



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

N° ...../SNV/2020

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présentées par

M<sup>elle</sup> Houidef Djamila

&

M<sup>elle</sup> Harrats Hanane

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité: BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PLANTES**

THÈME

**Effet insecticide de l'huile essentielle et de l'extrait  
méthanolique de clou de girofle  
(*Syzygium aromaticum*)**

DEVANT LE JURYS

Présidente	Mlle BOUALEM.M	M.C.A U. Mostaganem
Examinatrice	Mme SAIAH.F	M.C.B U. Mostaganem
Encadreur	Mme BERGHEUL .S	M.C.B U. Mostaganem
Co-encadreur	Mlle HAFFARAI. F	Doctorante

Année universitaire : 2019/2020

## *Remerciement*

*Je remercie avant tout **ALLAH** tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.*

*Nous tenons surtout à adresser nos plus vifs remerciement à*

*Ma plus profonde gratitude va à Mme **BERGHEUL SAIDA** qui a accepté la prise en charge de mon encadrement.*

*Je tiens à remercier vivement Dr **BOUALEM** et Dr **SAIAH** pour avoir accepté de juger ce travail.*

*Melle **HAFFARI FOUZIA** Qui a rendu ce travail une expérience motivante et enrichissante. Nous ne saurons jamais oublier sa disponibilité, ses compétences et ses recommandations continuent pour nous, qui nous furent très inestimables.*

*Nous profitons pour témoigner toute notre gratitude aux Enseignants du département de Biologie, tout particulièrement les Enseignants de la spécialité Biotechnologie et valorisation des plantes.*

*Nous n'oublierions surtout pas de remercier les membres du laboratoire de protection des végétaux, pour tous leurs conseils durant la période de stage*

*En fin et profondes reconnaissances à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail mais qui ne sont pas cités ici, nous les remercions tous chaleureusement*

*Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*Mes très chers parents que Dieu les protège, qui sont pour moi l'exemple  
d'amour, de confiance et de sacrifice. Qu'ils sachent que ce travail est en partie  
le fruit de leur soutien. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur soutien  
tout au long de mes études.*

*À mes très chères sœurs qui sont les yeux par lesquelles je vois dans ma vie.*

*Mes professeurs qui ont contribué à ma formation*

*À mes très chères amies*

*À toutes mes amies de biotechnologie et valorisation des substances naturelles et  
végétales*

*H. Djamila*

*Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mes chers parents qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs encouragements, par leurs dévouements exemplaires et les énormes sacrifices qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont toujours aimé me voir réussir.*

*A tous les amis, Djamila, Fouzia...*

*A tous ceux et celles qui m'aide de près comme de loin*

*H. Hanane*

## **Résumé**

Depuis l'antiquité, l'homme a toujours eu recours aux végétaux pour lutter contre les insectes nuisibles qui lui disputaient sa nourriture notamment au cours du stockage. *Rhyzopertha dominica* fait partie des insectes nuisibles des denrées stockées qui occupe une place très particulière du fait qu'il est considéré aujourd'hui comme un ravageur qui induisent des pertes économiques considérables notamment sur les champs de blé.

Les plantes biocides constituent une source de substances naturelles importante surtout dans la recherche d'alternatives à la lutte chimique utilisée contre les insectes des denrées stockées.

Ce travail est dans le cadre d'une perspective de recherche de nouveaux produits phytosanitaires susceptibles d'être utilisés en lutte biologique contre les insectes. L'objectif de cette étude est de tester l'effet insecticide et le pouvoir germinatif de deux extraits : huiles essentielles et extraits méthanoliques de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) contre le Capucin (*Rhyzopertha dominica*) un ravageur des denrées stockées qui attaque le blé dur « Blé dur *Triticum durum* Desf. ».

Afin de répondre à cet objectif, deux extractions ont été réalisées ; hydrodistillation pour l'huile essentielle et Soxhlet pour l'extrait méthanolique.

L'extrait huileux a donné une activité insecticide remarquable comparativement à celui de l'extrait méthanolique, marquant une mortalité totale des adultes dès le premier jour de traitement spécialement à la dose 30 µl/ml avec une DL<sub>50</sub> estimée à 4 µl/ml avec un X = 0.601%. D'autre part l'extrait hydro méthanolique a présenté un pouvoir insecticide non négligeable ; ce dernier dépend de deux facteurs, temps et concentrations pour avoir une mortalité totale. Les deux extraits de *S. aromaticum* ont une influence non négligeable sur le pouvoir anti-germinatif des grains de blé dur et ceci surtout pour les deux doses 25 et 30%.

**Mots clés :** Blé dur, *Rhyzopertha dominica*, *Syzygium aromaticum*, Huile essentielle, Extrait méthanolique, Activité insecticide, Pouvoir germinatif.

## ملخص

منذ القدم، كان الإنسان يستخدم النباتات دوماً لمكافحة الآفات الحشرية التي تنازع على طعامه، وخاصة أثناء التخزين. وتعتبر (*Rhizopertha dominica*) من آفات الأغذية المخزنة التي تحتل مكانا خاصا جدا لأنها تعتبر اليوم آفة تسبب خسائر اقتصادية كبيرة خاصة في حقول القمح..

النباتات البيوكيدية هي مصدر هام للمواد الطبيعية، لا سيما في البحث عن بدائل للمراقبة الكيميائية لحشرات الأغذية المخزنة يندرج هذا العمل في إطار احتمالية البحث عن منتجات صحة نباتية جديدة يحتتمل استخدامها في مكافحة البيولوجية ضد الحشرات وهذا العمل جزء من منظور بحثي لمنتجات جديدة لحماية النباتات من المحتمل استخدامها في مكافحة البيولوجية للحشرات، والهدف من هذه الدراسة هو اختبار تأثير المبيدات الحشرية وقدرة الإنبات لمستخلصين: الزيوت العطرية و المستخلصات الأساسية الميثانولية من القرنفل (*Syzgium aromaticum*) ضد (*Capucin (Rhizopertha dominica*) آفة من السلع المخزنة التي تهاجم قمح الصلب "قمح قاسي" "*Triticum durum Desf*".

من أجل تحقيق هذا الهدف ، تم إجراء عمليتي استخراج : التقطير المائي للزيوت العطرية و soxhlet لاستخراج المستخلصات الأساسية الميثانولية.

أعطى المستخلص الزيتي نشاط مبيد حشري ملحوظاً مقارنةً بمستخلص الميثانول ، دعونا نلاحظ معدل الوفيات الإجمالي للبالغين من اليوم الأول من العلاج على وجه التحديد بجرعة  $30 \mu\text{l/ml}$  مع LD50 يقدر بـ  $4 \mu\text{l/ml}$  مع  $x = 0.601$ . من ناحية أخرى ، أظهر مستخلص الميثانوي المائي قوة مبيد حشري غير مهمة ؛ يعتمد الأخير على عاملين ، الوقت والتركيزات للحصول على معدل وفيات إجمالي. المستخلصان من *S. aromaticum* لهما تأثير على القدرة الإنباتية لحبوب القمح القاسي وهذا لكل الجرعات المستخدمة.

الكلمات المفتاحية:

: القمح القاسي ، *Rhizopertha Dominica* ، *Syzygium aromaticum* ، زيت عطري ، مستخلص الميثانويك ، نشاط مبيد الحشرات ، قوة الإنبات.

## **Abstract**

Since antiquity, man has always used plants to fight against insect pests that disrupted his food, especially during storage. *Rhyzopertha dominica* is one of the pests of the stored food which occupies a very special place because it is considered today as a pest that induce considerable economic losses especially on the wheat fields.

Biocidal plants are an important source of natural substances, especially in the search for alternatives to chemical control of stored food insects.

This work is part of research perspective of new plant protection products likely to be used in biological control against the objective of this study is test insecticide effect and germinative power of two extracts: essential oils and methanolic extracts of Cloves (*Syzygium aromaticum*) against Capucin (*Rhyzopertha dominica*) a pest of stored commodities that attacks durum wheat (Durum wheat *Triticum Durum* Desf )

To meet this objective, two extractions were carried out: hydrodistillation for essential oils and soxhlet for methanol extract.

The oily extract produced remarkable insecticidal activity compared to that of the methanolic extract, Let us mark a total mortality of adults from the first day of treatment specically at the 30 µl/ml dose with an estimated LD<sub>50</sub> of 4 µl/ml with an X= 0.601%. On the other hand, the hydromethanoic extract has a considerable insecticidal power; the latter depends on two factors, time and concentrations to have a total mortality. The two extracts of *S. aromaticum* have an influence on the germinative power of durum wheat grains and this for doses used (25%, 30%).

**Keywords:** Durum wheat, *Rhyzopertha dominica*, *Syzygium aromaticum*, Essential oil, Methanoic extract, Insecticidal activity, Germinative power.

# Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des Figures	
Liste des abréviations	
<b>Introduction Générale</b> .....	<b>01</b>
<b>Parti I : Revue Bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Généralité sur le blé</b>	
Histoire et origine .....	<b>06</b>
Position systématique du blé .....	<b>06</b>
Différences entre blé dur et blé tendre.....	<b>06</b>
Structure et composition chimique des grains de blé .....	<b>07</b>
Histologie et structure du grain de blé.....	<b>07</b>
Composition chimique.....	<b>08</b>
Le cycle végétatif du blé.....	<b>09</b>
Exigence du blé .....	<b>11</b>
Production du blé dans le monde et en Algérie .....	<b>12</b>
Production du blé dans le monde.....	<b>12</b>
En Algérie.....	<b>13</b>
Types de structures de stockage des grains de céréales.....	<b>13</b>
Le stockage traditionnel.....	<b>13</b>
Stockage en vrac (courte durée) .....	<b>14</b>
Stockage en sac.....	<b>14</b>
Les facteurs de détérioration des grains de céréales entreposés .....	<b>14</b>
IV. Insecte ravageurs des stocks du blé dur .....	<b>14</b>
<b>Chapitre II : Généralité sur l'insecte ravageur du blé : Ryzopertha dominica</b>	
Introduction... ..	<b>18</b>
Répartition géographique du Capucin ( <i>Rhizopertha dominica</i> ) .....	<b>18</b>
Position systématique de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>19</b>
Description de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>19</b>
Biologie de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>21</b>
Dégâts et régime alimentaire .....	<b>23</b>
La lutte contre les insectes des denrées stockées.....	<b>24</b>
<b>Chapitre III : Plantes insecticides :Sygium aromaticum(clou de girofle)</b>	
<b>I. Girofle (<i>Sygium aromaticum</i>) .....</b>	<b>27</b>
Origine et culture .....	<b>27</b>
Classification botanique .....	<b>27</b>
Description botanique.....	<b>28</b>
Composition Chimique.....	<b>28</b>
Activités biologiques et insecticides de <i>Sygium aromaticum</i> .....	<b>29</b>
<b>Partie II : Expérimental .....</b>	<b>31</b>
<b>Chapitre IV : Matériels et méthodes</b>	
<b>I. Objectif.....</b>	<b>33</b>
<b>II. Matériel biologique .....</b>	<b>33</b>
Matériel animal.....	<b>33</b>
Élevage de masse de l'insecte .....	<b>33</b>

