

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA 1  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGES

Spécialité : Phytopharmacie appliquée

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Master académique en  
Sciences de la Nature et de la Vie

Thème :

**Effet régional de l'activité insecticide des extraits  
aqueux formulé du *Myrtus communis* L. sur le  
capucin des grains (*Rhizopertha dominica*)**

Présenté par :

Mlle : MOUZAOUI Fatma

Devant le Jury :

Mme NEBIH D.	M.C.B.	U. Blida 1	Présidente
Mr. DJAZOULI Z. E.	Pr.	U. Blida 1	Promoteur
Mr AROUN M.E.F	M.C.B.	U. Blida 1	Co-promoteur
Mme.AMMAD F.	M.C.B.	U. Blida 1	Examinatrice

Année Universitaire 2016-2017

## **Remerciement**

*Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour bien mener ce travail.*

*Ensuite, je tiens à remercier les membres du jury de thèse d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail. Pour cela, je leur exprime ma gratitude et mon profond respect.*

*Mes profonds respects, toute ma gratitude et ma reconnaissance vont à mon promoteur **Dr DJAZOULI Z.E.** pour son bon encadrement, son aide précieuse et sa disponibilité tout au long de ma formation.*

*Mes vifs remerciements et mes respects vont à mon Co-promoteur **Mr. AROUN MFE.** pour son aide et sa disponibilité.*

*Nos sincères remerciements et gratitude s'adressent à Mme **Nebih.D** d'avoir fait l'honneur de présider la séance de ma soutenance.*

*Nous tenons à remercier l'examinatrice Mme **Ammad F** qui a aimablement accepté de faire partie de notre jury de thèse. Sincères remerciements.*

*Mes remerciements vont sans doute à ma famille en particulier à **mes parents et mes frères** et surtout mon cher mari **Mourad** qui a cru en moi et n'a cessé de m'encourager et de me soutenir pendant les moments difficiles.*

*Je remercie également toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## DÉDICACES

*C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail à tous ceux que j'aime. A ceux qui malheureusement ne sont plus là aujourd'hui pour partager ma joie ; ma grand paire **Rabah** à tous ceux que je porte dans mon cœur en particulier :*

### *Mes chers parents **FATMA Z ET RABIE***

*En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie. Avec toute ma tendresse.*

### *Mes adorables frères et ma sœur,*

*AYOUB SAMI ET CHAIMA pour leur soutien moral et leurs sacrifices tout au long de ma vie.*

### *Ma belle famille*

### *Tous mes enseignants de phytopharmacie appliquée*

*En particulier Mr DJAZOULI ZE. et Mr AROUN M.*

### *Tous mes amis et collègues*

*Mes collègue de phytopharmacie appliquée en particulier OUCHENE Y.*

*Et enfin, A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de se travail, je vous dis merci.*





## **Effet régional sur l'activité insecticide des extraits aqueux formulés de *Myrtus communis* L. sur le capucin des grains *Rhizopertha dominica***

### **Résumé**

Ces dernières années les chercheurs sont orientés vers une nouvelle méthode de lutte alternative de la lutte chimiques, basée sur l'utilisation des extraits végétaux plus précisément les extraits aqueux dans la protection des denrées stockées. Dans le présent travail nous avons estimé l'effet insecticide des bioproduits à base d'extraits aqueux des feuilles de myrte (*Myrtus communis*) qui ont été prélevées des régions de Hammam Melouane (Parc National de Chrèa) et de Tamerzoga (Tizi Ouzou) à l'égard de Capucin des grains, *Rhizopertha dominica*. Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué deux formulations à base d'extrait aqueux à deux dilutions ont été réalisées en additionnant 1ml d'extrait aqueux formulé à 60 ml(D1) et 120 ml(D2) d'eau distillé pour chaque région. Les résultats montrent que le biopesticide à base d'extrait aqueux des feuilles de *M. communis* de la région de Blida a une efficacité remarquable par rapport au biopesticide à base d'extrait aqueux des feuilles de *M. communis* de la région de Tizi Ouzou. Une différence hautement significative a été signalée entre le mode de contact direct et le mode résiduel. L'action résiduelle présente la plus faible efficacité sur les adultes *R. dominica* que celle par effet contact. La mortalité signalée chez les adultes de *R. dominica* sous effet des extraits aqueux formulés (F2) (60% MA+émulsifiant+mouillant+ pénétrant) de myrte *M. communis* provoque des mortalités remarquables sur les adultes des *R. dominica* par rapport à la première formulation(F1) (70% d'EA+ 30% de solvant et d'émulsifiant) pour les deux régions Blida et Tizi Ouzou. Les résultats signalent que la mortalité temporelle augmente avec le temps quelque soient les formulations, les dilutions et les régions par rapport aux témoins négatifs et positifs Cette différenciation d'effet serait due à l'utilisation des différents adjuvants qui permettent l'augmentation de la toxicité du principe actif. Ces données confirment que les extraits aqueux des plantes en combinaison avec des adjuvants pourraient être perçus comme moyen de lutte efficace contre les bioagresseurs des denrées stockées.

### **Mots clés:**

Bioinsecticide, Extraits aqueux, formulations, *Myrtus communis*, phytopréparations *Rhizopertha dominica*,

## **Regional effect on the insecticidal activity of formulated aqueous extracts of *Myrtus communis* L. on their grain capuchin (*Rhizopertha dominica*)**

### **Abstract**

In recent years researchers are oriented towards a new method of alternative control of chemical control, based on the use of plant extracts more precisely aqueous extracts in the protection of stored food. In this work we estimated the insecticidal effect of phytopreparations based on the aqueous extracts of myrtle leaves (*Myrtus communis*) which were taken from the areas of Hammam Melouane (National Park of Chrèa) and Tamerzoga (Tizi Ouzou) *Rhizopertha dominica*. For the purpose of this study we carried out two two-dilution aqueous extract formulation using the addition of 1 ml of formulated aqueous extract to 60 ml (D1) and 120 ml (D2) of distilled water for each region. The results show that the aqueous extract biopesticide of the *Myrtus communis* leaves of the Blida region have a remarkable efficiency per a for the Tizi ousou region. A highly significant difference between the two modes of delivery ,. Residual action has the lowest effect on adults *Rhizopertha dominica*.that by contact effect. The mortality reported in adults of *Rhizopertha dominica* under the effect of formulated aqueous extracts (F2) of myrtle *Myrtus communis* causes remarkable mortalities on the adults of *Rhizopertha dominica* compared to the first formulation (F1) for the two regions Blida and Tizi ousou. This differentiation of effect would be due to the use of the various adjuvants which make it possible to increase the toxicity of the active ingredient. These data confirm that the aqueous extracts of the plants in combination with adjuvants in addition to its biopesticidal action could be As a means of effectively controlling the pests of stored foodstuffs.

### **Key words:**

Aqueous extracts, bioinsecticide, formulations, phytomedication, *Myrtus communis*, *Rhizopertha dominica*,

## تأثير إقليمي على نشاط المبيد الحشري لمستخلص نباتي مصاغ *Myrtus communis* على حفار الحبوب (*Rhizopertha dominica*)

### ملخص

في السنوات الأخيرة توجه الباحثون نحو طريقة جديدة في مكافحة بديلة للمواد الكيماوية، قائمة على استخدام المستخلصات النباتية على نحو أدق مستخلص المائي في حماية المواد الغذائية المخزنة.

في هذا العمل سوف نقيم تأثير مبيد الحشرات لتحضيرات نباتية على أساس مستخلص المائي لأوراق الريحان والتي أخذت من مناطق حمام ملوان (الحيضيرة الوطنية للشريعة) وتمرزوقة (تيزي وزو) لمكافحة حفار الحبوب

للقيام بهذه الدراسة، قمنا بتنفيذ صياغتين استنادا إلى المستخلص المائي قمنا بتخفيفهما بإضافة 1 مل من المستخلص المائي المصاغ إلى 60 ملو 120 مل من الماء المقطر لكل منطقة.

أظهرت النتائج ان المبيد الحيوي للمستخلص المائي لأوراق الريحان المقطوف من البليدة لديه فعالية ملحوظة بالمقارنة مع منطقة تيزي وزو .

وهناك فرق كبير للغاية بين نوعي الوضع، تأثير الملامسة لديه أدنى تأثير على بالغى على تأثير الاتصال الوفيات المشار إليها لدى البالغين تحت تأثير المستخلصات المائية المصاغة (ف2) للريحان تحدث وفيات ملحوظة على البالغين بالمقارنة مع صياغة الأولى (ف1) بالنسبة للمنطقتين البليدة و تيزي وزو. هذا التفاضل ناتج لاستخدام الاضافات المساعدة والتي تمكن من زيادة سمية العنصر النشط.

وتؤكد هذه البيانات أن المستخلصات المائية للنباتات في تركيبة مع المواد المساعدة بالإضافة إلى عمل المبيدات الحيوية لها، فإنها يمكن أن تكون أو ينظر إليها على أنها وسيلة فعالة اللازمة لمكافحة الآفات من المواد الغذائية المخزنة.

### الكلمات المفتاحية

مستخلص المائي، مبيد حشري طبيعي، والتركيبات ، *Myrtus communis*, phytopréparations, *Rhizopertha dominica*,



## Liste des figures

<b>Figure 1</b>	Adulte de la Pyrale méditerranéenne de la farine.....	<b>05</b>
<b>Figure 2</b>	Présentation générale de <i>Sitotroga cerealella</i> .....	<b>05</b>
<b>Figure 3</b>	Présentation générale de <i>Trogoderma granarium</i> .....	<b>06</b>
<b>Figure 4</b>	Présentation générale de <i>Tribolium confusum</i> .....	<b>07</b>
<b>Figure 5</b>	Présentation générale de <i>Tribolium castaneum</i> .....	<b>07</b>
<b>Figure 6</b>	Présentation générale de <i>Sitophilus oryzae</i> .....	<b>08</b>
<b>Figure 7</b>	Présentation générale de <i>Callosobruchus maculatus</i> .....	<b>08</b>
<b>Figure 8</b>	Adulte de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>09</b>
<b>Figure 9</b>	Présentation générale de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>10</b>
<b>Figure 10</b>	Présentation générale de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>11</b>
<b>Figure 11</b>	Présentation générale de <i>Myrtus communis</i> L.....	<b>15</b>
<b>Figure 12</b>	Aspect générale de <i>Myrtus communis</i> .....	<b>18</b>
<b>Figure 13</b>	Elevage en masse de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>19</b>
<b>Figure 14</b>	Schéma du dispositif expérimental des applications biocides a base d'extrait aqueux de myrte sur les individus adulte de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>21</b>
<b>Figure 15</b>	Variation temporelle des mortalités observées par effet contact.....	<b>25</b>
<b>Figure 16</b>	Variation temporelle des mortalités observées par effet résiduel.....	<b>27</b>
<b>Figure 17</b>	Présentation des données expérimentales de la mortalité corrigée <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>29</b>
<b>Figure 18</b>	Projection des mortalités corrigées de <i>Rhizopertha dominica</i> sous l'effet des formulations à base à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> sur les axes de l'ACP.....	<b>31</b>
<b>Figure 19</b>	Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur temps....	<b>32</b>
<b>Figure 20</b>	comparée des mortalités corrigées selon le facteur doses	<b>33</b>
<b>Figure 21</b>	Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur formulations.....	<b>34</b>
<b>Figure 22</b>	Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur région....	<b>34</b>

## Liste d'abréviation

<b>%</b>	pourcentage
<b>C°</b>	Degré Celsius
<b>ACP</b>	Analyse en Composantes Principales
<b>CCLS</b>	Coopérative des Céréales et des Légumes Sec
<b>C.V</b>	Coefficient de Variance
<b>D</b>	Dose
<b>EA</b>	Extrait aqueux
<b>EB</b>	Extrait brut
<b>F</b>	Formulation
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation of the United Nations (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).
<b>Fig.</b>	Figure
<b>H</b>	Humidité
<b>H</b>	heures
<b>M</b>	pourcentage des morts dans la population traité
<b>MA</b>	Matière active
<b>MC</b>	Mortalité corrigée
<b>Mt</b>	pourcentage des morts dans la population témoin
<b>NFM</b>	Nombre de forme mobile
<b>P</b>	probabilité
<b>P.R</b>	populations résiduelles
<b>T°</b>	Température
<b>Tr/min</b>	Toures par minute

# Sommaire

## Introduction Générale

### CHAPITRE I: Synthèse bibliographique

<b>1</b>	Importance des céréales stockées.....	<b>03</b>
<b>2</b>	Leurs ravageurs.....	<b>03</b>
	2.1. classement.....	<b>03</b>
	2.2. Les principaux déprédateurs.....	<b>04</b>
	2.3. Présentation du modèle biologique animal Le capucin des grains( <i>Rhizopertha dominica</i> ).....	<b>09</b>
	2.4. Méthodes de lutte.....	<b>11</b>
<b>3</b>	Les biopesticides d'origine végétale.....	<b>14</b>
	3.1 Les huiles essentielles.....	<b>14</b>
	3.2 Les glucosinolates.....	<b>14</b>
	3.3 Extraits aqueux.....	<b>14</b>
<b>4</b>	Présentation de myrtus communis plante à effet bio-pesticide.....	<b>15</b>
	4.1. Origine et classification.....	<b>15</b>
	4.2 Propriétés botaniques.....	<b>15</b>
	4.3. Biotope .....	<b>15</b>
	4.4. Utilisation .....	<b>16</b>
	4.5. Activités biologiques .....	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Importance de la formulation de bioproduit inerte.....</b>	<b>16</b>

### CHAPITREII: Matériel et méthodes

#### Objectif

<b>1</b>	Présentation des stations d'échantillonnage des feuilles de Myrte.....	<b>18</b>
<b>2</b>	Matériel biologique.....	<b>18</b>
	2.1. Matériel végétal.....	<b>18</b>
	2.2. Matériel animal .....	<b>19</b>

<b>3</b>	Méthodes d'étude.....	<b>19</b>
	3.1. Préparation des feuilles de myrte.....	<b>19</b>
	3.2. Préparation d'extrait aqueux.....	<b>19</b>
	3.3. Préparation des formulations.....	<b>20</b>
	3.4. Préparation des dilutions et application des bioproduits.....	<b>20</b>
	3.5. Estimation du taux de mortalité de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>21</b>
	3.6. Estimation de la mortalité corrigée de <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>22</b>

<b>4</b>	Analyse statistique des données.....	<b>22</b>
----------	--------------------------------------	-----------

### **CHAPITRE III: Résultats**

<b>1</b>	Evolution temporelle des mortalités observées de <i>Rhizopertha dominica</i> sous l'effet des bioproduits à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> ....	<b>24</b>
	1.1. Potentialité insecticide des formulations à base à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> par effet contact .....	<b>24</b>
	1.2. Potentialité insecticide des formulations à base à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> par effet résiduel.....	<b>26</b>
<b>2</b>	Estimation de la mortalité corrigée de <i>Rhizopertha dominica</i> sous l'effet des bioproduits à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> .....	<b>28</b>
	2.1. Présentation de l'activité insecticide des formulations à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> par effet contact et effet résiduel.....	<b>28</b>
	2.2. Tendence des mortalités corrigées de <i>Rhizopertha dominica</i> sous l'effet des formulations à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i>	<b>30</b>
	2.3. Etude comparée des mortalités corrigées sous l'effet des bioproduits formulés à base à base d'extrait aqueux de <i>Myrtus communis</i> sur <i>Rhizopertha dominica</i> .....	<b>32</b>

