

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
جامعة امحمد بوقرة بومرداس  
**Université M'Hamed Bougara Boumerdès**



Faculté des sciences  
Département de biologie

**Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Biologie des Populations et des Organismes (BPO)

***Sous le thème***

**Etude de l'activité biologique de quelques composés  
phénoliques, de deux plantes de la famille des  
ombellifères à l'égard de *Galleria mellonella***

Réalisé par :

**Mr BABA-AISSA Ahmed & Mr BADAOUI Said**

Soutenu le 29/06/2016, devant le jury :

<b>Président :</b> Mr MOHAMMEDI A.	M.C.A (FS/UMBB)
<b>Promotrice :</b> Mme MOHAND KACI H.	M.C.A (FS/UMBB)
<b>Co-Promotrice :</b> Mme AIT KAKI S.	M.C.A (FS/UMBB)
<b>Examinatrice :</b> Mme CHEBOUTI N.	M.C.A (FS/UMBB)

2015/2016



# Remerciements

*En premier lieu, nous remercions **ALLAH** de nous avoir donné la volonté et le courage à fin d'achever notre modeste mémoire.*

*Il est toujours délicat de remercier l'ensemble des personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail. Que ceux qui ne sont pas mentionnés ne nous en tiennent pas rigueur.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à notre promotrice Mme **MOHANDKACI H.** et notre Co-promotrice Mme **AIT KAKI S.** d'avoir acceptées d'e nous encadrer, et qui ont contribué à ce travail, par leur soutien et la qualité de leurs conseils apportés, ainsi qu'une grande compétence et beaucoup de gentillesse.*

*Nos remerciement s'adressent également a tous les membres de jury : le président Mr **MOHAMMEDI** et l'examinatrice Mme **CHABOUTI**, d'avoir accepter d'examiner ce travail.*

*Nous tenons également à remercier :Mr **Bouyahyaoui H.**, Mme **Benamar** Mlle **Aïssat F.**, Mlle **Boudiab K.**, Mlle **Dadoun N.**, pour leur désintéressement, également pour les technicienne de laboratoire: **Hayet, Nesrine, Dalila et Nadia.***

*Nous remercions tout particulièrement nos familles pour leur soutien et leur encouragement durant ce parcours.*

*Ahmed et Saïd*



# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail ma chère*

*Mère, à mon père même si il est à l'autre*

*bout du monde.*

*Pour mes frères et pour tous c qui ont fait*

*Pour que je puisse les honorer, et leur*

*Patience Durant ma vie*

*À mes très chers amis.*



# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire*

*A mes chers parents, ma mère et mon père*

*Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs  
encouragements*

*A mes frères et grande mère*

*A mes chères amies Soulaf, Tarek, Yacine, Moussa,  
Mohamed et Azzedine*

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du  
moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur*

*BABA-AISSA Ahmed*



## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Les larves de <i>Galleria mellonella</i> .....	6
<b>Figure 2 :</b> Larve, pupa et cocon de <i>Galleria mellonella</i> .....	6
<b>Figure 3 :</b> Adultes de la grande fausse teigne (A) mâle, (B) la femelle.....	7
<b>Figure 4 :</b> Copulation de la fausse teigne.....	7
<b>Figure 5 :</b> Cadre attaqué par <i>Galleria mellonella</i> .....	8
<b>Figure 6 :</b> Classification APGII (Angiosperm phylogeny).....	12
<b>Figure 7 :</b> Répartition géographique mondiale des Ombellifères.....	13
<b>Figure 8 :</b> Structure chimique des tanins condensés.....	19
<b>Figure 9 :</b> Squelette de base des flavonoïdes.....	21
<b>Figure 10 :</b> Préparation de l'infusé.....	25
<b>Figure 11 :</b> Extraction des extraits phénoliques.....	27
<b>Figure 12 :</b> Schéma du protocole d'extraction des tanins.....	28
<b>Figure 13 :</b> Elevage des larves de <i>Galleriamellonella</i> .....	29
<b>Figure 14 :</b> Préparation des lots.....	30
<b>Figure 15 :</b> Préparations du traitement de l'activité répulsive.....	33
<b>Figure 16 :</b> Injection des polyphénols dans l'extrémité abdominale de la larve.....	33
<b>Figure 17 :</b> ensemencement par un écouvillon, et disposition des disques.....	37
<b>Figure 18 :</b> taux de la mortalité corrigée chez les individus de <i>Galleria mellonella</i> traités par les polyphénols de faux fenouil.....	41
<b>Figure 19 :</b> taux de mortalité journalière corrigé chez les larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> qui ayant subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.....	45
<b>Figure 20 :</b> taux de mortalité corrigé chez les individus de <i>Galleria mellonella</i> traités par les polyphénols de la coriandre.....	47
<b>Figure 21 :</b> taux de mortalité journalière corrigé chez les larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> ayant subi un traitement par gavage des taninnde la coriandre aux doses D1= 30 µl/ml ; D2= 20 µl/ml et D3= 10 µl/ml.....	51
<b>Figure 22 :</b> taux de répulsivité par heure chez les larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> vis-à-vis des polyphénols .....	53

---

<b>Figure 23</b> : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> traitées par les polyphénols du faux fenouil.....	55
<b>Figure 24</b> : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> traitées par les tanins du faux fenouil.....	55
<b>Figure 25</b> : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> traitées par les polyphénols de la coriandre.....	58
<b>Figure 26</b> : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.....	58
<b>Figure 27</b> : les concentrations en protéines hémolympatique chez les individus traités par les polyphénols.....	60
<b>Figure 28</b> : les concentrations en protéines hémolympatique chez les individus traités par les polyphénols.....	61
<b>Figure 29</b> : résultat de l'activité antimicrobienne des polyphénols sur la souche S3.....	63
<b>Figure 29</b> : résultat de l'activité antimicrobienne des polyphénols sur la souche S4.....	63

**Liste des tableaux**

<b>Tableau 1 :</b> Classification dès la famille des ombellifères.....	11
<b>Tableau 2 :</b> Différentes utilisations de quelques espèces de la famille des ombellifères.....	14
<b>Tableau 3 :</b> Les principales classes des composés phénoliques.....	17
<b>Tableau 4 :</b> La gamme étalonnage de BSA utilisé pour le dosage de protéines.....	34
<b>Tableau 5 :</b> La gamme d'étalonnage de glucose pour le dosage des glucides.....	35
<b>Tableau 6 :</b> Résultats obtenus du screening effectué sur l' <i>Aneth graveolens</i> .....	38
<b>Tableau 7 :</b> analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage.....	42
<b>Tableau 8 :</b> analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.....	42
<b>Tableau 9 :</b> Equations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage despolyphénols du faux fenouil.....	43
<b>Tableau 10 :</b> Equations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.....	43
<b>Tableau 11 :</b> Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>GalleriaMellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols du faux fenouil.....	44
<b>Tableau 12 :</b> Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et valeurs des DL <sub>50</sub> ont enregistré chez les larves L5 de <i>GalleriaMellonella</i> traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.....	44
<b>Tableau 13 :</b> Analyse de la variance du traitement par administration des doses des Tanins du faux fenouil par gavage.....	45
<b>Tableau 14 :</b> Equations des droites de régression, coefficient de corrélation et valeurs de TL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> ayant subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.....	46

<b>Tableau 15 :</b> Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.....	47
<b>Tableau 16 :</b> Analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage.....	48
<b>Tableau 17 :</b> Analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.....	48
<b>Tableau 18 :</b> Equations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols de la coriandre.....	49
<b>Tableau 19 :</b> Equations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> traitées par administration des polyphénols de lacoriandre dans l'aliment.....	49
<b>Tableau 20 :</b> Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>GalleriaMellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols de la coriandre.....	50
<b>Tableau 21 :</b> Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>GalleriaMellonella</i> traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.....	50
<b>Tableau 22 :</b> Analyse de la variance du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage.....	51
<b>Tableau 23 :</b> Equations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>Galleriamellonella</i> qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.....	52
<b>Tableau 24 :</b> Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL <sub>50</sub> des larves L5 de <i>GalleriaMellonella</i> Qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.....	53
<b>Tableau 25 :</b> Analyse de la variance de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols du faux fenouil chez <i>Galleria mellonella</i> .....	54

---

<b>Tableau 26 :</b> Analyse de la variance de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols de la coriandre chez <i>Galleria mellonella</i> .....	54
<b>Tableau 27 :</b> Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage.....	56
<b>Tableau 28:</b> Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.....	57
<b>Tableau 29 :</b> Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des tanins du faux fenouil par gavage.....	57
<b>Tableau 30 :</b> Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage.....	59
<b>Tableau 31 :</b> Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.....	59
<b>Tableau 32 :</b> Analyse de de la consommation du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage.....	60
<b>Tableau 33 :</b> Analyse de la variance du dosage des protéines.....	61
<b>Tableau 34 :</b> Analyse de la variance du dosage des glucides.....	62