## Sommaire

Matériel végétal .....	34
La plante aromatique .....	34
La plante hôte .....	35
<b>III. Méthodes</b> .....	<b>35</b>
Extraction de l'huile essentielle par entraînement à la vapeur d'eau .....	35
Détermination du rendement .....	36
Extraction de l'extrait méthanoïque .....	37
L'extraction d'extrait méthanoïque par Soxhlet .....	37
Protocole d'extraction par Soxhlet.....	38
Préparation des dilutions.....	39
Le rendement d'extraction .....	40
<b>IV. Les tests Biologie</b> .....	<b>40</b>
IV. Effet des substances bioactives d'extrait et l'huiles essentiels de clou de girofle par contact.....	40
IIV.. Détermination de la DL <sub>50</sub> .....	42
IV. Le pouvoir germinatif .....	43
<b>Chapitre IIV : Résultats et discussions</b>	
<b>I. Analyse des huiles essentielles</b> .....	<b>45</b>
Caractéristique organoleptique des HEs et des E. méthanoïques .....	45
Rendement en HE et E.méthanoïque de clou de Girofle .....	45
<b>II. Evaluation de la toxicité des huiles essentielles et extrait méthanoïque extraites de <i>Syzygium aromaticum</i> par contact sur les adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i></b> .....	<b>46</b>
Taux de mortalité des adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> traités par l'huile essentielle de <i>Syzygium aromaticum</i> .....	46
Taux de mortalité cumulée des adultes de <i>R.dominica</i> traité par HE de <i>S.aromaticum</i> .....	47
Détermination de la DL <sub>50</sub> de HE de <i>S.aromaticum</i> .....	48
Taux de mortalité corrigée des adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i> traités par l'extrait méthanolique de <i>Syzygium aromaticum</i> .....	50
Détermination de la DL <sub>50</sub> de l'extrait méthanolique de <i>Syzygium aromaticum</i> .....	52
II.3.comparaison entre HE et E.méthanoïque de <i>S.aromaticum</i> .....	52
<b>III. Pouvoir de germination</b> .....	<b>53</b>
<b>IV</b> .....	Conclusion
Conclusion Général.....	58

**Liste des tableaux**

01	Différences entre un blé tendre et un blé dur	<b>07</b>
02	Productions de blé dur estimées à l'échelle mondiale durant les campagnes agricoles en 2018	<b>12</b>
03	La surface cultivée, le rendement et la production de blé en Algérie	<b>13</b>
04	Les ravageurs des grains stockés	<b>15</b>
05	Principaux constituants chimiques de <i>Syzygium aromaticum</i>	<b>29</b>
06	Caractéristique organoleptiques des huiles essentielles et de l'extrait méthanolique de <i>Syzygium aromaticum</i>	<b>45</b>
07	Rendement de l'huile essentielle et extrait méthanoïque de <i>Syzygium aromaticum</i>	<b>46</b>

Liste des Figures

01	Histologie du grain de blé	08
02	Cycle végétatif du blé hybride HYNO (onglet « le blé en générale »	11
03	Aspect général de l'adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricus)	19
04	La larve de <i>Rhyzopertha dominica</i>	20
05	Nymphe de <i>Rhyzopertha dominica</i>	20
06	Adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i>	21
07	Cycle de vie de capucin <i>Rhyzopertha dominica</i> des denrées	22
08	Dégâts cause par le capucin des graines <i>Rhyzopertha dominica</i>	23
09	girofler <i>Syzygium aromaticum</i>	27
10	<i>Rhyzopertha dominica</i>	33
11	L'élevage de masse de <i>Rhyzopertha dominica</i>	34
12	<i>Syzygium aromaticum</i>	34
13	Grains de blé dur	35
14	Montage de l'extraction par L'entraînement à la vapeur d'eau	36
15	Montage de dispositif de Soxhlet	38
16	Dispositif expérimentale du test de toxicité par contact de Girofle	41
17	Pulvérisation des boites pétris de test de contact	42
18	Dispositif expérimentale du test germinatif	43
19	résultats de l'extraction de clou de Girofle	45
20	Evolution du taux de mortalité de l'huile essentielle de <i>S. aromaticum</i> par contact <i>vis-à-vis</i> des adultes de <i>R. dominica</i>	47
21	Mortalité cumulé de <i>Rhyzopertha dominica</i> sous l'effet d'huile essentielle de <i>Syzygium aromaticum</i>	48
22	Droite de régression mortalité / log dose de l'huile essentielle de clous de girofle sur les adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i>	49
23	Mortalité corrigée du capucin traité par l'extrait méthanoïque	50

	de clou de Girofle	
<b>24</b>	Mortalité cumulée des adultes de <i>R. dominica</i> traités par l'extrait méthanoïque de <i>S. aromaticum</i>	<b>51</b>
<b>25</b>	Droite de régression mortalité / log dose de l'extrait des clous de girofle sur les adultes de <i>Rhyzopertha dominica</i>	<b>52</b>
<b>26</b>	Mortalité corrigée des adultes de <i>R. dominica</i> traité par l'extrait méthanoïque et l'huile essentielle de <i>S. aromaticum</i>	<b>53</b>
<b>27</b>	Taux de germination des grains du blé traité par l'HE de <i>S. aromaticum</i>	<b>54</b>
<b>28</b>	Taux de germination des grains du blé traité par l'extrait de <i>S. aromaticum</i>	<b>54</b>
<b>29</b>	Effet de l'HE de <i>S. aromaticum</i> sur les gains de blé testés	<b>55</b>
<b>30</b>	Effet de l'Extrait méthanoïque de <i>S. aromaticum</i> sur les gains de blé testés	<b>56</b>

**Liste des abréviations**

±	plus ou moins
%	Pourcentage
°C	degré Celsius
ml	Microlitre
H E	Huile essentielle / huiles essentielles
G	Gramme
H	Heurs
L	Litre
F	Fabricus
R	Rhyzopertha
L1	Le stade larvaire 1
L2	Le stade larvaire 2
L3	Le stade larvaire3
m 1	La mue larvaire 1
m 2	Les mues larvaires 2
m 3	Les mues larvaires3
MC	Mortalité corrigé
Moy	Moyenne
Mort	Mortalité

## **Introduction générale**

Les céréales sont présentées par les nutritionnistes comme un élément indispensable de l'équilibre alimentaire, et promus par l'industrie agro-alimentaire comme « aliment santé ».

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

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 jusqu'à 10% à l'échelle mondiale (De Carvalho et *al.*, 2013), et plus de 50% dans les pays en voie de développement (Brader et *al.*, 2002). Parmi ces insectes, nous citons *Rhyzopertha dominica* Fab, (*Coleoptera: Bostrichidae*) (Edde, 2012). Les dommages causés par ces ravageurs se traduisent par la diminution du poids et de qualité des produits (Rajendran, 2002), la baisse du pouvoir germinatif (Dabiré et *al.*, 2008), la perte de leur valeur commerciale et de la viabilité des semences (Dal et *al.*, 2001).

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation d'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 cible telles que la faune auxiliaire (Soejarto et *al.*, 1989 ), de plus l'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistances chez les insectes traités (Leonard et Ngamo, 2004).

Ces dangers ont conduit l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, d'autres vont être prohibés dans un futur proche. Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche de molécules nouvelles en prenant en compte d'autres critères 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 actuellement est la

lutte biologique par l'utilisation des substances naturelles d'origines végétales (Benayad, 2008).

Connues depuis l'antiquité les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées comme tous les végétaux en médecine, en parfumerie, en cosmétique et pour l'aromatisation culinaire. Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman, 1999).

Les mécanismes d'action des extraits végétaux sont méconnus et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Isman, 2000).

On considère que ces mécanismes sont uniques et que les biopesticides peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces bio pesticides peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les ravageurs. Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée de vie de ces derniers (Isman, 2000).

Les extraits végétaux détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer (Lahlou, 2004). En effet, les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des denrées stockées. Leur utilisation a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche cette dernière décennie et a suscité un vif intérêt scientifique traduit par le nombre de travaux traitant de l'efficacité des huiles essentielles dans la protection des grains et des denrées stockées (Isman, 2000).

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, ayant pour objectif de tester l'effet de l'huile essentielle et de l'extrait hydro méthanoïque de Clou de Girofle

(*Syzygium aromaticum*) vis-à-vis d'un ravageur des graines et denrées stockées de la famille des Coleoptera « *Rhyzopertha dominica* ».

**Parti I :**

**Partie  
BIBLIOGRAPHIQUE**

# Chapitre

# I

## Généralité sur le blé

## Histoire et origine

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est à la base de la nourriture de l'homme (Ruel, 2006). C'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (Yves et De Buyer, 2000). Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (Ruel, 2006).

En ce qui concerne la localisation de la domestication des blés, on considérait jusqu'à aujourd'hui qu'elle avait eu lieu dans le Croissant fertile, vaste territoire comprenant, selon les auteurs, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de l'Irak, voire de la bordure ouest de l'Iran (Doussinault et *al.*, 1992).

La diffusion des blés vers l'Afrique par la route la plus ancienne gagna l'Égypte et se poursuivit vers le Soudan et l'Éthiopie, au sud, et vers la Libye à l'est. D'autres voies d'introduction furent maritimes : à partir de la Grèce et de la Crète, certains blés rejoignirent également la Libye ; d'autres, en provenance du Sud de la péninsule italienne et de la Sicile, parvinrent aux côtes de la Tunisie, du Maroc et de l'Algérie (Bonjean, 2001).

## Position systématique du blé

Selon Linnée, la classification botanique de cette plante est donnée comme suit :

- **Famille** : Poacées (Gramineae)
- **Sous-famille** : Festucoideae
- **Tribu** : Triticeae Aveneae
- **Sous-Tribu** : Triticineae
- **Genre** : *Triticum*
- **Espèce** : *triticumdurum*
- **Nom commun** : Blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

Blé dur (*Triticum durum* Desf.) (Feillet, 2000).

## Différences entre blé dur et blé tendre

Le blé tendre et le blé dur se différencient au niveau de la forme, l'aspect de la plante, leurs utilisations etc., les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans le tableau (Tableau 01)

Tableau 01 : Différences entre un blé tendre et un blé dur (Aidani, 2015)

Caractère	Blé tendre	Blé dur
<b>Aspect génétique</b>	3 génome A,B et D $2n = 42 = 3x (2x7)$	2 génomes A et B $2n = 28 = 2x (2x7)$
<b>Prédominance</b>	De l'amidon	Des protéines
<b>Aspect de la plante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuilles très étroite</li> <li>• Maturation rapide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuilles large</li> <li>• Maturation très longue</li> <li>• Moisson tardive exigeante du point de vue sol et climat.</li> </ul>
<b>Forme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texture opaque</li> <li>• Structure de l'amande farineuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Texture vitreuse</li> </ul>
<b>Utilisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.</li> </ul>

## Structure et composition chimique des grains de blé

### Histologie et structure du grain de blé

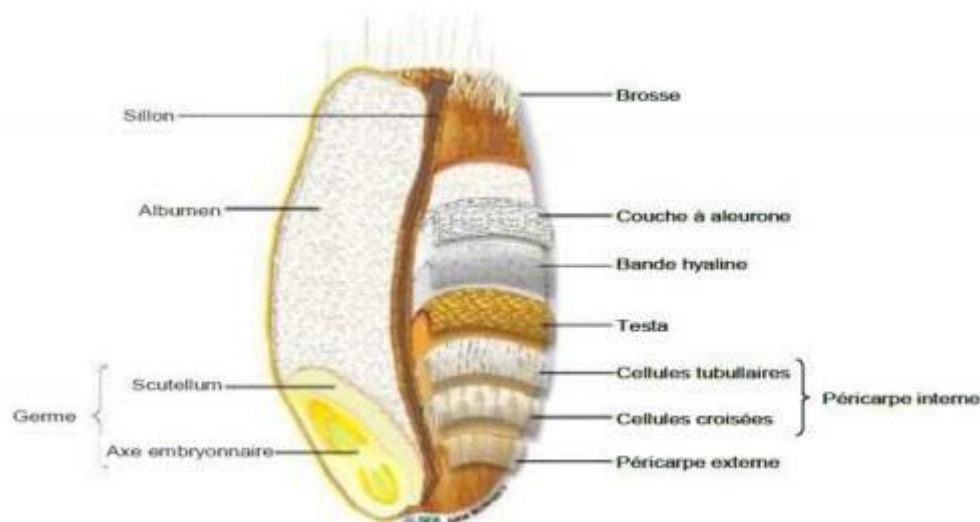
Le grain de blé est un caryopse (Crété, 1965 in Benkhellat, 2002), de forme ovoïde, plus ou moins allongée (Cheftel&Cheftel, 1992). Il possède une organisation en tissu spéciale afin d'assurer correctement son rôle de reproduction et de protection du germe. Son épaisseur varie entre 2,3 et 3,5 millimètre, sa longueur est comprise entre 5 et 8 millimètre (Godon, 1986 ; Feillet, 2000). Sur sa surface dorsale, se retrouve l'embryon qui est séparé de l'endosperme par une couche de cellules appelée « scutellum » et, un sillon profond à la face ventrale. A l'extrémité supérieure, des courts poils forment la brosse apicale, le germe se trouve à la partie inférieure (Cheftel&Cheftel, 1992).