### **Chapitre IV : Discussion générale**

<b>1</b>	Effet des conditions environnementales sur l'activité insecticides des bioproduits.....	<b>35</b>
<b>2</b>	Potentialité de l'activité insecticide des bioproduits selon le mode d'apport des matières actives .....	<b>36</b>

**3** Optimisation de l'activité insecticide par la formulation des bioproduits..... **36**

**Conclusion générale et perspectives**

**Références bibliographiques**



### Introduction générale

Les grains des céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux domestiques. En Algérie, les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. En effet, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (**Feillet, 2000**). C'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage sont déterminantes pour la survie de millions de personnes (**Aidani, 2014**). Le regroupement des récoltes sous formes de stocks, effectué depuis la haute antiquité, crée un système écologique artificiel particulièrement vulnérable aux attaques des ravageurs animaux : rongeurs, oiseaux, insectes, acariens (**Sigaut, 1978**). Les insectes sont les plus nuisibles. Ils sont très redoutés car leur seule présence est néfaste, et déprécie le stock tout entier, quelque soit leur nombre (**Fleurat-Lessard, 1982**). Les pertes dues aux insectes sur les céréales et les légumineuses sont de l'ordre de 10% à 40% dans des pays où les technologies modernes de stockage n'ont pas été Introduites (**Hignar, 1985**)

Le capucin des grains ou *Rhizopertha dominica* est l'un des ravageurs primaires, lié particulièrement à une vaste aire de distribution géographique. Cet insecte est la seule espèce de Bostrychidae qui attaque les céréales en stock. Il cause des dégâts importants au niveau des stocks (**Aidani, 2014**). Plusieurs recherches ont été réalisées sur le cycle de développement de *R. dominica* et ses dégâts (**Jacobson et Thomas, 1981 ; Cambelle, 1978, Farjan, 1983, Fleurat-Lessard, 1982 et Aidani , 2014**).

L'utilisation des produits phytosanitaires (organiques et de synthèse) a « explosé » depuis la fin de la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale et a engendré un essor considérable des productions agricoles et alimentaires. Les produits phytosanitaires ont donc participé à la révolution agricole de la 2<sup>ème</sup> moitié du 20<sup>ème</sup> siècle. Ce n'est qu'à partir des années 1960 que l'on prend conscience de l'impact environnemental négatif de ces produits phytosanitaires. On s'est d'abord rendu compte de la modification de la faune et de la flore du sol, de la contamination de l'air et de l'eau sous l'effet des intrants chimiques utilisés. Ces derniers ont induit des phénomènes de résistance aux pesticides chez les nuisibles (plantes, insectes, champignons). L'utilisation inconsidérée de ces produits de synthèse a généré de la toxicité à long terme directement ou indirectement pour l'homme via les animaux (**Helene, 2004**).

Les extraits de plantes ont joué un rôle important très tôt dans les activités thérapeutiques et par la suite agricole de l'humanité et sont à la base de plusieurs observations anciennes qui ont structuré les disciplines naissantes de la biologie au XVII<sup>ème</sup>, XVIII<sup>ème</sup> et début du XIX<sup>ème</sup> siècle. Mieux cernés à la fin du XX<sup>ème</sup> et au début du XXI<sup>ème</sup> siècle, ils sont de nouveau d'actualité en ce début du XXI<sup>ème</sup> siècle en raison des choix de société qui se posent aujourd'hui à l'ensemble de notre planète :

notamment la mondialisation, le développement durable, les exigences de consommateurs plus avertis et la préservation de la biodiversité. Il est donc temps de dresser un bilan de leur utilisation passée et des perspectives qui s'ouvrent à eux dans le cadre de l'agriculture durable (**Catherine et al., 2008**).

Dans le cadre du développement durable, la principale approche de ce travail consiste à optimiser l'efficacité de biopesticides à base d'extrait aqueux. A cet effet, on s'est intéressé à l'une des espèces de la famille des Myrtaceae, le Myrte (*M. communis*), dans une perspective de lutte contre le Capucin des grains, *R. dominica*.



## Chapitre I: Synthèse bibliographique

### 1. Importance des céréales stockées

Les céréales tiennent de loin, la première place quant à l'occupation des terres agricoles, parce qu'elles servent d'aliments de base pour une grande proportion de la population mondiale. En Algérie, tout comme en Afrique du Nord, ces cultures représentent la principale spéculation et drainent plusieurs activités de transformation; en semoulerie, en boulangerie et en industrie alimentaire. Elles constituent également la base de l'alimentation et occupent une place privilégiée dans les habitudes alimentaires des populations aussi bien dans les milieux ruraux qu'urbains. En effet, la consommation individuelle est évaluée en 2000, à 205 Kg/ an en Tunisie, 219 Kg/ an en Algérie et 240 Kg/ an au Maroc (**Boulal et al., 2007**). Les grains des céréales constituent depuis toujours la principale ressource alimentaire de l'homme et des animaux domestiques; c'est pourquoi la connaissance des phénomènes régissant leur conservation et la maîtrise des techniques de leur stockage est déterminante pour la survie de millions de personnes (**Ait Slimane et al., 2008**).

Les données de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), rapportées par **Bounechada et Arab (2011)**, montrent que les pertes dues aux insectes nuisibles correspondent à 35% de la production agricole mondiale des céréales. De ce fait, on se trouve dans l'obligation de lutter contre les ravageurs qui sont en compétition alimentaire avec l'espèce humaine.

### 2. Leurs ravageurs

#### 2.1. Classement selon leurs nuisibilités

Plus d'une centaine d'espèces d'insectes et d'acariens se rencontrent dans les denrées entreposées, mais seules quelques-unes d'entre elles peuvent causer des dommages importants. Les autres espèces sont mycophages, détritivores, prédatrices ou parasites. C'est parmi les coléoptères et les lépidoptères, que se rencontrent les espèces les plus communes associées aux denrées entreposées et qui sont regroupées en trois catégories, selon leurs dégâts (**Aidani, 2015**).

##### 2.1.1. Les ravageurs primaires

On estime qu'en Algérie environ 110 espèces (soit moins de 5% des ravageurs) rentrent dans ce groupe. Ces déprédateurs de première importance sont continuellement, présents et en l'absence de lutte ils commettent des dégâts chaque année. Ces derniers peuvent cependant, être d'intensité variable, consécutivement à l'action d'un grand nombre de facteurs abiotiques et biotiques.

Ils sont capables d'envahir des grains non endommagés et de les infester, même s'ils se nourrissent également de grains endommagés. La plupart des ravageurs primaires tels que les charançons, le capucin des grains, l'alucite et la bruche de petit pois sont également capables de lancer leurs attaques dans les champs, avant la récolte (**Anonyme, 2014**).

### 2.1.2. Les ravageurs secondaires

Ils sont les plus nombreux et représentent environ 87% des insectes nuisibles. Leur niveau de population et de leurs dégâts se situent généralement en dessous du seuil de nuisibilité, excepté parfois dans des situations particulières ou locales. Nous incluons dans ce groupe les insectes faisant des apparitions ou des dégâts qualifiés de cycliques et certains ravageurs émergents. Ils s'attaquent ou s'établissent dans les grains qui ont déjà été endommagés ou attaqués par les ravageurs d'entrepôts. Dans cette catégorie sont classés le trogodorme des denrées, la pyrale indienne de la farine et la fausse-teigne des grains (**Anonyme, 2014**).

### 2.2.3. Les ravageurs occasionnels ou fortuits

Ils sont peu nombreux, environ 8% des insectes nuisibles. Ils sont en général polyphages voire omnivores mais, sous certaines conditions climatiques (sécheresse) ou environnementales (nouvelles plantations après des défriches), ils sont amenés à envahir les cultures et à occasionner quelques dégâts. On peut inclure dans ce groupe les ravageurs dont les préjudices ne sont pas liés à leur action trophique (**Anonyme, 2014**).

## 2.2. Les principaux prédateurs

### 2.2.1. Lépidoptères

Les lépidoptères ne se nourrissent pas à l'âge adulte, mais leurs larves ou chenilles sont pourvues de pièces buccales puissantes et causent des dommages superficiels importants aux grains entreposés (**Anonyme, 2014**).

#### 2.2.1.1. La pyrale de la farine, *Ephestia kuehniella*

L'adulte est un Pyralidae d'une envergure de 2,5 cm (Fig. 1). Ses ailes antérieures traversées de deux bandes blanches sinueuses, sont brun pâle avec des taches basales et apicales brun foncé. Les larves d'environ 2 mm de longueur à la fin du dernier stade, ont la tête noire et le reste du corps crème. Cette pyrale vit plus souvent dans la farine ou aux dépens de produits amylicés manufacturés que dans le grain. Elle préfère le germe à l'albumen. La soie filée par les chenilles déprécie la denrée (**Adjalian et al., 2014**).



Figure 1 : Adulte de la Pyrale méditerranéenne de la farine (anonyme a, 2017)

#### 2.2.1.2. L'alucite des céréales *Sitotroga cerealella*

L'adulte est un Tinéidés d'une envergure de 10 à 16 mm. Il possède des ailes dorées ou argentées, frangées de très longues soies sur leur bordure postérieure. Les ailes postérieures se rétrécissent à leur extrémité effilée. Les Larves d'environ 12 à 14mm de longueur, sont de couleur: rouge ou rose vif, palissant à mesure que la chenille grandit jusqu'à devenir blanche (Fig. 2 a). La chenille passe toute sa vie à l'intérieur d'un grain comme les larves de Sitophilus. Le trou d'émergence de sortie du papillon ou opercule est reconnaissable aux restes brun-jaunâtre rejetés par la chrysalide (Fig. 2 b) (Flaurat-Lessard, 1982).

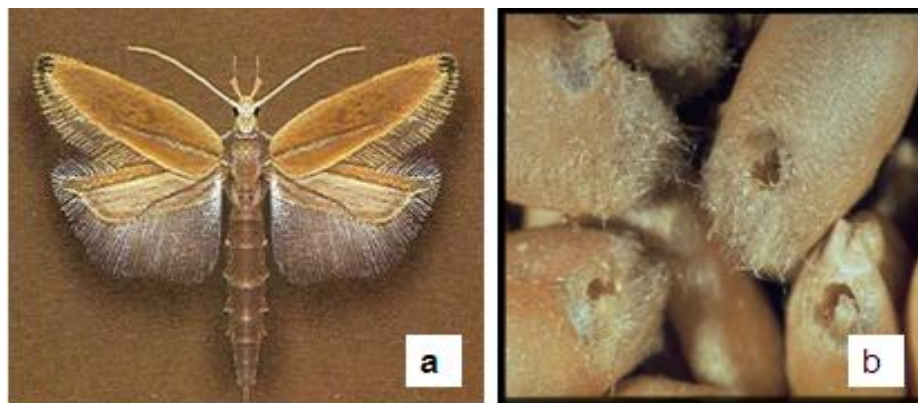


Figure 2: Présentation générale de *Sitotroga cerealella* (Flaurat-Lessard, 1982).

(a) adulte de, (b) dégâts sur les grains de blé et opercule d'émergence

#### 2.2.2. Coléoptères

Les coléoptères qui infestent les produits entreposés se ressemblent souvent, mais ils diffèrent par leur comportement et le type de dommages qu'ils occasionnent. Il est important d'identifier les espèces présentes avant d'intervenir. Le guide détaillé rédigé par **Bousquet** en 1990 peut se révéler fort utile à cette fin. Une description

des principaux coléoptères infestant les céréales et les oléagineux entreposés est présentée dans les paragraphes suivants.

### 2.2.2.1. Le trogoderme Everts; *Trogoderma granarium*

L'adulte de ce Botrychidae brun de forme globuleuse, mesure 2 à 3 mm de long. Il ne vit que 10 à 15 jours et ne cause aucun dégât. La larve a une longueur totale de 1,6 à 1,8 mm, un peu plus de la moitié de celle-ci correspondant à une longue queue, constituée par des poils portés par le dernier segment abdominal. Sa largeur est de 0,25 à 0,3 mm. Elle est très poilue, de couleur blanc-jaunâtre uniforme, mais porte une tête et des poils qui sont noirs. La tête porte des antennes courtes, à trois segments (Fig. 3a). La larve, seule est responsable des dégâts. Elle se développe à l'extérieur des grains et s'attaque à l'intérieur de l'ensemble du grain est facilement reconnaissable car très velue (Fig. 3b) (Cruz et al., 1988).

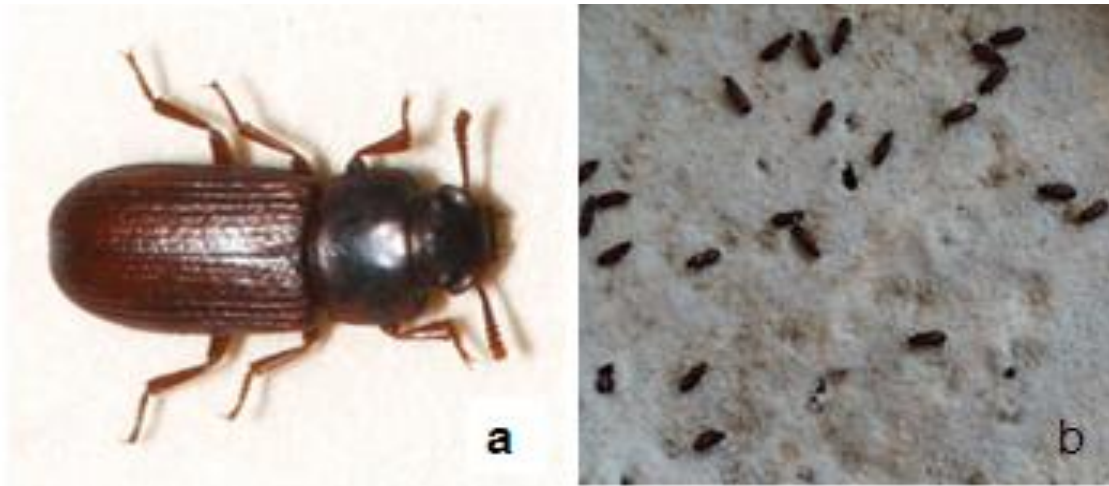


**Figure 3: Présentation générale de *Trogoderma granarium* (Cruz et al., 1988)**  
(a) adulte (b) dégâts sur les grains de blé

### 2.2.2.2. Le Tribolium brun de la farine; *Tribolium confusum*

L'adulte de ce Tenebrionidae est un petit coléoptère brun rougeâtre de 3,5 mm de long. Son corps est lisse et allongé. La larve vermiforme peut atteindre 6 mm de longueur à son plein développement. Elle se distingue par les deux courtes pointes qui terminent son abdomen (Fig. 4 a). Le Tribolium brun est plus commun dans les meuneries que dans les autres types d'installations d'entreposage, et les adultes ne volent pas (Fig. 4b) (Cruz et al., 1988).