## Liste des abréviations

A : *Aneth*

BBC : bleue de coomassie

BSA : Sérum Albumine Bovine

C : *coriandrum*

D : Dose

DL<sub>50</sub> : Dose létale pour 50 % de mortalité des individus

TL<sub>50</sub> : Temps létale pour 50 % de mortalité des individus

DO : Densité optique

ET : Ecart type

J : Jours

H : Heures

G : *Galleria*

L<sub>5</sub> : larves de cinquième stade

M : moyenne

MC : mortalité corrigées

R : Répétition

R<sup>2</sup> : Coefficient de corrélations

T : Témoin

## SOMMAIRE

Introduction.....	1
<b>Cchapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
<b>I- la fausse teigne.....</b>	<b>3</b>
I-1-Généralité.....	3
I-2-Classification.....	4
I-3-Biologie et caractérisation morphologique.....	4
I-3-1-Cycle de développement.....	5
I-3-2-Accouplement.....	7
I-4- Répartition géographique.....	8
I-5-Les dégâts de la fausse teigne.....	8
I-6-Lutte contre la fausse teigne.....	9
I-6-1-Méthodes préventives.....	9
I-6-2-Méthodes techniques et physiques.....	9
I-6-4-Méthode biologique.....	10
I-6-4- lutte à base des plantes.....	10
<b>II-Les Ombellifères.....</b>	<b>11</b>
II-1-Classification.....	11
II-1-1-Classification classique.....	11
II-1-2-Classification phylogénique.....	11
II-2-Répartition de la famille des ombellifères à travers le monde.....	13
II-3-Utilisation des ombellifères.....	13
II-4-Description de quelque plantes des Apiacées.....	14
II-4-1-La coriandre.....	14
II-4-1-1-Description botanique.....	14
II-4-1-2-Répartition et origine.....	15
II-4-2-Le fenouil.....	15
II-4-2-1-Description botanique.....	15
II-4-2-2-Répartition et origine.....	16

<b>III-Les métabolites secondaires.....</b>	<b>16</b>
<b>III-1-Les composés phénoliques.....</b>	<b>16</b>
<b>III-1-1- Principaux classe des composés phénoliques.....</b>	<b>17</b>
<b>III-1-2-Les tanins.....</b>	<b>17</b>
<b>III-1-2-1- Définition.....</b>	<b>17</b>
<b>III-1-2-2-Activité biologique et insecticides des tanins.....</b>	<b>18</b>
<b>III-1-2-3-Structure et classification.....</b>	<b>18</b>
<b>III-1-2-3-1-Les tanins hydrolysables.....</b>	<b>18</b>
<b>III-1-2-3-2- Les tanins condensés.....</b>	<b>19</b>
<b>III-1-3-Les flavonoïdes.....</b>	<b>19</b>
<b>III-1-3-1-Définition.....</b>	<b>19</b>
<b>III-1-3-2-Activité biologique des flavonoïdes.....</b>	<b>20</b>
<b>III-1-3-3- Structure et classification.....</b>	<b>20</b>
<b>III-1-3-4-Distribution et localisation.....</b>	<b>21</b>
<b>III-1-4-Les acides phénoliques.....</b>	<b>21</b>
<b>III-1-5-Les lignanes et lignines.....</b>	<b>22</b>
<b>III-1-6-Les coumarine.....</b>	<b>22</b>
<b>III-1-7-Les xonthones.....</b>	<b>22</b>
<b>III-1-8-Les stillbènes.....</b>	<b>23</b>
<b>III-1-9-Les anthocyanes.....</b>	<b>23</b>
<b>ChapitreII : Matériels et Méthodes</b>	
<b>I- Matériel.....</b>	<b>24</b>
<b>I-1- Matériel Biologique.....</b>	<b>24</b>
<b>I-1-1- Matériel végétal.....</b>	<b>24</b>
<b>I-1-2- Choix de l'espèce d'insecte.....</b>	<b>24</b>
<b>I-1-3-Micro-organismes.....</b>	<b>24</b>
<b>I-2-Matériel non biologique.....</b>	<b>24</b>
<b>II- Méthodes .....</b>	<b>25</b>
<b>II-1- Screening phytochimique.....</b>	<b>25</b>
<b>II-1-1- Préparation de l'infusé.....</b>	<b>25</b>
<b>II-1-2- La phytochimie .....</b>	<b>25</b>

II-2- Extraction des composés phénoliques.....	27
II-2-1- Extraction des polyphénols totaux.....	27
II-2-2- Extraction des tanins.....	27
II-2-3- Récupération des extraits.....	29
II-3- Evaluation de l'activité insecticide des composés phénoliques.....	29
II-3-1-Elevage des larves de <i>Galleria mellonella</i> .....	29
II-3-2-Préparation des différentes doses.....	29
II-3-3-Application des traitements .....	30
II-3-3-1-Préparation des lots .....	30
II-3-3-2-Mode d'application des traitements .....	30
II-3-3-3-Paramètres étudiés.....	30
II-4- Evaluation de l'activité répulsive des extraits .....	32
II-5-Dosage des métabolites hémolympatiques.....	33
II-5-1- Dosage quantitatif des protéines .....	34
- Principe.....	34
- Technique de dosage.....	34
II-5-2-Dosage quantitatif des glucides.....	35
-Principe .....	35
-Technique de dosage.....	35
II-6-activité antimicrobienne .....	35
-Méthodes des disques.....	36
-Lecture.....	37
<b>CHAPITRE III : Résultats et Discussion</b>	
<b>I- Screening phytochimique.....</b>	<b>38</b>
<b>II- Etude de la toxicité des deux plantes sur les larves L5 de <i>Galleria mellonella</i>.....</b>	<b>41</b>
II-1- Le faux fenouil.....	41
II-1-1- Effet des polyphénols.....	41
II-1-1-1- Taux de mortalité.....	41
II-1-1-2-TL <sub>50</sub> .....	43
II-1-1-3- DL <sub>50</sub> .....	44
II-1-2- Effet des tanins.....	45
II-1-2-1- Taux de mortalité.....	45

II-1-2-2- TL <sub>50</sub> .....	46
II-1-2-3-DL <sub>50</sub> .....	47
II-2- La coriandre.....	47
II-2-1- Effet des polyphénols.....	47
II-2-1-1- Taux de mortalité.....	47
II-2-1-2- TL <sub>50</sub> .....	49
II-2-1-3- DL <sub>50</sub> .....	50
II-2-2- Effet des tanins.....	51
II-2-2-1- Taux de mortalité.....	51
II-2-2-2- TL <sub>50</sub> .....	52
II-2-2-3- DL <sub>50</sub> .....	53
III-Evaluation des taux de repulsivité.....	53
IV-Etude de l'effet des deux plantes sur la consommation journalière des larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> .....	55
IV-1- Le faux fenouil.....	55
IV-2- la coriandre.....	58
V- Etude de l'effet des deux plantes sur les métabolites hémolympatiques des larves L5 de <i>Galleria mellonella</i> .....	60
VI- Etude de la compatibilité d'extrait phénolique du faux fenouil ( <i>Aneth graveolens</i> ) avec quelques bactéries entomopathogènes.....	62
VII- Discussion générale.....	64
Conclusion et Perspectives.....	67
Références bibliographique.....	69
Annexe	
Résumé	



introduction

## Introduction

La mite de cire (*Galleria mellonella*) est largement distribuée dans le monde entier, causant des problèmes sérieux de régions d'apiculture tempérées, tropicales et subtropicales ou la température chaude favorise le développement rapide de la mite (Spangler 1989). aussi le développement et la métamorphose de *Galleria mellonella* ont été rapportés pour être influencé par l'humidité relative et le régime (Adel-Naby *et al.*, 1983 ; Mohamed, 1983 ; Gulati et Kaushik, 2004). La mite endommage la cire seulement pendant ses stades larvaires, il a été signalé que les larves obtiennent leur substances nutritives à partir du miel (Adel-Naby *et al.*, 1983 ; Mohamed, 1983 ; Gulati et Kaushik, 2004).

À part la destruction de la cire, les teignes adultes et leurs larves peuvent transmettre les agents pathogènes de maladies graves pour les abeilles (par exemple : la loque américaine) (Hansen et Brodsgaard., 1999).

Cependant pour lutter contre la fausse teigne, on utilise des pesticides (Borchert, 1966). Bien que ces fumigants sont efficaces et économiques, ils ont conduit à des effets secondaires inattendus tels que l'épuisement de l'ozone, la pollution environnementale, la résistance des ravageurs, et la nocivité pour l'organisme. Au cours de ces dernières décennies, l'application abusive et non raisonnée de pesticides synthétiques a entraîné l'apparition d'insectes résistants (Georghiou, 1990).

Par ailleurs, près de 750 000 personnes contractent, chaque année, une maladie chronique, 20 000 décès accidentels et 3 millions d'empoisonnements liés aux pesticides sont recensés dans le monde (Panafrica, 2003).

Tous ces problèmes liés à la nocivité des insecticides synthétiques ont abouti à la nécessité de trouver des alternatives plus efficaces et plus saines. Ainsi les insecticides naturels, dits insecticides de plantes, présentent plusieurs avantages par rapport aux composés synthétiques à cause de leur biodégradation rapide et la réduction des risques pour l'environnement (Park, 2003; Andréa, 2011).

