortega-Dorman F., Morles-Valdes M., Silver M.I.,1997.** End-use quality of flour from *Rhyzopertha dominica* infested wheat ; Céréale Chemistry,481-484 p.
- ❖ **-Sanon A., Garba M.,Auger J., Huignard J., 2002.** Analysis of insecticidal activity of methylisotiocynate on *Callosobruchus maculatus* (F) (Coléoptéra :Bruchidae ) and its parasitoïde *Dinarmus Basalis* (Rondani)(Hyménoptéra :Pteromalidae ).Stor .Prod. RES ,129-138 p.
- ❖ **-Serpeilie., 1991.** Etude de l'activite insecticide de l'heuille essentielle de Pistacia Lentiscus à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera :Chrysomelidae ) mémoire de master en sciences biologie .univ de tizi ouzou 90 p .
- ❖ **-Slama A., Ben Salem M. Ben Naceur., 2005.** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Institut nationale de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT). univ. Elmanar ; Tunisie.
- ❖ **-Soltner D., 1987.** Les bases de la production vegetales.3éme edition.566 p.
- ❖ **-Soltner D., 1978.** Les grandes cultures, Ed Française.
- ❖ **-Soejarto D., Farnsworth NR. 1989.** Tropical rainforsts: potential sources of new drugs. Perspectives in Biology and Medicine. 32:244-258. P.

## Références bibliographiques

- ❖ -**Taleb. T., 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabyle (Nord Algérien). Evaluation de leur effet sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coléoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat.
- ❖ **Thomson V., 1966.** The biologie of the lesser grain borer *Rhizopertha dominica* (Fab). Bull.Grain. Tec.,4,4 ,163-168 p.
- ❖ -**Valnet J., 1984.** Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. Maloine S.A. éditeur. Pari, 544 p.
- ❖ -**Vilmorin-Andrieux et Cie., 1883.** Les plantes potagères description et culture des principaux légumes des climats tempérés. Deuxième Edition, 546 p.
- ❖ -**Waongo A., Yamkoulga M., Dabire B. C. L., Ba M. N. et Sanon A., 2013.** Conservation Post-récolte des céréales en zone sud-soudanienne du Burkina Faso : Perception paysanne Et évaluation des stocks. Int. J. Biol. Chem. SCI., 7: 1157-1167 p.
- ❖ -**While et Jayas., 1996.** La lutte physique en phytoprotection.
- ❖ -**Winterbottom D. C., 1922.** Weevil in Wheat and Storage of Grain in Bags. A Record of Australian Experience during the War Périod (1915 to 1919). Gouvernement Printer, North Terrace, Adelaïde, Australien.
- ❖ -**Wijsekara R.O.B., Ratnatunga C.M., Durbeck K., 1997 :** The distillation of essential oils. Manufacturing and plant Construction Handbook. Eschborn, Federal Republic of Germany, Protrade, Department of foodstuffs & Agriculturak Products.