**Figure 4 : Présentation générale de *Tribolium confusum* (Aidani, 2015)**  
(a) adulte (b) dégâts sur la farine

### 2.2.2.3. Le Tribolium rouge de la farine; *Tribolium castaneum*

L'adulte de ce Tenebrionidae est un petit coléoptère brun rougeâtre, mesurant 0,4 cm de longueur (Fig. 5 a). Les larves d'abord blanche, puis jaunâtre, allongée, cylindrique, atteignent 6 mm de longueur. Au même titre que les adultes, elles se nourrissent de grains brisés (Fig. 5 b). Le développement de l'œuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31°C et 15%). Le développement est plus lent à 8% d'humidité (Balachowsky, 1962).



**Figure 5: Présentation générale de *Tribolium castaneum* (Anonyme b, 2017)**  
(a) adulte (b) dégâts sur les graines de blé

### 2.2.2.4. Le Charançon du riz; *Sitophilus oryzae*

Ce Dryophthoridés du riz mesure 2 à 4 mm de longueur. Il porte quatre taches orange rougeâtre bien visibles sur les élytres (Fig. 6 a). L'adulte peut voler et

s'attaquer à de nombreuses autres céréales que le riz. Les larves grandissantes dans les grains sont apodes, de couleur blanche et en forme de C. Le développement larvaire et la nymphose ont lieu à l'intérieur des grains (Fig. 6 b). La durée du développement de l'œuf à l'adulte s'effectue en 28 jours à 30 C° et à 14 % d'humidité. (Balachowsky, 1962).



**Figure 6: Présentation générale de *Sitophilus oryzae* (Anonyme c, 2017)**  
(a) adulte (b) dégâts sur riz

### 2.2.2.3. La bruche du pois chiche; *Callosobruchus maculatus*

L'adulte est un Bruchidae de 2,8 à 3,5 mm de long, de coloration rouge foncée (Fig.7 a) (Balachowsky, 1992). Les larves néonates sont de type chrysomélien. Elles sont visibles par transparence à travers le chorion de l'œuf. Le développement larvaire se déroule entièrement à l'intérieur du grain (Ababsia, 2005). C'est une espèce polyvoltine qui contamine d'abord les graines dans les champs et poursuit son évolution dans les stocks (Fig. 7 b) (Lepesme, 1944). Elle est oligophage, ne s'alimente que pendant sa vie larvaire, durant laquelle elle constitue ses réserves et consacre son stade d'adulte uniquement à la reproduction (Decelle, 1981).



**Figure 7: Présentation générale de *Callosobruchus maculatus* (Ababsia, 2005)**  
(a) adulte (b) dégâts sur le pois chiche

## 2.3. Présentation du modèle biologique animal; Le capucin des grains (*Rhizopertha dominica*)

### 2.3.1. Position systématique

Le capucin des grains, *Rhizopertha dominica* est un Coléoptère cosmopolite de la famille des Bostrychidae (Fig. 8). C'est un ravageur important des grains entreposés (**Balachowsky, 1962**).

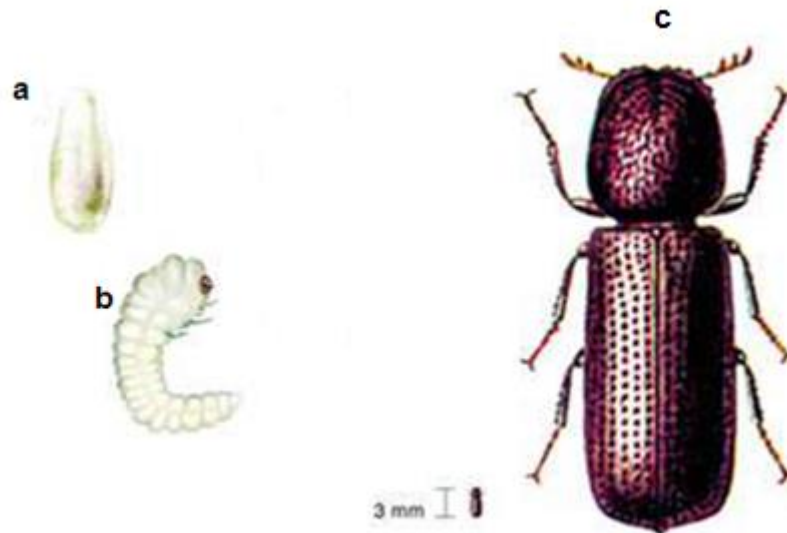


Figure 8: Adulte de *Rhizopertha dominica* (Anonyme d, 2017)

### 2.3.2. Description

Les œufs piriformes, blancs ou rosés, sont pondus isolés ou en petits paquets (Fig. 9 a) (**Balachowsky, 1962**). Les larves sont fortement incurvées, épaisses et blanches avec des soies foncées. Leur segment anal est renflé. Leur tête grosse et brune est ornée de poils bruns. Leurs pattes assez grandes sont brunes (Fig. 9 b). Les larves du 1<sup>er</sup> stade mesurant 1 à 1,5 mm de long, sont de type Chrysomélien (pourvues de pattes) alors que celles des trois derniers stades atteignant 2,5 à 3mm, sont apodes de type Rhynchophorien (**Mourier-Alguiler, 1979**).

L'adulte à corps étroit et cylindrique, de couleur brun rougeâtre, mesure 2,5 à 3 mm de long. La tête perpendiculaire au reste du corps, est cachée par le thorax.. (**Balachowsky, 1962**). Les antennes à dix (10) articles dont les trois derniers sont subtriangulaires et velus, plus longs que les autres articles. Le pronotum très bombé est fortement granulé sur sa partie antérieure. Les élytres 2,5 fois plus longues que larges, arrondis à l'arrière et présentent des stries de grosses ponctuations (Fig. 9 d) (**Delobet et Tran, 1993**).



**Figure 9: Présentation générale de *Rhizopertha dominica* (Aidani, 2015)**  
(a) œuf, (b) larve, (c) adulte

### 2.3.3. Répartition géographique

*Rhizopertha dominica*, a une aire de répartition cosmopolite avec une affinité pour les régions tropicales et sub-tropicales favorisant les températures adéquates (21-35°C) à son développement. Elle s'est répondue dans toutes les régions du monde, mais plus fréquemment dans les centres de stockage des denrées mal conservées contenant des brisures des grains et de la poussière (Aidani, 2015). Cet insecte résiste bien à la sécheresse. (Mourier-Alguiler, 1979)

### 2.3.4. Cycle biologique

- *Ponte et éclosion* : La ponte a lieu entre les grains, à la surface ou sur l'épiderme. Les adultes reprennent leur activité à partir de Mai, dès que la température atteinte 21°C. Les femelles pondent en condition favorables de 300 à 400 œufs environ. Les œufs mettent de 5 à 26 jours pour éclore respectivement aux températures de 35°C et 21°C. A l'éclosion, la larve perce le chorion et s'attaque directement à la paroi de la graine et pénètre à l'intérieur (Fleuraat-Lessard, 1982).

- *Evolution larvaire* : Au cours de son développement, la larve passe par 04 stades larvaires. Peu après sa pénétration dans la graine, la larve mue, et les trois (03) dernières stades sont apodes (Balachowsky, 1962). Le cycle de développement complet dure de 27 à 183 jours pour des températures respectives de 35°C et 21°C (Fleuraat-Lessard, 1982).



### 2.3.5. Dégâts

*Rhizopertha dominica* s'attaque aux céréales, au manioc, à la patate douce ((Delobet et Tran, 1993). Pendant le développement des adultes et des larves, leurs déjections et sécrétions malodorantes rejetées déprécient fortement la denrée. Si l'adulte et larves causent tous les deux des dégâts importants dans les grains (Fig. 10), ceux 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 9 % de teneur en eau. La larve est vorace et ne consomme pas tout ce qu'elle ronge, car elle laisse une certaine quantité de farine intacte mêlée à ses excréments (Flaurat-Lessard et al., 1982).



Figure 10: Présentation générale de *Rhizopertha dominica* (Anonyme e, 2017)

## 2.4. Méthodes de lutte

La protection des denrées stockées contre les attaques d'insectes soulève des problèmes variés. Elle doit faire appel à un ensemble de techniques différentes qu'il est nécessaire d'appliquer à bon escient. Le souci majeur d'un stockeur est de garder son stock de céréale intact.

### 2.4.1. La lutte curative

#### 2.4.1.1. Lutte physique et mécanique

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. En général, ces techniques ne sont pas efficaces contre les formes cachées. Elles sont recommandées pour pallier aux problèmes des résidus chimiques liés aux différents traitements chimiques appliqués aux denrées stockées. Ainsi, plusieurs techniques ont été expérimentées et ont eu des succès divers:

l'écrasement mécanique, le traitement par le froid et le chaud et le stockage étanche ou sous atmosphère contrôlée (**Benayad, 2013**).

- *La lutte par le froid* : Elle consiste à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C (**Ducom, 1987**).

- *La lutte par la chaleur* : Cette méthode de lutte de consiste à élever la température au dessus de 50°C, ce qui entraîne la mort des insectes. Le passage des produits dans un séchoir permet d'éliminer les insectes présents dans les grains (**Ahmed, 1992**).

- *Radiations ionisantes* : Elles sont utilisées dans le but de la désinsectisation par les rayons gamma, qui à hautes doses provoquent la mort de tous stades de développement de l'insecte (**Diop et al., 1996**), par contre leur exposition à des doses faibles entraîne la stérilité (**Dongret et al., 1997**). Les mâles sont plus sensibles aux radiations gamma que les femelles, la dose létale dépend de l'insecte et de la période du traitement (**Ahmed, 1992**).

- *Radiations non ionisantes* : Les infrarouges et les radiofréquences permettent de chauffer les produits infestés à une température létale pour tous les insectes qui s'y trouvent quelle que soit l'espèce ou le stade de développement (**Singh et al., 1988**).

#### 2.4.2. La lutte chimique

Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthriinoïdes). Ils représentent la grande majorité des insecticides organiques et inorganiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement (**Ducom, 1987**).

#### 2.4.3. 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, des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales, des huiles végétales, des huiles essentielles ou des extraits aqueux issus du phénomène de la phytothérapie. Depuis longtemps, les plantes aromatiques ont été utilisées pour des fins médicales. Elles sont traditionnellement utilisées pour protéger les graines entreposées (**Sanon et al., 2002**).

Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (**Amari, 2014**).

#### 2.4.3.1. Lutte biotechnique par confusion sexuelle

Cette technique consiste à multiplier le nombre de points d'émission du bouquet de phéromone sexuelle de telle sorte que les mâles attirés soient dans l'incapacité d'identifier et localiser la femelle de la même espèce. Cela engendre une diminution du taux de la copulation et par conséquent le déclin de la génération suivante (**Fargo al., 1994**).

#### 2.4.3.2. Les biopesticides à bases des microorganismes pathogènes et des ennemis naturels

Les microorganismes pathogènes virus, champignons, bactéries et protozoaires, ainsi que les ennemis naturels parasitoïdes et prédateurs sont des antagonistes naturels des insectes et des animaux. Les infections virales sont généralement mortelles dans un délai assez court. Les plus connus sont les Baculovirus qui affectent principalement les lépidoptères et les hyménoptères phytophages (**Copping et Menn, 2000**). Le principal désavantage des virus entomophages demeure la difficulté de les propager en masse à faible coût, compte tenu du caractère obligatoire de leur multiplication à partir de tissus intacts d'insectes (**Miller et al., 1983**).

Les bactéries sont les micro-organismes les plus souvent associés aux insectes. Une centaine d'espèces sont spécifiquement entomopathogènes mais seulement quelques types ont été considérés pour la production de biopesticides Le bacille le plus connu est le *Bacillus thuringiensis* (Bt) qui accapare environ 90% du marché actuel des biopesticides Deux souches sont largement exploitées sous forme de bioinsecticides e *B.t. israelensis* (contre les diptères (maringouins et mouches noires)) et kurstaki (contre les chenilles de lépidoptères) (**Miller et al., 1983**).

Les champignons sont capables d'infecter des insectes. *Beauveria bassiana* est le champignon le plus exploité par sa grande diversité de ravageurs cibles; en autres le doryphore de la pomme de terre, la pyrale du maïs, la piéride du chou et les thrips des petits fruits (**Ferron, 1978**). Parmi les prédateurs, une trentaine de polyphages sont actuellement exploités ou en développement. Les acariens phytoséiides (*Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius fallacis*, *A. cucumeris* et *Hypoaspis* spp.) (**Bostanian et Coulombe, 1986**).

### 3. Les biopesticides d'origine végétale

Les substances biocides issues du monde végétal ou animal ont supplanté des produits très toxiques utilisés auparavant en réduisant drastiquement les effets secondaires. Plusieurs milliers d'espèces végétales dotées de propriétés pesticides ont été répertoriées et classées en catégories (**Grainge et Ahmed, 1988**)

#### 3.1 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des complexes naturels de molécules volatiles et odorantes, synthétisées par les cellules sécrétrices des plantes aromatiques. Celles-ci les conservent dans des poches au niveau de certains organes. Les huiles essentielles ont une composition assez complexe. On y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques: les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Silvy, 1992**).

#### 3.2. Les glucosinolates

Les glucosinolates, de formule (1'-Thio- $\beta$ -D-glucopyranosyl-alkyl-Z-N-hydroximin sulphate esters), sont des métabolites secondaires des plantes de l'ordre des Capparales, en particulier les Brassicaceae. Une grande variété de parasites telluriques a été ciblée pour le contrôle par l'utilisation de glucosinolates biofumigants, entre autres les insectes, nématodes, champignons pathogènes et les mauvaises herbes, montrant pour l'ensemble une sensibilité à l'inhibition par les produits d'hydrolyse de glucosinolates (**Avato P, 2008**).

#### 3.3. Les extraits aqueux

Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité. Actuellement, on rapporte que plusieurs milliers d'espèces de plantes possèdent des propriétés de lutte antiparasitaire. A l'origine, cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes (**Gunning, 1999**).

## 4. Présentation du modèle biologique végétal *Myrtus communis*

### 4.1 Origine et classification

La famille des Myrtacées est une famille des plantes dicotylédones qui comprend plus de 5650 espèces réparties en 48 à 134 genres environ. Ce sont des arbres et des arbustes (**Govaerts et al., 2008**) des régions méditerranéennes, communs dans le Tell et sur le littoral du centre (**Mimica, 2010 ; Baba Aissa, 1999**).