Néanmoins, il est important de s'assurer de l'innocuité d'une plante, de connaître ses possibilités et ses limites et de savoir dans quelles conditions on peut l'utiliser (Baba-aissa,1991).

En effet, les Apiacées contiennent des plantes alimentaires (la carotte, *Daucus carota*), des condiments (le cumin, *Cuminum cyminum*), des plantes médicinales (le khella, *Ammi visnaga* et le fenouil, *Foeniculum vulgare*) ainsi que des plantes toxiques (la grande ciguë, *Conium maculatum*) et autres qui peuvent nous servir comme insecticides (Bruneton, 2009).

Dans ce cadre, le présent travail est centré sur la recherche des produits insecticides naturels de la famille des Apiacées. L'objectif principal est la recherche, l'isolement et l'identification de quelques composés phénoliques de deux plantes de la famille des apiacées : la coriandre (*Coriandrum sativum* L.) et le faux fenouil (*Aneth graveolens*).

Nous nous proposons par la suite d'étudier, la toxicité des polyphénols et des tanins des deux plantes sur les larves L5 de la fausse teigne des ruches *Galleria mellonella*. Il nous a paru intéressant après cela de déterminer leurs effets sur la composition biochimique de l'hémolymphe de ces larves.

Enfin dans le but d'utiliser ces agents de lutte biologique en combinaison avec des bactéries entomopathogènes dans le cadre de la lutte intégrée, on a jugé nécessaire de déterminer l'action de ces extraits phénoliques sur les micro-organismes choisis, afin de déterminer leur compatibilité.

Pour mener à bien notre étude, il a semblé nécessaire de présenter dans un premier chapitre la fausse teigne *Galleria mellonella*, sa morphologie, biologie, distribution géographique, dégâts et moyens de lutte. Les deux plantes ayant fait l'objet de notre étude ont été présentées en rappelant leur classification et caractères morphologiques et culturels. Leur utilisation dans la lutte biologique est également traitée dans ce chapitre.

Nous avons présenté dans le second chapitre le matériel et la méthodologie adoptée pour notre étude.

Enfin, le troisième chapitre comprend les résultats, l'analyse statistique et les discussions relatives à chaque paramètre étudié.

Synthese

bibliographique

## I- La fausse teigne

### I-1-Généralité

La fausse teigne nommée scientifiquement en grec (*Galleria mellonella*) est un omniprésent ravageur des colonies d'abeilles domestiques (Paddock, 1918 ; Williams, 1997 ; Gillard, 2009 ; Ellis *et al.*, 2013). Plus précisément, la fausse teigne est un insecte de l'ordre des lépidoptères qui peut manger et détruire les rayons de cire d'abeille où ces derniers peuvent stocker leur pollen et leur miel et pondre des œufs pour la continuité de leur génération (Dessalegn, 2001). Il s'agit de papillons nocturnes dont les larves se nourrissent de la cire et creusent des galeries dans les rayons.

Ils se développent dans les zones sombres, chaudes mal ventilées et qui ne sont pas bien défendues par les abeilles (Paddock, 1918 ; Williams, 1997 ; Gillard, 2009 ; Ellis *et al.*, 2013). Les larves émergées des œufs sont par conséquent les ravageurs importants des rayons de cire, en particulier dans les colonies stressées, et peut protégées (Chase, 1921 ; Smith, 1965 ; Eischen et Dietz, 1987 ; Dessalegn, 2001). Ils deviendront en quelques instants mangeurs de cire en faisant des tunnels à travers et détruisent les cellules en forme de peigne.

On doit signaler que la fausse teigne larve, à titre d'exemple, mue 7 fois au cours de son développement (Chase, 1921 ; Smith, 1965 ; Eischen et Dietz, 1987 ; Ellis *et al.*, 2013). L'affaiblissement des colonies permet donc éventuellement la pénétration par les mites de cire très facilement (Neumann *et al.*, 2013; Ellis *et al.*, 2013; Dietemann *et al.*, 2013).

Les fausses teignes peuvent attaquer toutes les colonies fortes ou faibles. Mais les colonies fortes arrivent à les contrôler. Par contre, dans une colonie faible, ces papillons se développent rapidement, attaquant les couvains et les réserves, recouvrant les rayons et les cadres avec leurs fils de soie et peuvent tuer ou pousser la colonie à désert (Razafindrazaza, 2010).

## I-2-Classification

Selon Fernandez et Coineau (2007), Cet insecte est classé comme suite :

Règne	: Animalia
Embranchement	: Arthropoda
Classe	: Insecta
Ordre	: Lepidoptera
Sous-ordre	: Ditrysia
Super-famille	: Pyraloidea
Famille	: Pyralidae
Sous-famille	: Galleriinae
Genre	: <i>Galleria</i>
Espèce	: <i>Galleria mellonella</i>

## I-3-Biologie et caractères morphologiques

Il existe deux types de fausses teignes, une grande taille (*Galleria mellonella*) et l'autre petite taille (*Achroea grisella*). La grande fausse teigne *Galleria mellonella* cause des problèmes économiques des abeilles mellifères (*A. mellifera*) et ils sont très répandus en particulier à basse altitude et ou région tempéré (Allan, 2000).

Le développement de la fausse teigne est maximal lorsque la température dépasse 29°C, et minimal ou interrompu lorsque la température est très basse (Charriere et Imdorf, 1999).

L'adulte de *Galleria mellonella*, mesure 20-25 mm de long, sa couleur est grise avec des taches très foncées (Allan, 2000). Les deux types de fausse teigne ont le même mode de vie. Comme chez d'autre papillons, le cycle de développement de *Galleria mellonella* et constitué par les stades suivants : l'œuf, larve (shinille), pupa (chrysalide) et adulte (Fernandez et Coineau, 2007).

### I-3-1-Cycle de développement

Les papillons sont essentiellement nocturnes, et la fausse teigne est beaucoup plus active pendant la nuit que pendant la journée.

Dans les conditions idéales, le cycle de développement de la fausse teigne ne dure que 6 semaines soit 4 à 6 générations par année. Alors que la femelle de *Galleria mellonella* peut pondre plus de 2000 œufs dans sa vie (Warren et Huddleston, 1962).

#### -Œuf

Les œufs de *Galleria mellonella* sont de couleur blanc nacré au rose pâle, et de 0.5 mm de diamètre (Charrière et Imdorf, 1997). Ils ont une texture rugueuse en raison de lignes ondulées en cours d'exécution en diagonale à intervalles réguliers. La texture de surface supérieure des œufs de grande fausse teigne diffère de celui des autres œufs des parasites de la cire (Williams, 1997).

Dans la plupart des cas, la grande fausse teigne femelle pond de 50 à 150 œufs, ces œufs se développent rapidement à des températures comprises entre 29°C et 35°C, et lentement (d'environ 30 jours) à la température (18°C) (Williams, 1997).

#### -Larves

Les grappes d'œufs éclosent après 5 à 8 jours et les minuscules larves commencent immédiatement à se nourrir de miel, de cire et de pollen. Au cours du développement et dans les dix premiers jours les larves peuvent doubler leur poids tous les jours grâce aux conditions favorables de la nourriture, ce qui permet de gonfler les dégâts occasionnés à la ruche (Razafindrazaza, 2010).

Les larves matures tissent des cocons blancs qu'elles cimentent dans une cavité creusée dans la paroi du corps de la ruche ou des hausses ou sous le couvercle. Dans le cocon, la larve se transforme en puppe (Razafindrazaza, 2010). La larve est présentée dans (figure 1).



**Figure 1 : les larves de *Galleria mellonella* (Razafindrazaza, 2010).**

### **-La Puppe**

Le stade de développement de la puppe de grandes fausses teignes varie selon la saison et la température de 6 à 55 jours (Williams, 1997). Le temps de développement de larves des grandes fausses teignes en pupes dans les plages de cocon est de 3,75 jours à 6,4 jours selon la température. A l'intérieur du cocon, la chrysalide nouvellement formée est blanche et devient jaune après 24 heures (Paddock, 1918). Après quatre jours elle devient brune claire qui assombrit progressivement, devenant brune foncée à la fin de la nymphose.

Les cocons de *Galleria mellonella* sont nus et blancs, et ils sont de 12 à 20 mm de long et 5 à 7 mm de diamètre (williams, 1997). Voir (figure 2).



**Figure 2 : larve (A), pupe (B) et (C) cocon de *Galleria mellonella* (Ellis et al., 2013)**

### **-L'adulte**

La grandeur et la couleur des adultes peuvent fortement varier en fonction du type de nourriture consommée par la larve et la longueur des différents stades de développements.

Les femelles sont plus grandes que les mâles (Shimanuki, 1981). La femelle commence à pondre ses œufs entre le 4<sup>ème</sup> et le 10<sup>ème</sup> jour après l'émergence du cocon (Shimanuki, 1981).

C'est à la tombée de la nuit que la femelle cherche à pénétrer dans les ruches pour y pondre ses œufs. Si la colonie est forte et qu'elle n'y parvient pas, elle dépose ses œufs à l'extérieur dans les fentes du bois. Les deux sexes de *Galleria mellonella* sont représentés sur (figure 3).