De l'extérieur à l'intérieur, le grain de blé est constitué de trois parties

- L'enveloppe ou le péricarpe : comprend trois assises (l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe). Elle constitue 13% du poids total du grain sec (Boudreau & Ménard, 1992). Elle est riche en celluloses, sels minéraux, acide phytique

(calcium + fer) et des vitamines (B1, B2 et B6) (Cheftel&Cheftel, 1992 ; Gatel, 2003).

- L'albumen : représente 84% du poids total du grain. Il est formé de grandes cellules allongées (Crus & al, 1988 in Benkhellat, 2002), riche en protéine (70%) et présente environ 6% de lipides (Cheftel&Cheftel, 1992 ; Gatel, 2003).
- Le germe ou l'embryon : occupe 2,5% du poids total, comprend deux parties, la plantule et les cotylédons qui contiennent l'essentiel des matières grasses (Cheftel&Cheftel, 1992 ; Gatel, 2003).



**Figure01:** Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005)

### Composition chimique

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydratés, leur teneur en eau est environ de 14 %. Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain, il accumule toutes les substances nutritives nécessaires : glucides, protéines, lipides, substances minérales et vitamines (Cretois et *al.*, 1985 ; Abed et Belabdelouhad, 1998). Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination. Les réserves de la graine comprennent essentiellement :

- 70 à 80 % de **glucides**, essentiellement de l'amidon ; du gluten associé à l'amidon ; des hémicelluloses (des parois cellulaires); des sucres solubles et des protides.
- 9 à 15 % de **protéines** : essentiellement des protéines de réserves.

- 1,5 à 2 % de **lipides** dont 60 % sont des lipides libres apolaires et 40 % sont des lipides polaires.
- Enzymes tels que : des  $\alpha$  et  $\beta$  amylases, des protéases ainsi que des lipases et des lipoxygénases (Campion et Campion, 1995 ; Samson et Morel, 1995 ; Cherdouh, 1999).

## **Le cycle végétatif du blé**

### **1-La germination et la lève**

Au cours de la germination la coléorhize s'épaissit en une masse blanche et brise le tégument de la graine au niveau du germe, c'est le début de l'émission des racines primaires, garnis de poils absorbants (Figure 0.2). En même temps, la coléoptile, gainant la première vraie feuille, s'allonge vers la surface, où il laisse percer la première feuille, c'est la levée. La deuxième et la troisième feuille suivent bien après.

### **2-Le tallage**

Sitôt émise la troisième feuille émise, le deuxième entre-nœud qui porte le bourgeon terminal s'allonge à l'intérieur de la coléoptile et stoppe sa montée à 2 centimètre sous la surface du sol, pour former le plateau de tallage. A l'aisselle des feuilles (à partir de la quatrième feuille), des bourgeons axillaires entrent alors en activité pour donner de nouvelles talles. La première talle se forme à la base de la première feuille et la deuxième talle à la base de la deuxième feuille. Les bourgeons axillaires à l'aisselle des feuilles des talles donnent naissance à l'émission de talles secondaires.

### **3-La montaison (gonflement)**

Elle se distingue par la montée de l'épi sous l'effet de l'élongation des entrenœuds qui constituent le chaume. Les talles montantes entrent en compétition pour les facteurs du milieu avec les talles herbacées qui de ce fait n'arrivent pas à monter en épis à leur tour. Ces dernières régressent et meurent (Masle, 1982). Ce phénomène se manifeste chez les jeunes talles par une diminution de la croissance puis par un arrêt de celle-ci (Masle, 1981).

### **4-Epiaison – fécondation**

C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que va s'effectuer la fécondation. Le nombre de fleurs fécondées durant cette période critique dépendra de la nutrition azotée et l'évapotranspiration (Clement et Prats, 1970). Elle correspond au maximum de la croissance de la graine qui aura élaboré les

trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de transpiration qui influencent le nombre final de grain par épi.

### **5-Grossissement du grain**

Il correspond à la croissance de l'ovaire. Il s'agit d'une phase d'intense activité de la photosynthèse. A la fin de cette phase 40 à 50% de réserves se sont accumulées dans le grain qui, ayant bien sa taille définitive, reste mou et de couleur verte. C'est le stade grain laiteux (Chabi et al. 1992).

### **6-Le remplissage et la maturation du grain**

C'est la dernière phase du cycle végétatif. Elle correspond à l'élaboration de la dernière composante constitutive du rendement qui est le poids du grain, suite à la migration des substances glucidiques produites par la feuille étendard et stockées dans le pédoncule de l'épi (Gate, 2003). Elle exige la chaleur et un temps sec, elle se fera sitôt en plusieurs étapes, la maturité laiteuse (le grain contient encore 50% d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin), la maturité physiologique (le grain a perdu en humidité et l'amidon a été constitué), la maturité complète (la teneur en humidité atteint environ 20 %), le grain est mûr et prêt à être récolté, c'est alors la période des moissons.

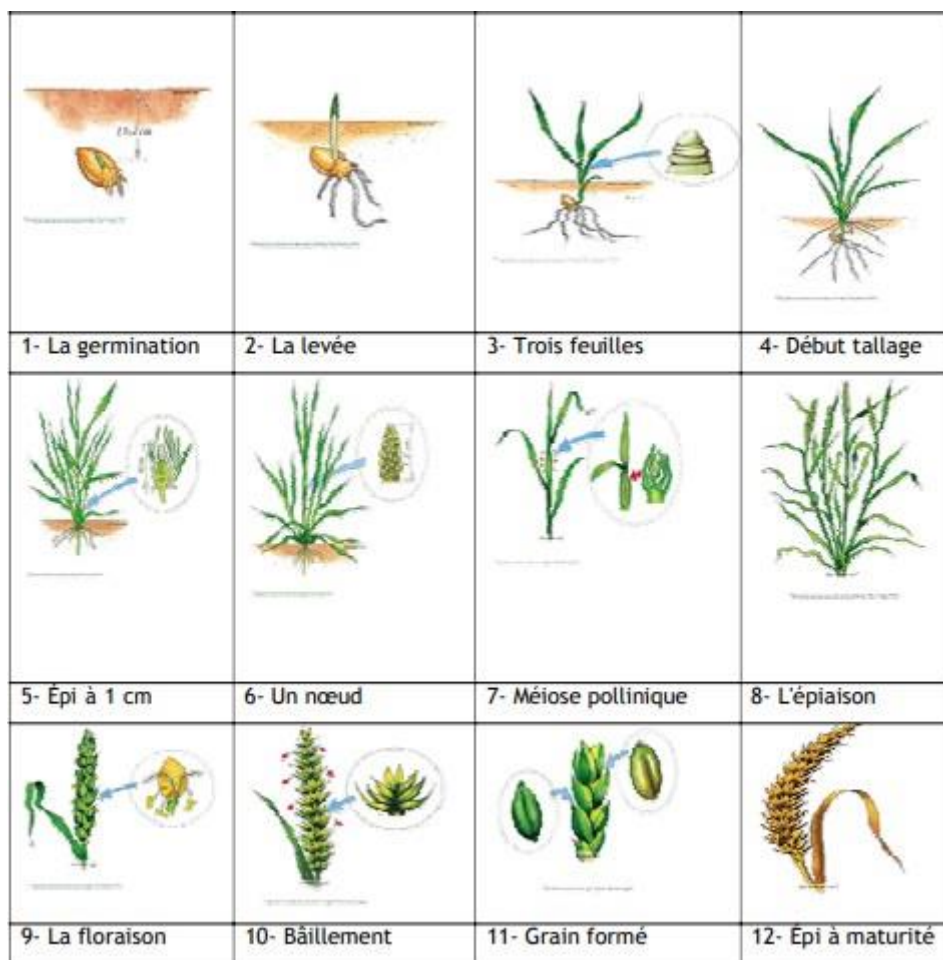


Figure02 : Cycle végétatif du blé hybride HYN0 (onglet « le blé en générale » (in (Laala, 2011).

### Exigence du blé

Un bon comportement de la culture durant tout son cycle de développement exige la réunion de certains facteurs qui conduisent à l'observation d'un meilleur rendement et parmi les exigences on peut citer :

#### 1-Climat

Selon Clement et Prats (1970), les facteurs climatiques ont une action prépondérante sur les différentes périodes de la vie du blé.

#### 2-Température

Baldy (1992) affirme que les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine : Les températures entre 25 et 32 °C défavorisent l'allongement racinaire l'optimum se situe entre 5 et 12 °C.

### **3-Eau**

Selon Soltner (1990), l'eau a une grande importance dans la croissance de la plante. En plus de l'eau de constitution des cellules et de celle qui entre dans les synthèses glucidiques catalysées par la chlorophylle, l'eau est le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute.

## **Production du blé dans le monde et en Algérie**

### **Production du blé dans le monde**

La production du blé dans le monde est estimée à 650 million de tonnes en 2010 (**Branlard et al., 2012**). La culture de blé représente 17% des échanges internationaux de produits agricoles. Seconde en volume après le maïs, cette dernière ne cesse de croître pour faire face à la demande de sa consommation. Les surfaces cultivées en blé est évaluée à 220 million d'ha, elle ne peuvent croître interminablement d'autant que les conditions agro climatiques et de culture (zone semi-aride, salinité des sols) voire l'extension des zones urbains sont de réelles limites à sa progression (Branlard et al., 2012). La culture du blé dur est concentrée en Allemagne, France et la Chine (Tableau 2).

Après une année 2014 de tous les records sur les cinq continents de la planète, aucun d'eux n'échapperait à une diminution de sa production durant la prochaine campagne. Attendue à 92 Mt, la récolte insuffisante de l'Inde pourrait même contraindre le pays à importer plusieurs millions de tonnes de blé pour satisfaire sa demande domestique. En Europe, la France, l'Italie et l'Espagne se démarquent de leurs voisins avec des prévisions très prometteuses. (**Frédéric H, 2015**)

**Tableau 02** : Productions de blé dur estimées à l'échelle mondiale durant les campagnes agricoles en 2018 (**FAO, 2020**).

	Superficie ha	Rendement hg/ha	Production tonnes
<b>Allemagne</b>	3036300	66737	20263500
<b>Argentine</b>	5822173	31806	18518045
<b>Australie</b>	10919180	19178	20941134
<b>Fédération de Russie</b>	26472051	27250	72136149
<b>France</b>	5231615	68427	35798234
<b>Inde</b>	29580000	33705	99700000
<b>Iran</b>	6700000	21642	14500000
<b>Pakistan</b>	8797227	28505	25076149
<b>Canada</b>	9881000	32152	31769200
<b>Chine</b>	24268794	54163	131447224
<b>Espagne</b>	2063683	38717	7989906
<b>Etats-Unis d'Amérique</b>	16027750	31999	51286540

### En Algérie

En Algérie, le blé dur (*Triticum durum Desf*), est la première céréale cultivée dans le pays. Elle occupe annuellement plus d'un million d'hectares. La production nationale en blé dur est encore faible, elle est estimée à 19076 tonnes (Tableau 1) et ne couvre que 20 à 25 % des besoins du pays, le reste étant importé. La cause principale de la faiblesse de la production du blé dur en Algérie est le faible niveau de productivité (rendement) obtenu, soit 9 à 11 quintaux/hectare. Cette faible productivité est elle-même due à des contraintes abiotiques (pluviométrie surtout), biotiques (adventices, surtout) et humaines (itinéraires techniques appliqués etc...) (Chellali, (2007) Cité in Mouellef, 2010).