### 4.2. Propriétés botaniques

Le Myrte est un arbuste toujours vert, de 2 à 3 mètres de haut, répandu sur tout le littoral méditerranéen, dans les maquis et les garrigues. Les tiges du Myrte sont recouvertes d'une écorce rousse. Ses feuilles sont de couleur vert-foncé, aromatiques et l'on peut remarquer des poches sécrétrices, visibles par transparence, elles mesurent généralement 1 à 3 cm de long et environ 0,5 cm de large ovales. Le fruit, noir bleuâtre à maturité, est ovoïde et charnu (**Belaiche, 1979**). Les fleurs blanches, axillaires, solitaires, longuement pédonculées apparaissent à partir de la mi-juin, fortement odorante, sont disposées à l'aisselle des feuilles (Fig. 11a). Les baies d'un noir bleuâtre sont ovoïdes (environ 5 mm de diamètre), charnues, à graines peu nombreuses et couronnées par le calice. La pleine maturité de ces fruits est atteinte au mois de novembre (Fig. 11b) (**Montastier, 1997**).

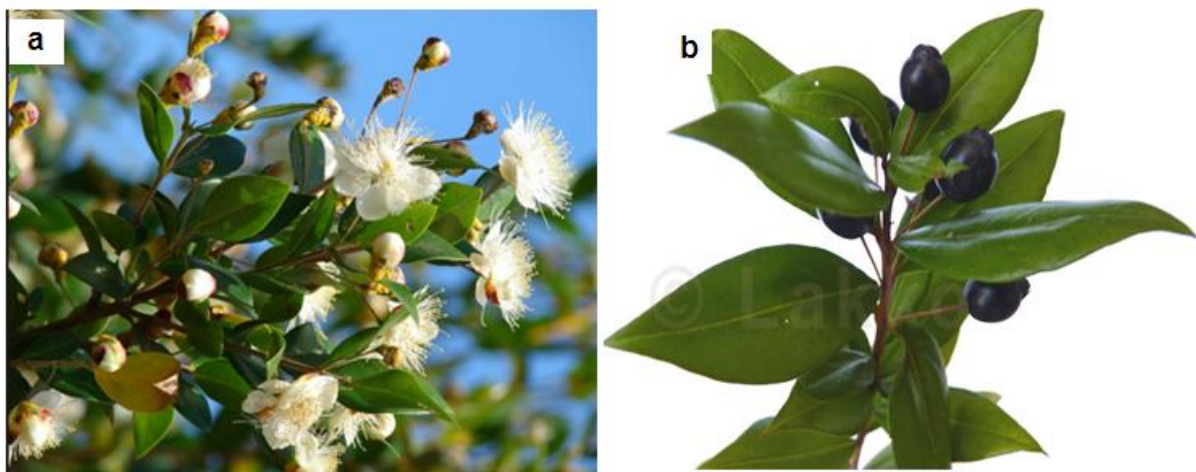


Figure 11: Présentation générale de *Myrtus communis* L. (Anonyme f, 2017)

(a) Fleurs, (b) baies

### 4.3. Biotope

Le genre *Myrtus* est à la fois le type botanique d'une grande famille végétale, mais aussi son seul genre qui soit indigène en Méditerranée et au Sahara (**Migliore, 2011**). C'est une plante médicinale aromatique commune qui pousse au niveau de la



mer entre 500 et 800 m d'altitude (**Tuberoso , 2010**). Elle se développe au sein des matorrals thermophiles. En Algérie, elle est commun dans les maquis et les forêts du Littoral (**Kaddem, 1990**).

#### 4.4. Utilisation

Le Myrte est utilisé pour lutter contre les bronchites et les dilatations bronchiques, les catarrhes muco-purulentes des voies respiratoires et urinaires, la tuberculose pulmonaire, la rhinorrhées, la sinusite, les otites, les diarrhées, les prostatites, et les hémorroïdes. Elle est connu également par leur effet hypoglycémique (**Baba Aissa, et al., 2010**).

#### 4.5. Activités biologiques

**Taheri et al.** en 2013 indiquent l'effet antibactérien de l'extrait hydro alcoolique de myrte sur certaines bactéries pathogènes, en particulier *Staphylococcus aureus* et *Vibrio cholerae*. De même, **Mansouri et al** en 2001 travaillent également à partir de myrte d'Iran. Ils démontrent également une activité antibactérienne de plusieurs extraits de myrte sur *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Les auteurs n'ont pas déterminé s'il y a un seul composé à l'origine de cette action antibactérienne ou s'il s'agit d'une synergie entre plusieurs composés. Des extraits bruts de myrte ont été testés sur 6 bactéries Gram positif (*S. aureus*, *Micrococcus luteus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus agalactiae-coccus*, *Listeria monocytogenes*) et 4 bactéries Gram négatif (*Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Campylobacter jejuni*). Ces extraits ont inhibé la croissance de toutes les bactéries testées à l'exception de *C. jejuni*. Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) vont de 0,1 mg / ml pour *S. aureus* et *M. luteus* à plus de 2 mg / ml pour *E. coli*. **Mansouri et al (2001)** montrent que la fraction extraite de l'éther diéthylique a montré un plus haut niveau d'activité avec une CMI de 0.025 mg/ml pour *S. aureus* et *M. luteus* et 0,1 mg / ml pour *E. coli* et *P. aeruginosa*. D'après **Messaoud et al. (2012)**, l'infusion de *Myrtus communis*, préparée à partir des feuilles sèches, montre une activité contre les bactéries Gram négatif étudiées (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhi*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, et *Shigella flexneri*), avec une CMI variant de 12,5 à 50 mg (de feuilles sèches)/ml (d'infusion).

### 5. Importance de la formulation de bioproduit inerte

La formulation des insecticides est un procédé physique, consistant à mélanger un ou plusieurs composés chimiques ayant une activité biologique avec des produits inertes, de façon à lutter de manière efficace, rentable et moins dangereuse contre les ennemis des cultures (**Nguemtchouin, 2012**).

Le développement de la formulation est un procédé important dont le succès dépend des facteurs suivants: la stabilisation des ingrédients actifs pendant la distribution et le stockage, la facilitation de la manipulation et de l'application du produit, ainsi que l'amélioration de l'activité des ingrédients actifs sur le terrain (**Adama, 2014**). Elle comprend selon la nature chimique, la polarité et la structure des ingrédients de la formulation, généralement un ou plusieurs composés actifs et différents additifs comme l'eau, les solvants, les adjuvants et les conservateurs (**Ngakegni-Limbili, 2012**).

Ainsi, d'après **Leon-Raul (2005)** l'utilisation des adjuvants est fondamentale dans l'amélioration de l'efficacité des produits phytosanitaires au niveau de la rétention et de l'augmentation de la surface de contact liquide-cuticule. Il précise que les tensioactifs représentent un des types d'adjuvant les plus utilisés dans le domaine phytosanitaire. Il distingue les co-formulants utilisés par le fabricant dans la formulation des préparations phytosanitaires et les tensioactifs utilisés par l'agriculteur sur les conseils du fabricant, afin d'améliorer les propriétés physicochimiques des produits pour faciliter la diffusion des matières actives dans la cuticule. Ainsi que le solvant, une substance qui a le pouvoir de former avec d'autres substances une solution homogène facilitant la solubilisation et la capacité de pénétration des matières actives.

## Chapitre II: Matériel et méthodes

### Objectif

Le présent travail s'est intéressé à l'une des espèces de la famille des Myrtaceae, le Myrte *Myrtus communis*, dont des feuilles ont été prélevées des régions de Hammam Melouane (Parc National de Chrèa) et de Tamerzoga (Tizi Ouzou) dans l'objectif de les valoriser par des essais de formulation de leurs extraits aqueux en tant que biocide dans une perspective de lutte contre le Capucin des grains, *Rhizopertha dominica*.

### 1. Présentation des stations d'échantillonnage des feuilles de Myrte

Nous avons procédé à l'échantillonnage de la région de Hammam Melouane la Daira de Bougara la wilaya de Blida située à 36°31 '22" latitude Nord, 3°04'25" Longitude Est et à une altitude de 320 mètres et le deuxième prélèvement de la région de Tamerzoga Daira de Azazga wilaya de Tizi Ouzou qui est une partie d'Algérie du nord située à 36°48'04" latitude Nord, 4°15'53" longitude Est et à une altitude de 340 mètres.

### 2. Matériel biologique

#### 2.1. Matériel végétal

Dans ce travail, nous sommes intéressés à dévoilé l'activité bioinsecticide de l'extrait aqueux des feuilles de Myrte (*Myrtus communis*). Les feuilles ont été échantillonnées durant les mois de novembre, décembre et janvier coïncidant avec le stade nouaisan. L'identification de l'espèce a été effectuée au niveau du Jardin d'Essai d'El Hama (Alger) (Fig.12).



Figure 12 : Aspect générale de *Myrtus communis* (Originale, 2017)



## 2.2. Matériel animal

Le matériel animal destiné à l'évaluation du potentiel insecticide des phytopréparations à base d'extrait aqueux de *M. communis* est limité aux individus du capucin des graines *R. dominica* (Coleoptera; Insecta) issu de CCLS: (Coopérative des Céréales et des Légumes Sec d'El Affroun) évoluant sur les graines de blé tendre *Triticum aestivum* L.

Selon la méthode décrite par **Laviolette et Nardon (1963)**, la production de masse de *R. dominica* a été réalisée dans des bocaux en verre (30x15) contenant des graines de blé tendre dont l'ouverture est recouverte de tulle permettant la respiration et inhibant la fuite des individus. Le dispositif d'élevage est installé dans une étuve ventilée à une température et humidité relative de 30°C et 70% (Fig. 12).



Figure 13 : Elevage en masse de *Rhyzopertha dominica* (Anonyme, 2017)

## 3. Méthodes d'étude

### 3.1. Préparation des feuilles de myrte

Les feuilles de myrte prélevées des deux régions sont détachées des rameaux, puis sont séchées au niveau d'une étuve ventilée à une température 80 °C pendant 24h, avant d'être réduits en poudre fine.et homogène grâce à un broyeur en hélice.

### 3.2. Préparation d'extrait aqueux

Selon la méthode d'écrite par **Roy et al. (2011)**, dans une fiole, 60g de poudre sont introduit avec 400ml d'eau distillée, ce mélange est mis en agitation horizontale à température ambiante pendent 72 heure sur un agitateur magnétique. Le macérât est centrifugé à 4000tr/min pendent 15 minutes. Le surnageant (extrait aqueux brut) au volume de 200 ml est récupéré puis conservé à l'obscurité et à basse température dans des flacons de couleur sombre

### 3.3. Préparation des formulations

Les formulations sont préconisées dans le but d'optimiser l'activité biologique des extraits aqueux de *M. communis*. La formulation a été réalisée au niveau du Laboratoire de Phytopharmacie du Département des Biotechnologies, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida1.

- Formulation 1, a été préparée selon la méthode décrite par **Lesueur (2006)**. Elle est préparée par un mélange contenant 70% d'extrait aqueux et de 30% de solvant et d'émulsifiant.

- Formulation 2, a été préparée selon la méthode décrite par **Chaichi et Djazouli (2017)**. Elle est obtenue par l'utilisation d'extrait aqueux brut (60%) comme matière active à la quelle un mélange de mouillant, de pénétrant et d'émulsifiant sont ajoutés, après une agitation active à l'UltraTurrax IKA.

### 3.4. Préparation des dilutions et application des bioproduits

Les deux formulations préparées à base d'extrait aqueux *M. communis* ainsi que l'extrait aqueux brut de *M. communis* ont été dilués selon deux concentrations. D1 (1ml d'extrait aqueux brut ou formulé + 60 ml d'eau distillé) et D2 (1ml d'extrait aqueux brut ou formulé + 120 ml d'eau distillé). Les potentialités insecticides des extraits aqueux bruts et formulés de *M. communis* sont évaluées selon deux modes d'exposition, par contact direct et par effet résiduel selon le schéma hypothétique de l'étude (Fig. 14).

#### 3.4.1. Evaluation du potentiel insecticide des bioproduits à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* par effet direct

10 individus de capucin des grains sont introduits dans des boites de pétrie sur un papier filtre, le produits a été pulvérisé directement sur les individus à savoir: les 2 formulations diluées, l'extrait aqueux brut et les 2 témoins positif et négatif: T1 (témoin 1 = F<sub>1</sub> sans matière active) et T2 (témoin 2 = F<sub>2</sub> sans matière active). Les essais sont réalisés en 5 répétitions. Le nombre des individus morts est dénombré après 30 min 1heure 3 heure 5 heure 8 heure et 24 heures.

#### 3.4.2. Evaluation du potentiel insecticide des bioproduits à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* par effet résiduel

L'effet résiduelle consiste a pulvérisé le produit sur le papier filtre en suite ont introduit 10 individus dans les boites sur le papier filtre déjà imprégné. Pareillement, les essais sont réalisés en 5 répétitions. Le nombre des individus morts est dénombré après 30 min 1heure 3 heure 5 heure 8 heure et 24 heures.

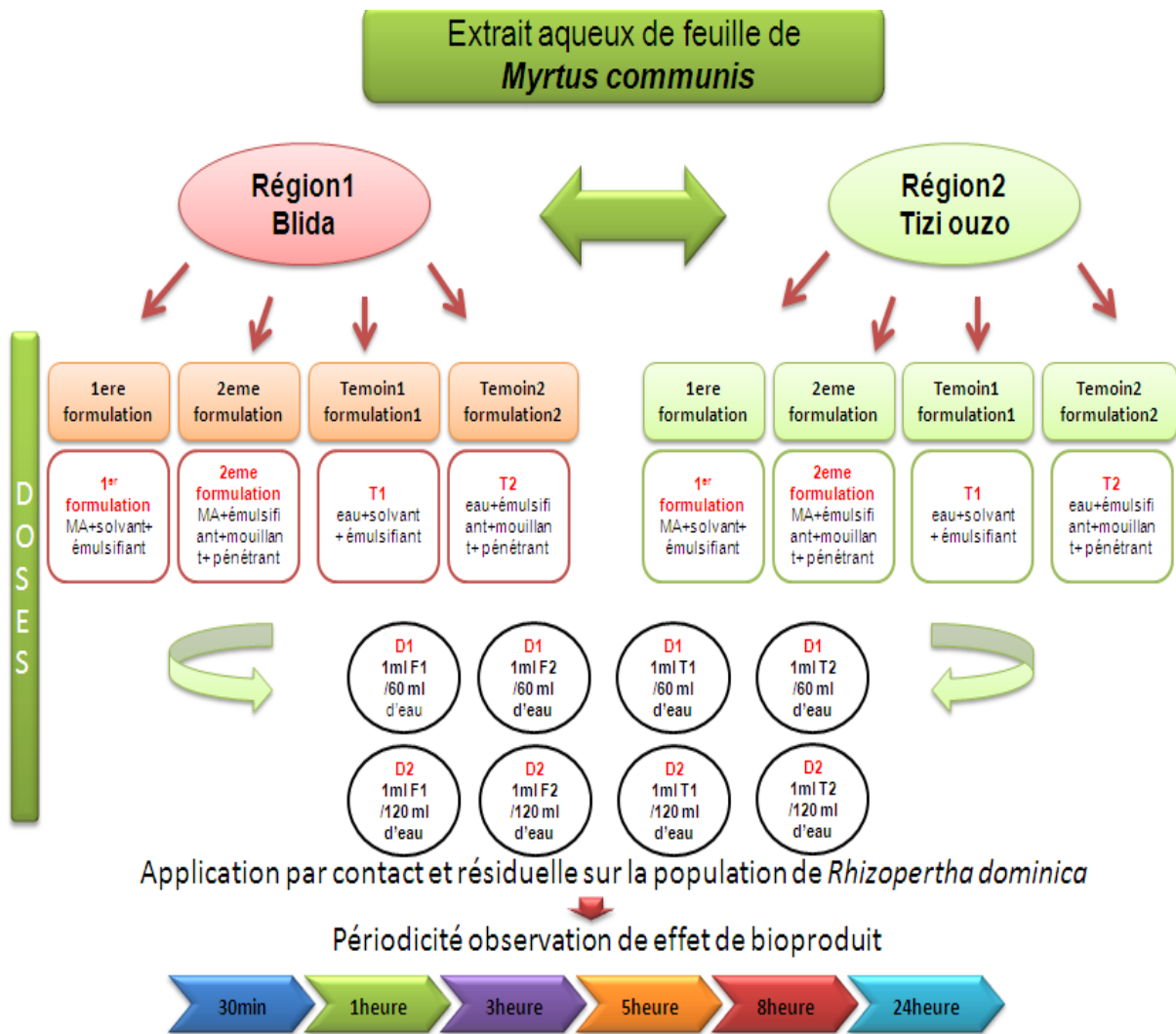


Figure 14: Schéma du dispositif expérimental des applications biocides a base d'extrait aqueux de myrte sur les individus adulte de *Rhizopertha dominica*