**Figure 3 : adultes de *Galleria mellonella*, (A) mâle, (B) la femelle (Ellis *et al.*, 2013).**

### I-3-2-Accouplement

L'accouplement résulte par les mâles qui émettent des ultrasons et usent de leurs phéromones pour charmer et attirer les femelles vierges qui sortent de la ruche au crépuscule pour s'accoupler. Après l'accouplement et à la tombée de la nuit les femelles retournent dans les ruches pour y pondre (Fernandez et Coineau 2007). Voir (figure 4).



**Figure 4 : copulation de la fausse teigne, femelle à droite et mâle à gauche (Charrière et Imdorf, 1999).**

#### I-4-Répartition géographique

Généralement la répartition de la fausse teigne dépend à peu près à celle de l'abeille (Jéanne, 1982). *Galleria Mellonella* est familier pour les climats tropicaux ou subtropicaux ou des régions ayant des hivers très doux, car il engendre souvent des problèmes pour les colonies d'abeilles et pour le matériel apicole (Fernandez et Coineau, 2007).

#### I-5-Les dégâts de la fausse teigne

Les fausses teignes adultes ne provoquent pas les dégâts. Seules les larves se nourrissent et détruisent les rayons, alors les adultes et leurs larves transmettent les agents pathogènes de maladies graves pour les abeilles par exemple (la loque américaine). Dans des colonies atteintes de loque (Bourchert, 1966). Voir (figure 5)

On parle d'un stade larvaire qui cause le plus de dégâts, on l'appelle la chenille. Elle creuse des galeries dans les cadres et se nourrit de cire, de pollen et de cocons. (figure 09, 10, 11).



**Figure 5 : cadre attaqué par *Galleria mellonella* (Razafindrazaza, 2010)**

L'attaque se caractérise également par le soulèvement des nymphes d'abeilles qui apparaissent non operculées. Un blocage de ponte d'abeilles et une destruction du couvain existent si les galeries faites par les teignes sont nombreuses. Les larves de *Galleria mellonella* prennent d'abord possession des cadres abandonnés par la colonie puis elles attaquent les autres et enfin tous les cadres sont recouverts des soies (Razafindrazaza, 2010).

**I-6-Lutte contre la fausse teigne**

Divers méthodes pour contrôler la fausse teigne :

**I-6-1-Méthodes préventives**

La fausse teigne peut s'installer facilement dans une ruche d'abeille, et pour l'éviter la colonie d'abeille doit être forte et un volume de ruche en adéquation avec la taille de la colonie sont indispensable (Hummel et Feltn, 2014). Sur les ruches infectées, il faut éliminer les cadres infectés par le feu et resserrer la colonie sur seulement quelque cadre sain (Hummel et Feltn, 2014).

D'autre part avant de stocker les hausses et les corps des ruches vides, il est indispensable de les désinfecter à la flamme et les stocker en les empilant sur une hauteur minimale de deux mètres pour créer un courant d'air ascendant naturellement. Et il faut nettoyer périodiquement les déchets sur les plateaux de fond grillagé et renouveler régulièrement les rayons (Charrière et Imdorf, 1999).

**I-6-2-Méthodes techniques et physiques****-La luminosité et la ventilation**

La mite de cire évite et fuit de la lumière et du vent. A partir de ce principe on peut provoquer une ventilation mécanique et une luminosité sur l'emplacement des cadres (Adam, 2012).

**-Le froid et la chaleur**

Le développement de la fausse teigne cesse dès que la température approche les 5 degré siliciums. Le traitement par le froid est relativement efficace pour détruire tous les stades vivants (Shimanuki, 1981).

Si un cadre est attaqué, on peut éliminer la fausse teigne en congelant le cadre a (-15 c°) pendant 45 minutes au minimum (Adam, 2012).

**-Méthodes chimiques**

On peut lutter chimiquement contre la fausse teigne par :

-l'acide acétique tue rapidement les œufs et les papillons, les cadre doivent être traités immédiatement après le retrait des colonies, avant que les œufs ne deviennent des larves

(Charrière et Imdorf, 1999). l'acide formique peut aussi être utilisé avec succès contre la fausse teigne. Le mode d'action est comparable à ce dernier (Charrière et Imdorf, 1999).

-l'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>) permet d'éliminer les traces de la fausse teigne (Adam, 2012).

### **I-6-3-Méthodes biologiques**

#### **-Trichogrammes**

Depuis longtemps les trichogrammes sont utilisés pour lutter contre la pyrale du maïs. Ils ont la capacité de parasiter les œufs des teignes pour les convertir en larve de trichogrammes au lieu de larve de teigne. Cet agent auxiliaire a été utilisé comme moyen de lutte contre la fausse teigne pour la première fois en Allemagne en 1996 (Bollhalder, 1997)

#### **-Spore de *Bacillus thuringiensis***

Le B401 est un insecticide biologique spécialement sélectionné et mis au point pour protéger les cadres contre la fausse teigne. La matière active est un complexe de spores vivantes et de cristaux de delta endotoxine de *Bacillus thuringiensis*. Cette bactérie est inoffensive pour les vertébrés, et les abeilles et ne laisse aucun résidu dans la cire ou le miel (Charrière et Imdorf, 1999).

#### **-Nématodes entomopathogènes**

Les nématodes peuvent causer des mortalités chez les larves de la fausse teigne en les infectants. Des techniques peuvent être utilisés pour tester le temps de l'exposition, la dose de nématodes (souvent mesurée en nématodes "JI" ou Juvéniles infectieux), la température de l'exposition, et de nombreux autres facteurs sur l'infection de taux de la mortalité chez la fausse teigne (Ellis *et al.*, 2013)

### **I-6-4- Lutte naturelle à base des plantes**

Il est possible d'utiliser des organismes vivants et des plantes naturelles (moisissures, bactéries, virus et nématodes, composés chimiques dérivés de plantes ainsi que des phéromones d'insectes) afin de lutter efficacement contre les insectes et les maladies. Les avantages des biopesticides incluent la lutte effective contre les insectes (Philogène *et al.*, 2008 ; Jeroen Boland *et al.*, 2004). Par contre certains pesticides biologiques, comme la nicotine, peuvent être fort toxiques et leur utilisation est tout aussi risquée que celle de beaucoup de pesticides inorganiques ou synthétiques (Jeroen *et al.*, 2004).

## II-Les Ombellifères

Les plantes de la famille des ombellifère (en latin Apiaceae) et anciennement appelées Ombellifères (en latin Umbelliferre), comprennent près de 3000 espèces réparties en 420 genres et sont surtout présentes dans les régions tempérées du monde (Watson et Dallwitz, 1991).

### II-1-Classification

Les plantes de la famille des ombellifères appartiennent à l'embranchement des Spermatophytes ou Phanérogames car ce sont des plantes à graines. Pour résumer, on peut situer cette famille comme suit :

#### II-1-1-Classification classique

La classification des Ombellifères est représentée dans le tableau suivant (tableau 1) :

**Tableau 01 : classification de la famille des Ombellifères (Brands, 2000)**

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Embranchement</b>	Tracheophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Araliales
<b>Famille</b>	Apiaceae
<b>Sous famille</b>	Apioidae, Saniculoidées, Hydrocotylées

La famille des Apiacées est très homogène et la classification des genres est basée sur des caractères tirés de l'organisation des ombelles et du fruit (Botineau, 2010).

#### II-1-2-Classification phylogéniques

La classification APGII (Angiosperms Phylogeny Group) est probablement la classification botanique la plus importante aujourd'hui. Elle s'appuie sur des caractères phylogénétiques et permet la classification botanique des Angiospermes. La version 2003 ci-dessous est une modification de la classification de 1998. D'après cette classification, on voit

que la famille des ombellifères est une des plus évoluées de la catégorie des Angiospermes (Figure 6) :