**Tableau 03 : La surface cultivée, le rendement et la production de blé en Algérie (FAO, 2020).**

	Superficie ha	Rendement hg/ha	Production tonnes
<b>2017</b>	2118469	11501	19076
<b>2018</b>	2087003	2436503	3981219

## Types de structures de stockage des grains de céréales

Il existe plusieurs types de structures de stockage:

### Le stockage traditionnel

Le mode de stockage traditionnel dépend des conditions climatiques, notamment du taux d'humidité ambiant, et des matériaux locaux disponibles. Les agriculteurs utilisent, en général, des greniers dont la description et l'efficacité pratique varient d'une région à l'autre. Dans les hauts plateaux algériens, le stockage traditionnel se fait au champ ou à proximité des habitations dans des greniers qui sont en fait des enceintes creusées dans un sol argileux, c'est ce qu'on appelle " El matmour". Ce type de greniers ne met pas les produits à l'abri des attaques des rongeurs et des insectes. Le stockage traditionnel remonte à la plus haute antiquité (Diawara et *al.*, 1989). Il est utilisé dans plusieurs pays de l'Afrique, au Proche Orient et en Asie (Bartali, 1990).

### Stockage en vrac (courte durée)

Le stockage en vrac Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. (Doumandji et *al.*, 2003). Dans ce type de stockage des contaminations sont possibles, d'autant plus que dans ce type de construction, il demeure toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi de libre passage aux oiseaux, rongeurs et insectes est possible. Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre. Ce moyen de stockage indispensable face à l'insuffisance des installations spécialisées aura tendance à disparaître dans l'avenir. (Doumandji et *al.*, 2003)

### Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute ou en polypropylène pour les semences. Les sacs sont entreposés en tas dans divers locaux, magasins ou hangars. Souvent ce type de stockage est provisoire. Dans le cas de forte production et de saturation des divers locaux de grande capacité, l'utilisation des sacs et locaux annexes (hangars et magasins) devient nécessaire (Doumaindji et *al.*, 1989).

### Les facteurs de détérioration des grains de céréales entreposés

Au cours de leurs stockages les grains de céréales sont sujets à de nombreuses altérations d'où des pertes considérables dans le stock. Ces altérations qui touchent le grain sont d'ordres morphologiques, organo-leptiques, chimiques et biologiques. Les pertes causées aux grains des céréales entreposés sont dues principalement à



l'humidité (du grain et du lieu de stockage), la température (du grain et du lieu de stockage), et les insectes. (Maisonneuve et Larose, 1985).





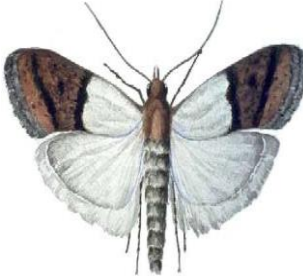
#### IV. Insecte ravageurs des stocks du blé dur



Ils sont considérés comme les déprédateurs les plus redoutables, puisqu'ils peuvent vivre sur des grains secs, de plus les céréales constituent un milieu favorable pour leur pullulation. Cependant, l'origine de l'infestation des stocks est variable. L'infestation peut débuter au niveau du champ pour certains insectes, comme elle peut également intervenir le long de la chaîne de post récolte empruntée par la denrée et enfin elle peut se faire dans les entrepôts. En plus, la contamination de la denrée par les insectes à l'intérieur des lieux de stockage, peut être due aux insectes s'y trouvant dedans, provenant de la proximité ou encore par un mélange entre des grains sains et ceux contaminés.

Les principaux insectes qui attaquent les grains de blé pendant la période de stockage sont indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau04** : Les ravageurs des grains stockés (Gayrard, 2020).

Nom commun	Condition de prolifération	Dégâts occasionnés	Natures des dégâts
Tribolium 	Population multipliée par 60 en 28 jours (350C, HR, 80%)	Larves et adultes	-Aggravation des dégâts des charançons - Sécrétion malodorantes
Charançon 	Population multipliée par 20 en 28 jours (300C grains à 14% humidité)	Larves	-Trou dans les grains -Germe et amande dévorés
Silvain	Population multipliée par 60 en 28 jours (320C, HR 90%)	Larves	-Aggravation des dégâts des charançons

			
<p>Cryptoleste</p> 	<p>Population multipliée par 20 en 28 jours (34 °C, HR 73%)</p>	<p>Population multipliée par 20 Larves et adultes</p>	<p>-Détruit le germe</p>
<p>Dermeste (Trogoderma)</p> 	<p>Population multipliée par 12.5 en 28 jours (34 °C, HR 73%)</p>	<p>Larves</p>	<p>-Grains creusés jusqu'à évidement complet</p>
<p>Capucin</p> 	<p>population multipliée par 20 en 28 jours (34 OC, HR 70%)</p>	<p>Adulte</p>	<p>-Réduction en poudre du contenu du grain</p>
<p>Teigne des fruits secs</p> 	<p>Population multipliée par 25 en 28 jours (30 °C, HR 70%)</p>	<p>Larves</p>	<p>-Attaque du germe - Dépréciation de la marchandise avec les fils de soie gluants de son cocon</p>
<p>Alucite des céréales</p>	<p>Population multipliée par 25 en 28 jours à 35°</p>	<p>Larves</p>	<p>-Trou dans les grains -Goût de rance -Germe et</p>

			amande dévorés
<p>Teigne de farine</p> 	<p>Population multipliée par 25 en 28 jours à 300C</p>	<p>Larves</p>	<p>-Le cocon bouche les machines et les circuits de manutention</p>

# Chapitre

# II

**Généralité sur l'insecte**

**Ravageur de blé stocké**

**« *Rhyzopertha dominica* »**

## **Introduction**

Les coléoptères sont les principaux ravageurs des denrées stockées. Ils peuvent causer des dégâts considérables au niveau des stocks. La connaissance de ces ravageurs et leurs biologies est le premier élément pour diminuer les dégâts. Les charançons (*Sitophilus granarius* et *Sitophilus oryzae*), et le capucin des grains sont particulièrement les plus redoutées car elles vivent logées à l'intérieur du grain pendant leur développement juvénile (Fleurat- Lessard, 2015).

Ces coléoptères peuvent être répartis en deux groupes et qui sont :

### **1-Les ravageurs primaires**

Ils s'attaquent à des grains intacts dont *Rhyzopertha dominica* et *Sitophilus granarius* ; *Sitophilus oryzae*. Ces trois espèces de « ravageurs primaires » des grains sont celles qui ont le taux de multiplication par génération le plus faible, mais elles ne peuvent être séparées du grain par simple nettoyage des lots avant la mise en cellule ou au moment de la sortie de cellule après stockage, comme on peut le faire avec les autres espèces qui n'ont pas de formes cachées (Fleurat-Leussard ,2015).

### **2-Les ravageurs secondaires**

Ils sont capables d'attaquer les grains qu'à partir des ouvertures causées par les ravageurs primaires servant de voies d'accès, tel que *Tribolium confusum*. Les espèces secondaires qualifiées « d'opportunistes » sont plus prolifiques que les ravageurs primaires, mais leur prolifération, quelquefois abondante, est plus facilement enrayée que celle des espèces strictement granivores (charançons et capucin) (Fleurat et Leussard, 2015).

### **Répartition géographique du Capucin (*Rhyzopertha dominica*)**

Le capucin est vraisemblablement originaire d'Asie du sud, il est actuellement répandu dans l'ensemble des zones tropicales subtropicales et tempérées chaudes, il est devenu, en raison de sa tolérance à de nombreux insecticides (Delobel et Tran, 1978)

**Position systématique de *Rhyzopertha dominica***

D'après Kellouche (1987), *Rhyzopertha dominica* F, appelé aussi, petit capucin des grains, appartient à la systématique suivante :

<b>Règne :</b>	Animalia
<b>Embranchement :</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement :</b>	Hexapoda
<b>Classe :</b>	Insecta
<b>Ordre :</b>	Coleoptera
<b>Famille :</b>	Bostrychidae
<b>Genre :</b>	Rhyzopertha
<b>Espèce :</b>	<i>Rhyzopertha dominica</i> (Fabricius, 1792).



**Figure 03:** Aspect général de l'adulte de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) ([www.insecte.org](http://www.insecte.org))

**Description de *Rhyzopertha dominica*****✓ L'œuf**

L'œuf est généralement blanc au moment de la ponte, tournant au rose ou brun avant l'éclosion, de forme ovoïde, de 0,6 mm de longueur et de 0,2 mm de diamètre (Potter, 1935)

✓ **Larve**

Les larves du premier stade sont de type Chrysomélien (pourvues de pattes) ; les trois derniers stades sont apodes de type Rhynchophorien (Mourier, 1979).

Elles mesurent, au premier âge entre 1 à 1,5 mm de long et atteignent au dernier stade de 2,5 à 3 mm, fortement incurvée et épaisse, blanche avec des soies foncées, segment anal renflé, tête grosse et brune ornée de poils bruns, pattes assez grandes brunes (Mourier, 1979).



**Figure 04 :** Vue microscopique des larves de *Rhizopertha dominica* (40X) (Originale, 2020).

✓ **La nymphe**

La nymphe formée après la dernière mue larvaire ne se nourrit pas. Chez certaines espèces, elle est enfermée dans un cocon tissé par la larve. Durant sa vie nymphale, l'insecte subit une métamorphose interne et externe complète qui mène au stade adulte (Amari, 2014).



**Figure 05:** Vue microscopique de la nymphe de *Rhizopertha dominica* (X40) (Originale, 2020).

**✓ Adulte**

L'adulte est de couleur brune plus au moins rougeâtre, de forme cylindrique, allongée et étroite, avec des côtés nettement parallèles (Steffan, 1978). C'est un insecte de petite taille, de 2,3 à 2,8 millimètre de longueur, avec un prothorax qui couvre entièrement la tête d'où le nom du « petit capucin des grains » (Steffan, 1978). La tête n'est pas visible (Potter, 1935) et remontée sous le thorax (Hagstrum et al., 2012). L'antenne à dix segments, les trois derniers forment une massue (Hagstrum et al, 2012).



**Figure 06:** Vue microscopique des adultes de *Rhyzopertha dominica* (X40) (Originale, 2020).

**Biologie de *Rhyzopertha dominica***

La ponte commence environ 15 jours après l'émergence et peut durer pendant quatre mois, les femelles survivent pendant plusieurs jours après la ponte (Mason, 2003). La femelle pond jusqu'à 500 œufs qui sont disposés à l'extérieur des grains souvent en groupes, le développement des œufs prend 32 jours à 18,1 °C, mais seulement 5 jours à 36° C (Hagstrum et al, 2012).

Après l'éclosion les jeunes larves creusent à l'intérieur des grains et se nourrissent de ces derniers, l'insecte à de quatre à cinq stades larvaires ou deux à sept (Hagstrum et al, 2012). Les températures limites pour le développement des larves sont de 18,2 °C et 38,6 °C (Arbogast, 1991).

La nymphose est effectuée dans la cavité d'alimentation, à l'intérieur de grain et l'insecte prend la forme d'un adulte progressivement, elle dure d'environ 5-6 jours à 28°C et 8 jours à 25°C (Mason, 2003).

Les adultes restent généralement dans la graine pendant quelques jours avant l'émergence (Hagstrum et al, 2012). La durée de vie de l'adulte peut atteindre les 240 jours (Mason, 2003).

Kellouche (1987) écrit que la durée du cycle de développement de *R. dominica* à 28°C et 75% d'humidité, est de 107 jours, elle est de 43 jours à 35°C et 85% d'humidité.