### 3.5. Estimation du taux de mortalité de *Rhizopertha dominica*

Selon **Marmonier et al (2004)**, le taux de mortalité est le taux de disparition d'individus dans des conditions d'environnement données (varie en fonction de la population considérée et des facteurs du milieu). Il est donné par la diminution de la population par mortalité/ variation du temps.

$$n = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

avec :

$\Delta N$  : augmentation de la population par les naissances

$\Delta t$  : variation du temps

### 3.6. Estimation de la mortalité corrigée de *Rhizopertha dominica*

L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué par ce toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'ABBOTT (1925).

$$MC\% = (M - Mt * 100) / (100 - Mt)$$

Avec :

MC: la mortalité corrigée

M: pourcentage de morts dans la population traitée

Mt: pourcentage de morts dans la population témoin

## 4. Analyse statistique des données

L'analyse statistique a concerné l'évaluation de l'activité insecticide des phytopréparations à base d'extrait aqueux de *M. communis* sur la disponibilité numérique des individus adultes du capucin des graines *R. dominica*. Les analyses de la variance sont faites sur des moyennes homogènes adoptées sur la base d'un Coefficient de Variance (C.V. <15%). La signification des comparaisons des moyennes a été confirmée par un test de comparaison par paire (Test Tukey). Les contributions significatives retenues sont au seuil d'une probabilité de 5%, les calculs ont été déroulés par le logiciel XLSTAT vers. 9 (**SPSS, 2016**). La tendance de la variation temporelle des mortalités corrigées de *R. dominica* par rapport à leurs réactions aux différents des bioproduits à base d'extrait aqueux de *M. communis* nous a été établie par une analyse en composante principale (A.C.P.). La projection des variables sur les deux axes de l'analyse multivariée a été conduite par le logiciel (PAST vers. 1.37) (**Hammer et al., 2001**).

## Chapitre III: Résultats

Dans le présent chapitre, nous exposons les résultats relatifs à l'évaluation de l'activité bio-insecticide des extraits aqueux des feuilles de *Myrtus communis* récoltée dans deux régions différentes Timarzouga (Tizi-Ouzou) et Hammam Melouane (Blida) sur les populations adulte d'un ravageur des denrées stockées le capucin des grains *Rhizopertha dominica*.

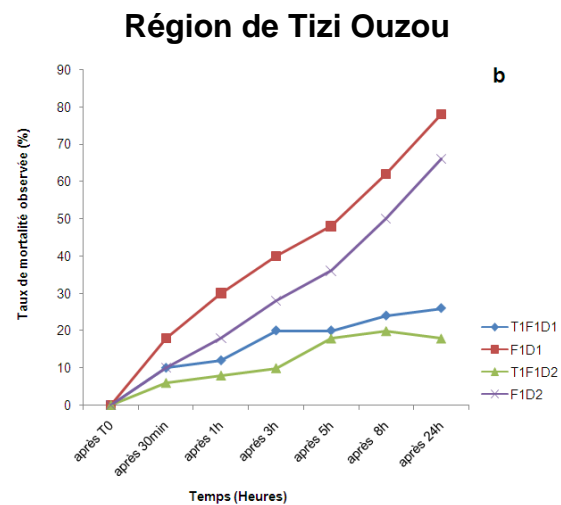
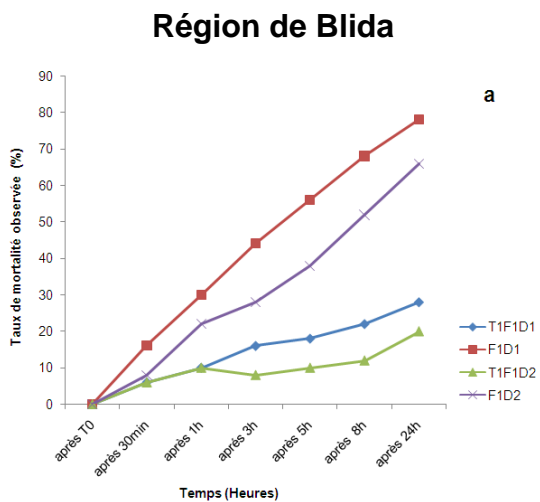
### 1. Evolution temporelle des mortalités observées de *Rhizopertha dominica* sous l'effet des bioproduits à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis*

Nous proposons d'étudier les effets biocide par contact et résiduel des extraits aqueux des feuilles de *M. communis* formulés prélevés de deux régions différentes dans le but d'estimer le taux de mortalité des adultes de *R. dominica*

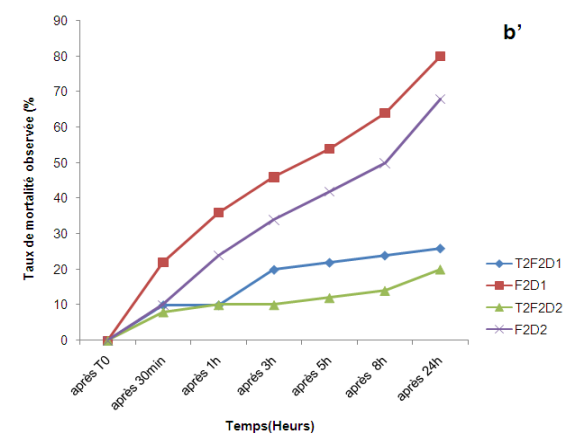
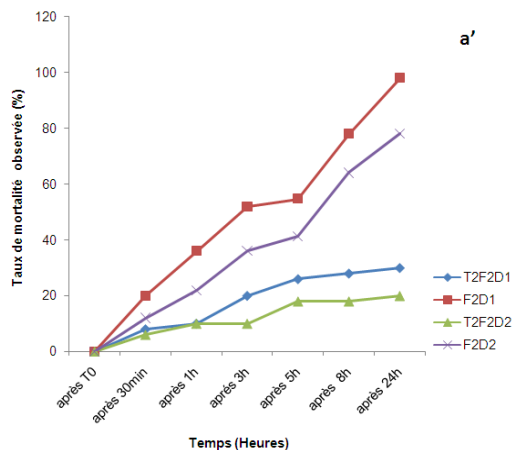
#### 1.1. Potentialité insecticide des formulations à base à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* par effet contact

Les résultats de l'effet par contact des extraits aqueux des feuilles de *M. communis*, de chacune des deux doses des deux bioproduits et les deux témoins formulés récoltés dans les régions de Tizi-Ouzou et Blida ont été testés sur les adultes de *R. dominica* signalent que la mortalité temporelle augmente avec le temps quelque soient les formulations, les dilutions et les régions par rapport aux témoins négatifs et positifs (Fig. 14). Cependant, il est à signaler que l'effet temporel des deux doses de la première formulation des deux régions (Fig.14a et b), présentent un rapprochement d'effet qui ne commence à se différencier dès 30 min d'exposition aux traitements, pour atteindre un taux maximal de mortalité vers 8 heures puis 24 heures d'exposition dont nous enregistrons des taux 65% à 80 % (Blida ) et 50% à 75% (Tizi Ouzou). Alors que, la mortalité des témoins ne dépasse pas 30 %. En revanche, la fluctuation temporelle des taux de mortalité sous l'effet de la deuxième formulation des deux régions (Fig.14a' et b'), nous signalons des taux de mortalité comprise entre 50% et 100% pour les extraits aqueux issus des feuilles prélevées de Blida et 55% et 75% pour les extraits aqueux issus des feuilles prélevées de Tizi Ouzou. Alors que, la mortalité des deux témoins formulés ne dépasse pas 30 % après 8 heures et 24 heures d'exposition aux traitements négatifs.

Formulation 1 (F1)



Formulation 2 (F2)



**Figure 15: Variation temporelle des mortalités observées par effet contact**  
 T : Témoin, F1 : Formulation 1, F2 : Formulation 2, D1=1mlF1/60ml d'eau ; D2=1ml F1/120ml d'eau

### 1.2. Potentialité insecticide des formulations à base à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* par effet résiduel

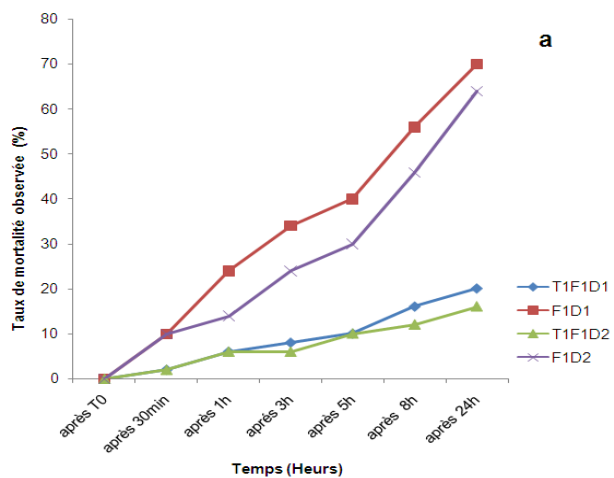
Les résultats de l'effet par effet résiduel des extraits aqueux des feuilles de *M. communis*, de chacune des deux doses des deux bioproduits et les deux témoins formulés récoltés dans les régions de Tizi-Ouzou et Blida ont été testés sur les adultes de *R. dominica* signalent que la mortalité temporelle augmente avec le temps quelque soient les formulations, les dilutions et les régions par rapport aux témoins négatifs et positifs (Fig. 15).

Cependant, il est à signaler que l'effet temporel des deux doses de la première formulation des deux régions (Fig.15 a et b), présentent un rapprochement d'effet qui ne commence à se différencier dès 30 min d'exposition aux traitements, pour atteindre un taux maximal de mortalité vers 8 heures puis 24 heures d'exposition dont nous enregistrons des taux 40% à 70 % (Blida ) et 40% à 65% (Tizi Ouzou). Alors que, la mortalité des témoins ne dépasse pas 20 %.

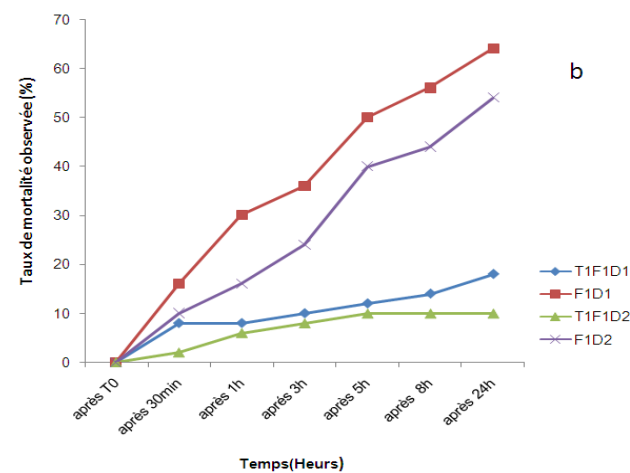
En revanche, la fluctuation temporelle des taux de mortalité sous l'effet de la deuxième formulation des deux régions (Fig.15 a' et b'), nous signalons des taux de mortalité comprise entre 50% et 75% pour les extraits aqueux issus des feuilles prélevées de Blida et 45% et 65% pour les extraits aqueux issus des feuilles prélevées de Tizi Ouzou. Alors que, la mortalité des deux témoins formulés ne dépasse pas 10 % même après 8 heures et 24 heures d'exposition aux traitements négatifs.

Formulation 1 (F1)

Région de Blida



Région de Tizi Ouzou



Formulation 2 (F2)

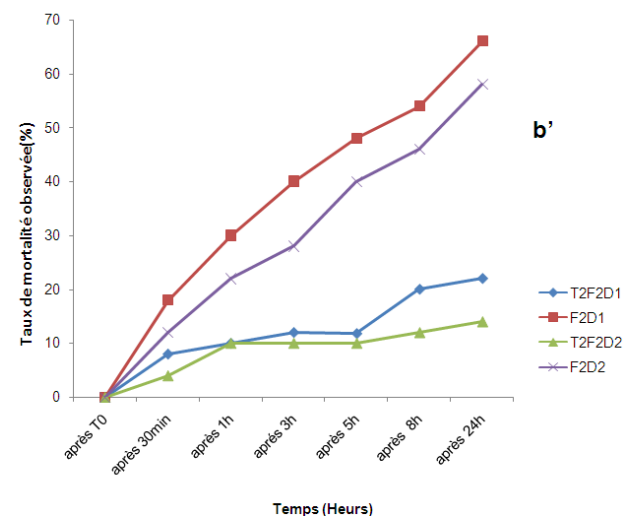
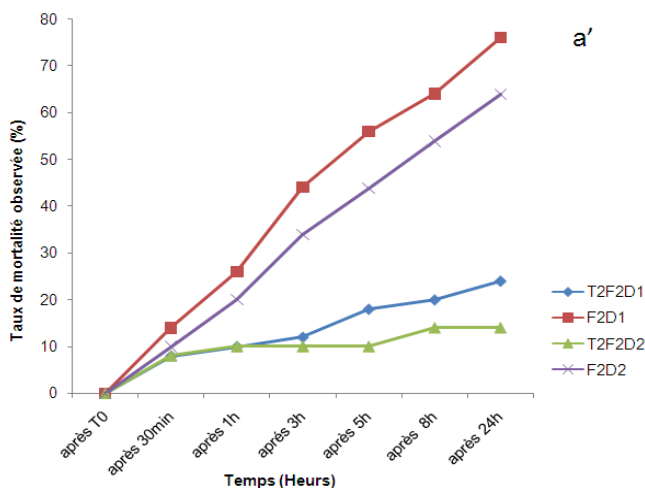


Figure 16: Variation temporelle des mortalités observées par effet résiduel

T : Témoin, F1 : Formulation 1, F2 : Formulation 2, D1=1mlF1/60ml d'eau ; D2=1ml F1/120ml d'eau



## 2. Estimation de la mortalité corrigée de *Rhyzopertha dominica* sous l'effet des bioproduits à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis*

### 2.1. Présentation de l'activité insecticide des formulations à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* par effet contact et effet résiduel

La présentation graphique en BoxPlot des données expérimentales est avancée dans le but d'apprécier la variation des mortalités corrigées sous l'effet des différents origines, doses et mode d'application des bioproduits à base d'extrait aqueux *M. communis* (Fig. 16).