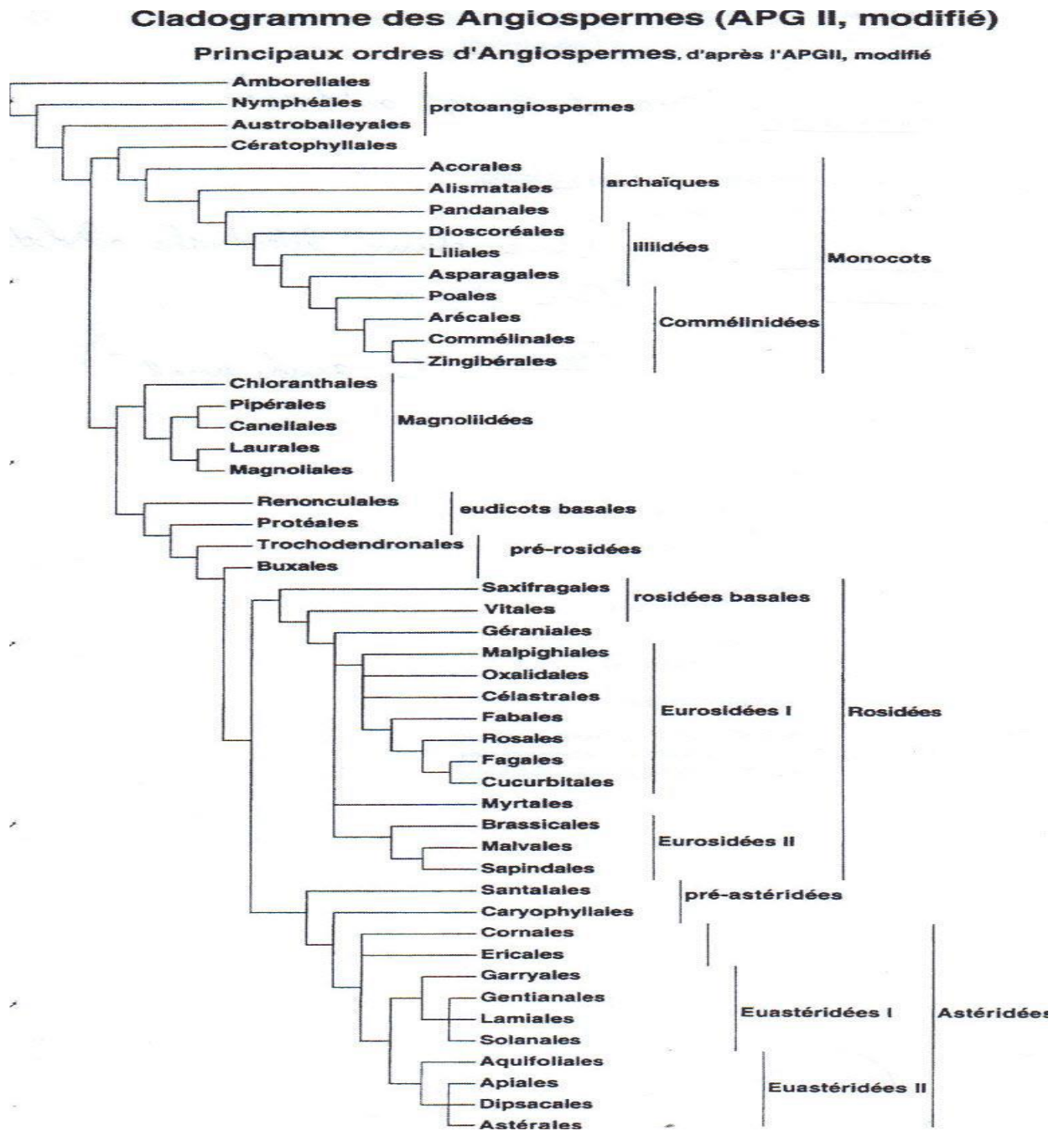


Figure 6 : classification APGII (Angiosperm phylogeny).

## II-2-Répartition de la famille des ombellifères à travers le monde

La famille des ombellifères est répartie sur la majeure partie du globe (figure 07), plus commune dans les régions montagneuses tempérées et relativement rare en zone tropicale (Heywood *et al.*, 1996). Les genres se répartissent entre les divers continents, avec une prédominance pour le continent asiatique(265), Amérique (197), Europe (139), Afrique (126) et Australie (36) (Pimenov et Leonov, 1993). Voir (figure 7).

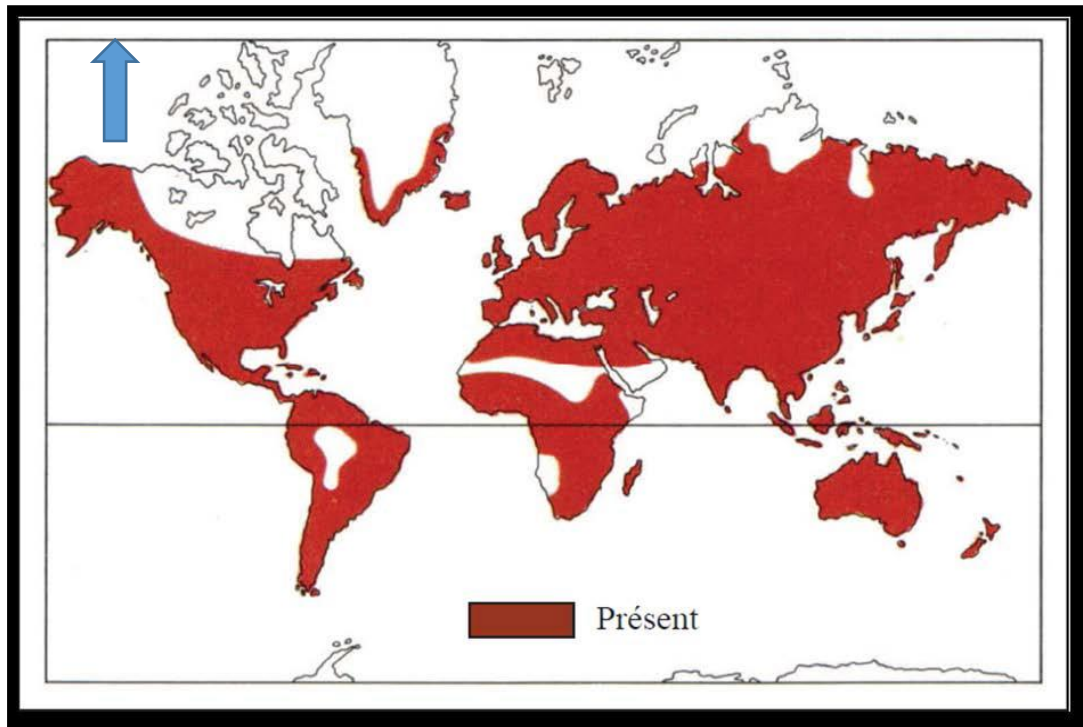


Figure 7 : répartition géographique mondiale des Ombellifères (Pimenov et Leonov, 1993)

## II-3-Utilisation des Ombellifères

Les plantes de la famille des Ombellifères ont une large utilisation, les plus courantes sont regroupées dans le tableau 2.

**Tableau 02 : différentes utilisation de quelques espèces de la famille des ombellifères (Bruneton, 2009 ; Botineau, 2010).**

Domaine d'utilisation	Exemples d'espèces
Certaines espèces sont utilisées comme condiment (épices).	-le carvi ( <i>Carum carvi</i> ), la coriandre ( <i>Coriandrum sativum</i> ), l'anis ( <i>Pimpinella anisum</i> ), le cumin ( <i>Cuminum cyminum</i> ), le fenouil ( <i>Foeniculum dulce</i> ), l'angélique ( <i>Angelica archangelica</i> ), et l'Aneth ( <i>Anethum graveolens</i> ).
Les plantes alimentaire	-la carotte ( <i>Daucus carotta</i> ), le panais ( <i>Pastinaca sativa</i> ), le céleri ( <i>Apium graveolens</i> ), le persil ( <i>Petroselinum sativum</i> ).
Les plantes médicinales	- <i>Ammi visnaga</i> est un antispasmodique et dilatateur des coronaires. - la grande ciguë ( <i>Conium maculatum</i> ) contient des alcaloïdes comme la conicine, la méthylconincine et la conidrine.
Les plantes utilisées en parfumerie	-grâce à leurs gommes ou leurs résines comme la fêrulle ( <i>Ferula asafoetida</i> ), <i>Dorema ammoniacum</i> , <i>Ferula galbaniflua</i> qui donne le galbanum utilisé en parfumerie.
Les plantes toxiques	la petite ciguë ( <i>Cicuta virosa</i> ) à une racine très vénéneuse, et l'ache des chiens ( <i>Aethusa cynapium</i> ) est une autre petite ciguë qui n'est théoriquement pas vénéneuse.

## II-4-Description de quelques plantes des apiacées

### II-4-1-La coriandre

#### II-4-1-1-Description botanique

La coriandre *Coriandrum sativum*, est une ombellifère annuelle, glabre et luisante .Elle atteint généralement une hauteur de 20-60 cm, mais peut aussi aller jusqu'à 1,40m. Sa couleur à maturité tournant a rouge-violet, les feuilles inférieures sont pennatiséquées et à nervures fines, linéaires-aigues avec des fleurs blanches arrangées en ombelles à 3-8 rayons. Les pétales extérieures sont plus grands que les intérieures. Les styles sont longs et le calice est composé de cinq dents lancéolées. Les fruits composés de deux méricarpes identiques, sont ronds ou ovales-coniques. Il s'agit de deux hémisphères à neuf cotes, cinq aplatés, et deux containers d'huile aromatique se présentes dans leur partie ventrale, Le contenu des fruits en huile volatile, de couleur transparente a jaunâtre sous forme oxygéné est de 0,4 à 1% (Delhon, 2010).

#### II-4-1-2-Répartition et origine

La coriandre (*Coriandrum sativum*) est une plante cultivée qui apparaît aussi de manière subspontanée dans les cultures de céréales et de légumineuses et dans les zones anthropiques. Le genre *Coriandrum* se compose seulement de deux espèces : l'espèce sauvage, *Coriandrum toridylum*, est très similaire à la plante cultivée. Elle est décrite pour le sud-est de l'Anatolie et le nord du Liban. La plante cultivée est estimée être originaire du Proche-Orient, d'Asie minor et de l'est de la méditerranée (Delhon, 2010).