L'espèce est plus sensible au froid : une température de 21°C arrête sa multiplication et les adultes ne survivent pas à 3°C. L'adulte peut supporter des températures assez élevées, mais une exposition de 3min à 50°C suffit pour les tuer (Lepesme, 1944). Il résiste à la sécheresse, il est capable de se développer dans des grains de blé contenant seulement 8,5% d'eau (Steffan, 1978 ; Khalfi-Habes, 2007).

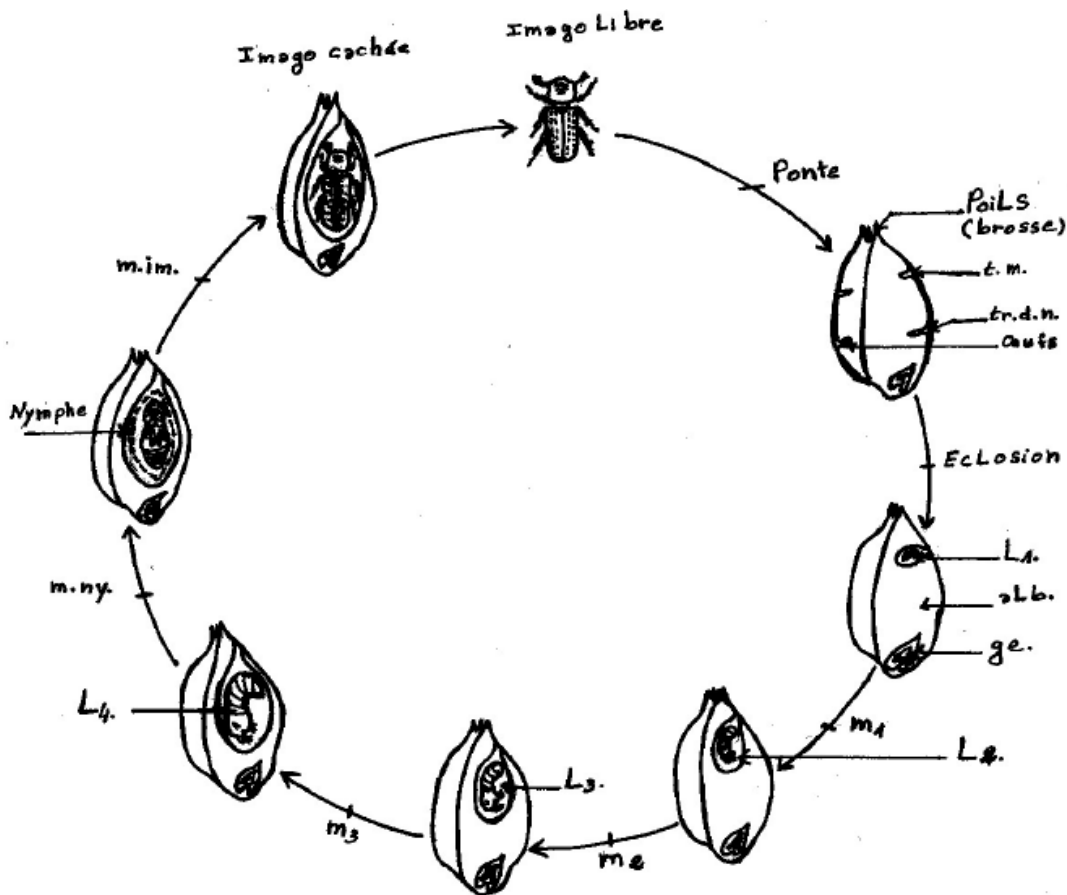


Figure07 : Cycle de vie de capucin des denrées (*Rhyzopertha dominica*)(Mourier, 1979).

**Alb:** Albumen;

**Ge :** Germe ;

**tr.d.n.:** Trou de nourriture;

**t.m.:** Tampon mucilagineux.

**L1; L2; L3 ; L4** : larve de 1; 2; 3; 4 stades ;

**m1; m2; m3, m4** : mues larvaires 1, 2, 3, et 4 ;

**m.ny** :Muesnymphosale ;

**m.im** :Muesimaginale (Mourier, 1979).

### Dégâts et régime alimentaire

*Rhyzopertha dominica* est le plus grand ennemi des grains après *Sitophilus oryzae*. C'est un ravageur dévastateur de blé stocké, sont commis par les adultes qui réduisent en poudre le contenu de grain germe et albumen , il infeste le blé ,riz , mais , orge , sorgho , millet , et leurs dérivés boulgour ( grains de blé ayant subi un trempage suivi d'une cuisson , puis éclatés) (Robiche et *al.*,2002).



**Figure 08** : Les dégâts causées par le capucin des graines *Rhyzopertha dominica* sur les grains de blé dur (original, 2020).

*R. dominica* est un ravageur potentiel qui cause des pertes dans la quantité et la qualité de graines stockées (Sanchez-Marinez et *al.*, 1997) et cela demande des coûts financiers immenses pour lutter contre ce ravageur (Cuperus et *al.*, 1990; Anon,1998).

Des expériences en laboratoire ont estimé que *R. dominica* consomme 0,15 g de blé pendant sa vie (Campbell et Sinha, 1976).

Ce sont des insectes très voraces (Khafi-Habbes, 2007). Selon Rao et Wilber (1972) in Benkhellat (2002), les attaques du petit capucin se traduisent par une production importante de poussière de grain et de déjections de l'insecte appelé « le frass » qui a une odeur

caractéristique dérivée de celle des phéromones d'agrégation excrétées par les adultes (Cruz et *al.*, 2016)

### **La lutte contre les insectes des denrées stockées :**

La protection des denrées stockées soulève souvent des polémiques, du fait que les dégâts surviennent quand les récoltes sont encore sur pied (Giles & Ashman, 1971). Pour cela, il est essentiel d'assurer des méthodes de lutte qui visent l'élimination des ravageurs dans les stocks.

#### **a-Lutte physique**

La lutte physique est la destruction des insectes par la modification des conditions environnementales (Fields, 1992). Ces moyens de lutte physique font appel au froid, à la chaleur, aux radiations ionisantes et aux matières inertes (Fleurat - Lessard, 1987).

Les insectes sont sensibles aux températures élevées, il suffit de leur imposer une température de 55°C durant une heure pour détruire à la fois les œufs, les larves et les adultes. Dans le cas du *R. dominica*, l'élimination des insectes à tous les stades est obtenue à 60° C pendant 10 minutes (Steffan, 1978). Cependant, la méthode de Shahein (1991), consiste à faire passer un courant d'air chaud dans la masse des graines, la mortalité absolue des individus est obtenue pendant trois minutes de temps d'exposition à 50° C. Par contre, l'exposition du capucin des grains à 9 °C pendant 3 à 10 semaines produit l'élimination de tous les stades larvaires dans les stocks (Fields, 1992).

D'après Lee & al. (1993), les insectes présentent des perturbations physiologiques suivies d'une mort certaine sous l'action d'un courant d'air frais. Les cellules sont progressivement déshydratées et le métabolisme est abaissé.

Selon White (2000) in Benkhellat (2002), les insectes ne se développent pas et ne se nourrissent pas aux températures inférieures à 10° C, ils finissent par mourir. À l'heure actuelle deux sortes de radiation ionisante sont utilisées pour la lutte contre les insectes. Dans le premier cas, il s'agit des rayons gamma ; dans le second cas, il s'agit d'électrons rapides produits par un accélérateur d'électrons (Vanloon, 1984 in Anonyme, 1984).

D'après Gwinner & al. (1996), la radiosensibilité des ravageurs varie selon les espèces ; les stades les plus sensibles sont les œufs et les larves. Ce moyen de lutte exige un personnel

qualifié et des structures de stockage adaptées, pour éviter d'exposer les opérateurs et les consommateurs au danger (Kellouche, 1987).

### **utte chimique**

Il existe deux types de traitements :

- Le traitement par contact où le grain est recouvert d'une pellicule de produits insecticide qui agit sur les insectes. Ces produits peuvent être utilisés sous forme de poudre ou après la dilution (Crus & al., 1988).
- Le traitement par fumigation dont les petites molécules de gaz pénètre à l'intérieur des grains et dans les fissures, ce qui leur permet d'anéantir les insectes cachés. Il existe deux produits de fumigation qui possèdent une grande importance économique l'hydrogène phosphoré (PH<sub>3</sub>) et le bromure de méthyle (CH<sub>3</sub>Br) (Gwinner&al., 1996).

### **c- Lutte biologique**

Selon Subramanyam&Hagstrum (1955) in Tiaiba (2007), la raison principale pour laquelle les chercheurs sont amenés à trouver des alternatives à la lutte chimique est le développement du phénomène de résistance des insectes ravageurs *vis-à-vis* des pesticides chimiques.

C'est une méthode qui utilise des prédateurs, des parasites, des agents pathogènes et des insectes (Proctor, 1995). Elle utilise aussi des extraits des plantes ; ces dernières ont été connues depuis des temps immémoriaux comme sources de protection des denrées stockées, beaucoup ont été utilisées par des fermiers depuis le seizième siècle (Belmain& Stevenson, 2001 in Kachebi&Kebbi, 2003). Différentes parties (feuilles, tiges, racines, écorces) de divers espèces sont utilisées dans plusieurs pays du monde (Afrique, Chine, Inde...) (Dales, 1996).

Selon l'hypothèse coévolutive de Enreich&Raven (1964) in Tiaiba (2007), les végétaux possèdent des systèmes de défense contre les déprédateurs grâce à leurs développements de génotypes capables de produire des composés secondaires ayant une activité insecticides, répulsive ou inhibitrice vis-à-vis de ces ravageurs (Huignard&al.,2002). Ces composants naturels ne courent aucun danger sur l'environnement ni sur la santé humaine, en plus ils sont facilement dégradables et possèdent un large spectre d'activité insecticide (Lawrence &Manshingh, 1993 in benkhellat, 2002).

# Chapitre

iii

**Plantes insecticides**

*Syzygium aromaticum* (Clou de Girofle)

## I. Girofle (*Syzygium aromaticum*)

### I.1. Origine et culture

Le Giroflier est un arbre tropical appartenant à la grande famille des Myrtacées, originaire d'Indonésie, dans la partie sud des Philippines et les îles de Moluques, d'Afrique et d'Amérique du sud, principalement dans des pays tropicaux. (Eric Penot et *al*, 2014).

Le giroflier donne des clous à partir de la cinquième année. Autour de la huitième année, la récolte est exploitable, mais le giroflier n'atteindra sa pleine production qu'à vingt ans.

Le moment le plus favorable à la récolte est déterminé par la couleur rosé du clou de girofle. Etant donné que les clous n'arrivent pas, à maturité de façon simultanée (les branches basses fleurissent plus tôt que les branches hautes), il faut procéder à plusieurs passages pour un même arbre. (Bois, 1999).

Un giroflier peut produire pendant 75 à 80 années, et ces vieux arbres peuvent donner 50kg de clous frais par an. (Ranoarisoa, 2012) Le moment de la récolte est très important car cueillis trop tôt les clous n'auront pas synthétisé la totalité de leurs composants, et cueillis trop tard ils perdront leurs pétales. (BArbelet, 2015)



**Figure 09:** Giroflier "*Syzygium aromaticum*" (original, 2020)

### Classification botanique

Classification botanique de giroflier (Goetz et *al.*, 2012)

- **Règne :** plantae
- **Classe :** Angiosperme
- **Sous-classe :** Tiporées
- **Ordre :** Myrtales

- **Famille** : Myrtaceae
- **Genre** : *Syzygium*
- **Espèce** : *Syzygium aromaticum*(L)Merr.&perry

#### Les dénominations communes

**Nom arabe** : قرنفل (enalgérienne)

**Nom français** : Girofle

**Nom scientifique** : *Syzygium aromaticum*.

#### **Description botanique**

L'arbre donne en Janvier/Février des boutons floraux, ou clous de girofle, pourpre scamoisis, groupés en cimes terminales. Ils sont cueillis en Juillet avant l'épanouissement de la corolle, quand ils commencent à prendre une teinte rosée, puis de nouvelles inflorescences apparaissent dès le mois d'Août et seront récoltées vers le début de l'année suivante. Les clous de girofle sont mis ensuite à sécher sur des claies au soleil ou à feu doux, pendant trois jours, avant de procéder au griffage pour éliminer les pédicelles ou griffes. Au cours du séchage, clous et griffes perdent entre 67 et 72 % d'eau (Richard et Loo, 1992).