Selon le mode d'application par effet direct, la comparaison des mortalités corrigées sous l'effet des fortes doses D1 des extraits aqueux issus des feuilles de *M. communis*-Blida formulés selon le protocole de formulation **F2** (F2D1B:  $Q_1=13$ ,  $Q_2=38,9$ ,  $Q_3=69,4$ ) annonce une similarité avec les extraits aqueux issus des feuilles de *M. communis*-Blida formulés selon le protocole de formulation **F1** (F2D1B :  $Q_1=10,6$ ,  $Q_2=33,3$ ,  $Q_3=58,9$ ) (Fig. 16 a). En revanche, les fortes doses D1 des extraits aqueux issus des feuilles de *M. communis*-Tizi Ouzou formulés selon le protocole de formulation **F2** (F2D1T:  $Q_1=13,3$ ,  $Q_2=32,5$ ,  $Q_3=52,6$ ) signalent des mortalités corrigées proches avec les extraits aqueux issus des feuilles de *M. communis*-Tizi Ouzou formulés selon le protocole de formulation **F1** (F2D1T:  $Q_1=8,8$ ,  $Q_2=25$ ,  $Q_3=50$ ) (Fig. 16 a). Les résultats de comparaison des mortalités corrigées sous l'effet des faibles doses D2 des extraits aqueux issus des feuilles de *M. communis*-Blida et de *M. communis*-Tizi Ouzou, signale les mêmes effets concernant l'activité des formulation F1 et F2(Fig. 16b).

Concernant le mode d'application par effet résiduel, la comparaison des mortalités corrigées sous l'effet des fortes doses D1 ainsi que les faibles doses D2 des extraits aqueux issus des feuilles de *M. communis*-Blida et de *M. communis*-Tizi Ouzou formulés selon les protocoles de formulation **F2** et **F1**, reconduisent les mêmes effets biocides signalés pour l'effet par contact direct (Fig. 16 a' et b').

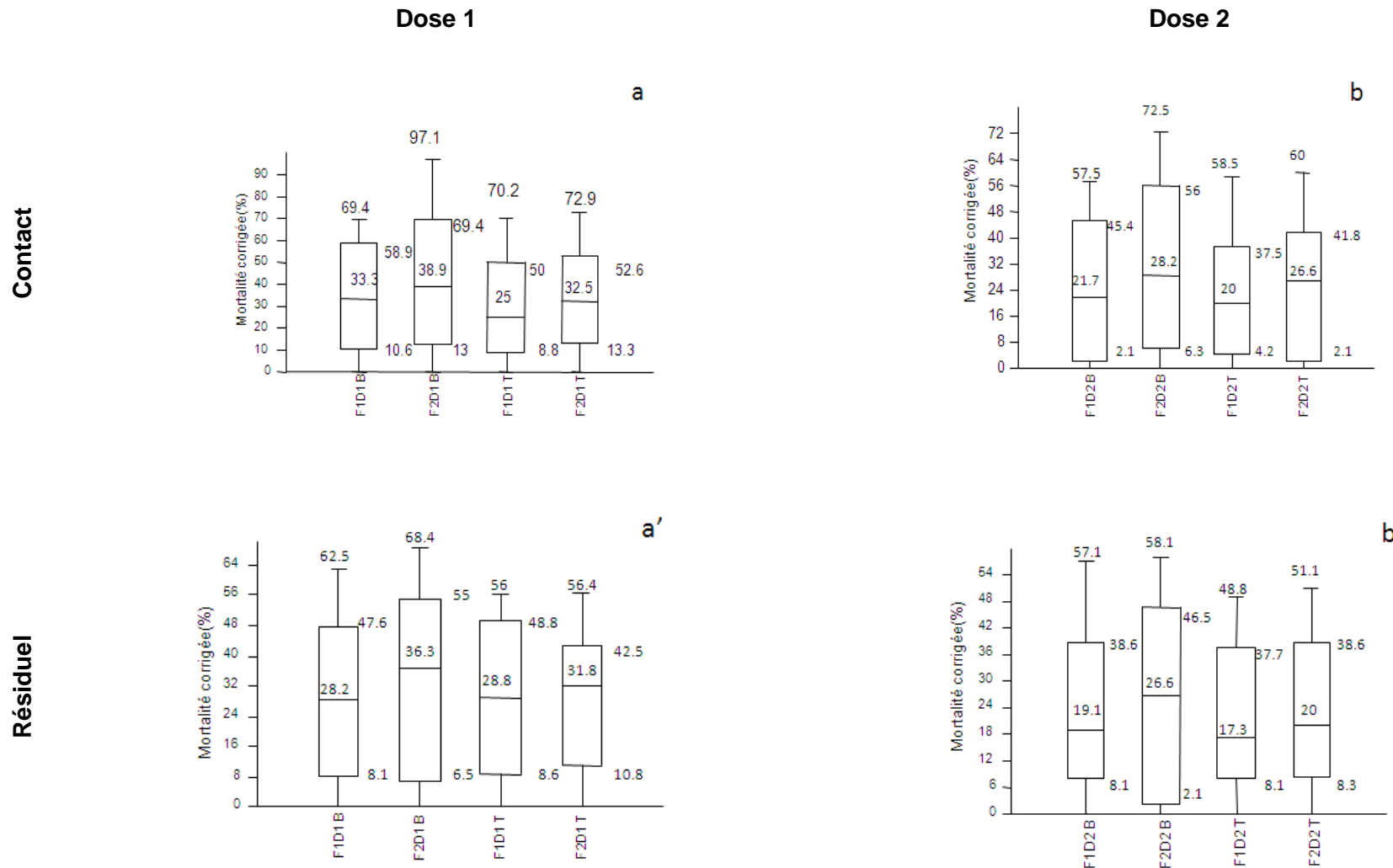


Figure 17: Présentation des données expérimentales de la mortalité corrigée *Rhizopertha dominica*

T : Témoin, F1 : Formulation 1, F2 : Formulation 2, D1=1ml F1/60ml d'eau ; D2=1ml F1/120ml d'eau

## 2.2. Tendances des mortalités corrigées de *Rhyzopertha dominica* sous l'effet des formulations à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis*

L'analyse en composantes principales (A. C. P) appliquée aux valeurs des mortalités corrigées de *R. dominica* est satisfaisante pour les paramètres types de formulation et doses des bioproduits dans la mesure où plus de 80% de la variance est exprimée sur les deux premiers axes (Fig. 17)

La projection des valeurs des mortalités corrigées des adultes de *R. dominica* par effet contact sur le premier axe 1 (98,39%) montre que toutes les doses d'extrait aqueux de Myrte des deux régions avec les formulations accusent une mortalité tardive visible par le biais des corrélations positives établies (Fig. 17a). Les projections des vecteurs relative aux mortalités corrigées informe que les différents bioproduits des extraits aqueux de Myrte notamment F1D2\_T, F2D2\_B et F2D1\_B montrent réellement leur potentiel insecticide à l'égard des adultes de *R. dominica* à partir de 24h d'exposition par voie de contact direct aux traitements. Un deuxième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet du traitement F1D1\_B après 5h d'exposition. Alors que le troisième palier d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements F2D1\_T, F2D2\_T et F1D2\_B dès 8h d'exposition aux traitements.

La projection des valeurs des mortalités corrigées des adultes de *R. dominica* par effet résiduel sur le premier axe 1 (97,7%) montre que toutes les doses d'extrait aqueux de Myrte des deux régions avec les formulations accusent une mortalité tardive visible par le biais des corrélations positives établies (Fig. 17b). Les projections des vecteurs relative aux mortalités corrigées informe que les différents bioproduits des extraits aqueux de Myrte notamment F1D2\_B qui montre réellement le potentiel insecticide à l'égard des adultes de *R.dominica* à partir de 24h d'exposition par voie résiduel au traitement. Un deuxième palier désignant un potentiel d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements F2D1\_T, F2D1\_B et F2D2\_B dès 5h d'exposition. Alors que le troisième palier d'activité insecticide est signalé sous l'effet des traitements F1D2\_T, F2D2\_T et F1D1\_B dès 8h d'exposition aux traitements.

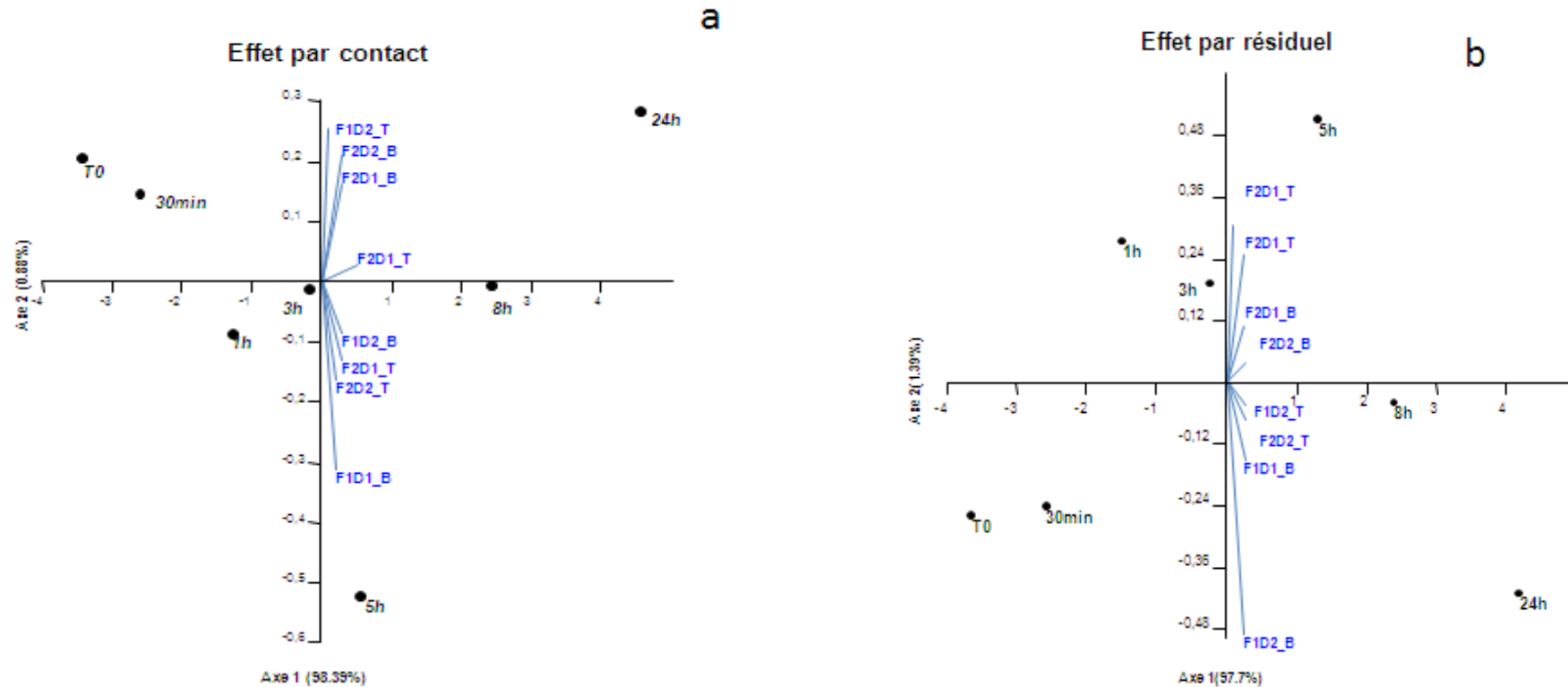


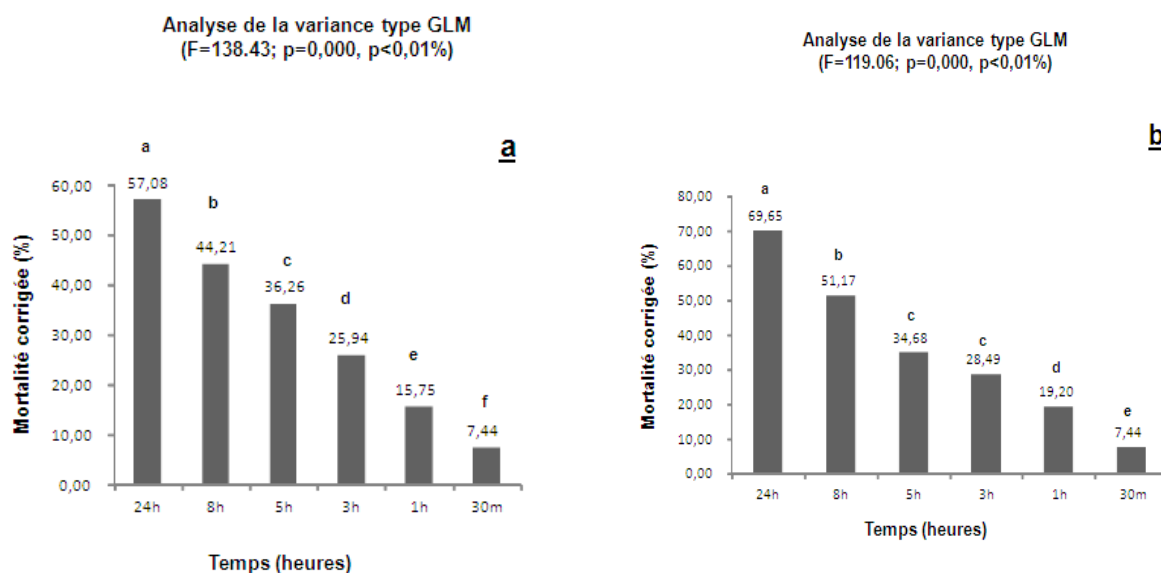
Figure 18: Projection des mortalités corrigées de *Rhizopertha dominica* sous l'effet des formulations à base à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* sur les axes de l'ACP

T : Témoin, F1 : Formulation 1, F2 : Formulation 2, D1=1ml F1/60ml d'eau ; D2=1ml F1/120ml d'eau, B : Blida, T :Tizi Ouzou

### 2.3. Etude comparée des mortalités corrigées sous l'effet des bioproduits formulés à base d'extrait aqueux de *Myrtus communis* sur *Rhyzopertha dominica*

Les figures englobe l'effet des extraits aqueux formulés à base de *M. communis* sur les adultes de *R. dominica* par contact direct et effet résiduel., en fonction du temps (Fig. 18), des doses (Fig. 19), des formulations (Fig. 20) et des régions (Fig. 21). D'après les résultats obtenus par le modèle GLM, la mortalité corrigée qui est sous l'effet de temps par contact ( $F=138.43$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ) et par résiduel ( $F=119.06$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ), sous l'effet des doses par contact ( $F=52.160$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ) et par résiduel ( $F=32.38$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ), sous l'effet des formulations par contact ( $F=14.29$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ) et par résiduel ( $F=3.29$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ) et sous l'effet des région de récolte ( $F=10.79$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ) et par résiduel ( $F=0.88$ ;  $p=0,000$ ,  $p<0,01\%$ ) présentent une différences hautement significative.