#### II-4-2-Le fenouil

Le fenouil et le faux fenouil sont des herbes avec une grande histoire d'utilisations médicinale et culinaire (Hendawy *et al.*, 2010). Le nom de *Foeniculum* a été donné à cette plante par les Romains et est dérivé du mot latin *Foenum*, c'est-à-dire herbe (Kaur et Arora, 2010). connu anciennement, elle a été cultivé par les Romains antiques pour ses graines aromatiques (Vienna *et al.*, 2005). Le faux fenouil (*Aneth graveolens* C'est une herbe aromatique semblable dans l'aspect au fenouil *Foeniculum vulgare* Mill (Murdock, 2002).

##### II-4-2-1-Description botanique

Le fenouil *Foeniculum vulgare* MILL est composé de tiges droites, jaunâtre-vertes pâles, sillonnées et embranchées et s'élève jusqu'à 2m de longueur (Vienna *et al.*, 2005; Kaur et Arora, 2010). Les feuilles élèvent jusqu'à 40cm de longueur ; elles sont finement disséquées, avec des segments finaux filiformes, environ 0.5mm de largeur (Vienna *et al.*, 2005). Alors que les fleurs sont produites dans les ombelles, composés terminaux de 5 à 15cm de largeur, chaque section d'une ombelle contient 20-50 fleurs jaunes claires minuscules sur des courts pédicules (Stefanini *et al.*, 2006).

#### II-4-2-2-Repartition et origine

L'origine de la plante *Foeniculum vulgare* MILL est l'est du bassin méditerranéen. Il est distribué en Europe Centrale et la région méditerranéenne (Vienna *et al.*, 2005; Zahid *et al.*, 2009; Aprotosoia *et al.*, 2010). Il est largement cultivé dans toutes les régions tempérées et tropicales du monde, et est employé comme épice culinaire (Singh *et al.*, 2006; EFSA, 2009; Aprotosoia *et al.*, 2010).

Le fenouil est également trouvé aujourd'hui en Iran, Inde, Indonésie, Pakistan, Japon et en Chine. Il est cultivé à large échelle en Egypte, Inde, Chine, Australie et en Europe en France, l'Allemagne, la Hongrie et la Pologne (Garnéro, 1996 ; Vienna *et al.*, 2005; Zahid *et al.*, 2009).

### III-Métabolites secondaires

Les végétaux contiennent des métabolites secondaires qui peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes, par opposition aux métabolites primaires qui alimentent les grandes voies du métabolisme central. Ces métabolites secondaires exercent une action déterminante sur l'adaptation et la tolérance des végétaux à des stress variés (attaque de pathogènes d'insectes, sécheresse, lumière UV...etc.).

D'un point de vue applicatif, ces molécules constituent souvent la base des principes actifs des plantes médicinales. L'évaluation de la valeur thérapeutique de ces métabolites fait l'objet de nombreuses recherches et amène à l'identification des principaux éléments actifs de la plante (Garcia *et al.*, 1999).

#### III-1-Les composés phénoliques

Les polyphénols sont des métabolites secondaires présents chez toutes les plantes vasculaires (Lebham, 2005). Ils constituent un des groupes le plus nombreux et largement distribués des substances dans le royaume des végétaux avec plus de 8000 structures phénoliques présentes dans tous les organes de la plante. Ils résultent bio génétiquement de deux voies synthétiques principales : la voie shikimate et acétate (Lugasi *et al.*, 2003).

## III-1-1-Principaux classes des composés phénoliques

Les principales classes des composés phénoliques sont résumées dans le tableau 3.

**Tableau 3 : les principales classes des composés phénoliques (Macheix et al., 2005)**

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine (exemple)
$C_n$	Phénols simples	Catéchol	
$C_n-C_1$	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
$C_n-C_3$	Acides hydroxycinnamiques Coumarines	Acides caféique, férulique Scopolétine, esculétine	Pomme de terre, pomme Citrus
$C_n-C_4$	Naphtoquinones	Juglone	Noix
$C_n-C_2-C_6$	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
$C_n-C_3-C_n$	Flavonoïdes • Flavonols • Anthocyanes • Flavanols • Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, quercétine Cyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatechine Naringénine Daidzéine	Fruits, légumes, fleurs Fleurs, fruits rouges Pomme, raisin Citrus Soja, pois
$(C_6-C_3)_2$	Lignanes	Pinorésinol	Pin
$(C_6-C_3)_n$	Lignines		Bois, noyau des fruits
$(C_{13})_n$	Tannins		Raisin rouge, kaki

## III-1-2-Les tanins

## III-1-2-1-définition

Toutes les plantes contiennent des tanins mais à un degré plus ou moins élevé. Ceux-ci donnent un goût amer à l'écorce ou aux feuilles et les rendent impropres à la consommation soit pour les insectes ou le bétail (Eberhard *et al*, 2005). Ils ont la propriété de tanner la peau. Alors cette propriété de tannage provient de la création de liaison entre les molécules de tanins et les fibres de collagène (Schauenberg et Paris, 2006).

Les tanins végétaux sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et ayant des poids moléculaires élevés compris entre 500 et 3000 g.mol (Bruneton, 1997). Ils représentent un groupe hétérogène assez difficile à définir à cause de l'absence de structure chimique de base. Ils sont des molécules hydroxylées et peuvent former des complexes insolubles lorsqu'ils sont associés aux glucides, protéines et enzymes digestives.

**III-1-2-2-Activités biologiques et insecticide des tanins****-Activité biologique**

Les tanins ont un effet anti diarrhéique ; ils sont vasoconstricteurs et limitent la perte en fluides, ces propriétés, ajoutées par ailleurs à leur effet antiseptique, en font des molécules Intéressantes pour la régénération des tissus en cas de blessures superficielles, et les rendent utilisables dans le traitement des diarrhées infectieuses (Bruneton, 1999). Certains sont aussi antioxydants, ils permettent aussi de stopper les hémorragies (Nowitz et Bottet, 2000).

**-Activité insecticide**

Les tanins influencent sur la croissance, le développement et la fécondité de plusieurs insectes (Stamp, 2003). Ils possèdent des propriétés insecticides, larvicides et répulsifs (Zhang *et al.*, 1990), et présentent un effet direct toxique pour certaines espèces d'insectes (Raymond *et al.*, 2011).

**III-1-2-3- structure et Classification**

On a des tanins hydrolysables et des tanins condensée.

**III-1-2-3-1-Les tanins hydrolysables**

Ce sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol (Bruneton, 1993 ; Cowan, 1999), ils comprennent l'acide gallique et les produits de condensation de son dimère, l'acide hexahydroxydiphénique . Comme leur nom l'indique, ces tanins subissent facilement une hydrolyse acide et basique, ils s'hydrolysent sous l'action enzymatique et d'eau chaude (Silva *et al.*, 2000).

**-La structure**

Les tanins hydrolysables sont constitués d'un noyau central -le glucose- et de chaînes latérales (en position 1, 2, 3, 4 ou 6 sur le glucose) comprenant 1 à n monomère(s) d'acide phénol. Des liaisons carbonés à carbone entre noyaux (liaisons biphenyle réalisées par couplage oxydatif), conduisent à des molécules ramassées plus rigides de solubilité diminuée dites les tanins éllagiques. (Guignard, 1996).

### III-1-2-3-2-Les tanins condensés

Appelés proanthocyanidines ou procyanidines, sont des polyphénols de masse moléculaire élevée. Ils résultent de la polymérisation auto-oxydative ou enzymatiques des unités de flavan-3-ol et/ou des flavan-3,4-diol liées majoritairement par les liaisons C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub> (parfois C<sub>4</sub>-C<sub>6</sub>) des unités adjacentes, et se nomment ainsi proanthocyanidines de type B. lorsque la condensation se produit entre les unités adjacentes par la liaison C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub> et par une liaison d'éther additionnelle entre C<sub>2</sub> et C<sub>7</sub>, les proanthocyanidines sont dits de type A (Wollgast et Anklam, 2000 ; Dykes et Rooney, 2006).

#### -La structure

La structure complexe des tanins condensés est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leur centre asymétrique et leur degré d'oxydation (Hemingway, 1992). Les formes naturelles monomériques des flavan-3-ols se différencient par la stéréochimie des carbones asymétrique C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> et par le niveau d'hydroxylation du noyau B. On distingue ainsi les catéchines (dihydroxylées) des gallocatéchines (trihydroxylées). Voir (figure 8).

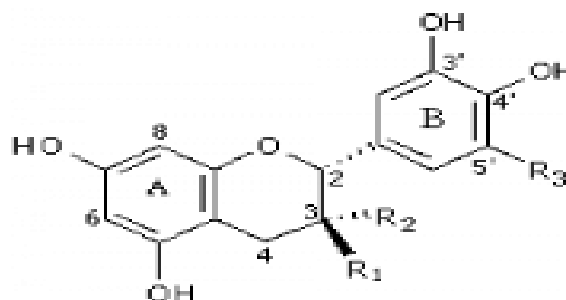


Figure 8 : structure chimique des tanins condensés (Guignard, 1996).