Comme le nom de clou l'indique, le bouton floral comporte une partie quadrangulaire, l'hypanthe, longue de 10 à 12 mm pour un diamètre de 2 à 3 mm et une tête globuleuse d'un diamètre de 4 à 6 mm, entourée par les quatre lobes divergents des sépales et constituée des 47 quatre pétales imbriqués qui enferment de très nombreuses étamines recourbées. La poudre des clous de girofle peut être caractérisée par des fragments de parenchyme renfermant de grandes poches sécrétrices, de nombreux grains de pollen triangulaires à 3 pores dans les angles. (Bruneton, 1999)

#### **Composition Chimique**

Le clou de girofle renferme une quantité importante d'huile essentielle, des tanins, un peu d'amidon et des matières fibreuses cellulosiques. Le pédoncule floral (griffes) renferme 5 à 6% d'huile, dans les feuilles la quantité d'huile est de 3 à 4%. L'huile de girofle est très riche en eugénol de 70 à 85%.

On trouve aussi d'autres composés terpéniques (dont environ 10 % caryophyllène), aliphatiques, aromatiques et hétérocycliques (Goetz et al., 2012).

**Tableau 05:** Principaux constituants chimiques de *Syzygium aromaticum* (Goetz et al., 2012)

La famille de constituant	Détail des constituants
Huile essentielle	-Eugénol (80à90%) -Acétate d'Eugénol (5à10%), alpha et bêta Caryophylléné (5à12%), cétones aliphatiques
Tanins (12%)	-Taninsgalique et ellagique, acide gallique, Acide protocatéchique, eugéniinecasurictine, 1,3-di-O-galloyl-4,6-(s)-hexahydroxydiphénol-β-D-glucopyranose, tellimagrandine
Flavonoïdes (0.4%)	-Quercétine, koempférol, rhamnétine, eugénine
Chromones	-Biflorine, isobiflorine, hétérosides de chromones
Crops gras	-Stérols, glycosides stérolique, huile grasse (10%)
Autres	-Acides phénols, triterpènes

### Activités biologiques et insecticides de *Syzygium aromaticum*

Le girofle est composé de plus de 15% d'huile essentielle et de 70 à 90% d'eugénol, composé antibactérien, antiseptique et antifongique. Il y a, également, entre 9 et 15% d'acétate d'eugénol, qui possède également des propriétés antibactériennes (Rakotoatimanana B.V. et al, 1999)

L'huile essentielle de clou de girofle possède une puissante activité antifongique contre les pathogènes fongiques opportunistes, comme le *Candidat albicans*, le *cryptococcus* *Aspergillus fumigatus*. Elle a été particulièrement efficace sur un modèle expérimental de vaginite murine sur un modèle animal. (Goetz et al., 2012).

Elle le provoque une réduction de l'inflammation (induite par injection de carragénine au niveau de la patte du rat), inhibition des prostaglandines, leucotriène, du chimiotactisme des

leucocytes ainsi une inhibition de la synthèse des radicaux libres par les leucocytes (Goetz et *al.*, 2012).

L'huile essentielle de clou de girofle a été étudiée comme un agent potentiel anti cancérigène. (Zheng et al, 1992).

Plusieurs travaux ont montré que les huiles essentielles sont efficaces contre les ravageurs des cultures. Parmi eux, des tests ont mis en évidence l'efficacité par fumigation des essences du cumin, de l'anicontré, de l'origan et d'Eucalyptus camaldulensis. (Tuni et Sahinkaya, 1998). (Lee et *al.*, 1997).

# **Partie Expérimentale**

# Chapitre

**Matériel et méthodes**

**IV**

## I. Objectif

L'étude effectuée vise à :

- ✓ Etudier le pouvoir insecticide de l'extrait méthanoïque et huile essentielle de *Syzygium aromaticum*, dans le but de déterminer leurs efficacités sur la mortalité des capucins (*Rhyzopertha dominica*).

## La structure du stage

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de protection des végétaux de la faculté de des sciences de la nature et de la vie à l'université de Mostaganem.

## II. Matériel biologique

### Matériel animal

L'insecte faisant l'objectif de cette étude est le capucin (*Rhyzopertha dominica*).



**Figure 10 :** Aspect général de *Rhyzopertha dominica* (Originale, 2020).

### Élevage de masse de l'insecte

Le but de cet élevage est l'obtention de population afin de les utilisés pour nos futur expérimentations.

Afin d'inventorier les insectes susceptibles de causer des dégâts sur les graines des céréales et légumineuses choisies un élevage au niveau du phytotron pour favoriser le développement des insectes. Les grains sont misent dans des bocaux en verre et fermé par un tulle ou dans des petits

sachets en tissu afin pour faciliter la respiratoire des insectes et empêcher leur sortie, les grains secs sont utilisés comme substrat alimentaire ils sont ensuite mis dans une étuve réglée à une température de 27° à une humidité relative à 70% ± 5%.



**Figure 11:** Elevage en masse de *Rhyzopetha dominica* (original, 2020)

### **Matériel végétal II.2.1.La**

#### **plante aromatique**

Le matériel végétal est constitué de Clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) sèche, disponible dans le marché de Mostaganem tout au long de l'année, la plante a été choisie pour son importance dans la tradition culinaire et médicinale.



**Figure12 :** Matériel végétal « Clou de girofle » (*Syzygium aromaticum*) (original, 2020).

### II.2.2. La plante hôte

Pour l'élevage en masse de capucine d'une part et pour les différents tests insecticides d'autre part ; des graines de blé dur ont été ramenées de l'Union Coopérative Agricole (UCA) à Mostaganem.



**Figure 13 :** La plante hôte (grains de blé dur) (original, 2020).

## III. Méthodes

### Extraction de l'huile essentielle par entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est la méthode la plus utilisée actuellement et qui est la plus utilisée pour extraire l'huile essentielle des clous de girofle (*Syzygium aromaticum*).

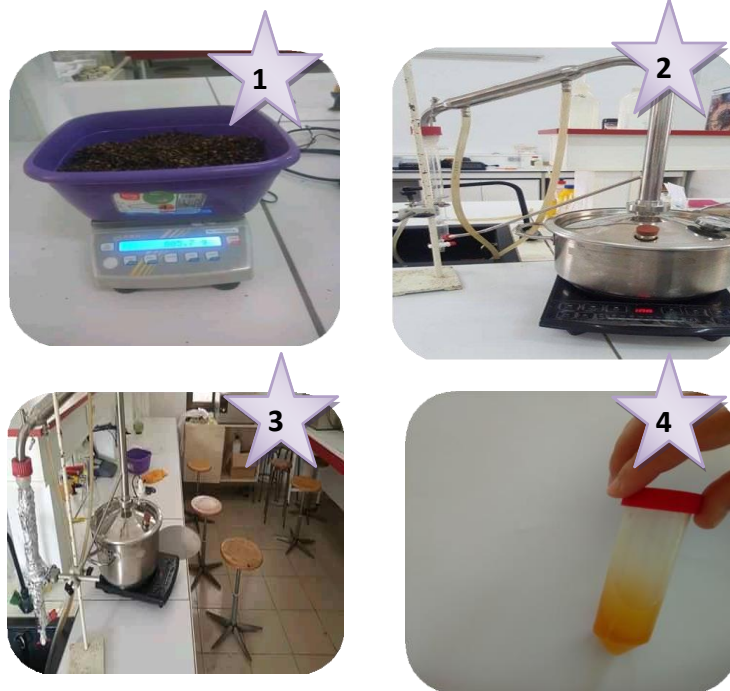
Il s'agit d'une méthode douce, qui évite le contact prolongé du végétal avec l'eau en ébullition car cela risquerait d'altérer les différents composants. L'opération dure trois heures.

Cette technique ne met pas en contact direct de l'eau et la matière végétale à traiter. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Iuicita, Iagunez Rivera, 2006).



**Figure 14** : Montage de l'extraction par entraînement à la vapeur d'eau (original, 2020)

Pour cela on introduit 805.7 g de clou de girofle dans deux litres d'eau distillé, puis on chauffe pendant trois heures à une température de 21°C. Grâce au système de cohobation la quantité d'eau au sein de l'alambic est quasiment la même tout au long d'extraction, L'huile essentielle obtenue est séparée de l'eau par pipette. L'extrait obtenu est conservée ensuite au réfrigérateur.



**Planche 01** : Les étapes de l'extraction de l'huile essentielle de clous de girofle

### Détermination du rendement

Selon la norme AFNOR (1986), le rendement en huile essentielle ( $R_{HE}$ ), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction ( $M_{HE}$ ) et la masse de la matière végétale utilisée ( $M_{mvs}$ ). Il est donné par la formule suivante :

$$R (\%) = (M / M_0) \times 100$$

**R** : Rendement en huile essentielle

**M** : Masse d'huile essentielle obtenu

**M<sub>0</sub>** : Masse de Matière végétal sèche

### Extraction de l'extrait méthanoïque

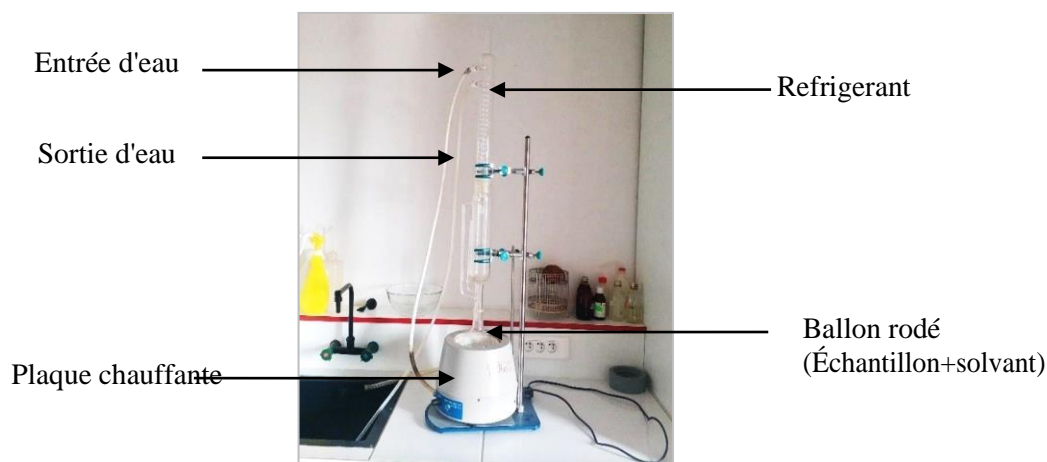
#### L'extraction d'extrait méthanoïque par Soxhlet

L'appareil de Soxhlet permet de réaliser une extraction par solvant continue d'une espèce chimique contenue dans une poudre solide. (Tedjini, 2006). L'extraction par Soxhlet est une

méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première (Penchev, 2010).

Le solvant est porté à ébullition, puis condensé avec le condenseur à boules, dans le réservoir à siphon, contenant le solide à extraire dans une cartouche de papier épais. Le contact entre le solvant et le produit à extraire dure pendant l'accumulation de solvant dans le réservoir, puis quand le solvant atteint un certain niveau, il amorce le siphon et retourne dans le ballon en entraînant la substance dissoute. Ce cycle peut être répété plusieurs fois, selon la facilité avec laquelle le produit diffuse dans le solvant (Penchev, 2010).

Cette méthode d'extraction exige un pro-traitement pour le mélange obtenu par Soxhlet ; en utilisant un évaporateur rotatif pour séparer l'extrait et le solvant d'extraction (Penchev, 2010).