Concernant l'effet temporel, les résultats montrent une efficacité progressive durant toute la période de l'essai par contact et résiduel. Le temps le plus efficace est après 8 heures et 24 heures. Les résultats du test de Tukey reportés dans la figure 19 désignent l'existence de six groupes homogènes. Les temps d'expositions les plus faibles 30min, 1h et 3h sont désignés par 3 groupes homogènes (d, e, f). Au-delà de 5h d'exposition aux extraits formulés le test signale la présence de trois groupes homogène (a, b c) désignant une gradation positive de la mortalité corrigée (Fig.19a).



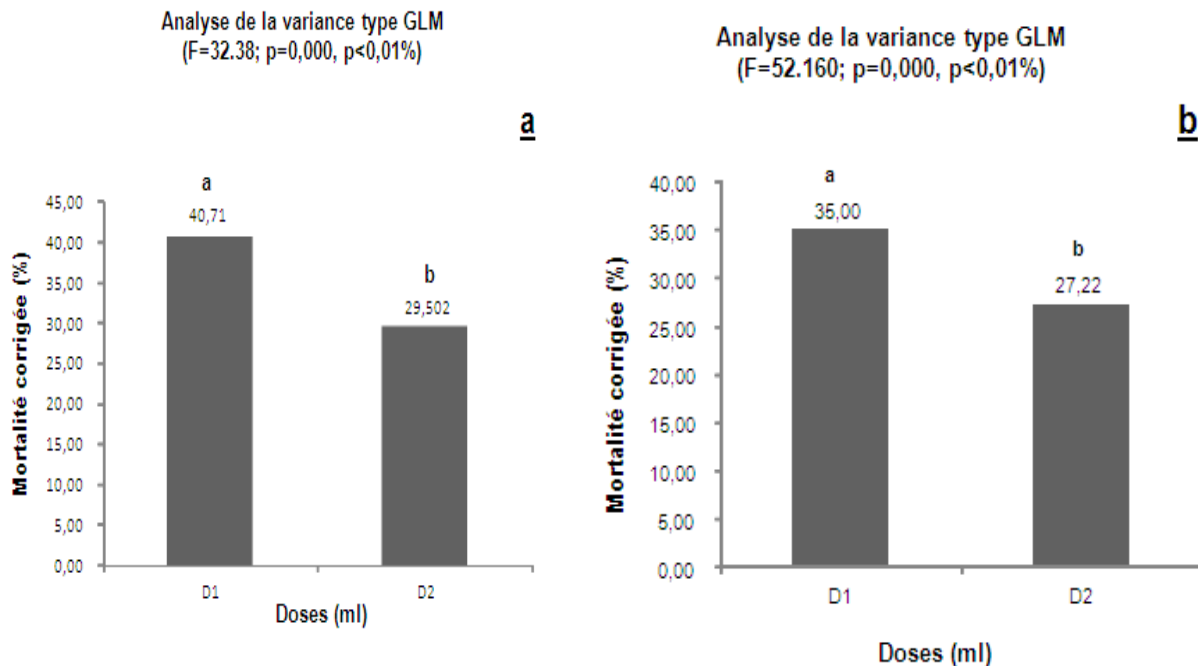
**Figure 19 : Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur temps**

A : effet par contact ; B : effet résiduel

Concernant, l'effet résiduel, le test de Tukey affiche la présence de 5 groupes homogènes relatifs à la gradation temporelle de la mortalité corrigée (Fig. 18 b). Les

temps d'expositions les plus faibles 30min, 1h et 3h sont désignés par 2 groupes homogènes (d, e). Au-delà de 3h d'exposition aux extraits le test signale la présence de trois groupes homogène (a, b c).

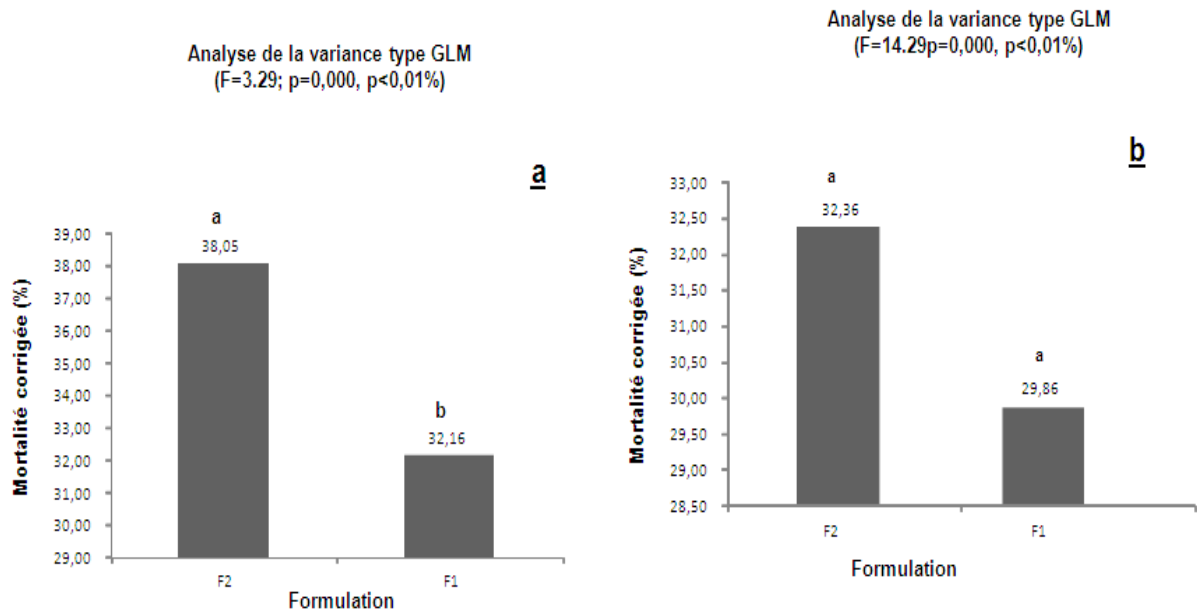
Aussi, la dose D1 mentionne une supériorité de toxicité remarquable à l'égard de dose D2 par effet contact (Fig. 19a).et résiduel (Fig. 19b).



**Figure 20: Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur doses**

A : effet par contact ; B : effet résiduel

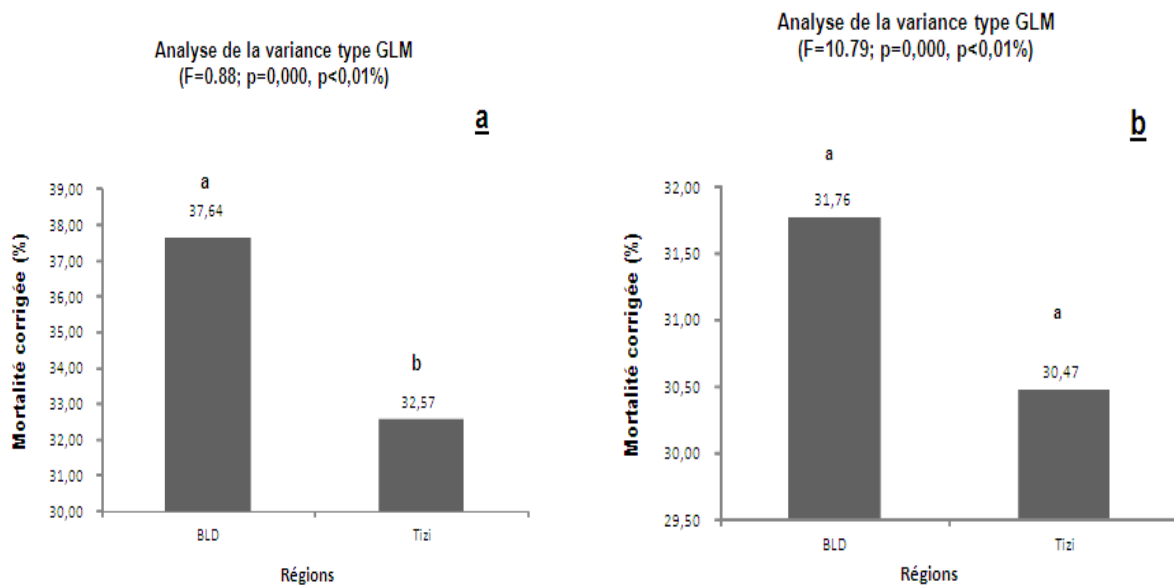
A propos des potentialités des formulations, le test de Tukey fait constater une nette différence d'extrait aqueux formulé  $F_2$ , qui se traduit par un fort pourcentage de mortalité corrigé des adultes de *R. dominica* par apport à celui de d'extrait aqueux formulés  $F_1$  aussi bien sous effet contact direct (Fig. 20 a) que sous l'effet résiduel (Fig. 20 b).



**Figure 21: Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur formulations**

A : effet par contact ; B : effet résiduel

L'effet régional de prélèvement des feuilles de *M. communis* montre une différence significative concernant les mortalités corrigées de *R. dominica*. La région de Blida motionne le pourcentage le plus élevé de mortalité corrigé par effet contact et effet résiduel que celui de la région de Tizi Ouzou (Fig. 21a et b).



**Figure 22: Etude comparée des mortalités corrigées selon le facteur région**

A : effet par contact ; B : effet résiduel

## Chapitre IV : Discussion générale

Depuis des siècles les communautés humaines ont utilisé des biopesticides d'origine végétale pour lutter contre les ravageurs des cultures et des denrées stockées. Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité. Actuellement, on rapporte que plusieurs milliers d'espèces de plantes possèdent des propriétés de lutte antiparasitaire. A l'origine, cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des futurs biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes. Dans le cadre du développement durable, la principale approche de ce travail consiste à déterminer l'efficacité de biopesticides à base d'extrait aqueux des feuilles de *Myrtus communis* sur les adultes de *Rhizopertha dominica*.

### 1. Effet des conditions environnementales sur l'activité insecticides des bioproduits

L'efficacité des bioproduits des deux formulations de Blida ont affichées des mortalités comprises 20%-100% par contact et 14%-75% par effet résiduel. Cependant, l'efficacité des extraits aqueux formulés de la région de Tizi ouzou signalent des mortalités de l'ordre de 18%-80% par contact et 18%-65% par effet résiduel. Nous avançons l'hypothèse que la différence de l'efficacité des extraits aqueux entre les deux régions Blida et Tizi Ouzou, est due aux facteurs externes et à la différence des constituants des feuilles de *M. communis*. D'après **Dormaun et Deans (2000)**, le principal facteur modifiant l'activité insecticide des extraits aqueux est l'huile essentielle, ainsi que le type et la structure moléculaire des composants actifs présents. Cependant, ce constat ne doit pas amener à penser que la toxicité d'une plante est obligatoirement liée à la nature du composé dominant. La présence de composés synergiques peut renforcer l'activité du principe actif (**Nuto, 1995**). Les facteurs externes, comme le climat et la disponibilité en nutriment, le sol influencent de façon considérable les teneurs en substances secondaires des plantes (**Sauvion et al., 2013**). En effet, la variation détectée dans la composition chimique des métabolites secondaires de *M. communis* issus de différents pays est liée à plusieurs paramètres tels que : le facteur environnemental (**Lawrence, 1991**), telles que les conditions climatiques et géographiques. **Ristic et al. (1999)** précisent que ces conditions changent d'un pays à un autre, d'une région à une autre et de la période de la cueillette. De même, **Lapointe (2004)** ajoute que certains facteurs environnementaux, peuvent influencer la toxicité. La lumière et la température peuvent notamment modifier les effets d'un toxique. L'exposition simultanée ou séquentielle à plusieurs produits peut entraîner des conséquences imprévues qui peuvent différer de la somme des réponses causées par chacun des composants du



mélange. C'est ce que l'on appelle une interaction toxicologique. Il existe différents termes pour décrire les interactions toxicologiques.

## 2. Potentialité de l'activité insecticide des bioproduits selon le mode d'apport des matières actives

Les résultats de la mortalité corrigée des adultes de *R. dominica* due aux extraits aqueux des feuilles de *M. communis* formulés des deux régions Blida et Tizi ouzou ont montrés une différence hautement significative entre les deux modes d'apport, effet résiduel et contact. L'action résiduelle présente la plus faible efficacité que celle par effet contact. Cela suppose être lié à la nature des composants des feuilles de myrte. Sous l'hypothèse que le mode d'action de la molécule interfère avec les fonctions vitales de l'organisme cible tel que la respiration. La sensibilité aux produits insecticides reste liée à la taille et au stade de développement de l'insecte (**Ould El Hadj et al., 2008**). Plusieurs études récentes ont rapporté que les plantes expriment la suprématie d'action des matières actives des extraits par mode de contact à l'égard des sites cibles. Selon **Lauwerys (1990)**, les structures chimiques de certains extraits de plantes particulièrement toxiques ont été isolées et des études ont été entreprises pour rechercher leurs mécanismes d'action sur les organismes. Les exemples qui vont être évoqués montrent que le mode d'action des substances chimiques produites par les plantes peut s'exercer de manière très diverses sur les organismes cibles, à l'instar de plusieurs plantes qui possèdent de grandes potentialités insecticides. Leur effet toxique provoque une mortalité plus ou moins importante, selon le mode de pénétration de l'extrait aqueux (**Benzara et al., 2011**). Les biopesticides agissent sur la croissance en perturbant la mue des insectes, d'autres perturbent leurs développements. Les insecticides interviennent également dans la respiration cellulaire ou encore au niveau des muscles pour une toute petite partie d'entre eux. Les substances végétales peuvent agir sur le système nerveux des insectes, elles provoquent une hyperactivité générale, perturbant les mouvements, l'alimentation et entraînent des tremblements et ou des convulsions, aboutissant à la paralysie et à la mort de la cible. D'autres, par contre agissent sur les mécanismes respiratoires (**Park et al., 2002**)

## 3. Optimisation de l'activité insecticide par la formulation des bioproduits

Les résultats ont montrés que l'extrait aqueux formulé F2 de myrte, *M. communis* provoque des mortalités remarquables sur les adultes de *R. dominica* par rapport à la formulation F1 pour les deux régions Blida et Tizi Ouzou. Aussi, la comparaison entre la dose 1 (D1) et la dose 2 (D2) présente une différence significative entre les deux formulations. Nos résultats soulignent que la première dose (1mlF1/60ml d'eau) est plus efficace et mentionne une supériorité de toxicité remarquable par rapport à la deuxième dose (1ml F1/120ml d'eau). Les extraits aqueux de feuilles de *M. communis* révèlent une potentialité insecticide traduite par les taux de mortalité élevés, et progressives, puisque la mortalité augmente

temporellement et peut atteindre un taux maximal de 100% de mortalité pour la dose le plus élevés. Cela montre que la mortalité est corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition. D'après **Leon-Raul (2005)**, l'utilisation des adjuvants est fondamentale dans l'amélioration de l'efficacité des produits phytosanitaires au niveau de la rétention et de l'augmentation de la surface de contact liquide-cuticule. Il précise que les tensioactifs représentent un des types d'adjuvant les plus utilisés dans le domaine phytosanitaire. Il distingue les co-formulants utilisés par le fabricant dans la formulation des préparations phytosanitaires et les tensioactifs utilisés par l'agriculteur sur les conseils du fabricant, afin d'améliorer les propriétés physicochimiques des produits afin de faciliter la diffusion des matières actives dans la cuticule. De même, le solvant est une substance qui a le pouvoir de former avec d'autres substances une solution homogène facilitant la solubilisation et la capacité de pénétration des matières actives. La différence est due à la nature des composants. Le développement de la formulation est un procédé important dont le succès dépend des facteurs suivants: la stabilisation des ingrédients actifs pendant la distribution et le stockage, la facilitation de la manipulation et de l'application du produit, ainsi que l'amélioration de l'activité des ingrédients actifs sur le terrain (**Adama, 2014**). Elle comprend selon la nature chimique, la polarité et la structure des ingrédients de la formulation, généralement un ou plusieurs composés actifs et différents additifs comme l'eau, les solvants, les adjuvants et les conservateurs (**Cachet et al., 2009**).