### III-1-3-Les flavonoïdes

#### III-1-3-1-définition

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires végétaux, ils constituent un des plus vastes groupes des polyphénols naturels et présentent un large champ d'activités biologiques. Aussi bien chez les animaux que chez les végétaux (Richter, 1993 ; Stevens *et al.*, 1998) .Ce sont des pigments quasi universels des végétaux presque toujours hydrosolubles, ils sont responsables de la coloration de nombreux fruits, légumes, fleurs, et parfois des feuilles assurant ainsi la protection des tissus contre les ultraviolets (Adrian *et al.*, 1995 ; Rajnera yanama *et al.*, 2001).

Il y a quelque année, les flavonoïdes étaient considérés comme des substances nocives puisqu'ils se sont révélés mutagènes pour les bactéries et génotoxiques pour les cultures de foie de rat (Nugon-baudon, 1994) mais on a découvert qu'ils présentent un grand intérêt pour beaucoup de domaines, industrie agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique, etc...(Diallo, 2003).

On ne dénombre pas moins de 4000 composés et ils sont présentes partout dans la plante : racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, fruits, graines et bois (Adrian *et al.*, 1995)

### III-1-3-2- Activités biologiques des flavonoïdes

Les flavonoïdes se reconnus par de nombreuses activités biologiques, ces activités sont attribuées en partie, aux propriétés anti-oxydantes de ces composés naturels. Car les flavonoïdes sont susceptibles de réagir avec la plupart des espèces réactives oxygénées (Fuhrman *et al.*, 1995). A cause de leurs faibles potentiels redox, les flavonoïdes (flav-OH) sont thermodynamiquement capables de réduire les radicaux libres oxydants ( $R^\bullet$ ), comme le superoxyde, le peroxyde, l'alkoxyde et l'hydroxyde, par transfert d'hydrogène. et le radical flavonoxy (Flav-O $^\bullet$ ) qui en résulte peut réagir avec un autre radical pour former une structure quinone stable (Jovanovic *et al.*, 1998).

### III-1-3-3-Structure et classification

Les flavonoïdes sont repartissent en quinze familles de composés, on note les plus importantes sont : les flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, isoflavones, isoflavanones, chalcones, aurones et anthocyanes (Harborne et William, 2000 ; Kuresh *et al.* 2002).

Ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitués de deux cycles aromatiques (A) et (B) qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (C).

Généralement, la structure des flavonoïdes est représentée selon le système C6-C3- C6 (Emerenciano *et al.*, 2007) en formant une structure de type diphenylpropane dont des groupements hydroxydes, oxygènes, méthyles, ou sucres peuvent être rattachés (Narayana, 2001; Malesev *et al.*, 2007)

Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et ils possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbone constitué de deux unités aromatiques, de cycle en C<sub>6</sub> (A et B), reliés par une chaîne en C<sub>3</sub> (figure 9) (Bruneton, 1999).

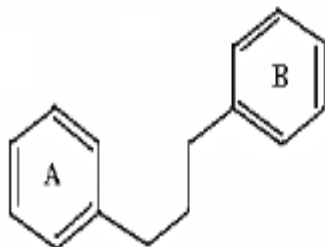


Figure 9 : squelette de base des flavonoïdes (Dean, 1963).

#### III-1-3-4-distribution et localisation

Les flavonoïdes sont particulièrement abondants dans certaines familles : Polygonacées, Rutacées, Légumineuses, Ombellifères et ils sont Présents dans tous les organes aériens, Ils ont une teneur maximale dans les organes jeunes (feuilles, boutons floraux) (Rakipov, 1987). On retrouve les flavonoïdes chez les animaux, notamment dans les ailes des papillons ; mais ces flavonoïdes proviennent des aliments ingérés par l'animale (Luckner, 1972).

Vraisemblablement synthétisés au niveau des plastides cytoplasmiques, les flavonoïdes s'accumulent dans le suc vacuolaire. Présents dans le mésophile et l'épiderme des feuilles, Dans la cuticule épidermique des fruits, ils peuvent aussi exister dans d'autres organes (Bruneton, 1987).

#### III-1-4-Les acides phénoliques

Ils sont les dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>. Ils existent fréquemment sous forme d'esters ou de glucoside et peuvent également être intégrés dans des structures complexes comme certains tanins (Gresele *et al.*, 2011). L'acide gallique et son dimère (l'acide hexahydroxydiphénique). Sont les éléments constitutifs des tanins hydrolysables. D'autres aldéhydes correspondant à ces acides comme la vanilline, sont utilisés dans le secteur pharmaceutique (Bruneton, 1993 ; Lafay et Gilizquierdo, 2008).

### III-1-5 Les lignanes et lignines

Les lignanes de structure en  $(C_6-C_3)_2$  désignent quant à eux des molécules qui résultent le plus souvent de l'établissement d'une liaison entre deux C de la chaîne latérale de deux acides hydroxycinnamiques (Chira *et al.*, 2008).

Les lignanes présentent plusieurs activités biologiques montrant les Antiviral, anticancéreux, antimicrobien et antioxydant (McRae et Towers, 1984).

### III-1-6-Les coumarines

Les coumarines dérivent des acides hydroxycinnamiques par cyclisation interne de la chaîne latérale. Ils sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone, Vogel en 1820 a fait le premier isolement des coumarines, alors que aujourd'hui il y'a près de 1000 composés isolés dans plus de 800 espèces de plantes et dans les microorganismes (Jutiviboonsuk *et al.*, 2005).

Les coumarines sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (Igor, 2002). Les coumarines sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives, antimicrobienne, anti- agrégation plaquettaire, anti-inflammatoire, anticoagulante, anti tumorale, diurétiques, anti- œdémateuses et analgésique (Stefanova *et al.*, 2007). elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (Yoshikawa *et al.*, 1994 ; Chen, 1995; Gonzalez et Estevez-Braun, 1997 ; Kayser *et al.*, 1997 ; Resch *et al.*, 1998 ).

### III-1-7- Les xanthones

Les xanthones constituent une famille de composés phénoliques généralement isolés dans les plantes supérieurs et dans les microorganismes répondant à une structure de base  $C_6-C_1-C_6$ .

**III-1-8- Les stilbènes**

Ils dérivent des acides hydroxycinnamiques et ont la structure C6-C2-C6. Les stilbènes sont produits par les plantes en réponse à des attaques fongiques, bactériennes ou virales (Chira *et al.*, 2008).

Les lignines constituent une classe importante de produits naturels dans le règne végétal et seraient formées par polymérisation oxydative de monolignols qui sont les acides coumarique, conférique et sinapique (Jutiviboonsuk *et al.*, 2005).

**III-1-9- Les Anthocyanes**

Les anthocyanes constituent le groupe de pigments solubles dans l'eau le plus important, ils sont dissous dans les vacuoles des cellules épidermiques des fleurs et des tissu auxquels ils donnent des couleurs rose, rouge, bleu et violet (Mazza et Miniati, 1993).

Les anthocyanes sont particulièrement instables sous forme d'aglycones mais stabilisés par la glycosylation. Les anthocyanes sont présents dans le vin rouge, certaines céréales, certaines légumes feuillus ou racinaires. Cependant, c'est dans les fruits qu'ils sont les plus abondants (Manach *et al.*, 2004).

Matériels et

méthodes

L'objectif de ce travail est d'extraire les polyphénols et les tannins de la coriandre (*Coriandrum sativum L*) et du faux fenouil (*Aneth graveolens*) dans le but d'évaluer leurs activités insecticides vis-à-vis de la fausse feigne de ruches *Galleria mellonella*.

Les différentes manipulations ont été réalisées grâce à la contribution du Laboratoire de Valorisation et Conservation des Ressources biologique (VALCOR) et du laboratoire de Biologie des Populations et des Organismes (BPO), tous deux situés à la Faculté des sciences de l'université de M'Hamed Bougara de Boumerdes (UMBB).

## **I- Matériel**

### **I-1- Matériel Biologique**

#### **I-1-1- Matériel végétal**

Deux espèces végétales de la famille des ombellifères ont été choisies pour la présente étude il s'agit de la coriandre (*Coriandrum sativum L*) et le faux fenouil (*Aneth graveolens*). La récolte a été faite au niveau de wilaya de Boumerdes au mois de mars 2015. La poudre des plantes a été conservée dans des bocaux en verre fermés hermétiquement et placés dans un endroit frais à l'abri de la lumière.

#### **I-1-2- choix de l'espèce d'insecte**

L'insecte choisi pour cette étude est la fausse teigne des ruches *Galleria mellonella* élevée au laboratoire d'épidémiologie (VALCOR).

#### **I-1-3-Micro-organismes**

Nous avons utilisé deux bactéries entomopathogènes (*Bacillus*) isolées à partir des cadavres de la fausse teigne au laboratoire (VALCOR) en Avril 2016.

### **I-2- Matériel non biologique**

Le matériel non biologique utilisé pour réaliser cette étude est composé de verreries, d'équipement, d'appareils et d'un ensemble de réactif et produit chimique. (annexe 1).

## II- Méthode

### II-1- Screening phytochimique

#### II-1-1- Préparation de l'infusé

La poudre du végétal composé des parties aériennes (feuilles et sommités fleuris) du faux fenouil (*Aneth graveolens*) a été préparée (récolte, séchage et broyage) en mars 2015.

- Nous avons versé 100 ml de l'eau distillée chaude dans 20 g de la poudre de la plante.