**Figure 15:** Montage du dispositif de Soxhlet (Originale, 2020).

### **Protocole d'extraction par Soxhlet**

Une quantité de 60g de poudre de girofle est placée dans un récipient retraitée par solvant de pétrolium d'éther 5ml et laissé sous agitation à une température ambiante. La poudre sèche est ensuite transférée dans une cartouche en papier filtre épais pour être placée dans le réservoir de l'extracteur Soxhlet. Au cours du premier cycle d'extraction en continu, le solvant contenant la matière à extraire retourne dans le ballon par déversements à travers le siphon situé dans le coude latéral. Après plusieurs cycles successifs, l'extrait récupéré est concentré par évaporation à sec à

une température de 45C° à l'aide d'un rotavapeur. L'extrait obtenu est conservé à 6°C et mis à l'obscurité.



**Planche 02 :** Etapes d'extraction des Clous de girofle par Soxhlet (Originale, 2020).

### **Préparation des dilutions**

A partir de l'extrait obtenu, les doses à tester sont préparées par dilutions dans de l'eau distillée et qui sont les suivants : 5%,10%,15%,20%,25%,30%. Les témoins négatifs sont constitués par de l'eau distillée.

### Le rendement d'extraction

Le rendement obtenu est exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ, il est déterminé par la relation suivante :

$$R (\%) = M_{\text{ext}} \times 100 / M_{\text{éch}}$$

**R** : rendement en %

**M<sub>ext</sub>**: est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en gr

**M<sub>éch</sub>** : est la masse de l'échantillon végétal en gr (Clémence et Dongmo, 2009).

### IV. Effet des substances bioactives d'extrait et l'huiles essentiels de clou de girofle par contact :

Dans des boites de Pétri en plastique en introduit 30 g de graines saines de blé dur avec 50 individus adultes de *R. dominica*. Par la suite, les graines sont traitées avec cinq différentes doses (5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 et 30 $\mu$ L) de l'huile essentielle et cinq différentes concentrations (5%, 10%, 15%, 20%, 25% et 30%) de l'extrait de clou de girofle.

Après avoir bien mélangé la dose de l'huile essentielle ou extrait de clou de Girofle avec les grains et 50 individus adultes de *R. dominica*. Ces dernières sont ensuite hermétiquement fermées et mises dans une étuve dont les conditions sont contrôlées. Cinq répétitions ont été réalisées pour chaque test.

La mortalité a été enregistrée après chaque 24h pendant 6 jours d'exposition. Les pourcentages de mortalités observées sont corrigés par la formule d'Abbott(1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle et de connaître la toxicité réelle du biopesticide (**Finney, 1971**).

La formule d'Abott est la suivante :

**Pourcentage de mortalité = Mortalité des individus traités – mortalité des témoins / 100 – mortalité des témoins X100**



30g de blé dur + dose d'huile essentielle +50 capucins

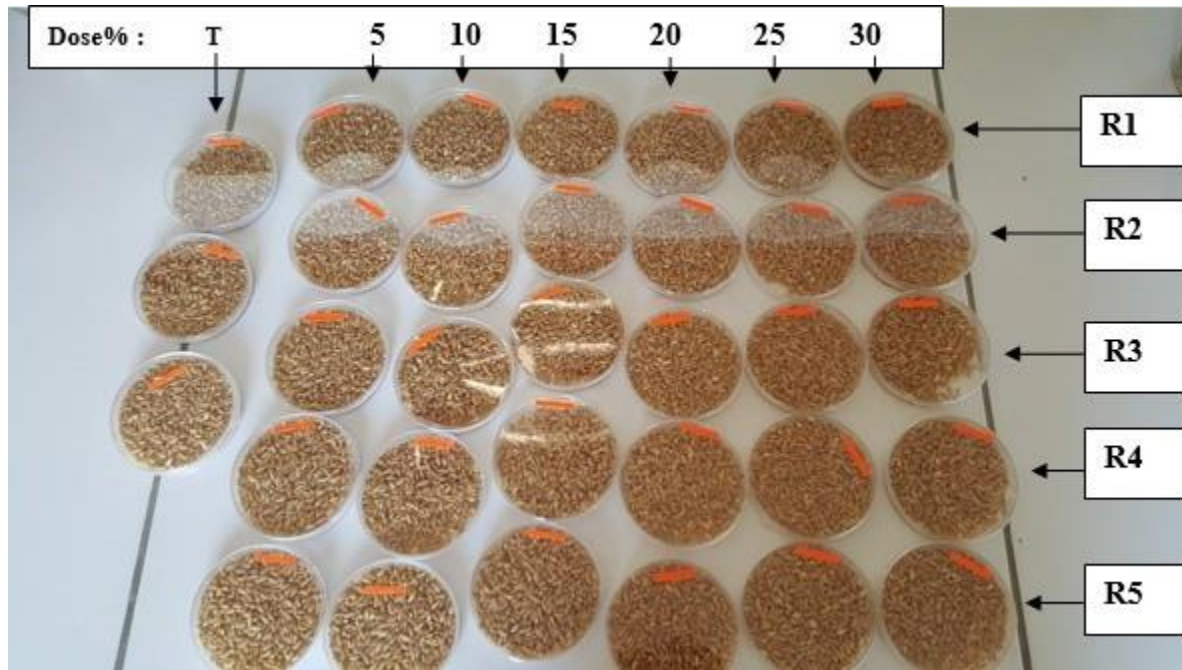


30g de blé dur + dose d'extrait +50 capucins



**Figure 16 :** Dispositif expérimentale du test de toxicité par contact (Original, 2020).

À l'aide d'un micro-pulvérisateur on a pulvérisé dans chaque boîte les doses utilisées, les boîtes ont été bien fermées avec du para-film.



**Figure 17:** Pulvérisation des grains dans les boites pétris par le test de contact direct (original, 2020).

#### IV. Détermination de la $DL_{50}$

La  $DL_{50}$  est un moyen qui permet d'estimer l'efficacité d'un produit, il correspond à la quantité des substances toxiques entraînant la mort de 50% d'individus d'un même lot. Elle est déduite par le tracé de la droite de régression mortalité / dose. De ce fait, les pourcentages de mortalité corrigés sont transformés en probit selon la méthode de **Finney (1952)**.

#### V.3. Le pouvoir germinatif

Après les traitements par contact, les graines sont soumises au test de germination qui consiste à prendre 100 graines au hasard de chaque échantillon traité qui seront par la suite mises à l'intérieur du coton imbibé d'eau dans des boites de Pétri sans couvercle. Au bout d'une semaine, les graines germées seront dénombrées pour chaque échantillon. Le taux de germination est donné par la formule suivante :

$$\text{Pourcentage de germination} = \left( \frac{\text{nombre de graines germées}}{\text{nombre totale des graines testés}} \right) \times 100$$



**Figure 18 :** Dispositif expérimentale du test germinatif (original, 2020)

# Chapitre

# IV

Résultats et  
Discussion



## **Conclusion générale**

Les produits naturels restent toujours une source inépuisable de structures complexes et diverses vu le rôle que peuvent jouer certains composés purs dans beaucoup d'applications, à savoir l'industrie pharmaceutique, l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique, la parfumerie,... etc. Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction,... etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif,... etc.).

Ce travail de recherche entrepris dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, où nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle qui a été extraite par l'entraînement à la vapeur d'eau et extrait méthanoïque obtenus par la méthode de Soxhlet extraites de *Syzygium aromaticum* vis-à-vis de l'indésirable de blé dur stocké « *Rhyzopertha dominica* ».

Nos résultats illustrent une activité insecticide de l'huile essentielle remarquable, où un taux de mortalité totale à 100 % a été enregistré dès le premier jour notamment pour les doses 25 et 30  $\mu$  l/ml

Par ailleurs, les résultats de mortalité notée lors de traitement des adultes de *Rhyzopertha dominica* par l'extrait méthanoïque des clous de girofle par effet de contact directe sont prometteurs ; où on a enregistré un taux de mortalité estimé à 93,8% coïncidant à la dose 20%. Le test de germination des grains de blé dur traités par l'huile essentielle et l'extrait hydro méthanoïque des clous de girofle, a présenté une sensibilité importante vis-à-vis des deux extraits testés. En effet l'augmentation de la dose des deux extraits permis de réduire le taux de germination du blé dur.

A travers cette étude et d'après les résultats obtenus ; on peut conclure que l'huile essentielle de Clou de Girofle ont présenté un effet insecticide et un pouvoir anti-germinatif non négligeables.

Ceci nous amène à dire que cette plante étudiée est prometteuse comme source de bioinsecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Enfin, il serait judicieux de faire :

- L'étude menée sur l'efficacité de l'huile essentielle et extraits méthanoïques de Clous de Girofle (*Syzygium aromaticum*) donné larges perspectives sont ouverte dans le

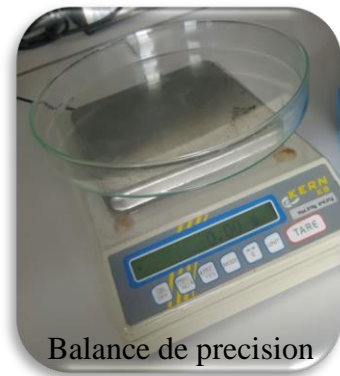
domaine appliquée aux cultures de grain et qui nous proposer une méthode d'épargner les graines des différents ravageurs dans les champs de culture

- Le remplacement des pesticides dangereux avec les bio-insecticides à base des huiles essentielles et des extraits végétales naturelles serait plus bénéfique à l'homme pour préserver sa santé et s'épargner la perte de ses récoltes.

# Annexe

**Annexe 1 : Matériel du laboratoire**

- Boîtes de Pétri en plastique de 8,50 cm de diamètre et de 1 cm de hauteur ;
- Des bocaux en verre, pour l'élevage de masse des insectes à étudier ;
- micropipettes à volume variable.
- Une loupe binoculaire pour l'observation des différentes espèces d'insectes ;
- Une balance à affichage électronique pour les pesées des graines de blé dur ;
- Autres accessoires : tamis, pinceaux, ciseaux, pinces, rouleau adhésif, entonnoir, petite pelle en plastique, béchers, Flacon stérile
- Appareil d'extraction soxhlet et entrainement à la vapeur d'eau



**Planche 01 : Matériel de laboratoire (Originale, 2020).**

**Annexe 2 : Evaluation de la toxicité des huiles essentielles et extrait méthanoïque  
extraites de *Syzygium aromaticum* par contact sur les adultes *Rhyzopertha dominica*  
huile essentielle**

**Tableau01 : Effet d'huile essentielle de clou de girofle appliqué sur capucin**

Dose HE	Répétition					Moyenne	Morts%	Mc%	Probit	Log dose
	R1	R2	R3	R4	R5					
Témoin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5µl	48	50	50	50	43	48.2	96.4	96.4	6.75	0.69
10µL	50	50	50	50	50	50	100	100	7.37	1
15µl	50	50	41	50	46	47.4	94.8	94.4	6.55	1.17
20µl	50	50	50	50	50	50	100	100	7.37	1.30
25µL	50	50	50	50	50	50	100	100	7.37	1.39
30µl	50	50	50	50	50	50	100	100	7.37	1.47

**Tableau02 : Efficacité journalière d'huile de clous de girofle**

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
<b>Témoin</b>	0	0	0	0	0	0
<b>5µL</b>	89.2	90.4	93.6	95.6	96	96
<b>10µL</b>	98.4	99.6	100	100	100	100
<b>15µL</b>	88.8	90.4	93.6	94.4	95.2	95.2
<b>20µL</b>	99.2	99.2	100	100	100	100
<b>25µL</b>	99.6	100	100	100	100	100
<b>30µL</b>	100	100	100	100	100	100