## Conclusion générale et perspectives

Ce travail consacré essentiellement à l'évaluation de l'activité bio-insecticide des extraits aqueux des feuilles de *M. communis* récoltée dans deux régions différentes Timarzouga (Tizi-Ouzou) et Hammam Melouane (Blida) sur les populations adulte d'un ravageur des denrées stockées, le capucin des grains *R. dominica*.

Les résultats montrent une différence de l'efficacité des extraits aqueux entre les deux régions Blida et Tizi Ouzou. L'efficacité des bioproduits des deux formulations de Blida ont affichées des mortalités comprises 20%-100% par contact et 14%-75% par effet résiduel. Alors que, l'efficacité des extraits aqueux formulés de la région de Tizi ouzou signalent des mortalités de l'ordre de 18%-80% par contact et 18%-65% par effet résiduel.

La mortalité corrigée des *R. dominica* due aux extraits aqueux des feuilles de *M. communis* formulés des deux régions Blida et Tizi ouzou ont montrés une différence hautement significative entre les deux modes d'apport, effet résiduel et contact. L'action résiduelle présente la plus faible efficacité que celle par effet contact. L'effet toxique des extraits aqueux présente un taux maximal de mortalité après 8 heures et 24 heures d'exposition, avec des taux de 65% à 80 % (Blida) et 50% à 75% (Tizi Ouzou). Pour la première formulation (70% d'EA+ 30% de solvant et d'émulsifiant); les taux de mortalité sont compris entre 50% et 100% pour les extraits aqueux issus des feuilles prélevées de Blida et 55% et 75% pour les extraits aqueux issus des feuilles prélevées de Tizi Ouzou. Pour la deuxième formulation, (60% MA+émulsifiant+mouillant+ pénétrant) l'extrait aqueux formulé F2 de myrte *M. communis* provoque des mortalités remarquables sur les adultes de *R. dominica* par rapport à la formulation F1(70% d'EA+ 30% de solvant et d'émulsifiant) pour les deux régions Blida et Tizi Ouzou. Aussi, la comparaison entre la dose 1 (D1) et la dose 2 (D2) présente une différence significative entre les deux formulations. Nos résultats soulignent que la première dose (1mlF1/60ml d'eau) est plus efficace et mentionne une supériorité de toxicité remarquable par rapport à la deuxième dose (1ml F1/120ml d'eau).

L'Algérie par sa situation géographique, possède une flore riche et diverse. Un grand nombre de plantes y poussent spontanément, parmi lesquelles les plantes aromatiques et médicinales, qui possèdent des propriétés et des substances bioactives.

L'utilisation des extraits aqueux formulés dans la lutte biologique, présente un certain intérêt dans la protection des denrées stockées. En perspective, il serait intéressant d'évaluer l'effet du biopesticides par des mélanges ratios des extraits aqueux des différents stades phénologiques, et aussi par la sélection des adjuvants qui peuvent optimiser le degré d'efficacité des principes actifs. Comme, il serait également

intéressant de mener des études complémentaires et plus approfondies sur *M. communis* afin d'isoler, purifier et identifier les différents principes actifs pour la mise en valeur de cette plante. Une exploitation de leurs propriétés insecticide en vers d'autres insectes implique une recherche plus poussés de ses principes actifs.

## Références bibliographiques

- **Ababsia A. (2005):** Protection phytosanitaire des céréales en Algérie, principaux bioagresseurs des denrées stockées et stratégie de lutte. I.N.P.V., service d'entomologie. ELharrach. Alger. 19 p.
- **Ahmed M. S. (1992):** Composition, nutrition and favor of peanuts. H. G. batte anal C. T.young eds peanuts science and technology T. X. pp: 655 – 688.
- **Aidani H., 2015.** Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées. « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen », mémoire fin d'étude en master en agronomie, option production et amélioration des plantes, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et d'univers, Université Abou Bekre Belkaid, 104 p.
- **Ait-Slimane-Ait-Kaki 2008,** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu,pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie thèses de Doctorat en Sciences université Badji Mokhtar Annaba pp 26,29,56
- **Anonyme, 2014** Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture(F.A.O).
- **Anonyme a, 2017.** Les ravageurs des céréales stockées, Guide Conseil, 50 p
- **Anonyme b, 2017.** Spike International Agencies (S.I.A). <http://www.pbt.padil.gov.au>.
- **Anonyme c, 2017.** *Myrtus comminus* L. (**Anacardiaceae**), <http://www.boethingtreeland.com> .
- **Anonyme d, 2017.** Adulte de *Rhizopertha dominica* <http://www.boethingtreeland.com>
- **Anonyme e, 2017.** Verte Burkina Faso, Module de formation sur les techniques de stockage et de conservation des céréales, 44 p.
- **Anonyme f, 2017** . Les catégories d'aliments, collège des enseignants de nutrition, Université Médicale Virtuelle Francophone, 31p.
- **Amari , 2014-** Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de poischiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste et Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte, thèse en option d'interaction des plantes- animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés, spécialité : ecologie animale, Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques Département de Biologie, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.
- **Avato P., Argentieri M. P. Et De Mastro G., 2008-** Combined methods for the analysis of total content of glucosinolates in some brassica oilseeds. Italy.P87;
- **A.Taheri, A. Seyfan, S. Jalalinezhad, F. Nasery.,2013.** Antibacterial effect of *Myrtus communis* hydro-alcoholic extract on pathogenic bacteria. Zahedan J Res Med Sci , 15(6) , p19-24.
- **Baba Aissa, F.(1999)** -Encyclopedie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb.Substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident, 181 p.

- **Balachowsky A. S. (1962)** : Entomologie appliquée à l'agriculture, les coléoptères. Ed.Masson et Cie, Paris, T<sub>1</sub>, 564 p.
- **Belaiche,P.(1979)** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Ed. Maloine, 1979, tome I, p.163.
- **Benzara A., Touati M., Doumandji-Mitiche B & Doumandji S.E., 2011** Régime alimentaire du genre Calliptamus (Serville, 1831) (Orthoptera - Acrididae) sur le littoral oriental algérois. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, 58(2).
- **Bousquet 1990** (guide d'identification des insectes au Canada) 41p.
- **Bostanian,N.J. & L.J. Coulombe 1986** An integrated pest management program for apple orchards in southwestern Quebec 1142 p.
- **Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M. Et Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA,ICARDA, Algérie, 176 p.
- **Bounechada M Et Arab R 2011.** Effet insecticide des plantes Melia azedarach L. et Peganum harmala L. sur Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae). 6pp.
- **Cachet N., Hoakwie F., Bertani S., Bourdy G., Deharo E., Stien D., Houel E., Gornitzka H., Fillaux J., Chevalley S.,Valentin A., Jullian V., Antimalarial Activity Of Simalikalactone E, a New Quassinoid from Quassia amara L. (Simaroubaceae). Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2009. 53(10): p. 4393 - 4398.**
- **Copping , Menn (2000).** Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. Pest Manage. Sci. 56, 651-676 p.
- **Cruz J. F., Troude F., Griffon D. & Heber J. P. (1988)** : Conservation des graines en région chaudes, (techniques rurales en Afrique), 2Ed, Ministère de la coopération et du développement, Paris France, 545 p.
- **Decelle J. (1981):** Bruchidae related of grain legumes in the Afro – tropical area. Series Entomological. 19, 617 – 635.
- **Delobel Et Tran, 1993.** Les Coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes.Ed. Orstom. pp 125,129.
- **Dioup, P.S., 1996.** Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest : l'exemple de l'estuaire hypersalin du Sine-Saloum. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, 267 p.
- **Dongret K., Rananavar H. D. Et Dessas R. P. (1997):** Influence of gamma radiation on oviposition and egg viability of *Callosobruchus maculatus* (F.) and grain loss in mung bean storage. J. Nuclear. Agro. Biol. 26 (3),161 – 165
- **Ducom P. (1987)** : Dernières tendances dans la protection des graines stockées. Defense des cultures PHYTOMA. 385 ,38 – 39 p.
- **Fao 2014** Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle systèmes Appropriés de Stockage des Semences et des Grains pour les Agriculteurs à Petite Échelle

- **Fargo W. S., Cuperus G. W., Bonjour E. L., Bucholder W. E., Clary B. L. & Paytonm. E. (1994):** Influence of probe trap type and attractant on the capture of four stored grain Coleoptera. *J. Stored Prod. Res.* 58, pp.
- **Ferron, 1978** Biological control of insect pests by entomogenous Fungi annu. *Rey. Entomol.*, 442p.
- **Flaurat-Lessard, 1982.** Les insectes et les acariens. In. MULTON JL., conservation et stockages des grains et graines et produits dérivées. Ed .Lavoisier, Paris. Vol.01 ; pp 394-436.
- **Grainge, M. And S. Ahmed. 1988.** Handbook of Plants with Pest-Control Properties. Wiley, New York
- **Hammer O., Harper D.A.T. Et Ryan P. D., 2001-** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1),9p.
- **Kaddem S.E.D., 1990-** Les plantes médicinales en Algérie. Le monde des pharmaciens, Algérie, 118p.
- **Laviolette, P. Et Nardon, 2006.** Action des rayons gamma du Cobalt 60 sur la mortalité et la fertilité des adultes d'un charançon du riz. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 1963, Vol. 97, p. 305-33.
- **Lawrence M., 2009,**obligoply Whene Mar Ket Share Matters mineo,Stanford university.
- **Leon-Raul H.O., 2005.** Substitution De Solvants et Matières Actives De Synthèse Par Un Combine « Solvant/Actif » d'origine Végétale. Thèse de doctorat en Agroressource, L'institut National Polytechnique de Toulouse, 225 p
- **Lesueur, F., Et Rayssac, Y. 2001.** Méthode de quantification de l'azadirachtin-A contenu dans les graines de neem [*A^adiractha indica* A. Juss). Rapport de Licence professionnelle AGRIVANA, Institut National Polytechnique, Toulouse, France,226p.
- **Lepesme P. (1944) :** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier Paris, 335 p.
- **Magali C., 2009-**Lutte intégrée en serres florales et en verger de pomme. Revue éditée dans le cadre du Programme National Agriculture et Développement Durable.
- **Mansouri A .,Foroumadi T., Ghaneie A., 2001 ,** Antibacterial activity of the crude extracts and fractionated constituents of *Myrtus communis*. *Pharm Biol*, 39 , , 399-401
- **Marmonier, P., Delettre, Y., Lefebvre, S., Guyon, J., Boulton, A.-J., 2004,** A simple technique using wooden stakes to estimate vertical patterns of interstitial oxygenation in the bed of rivers, *Archiv für Hydrobiologie*, n° 160, p. 133-143.
- **Messaoud A., Laabidi M., 2012,***Myrtus communis* L. infusions: the effect of infusion time on phytochemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Journal of Food Science*, 77(9) , p941-947
- **Miller ., 1983** The insect integument. Elsevier scientific publishing Company, Amsterdam, 571

- **Mimica-Dukic, N., Bugarin, D. (2010)** -Essential Oil of *Myrtus communis* L. As a Potential Antioxidant and Antimutagenic Agents, 15: 2759-2770
- **Mourier Alguiler., 1979.** Animaux et insectes hots cachés de nos maisons .Ed. Delachaux et Niestlé, 80p.
- **Montastier F, 1997,** Le Myrte - *Myrtus communis* L. (Myrtaceae). Thèse de doctorat en Pharmacie, UPS Toulouse III.
- **Ngakegni-Limbili A.C., 2012.** Etude de synergie des effets chimiques et biologiques des lipides de réserves et des huiles essentielles des fruits et graines saisonniers de la sous-région Afrique Centrale. Thèse de doctorat en science Agronomie, Institut National Polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), Université de Toulouse. 170 p
- **Nguemtchouin M.M.G., 2012.** Formulation D'insecticides En Poudre Par Adsorption des Huiles Essentielles de *Xylopiia Aethiopica* et d'*Ocimum Gratissimum* Sur Des Argiles Camerounaises Modifiées. Thèse de Doctorat en Chimie, Option Chimie Et Physicochimie Des Matériaux, Ecole Nationale Supérieure Des Sciences Agro Industrielles de L'Université de Ngaoundere, 239 p.
- **BENAYAD., 2013-** Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Thèse en Chimie, faculté des sciences, Université Mohammed V – Agdal, 179p.
- **Ould El Hadj M. D., Baameur M., Hadj-Mahammed, 2008.** Contribution à l'étude de la biogéographie spatiale de la flore spontanée à caractère médicinal de la région d'Ouargla (Sahara Est d' Algérie). Recherches sur les plantes aromatiques et médicinales, Actes du congrès international des, Mezraoua (Taounate) & Fès, Maroc, 9-17.
- **Park, H.S., Levine, T.R. (2001).** A probability model of accuracy in deception detection experiments communication monographs , 210p.
- **Sanon A., Ouedraogo A., Tricault Y., Credland P. F. & Huignard J. (1999):** Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) adults. Environ. Entomol. 717 – 725.
- **Sauvion N., Calatayud N., Thiéry P.A., et Marion-Pol F., 2013.** Interactions insectes-plantes. 135 p.
- **Silvy C., 1992 -** Quantifications Info Zoo, Bulletin d'information des zoologistes de l'INRA, n° 6, pp 90-103
- **Singh D. & Agarwals S.K. (1988):** Himachalal and B. himachalene insecticidal principals of Himalaya cedar wood oil. Journal of Chhimical Ecologie. 14: 1145 – 1151.
- **Taylor L., 2002.** Brazilian Peppertree, from Herbal Secrets of the Rainforest, Published and copyrighted by Sage Press, Preprinted 2nd edition © 2002-2003.



- **Tuberos, (2010)** essì Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts *Food Chem*,123(2010), pp.1242-1250