## Extrait méthanoïque

**Tableau03:** Effet d'extrait méthanoïque de clou de girofle appliqué

Dose d'E. méthanoïque	Répétition					Moyenne	Morts%	Mc%	Probit	Log dose
	R1	R2	R3	R4	R5					
<b>Témoin</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>5%</b>	33	28	28	32	30	28.2	56.4	0.9	5.15	0.69
<b>10%</b>	32	35	20	35	42	34.8	69.6	30.9	5.50	1
<b>15%</b>	37	30	33	35	39	34.8	69.6	30.9	5.50	1.17
<b>20%</b>	49	46	46	46	44	46.4	92.8	83.6	6.41	1.30
<b>25%</b>	45	50	29	28	42	38.8	77.6	49.06	5.74	1.39
<b>30%</b>	45	34	30	31	49	37.8	75.6	43.18	5.67	1.47

**Tableau04 :** Efficacité journalière d'extrait méthanoïque de clous de girofle

	J1	J2	J3	J4	J5	J6
<b>Témoin</b>	0	0	0	0	0	0
<b>5%</b>	12,4	32,4	44,8	52,8	57,6	58,8
<b>10%</b>	10	32,2	48,8	60,8	66,4	69,6
<b>15%</b>	15,6	39,2	52,4	60,4	65,2	69,6
<b>20%</b>	47,6	86,8	90,8	92	93,2	93,6
<b>25%</b>	28,8	56,8	70,8	77,2	79,2	81,6
<b>30%</b>	30,8	55,6	69,6	74	74,8	75,6

### I. Teste de germination

✓ Teste de germination des graines de blé traité par HE

Témoin	5µL	10µl	15µl	20µl	25µL	30µL
100	84	75	80	80	34	30

✓ Teste de germination des graines de blé traité par extrait méthanoïque

Témoin	5µL	10µl	15µl	20µl	25µL	30µL
100	65	40	35	30	22	19

## *Référence Bibliographié*

- Abadlia M. & Chebbour A. H, 2014.** Etude des huiles essentielles de la plante *Mentha piperita* et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Mémoire de fin études, département de biologie et écologie végétal Université Constantine.45-47p
- Abdell I, 2017,** Caractérisation physicochimique des huiles d'olive de quatre régions de la Kabylie et étude de leur activité biologique à l'égard des deux insectes ravageurs des grains stockés, *Rhyzopertha dominica* et *Sitophilus granarius*. Mémoire de fin études, Département d'agronomie, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 6-8p
- Abderrahim H, 2011.** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques ; thèse en Chimie organique et catalyse; université de Toulouse ; p26
- Achouri .I, 1985.** Fertilisation azotée et densité de peuplement d'une variété de blé dur dans la Mitidja ; Thèse d'INGINA .EL-Harrach 62 p.
- Adli D. E. H, 2015.** Effets prophylactique de l'administration d'un extrait de *Syzygium aromaticum* (Clou de girofle) chez les rats wistar en croissance intoxiqués au plomb et au manganèse. Etude biochimique, histologique et neurocomportementale. Thèse de Doctorat en biologie de biochimie.Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, 114 p.
- Aflatuni A, 2005.** The yield and essential oil content of mint (*Mentha ssp.*) in Northern Ostrobothnia. Oulu University Press, Finland, 52 p.
- AFNOR, 1991.** Association Française de Normalisation. Contrôle de la qualité des produits alimentaire : céréales et produits céréaliers. AFNOR.
- Aidani H, 2015.** Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) sur les céréales stockées « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master en Agronomie Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 15p
- Ait aider F., Kellouche A., Fellag H., Debras J.F., 2016.** Evaluation of the bioinsecticidal

effects of the main fatty acids of olive on *Callosobruchus maculatus* F. Coléoptère: Bruchidae) in cowpea (*Vigna unguiculata*), journal of plant diseases and protection, 132 (5): 235- 245

**Ali Dib T, Monneveux Ph, et Ariaus J.L., 1992.** Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Caractères physiologiques d'adaptation. Agronomie, 12 : 381-393.

**Anonyme, 2017.** L'HERBIER AROMATIQUE (<http://www.puressentiel.com/be/fr/herbier/menthe-poivrée>)

**Atmani H et Baira K, 2015.** Mise en évidence de l'activité antibactérienne et antifongique et l'étude des caractères Physico-chimique de l'huile essentielle du clou de girofle *Syzygium aromaticum* L. Mémoire de Master en Biologie et physiologie végétale. Université Frères Mentouri 1. Constantine. P-64.

**Balachowsky A. S., 1963.** Entomologie appliquée à l'agriculture, Tome 1. Volume 2 : Coléoptères, Paris : p1073 – 1097.

**Benayad N. 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Universitaire Mohammed V-Agdal, 14p.

**Benazzeddine S, 2010.** Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis- à - vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Curculionidae). Mémoire **En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'État en sciences agronomiques** en Zoologie agricole et forestière Ecole nationale supérieure agronomique El- Harrach d'Alger, 1p

**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 Magister Science de la nature. Endépartement. Université de Bejaia. 102p.

- Bonjean A, 2001.** Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum atrium* L.). Dossier de l'environnement d'INRA 21 : 29-37p.
- Boubekeur A. S, 2005.** Etude phréologique et sélection de quelques variétés du blé dur introduites et cultivées dans plusieurs environnements. ;MEMOIRE DE MAGISTER en département D'AGRONOMIE Université Saad Dahlab de Blida, 13-27p.
- Bouzidi M, et Toubal N., 2015.** Effet insecticide de l'huile d'olive de différentes régions de Kabylie à l'égard de quatre coléoptères ravageurs des grains stockés : *Sitophilus oryzae* (Curculionidae), *Rhyzopertha dominica* (Bochtrydae), *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) et *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae). Mémoire de master en biologie. UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU, 22p
- Bowen, I.H., Cubbin, I.J., 1992.** *Mentha piperita* and *Mentha spicata*. In Adverse effects of herbal drugs, 1, eds. P. A. G. M. De Smet , K. Keller , R. Hansel , and R. F. Chandler , 171–178. New York: Springer-Verlag
- 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. 3875-86p.
- 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, 39-44p.
- Cseke L .J, et Kaufman P.B, 1999.** How and why these plants are synthesized by plants. In: Natural Products from Plants, Cseke L.J., Kaufman P.B, Warber S., Duke J.A. et Briemann H.L. CRC Press, Boca Raton, FL,USA. pp 37-90
- 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, 319-326p.

**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, 77-84p.

**De Carvalho B.N.C.R., Negrison Junior A.S., Bernardi D., Silveira Garcia M., 2013.** Activity of eight strains of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: *Steinerne matidae*, Heterorhabditidae) against five stored product pests. Experimental Parasitology, 134,384-388p.

**Doussinault G, Kaan F, Lecomte C, Monneveux P, 1992.** Les céréales à paille présentation générale In Gallais A, et Bannerot H Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA Paris: 13-21p.

**Edde P.A., 2012.** A review of the biology and control of *Rhyzopertha dominica* (F.) the lesser grain borer. Journal Of Stored Product Research 48, 1–18p.

**Feillet P., 2000.** Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, paris : 23-25pp.

**Goetz P et le Jeune R., 2010.** *Syzygium Aromaticum* L, Merr and Perry (Myrtaceae) giroflier, phytothérapie, p 37-43.

**Guide pratique de l'agréeur OAIC 2003.** Protection des céréales, des oléagineuses et des légumineuses a grain entreposés a la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures, Agriculture et Agroalimentaire Canada 1851p.

**Hannachi A, 2017.** Aptitude à la combinaison, sélection mono et multi caractères et adaptabilité du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux conditions semiarides ; thèse de Doctorat DEPARTEMENT D'AGRONOMIE, Université Ferhat Abbas Sétif 1.

**Houari A.D.E, 2015.** Effet prophylactique de l'administration d'un extrait de *Syzygium aromaticum* (clou de girofle) chez les rats wistar en croissance intoxiquée au plomb et au manganèse. Etude biochimique, histologique et neurocomportementale. Thèse de Doctorat en biologie. Université d'Oran Ahmed ben Bella. P-52, 63.

[http://jcringenbach.free.fr/website/beetles/Bostrychidae/Rhyzopertha dominica.jpg](http://jcringenbach.free.fr/website/beetles/Bostrychidae/Rhyzopertha%20dominica.jpg), 1792

<http://www.fr.rentakil.com/fr/a-to-z-of-pests/insectes-desproduitsstocks/capucindesgrains/index.html>

**Isman M.B, 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection. pp 603-608.

**Korti A et KHeddami A, 2018.** Impact des insectes ravageurs de stocks de blés dur sur la qualité marchande au niveau de la CCLS de Tlemcen ; Mémoire de fin étude en Agronomie de l'Université UNIVERSITE de TLEMCEM 10-20,26P

**Lakab R, 2012 ;** Effet de la fertilisation azotée sur la culture du blé dur (*triticum durum* Desf.) variété « bousselam » et sur la décomposition de la matière organique en semis direct dans la région semi-aride de sétif ; mémoire de niveau en Agronomie de l'université Ferhat Abbas Sétif 1, 14-18p

**Lamiaie A, 2017.** Structuration de la variabilité génétique d'une collection de blé dur au Maroc par les marqueurs agro-morphologiques, physico-chimiques, biochimiques et moléculaires et étude des associations marqueurs SSR – paramètres de qualité; thèse de doctorat ; Université Mohammed V, Rabat ;p28-30.

**Lamboni L. Y, Georg G, Kerstin H.P. Fandohan., 2002.** Petit manuel d'identification des principaux ravageurs de denrées stockées en Afrique de l'OUEST ; 6-7p

**Luicita. L. R, 2006.** Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Thèse de l'institut national polytechnique de Toulouse, France. 1-4P

**Mathieu D, 2013.** Le clou de girofle à la rescousse, 165 Boulevard Springer, 14p.

**Mekaoussi R, 2015 ;** Etude de comportement variétal du blé dur (*Triticum durum* Desf.) vis-à-vis de *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera : Aphididae) dans la région de Batna en vue de l'amélioration de la plante. Mémoire de MAGISTER en Sciences agronomiques université El-Hadjar Lakhdar Batna, 1-7p

**Menaceur F, 2015.** Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'érigeron, du fenouil commun, de la lavande et du genévrier ; Thèse ; école nationale supérieure agronomique El-Harrach –Alger ; p22

- Mme Ait-Slimane-Ait-Kaki S, 2008** ; Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie ; Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat Sciences ; université Badji Mokhtar université Annaba, p28-32
- Mme. Louali Y, 2016** ; Production de génotypes mutants chez le blé dur (*Triticum durum*) : une source de variabilité génétique pour la tolérance à la sécheresse ; Présentée en Vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat 3ème cycle Option « Biotechnologie et Génomique Végétales » ; Université des Frères Mentouri Constantine, p25.
- P.G.Koehler et R.M. Pereira A., 1994.** Léser Grain Borer *R.dominica* (Coleoptera : Tenebrionidae)
- Penchev P.I., 2010.** Etude des procédés d'extraction et de purification des produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pression. Thèse de doctorat. Université de Toulouse (France) ; p 60.
- Pires, E. M. et al.** Walking stability of *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae). *Braz. J. Biol.* [online]. 2016, vol.76, n.3, pp.568-576. Epub Apr 19, 2016. ISSN 1678-4375. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.16914>.
- Potter C., 1935.**The biology and distribution of *Rhyzopertha dominica* (Fab).Transactions and proceedings of the society, 83:449 – 482.
- Seck D., 1994.** Développement de méthodes alternatives de contrôle des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigènes. Thèse de doctorat à la faculté de sciences agronomiques de Gembloux, 192p.
- Surget A, Barron C, 2005.** Histologie du grain de blé. Industrie des céréales 145 : 3-7p.
- Tedjini B., 2006.** Extraction des huiles essentielles et des concrètes de l'huile visqueuse. Mémoire de fin d'études d'ingénieur d'Etat. Ecole Nationale Polytechnique, P.85.
- Thomson V., 1966.** The biology of the lesser grain borer *Rhyzopertha dominica* (FAB).Bull. Grain. Tec., 4, 4, 163, 168p.