-Après refroidissement et filtration, le filtrat résultant est complété par l'eau distillée jusqu'à 100 ml. (Figure 10).

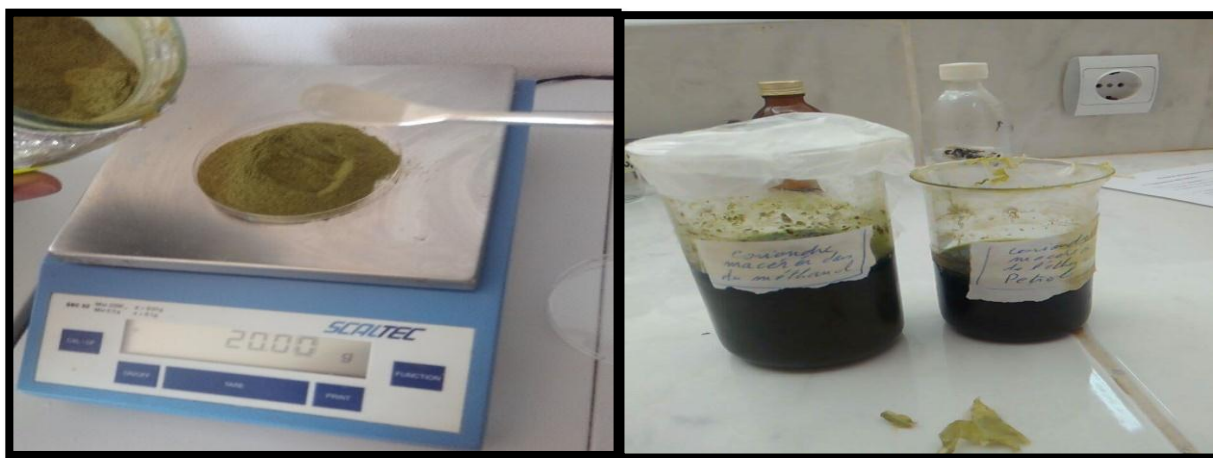


Figure 10 : préparation de l'infusé (photos originales).

#### II-1-2- La phytochimie

Les tests de caractérisation phytochimique effectués sur la partie aérienne du faux fenouil, sont résumés ci-dessous :

➤ **Identification des tanins totaux**

Quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$  à 5% ont été ajoutés à 5 ml de l'infusé. L'apparition d'une coloration bleu noire indique que le teste est positif.

➤ **Identification des tanins galliques**

A 5 ml d'infusé on ajoute 2 g d'acétate de sodium et quelques gouttes de  $\text{FeCl}_3$ . En présence de tanins gallique la coloration est bleu foncée.

➤ **Identification des tanins catéchiques**

À 15 ml d'infusé, on ajoute 7 ml de réactif de stiansy ou 10 ml du formol à 40% (40 ml du formol+60 ml d'eau distillé) avec 5 ml d'HCL concentré, une réaction positive ce traduit par une coloration rouge.

➤ **Identification des anthocyanes**

A 5ml d'infusé on ajoute quelques gouttes d'HCL (Acide chlorhydrique). Si la coloration devient rouge, cela signifie la présence d'anthocyanes.

➤ **Identification des leuco-anthocyanes**

5 ml de l'infusé additionnées de quelques gouttes d'HCL provoque l'apparition de coloration rouge ou violacée en cas de présence des leuco-anthocyanes.

➤ **Identification des saponosides**

A 2 ml d'infusé, on additionne quelques gouttes d'acétate de plomb. La formation d'un précipité blanc indique la présence des saponosides.

➤ **Identification des alcaloïdes**

Faire macérer 5g de poudre végétale humectée avec l'ammoniaque (50%) pendant 24h, puis on rajoute 50ml d'un mélange éther/chloroforme (3v/v) et on laisse macérer pendant 24 h. Le filtrat est épuisé par l'acide chlorhydrique 2N.

Des réactions de précipitations sont réalisées sur la solution chlorhydrique.

En rajoutant le réactif de dragendroff (annexe 2), la présence d'alcaloïde se traduit par la formation d'un un précipité rouge.

➤ **Identification d'amidon**

A 2g de poudre, on rajoute quelques gouttes d'iode, la présence de coloration bleu violette implique que le teste est positif.

➤ **Identification des flavonoïdes**

Dans un tube à essai, on mélange 5 ml d'infusé avec 5 ml d'HCL puis on ajoute un coupon de Mg et 1ml d'alcool isoamylique. la présence de flavonoïde est indiqué par la coloration rouge- orangée.

➤ **Identification des mucilages**

Introduire 1ml d'infusé dans un bécher auquel on ajoute 5 ml d'éthanol absolu. L'obtention d'un précipité floconneux après 10 à 15 minutes d'agitation indique la présence de mucilages.

➤ **Identification des glucosides**

Quelques gouttes de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ont été rajoutées à 2g de poudre, la présence de glucoside est indiquée par une coloration rouge brique ensuite violette.

## II-2- Extraction des composés phénoliques

### II-2-1- Extraction des polyphénols totaux

L'extraction des composés phénoliques des deux plantes étudiées passe par les étapes suivantes (Revilla *et al.* 2001 et Ojeil *et al.* 2010).

20 g de la poudre végétale est macérée dans 100 ml de méthanol pendant 3 jours, puis nous avons procédé à la séparation du solvant (méthanol) de la poudre par filtration. Après cela, le filtrat récupéré est mis dans un Rotavapor à 70°C pendant 20 mn afin d'éliminer le méthanol. Voir (figure 11).

L'extrait des polyphénols est obtenu au fond du ballon sous forme d'extrait sec.

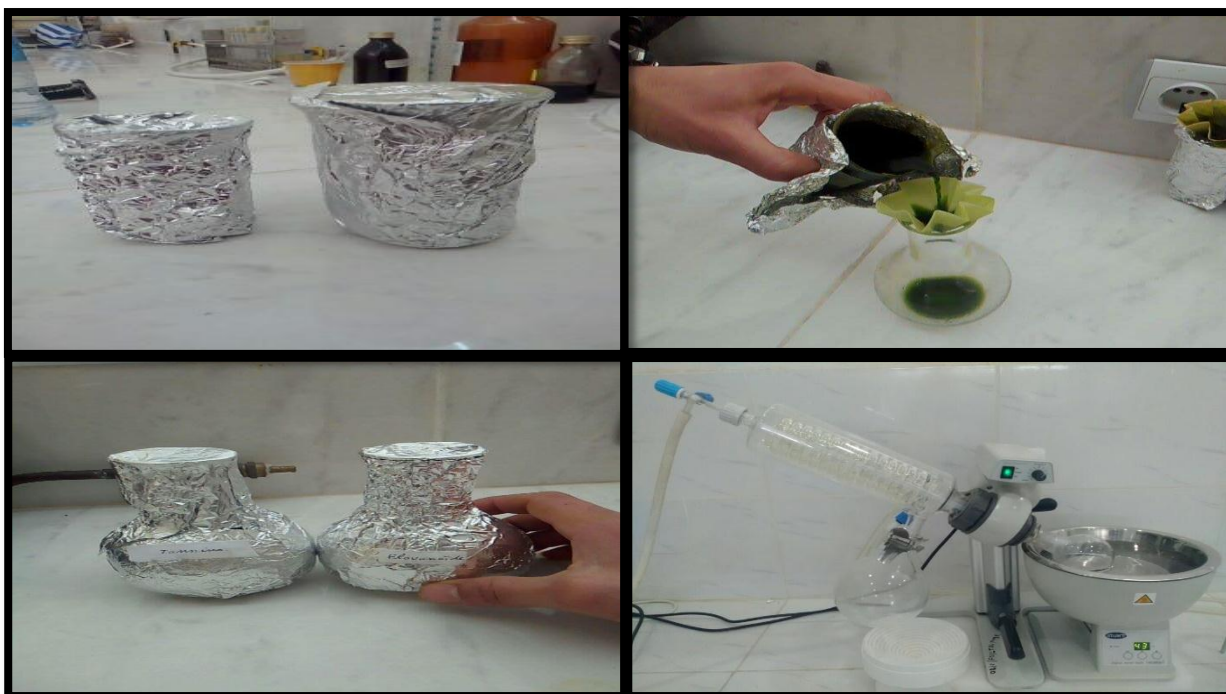


Figure 11 : extraction des extrais phénolique (photos originales)

### II-2-2- Extraction des tanins

L'extraction des tanins des deux plantes étudiées passe par les étapes suivantes (Bruneton, 1999).

30 g de la poudre végétale ont été dégraissés en les laissant macérer dans 100 ml d'éther de pétrole pendant 24 h. Après filtration, le filtrat est récupéré alors que la chlorophylle et les lipides sont éliminés.

Le filtrat récupéré est repris par 50 ml d'éther diéthylique, ensuite il est filtré pour éliminer les phénols, les catéchines et l'acide oxybutyrique. Le filtrat est repris une deuxième fois par 100 ml de méthanol. Il est filtré dans un ballon préalablement pesé. Le filtrat méthanolique est soumis à une évaporation sous vide pour obtenir un résidu sec. C'est un extrait pur de tanins qui sera pesé. Voir (Figure 12).

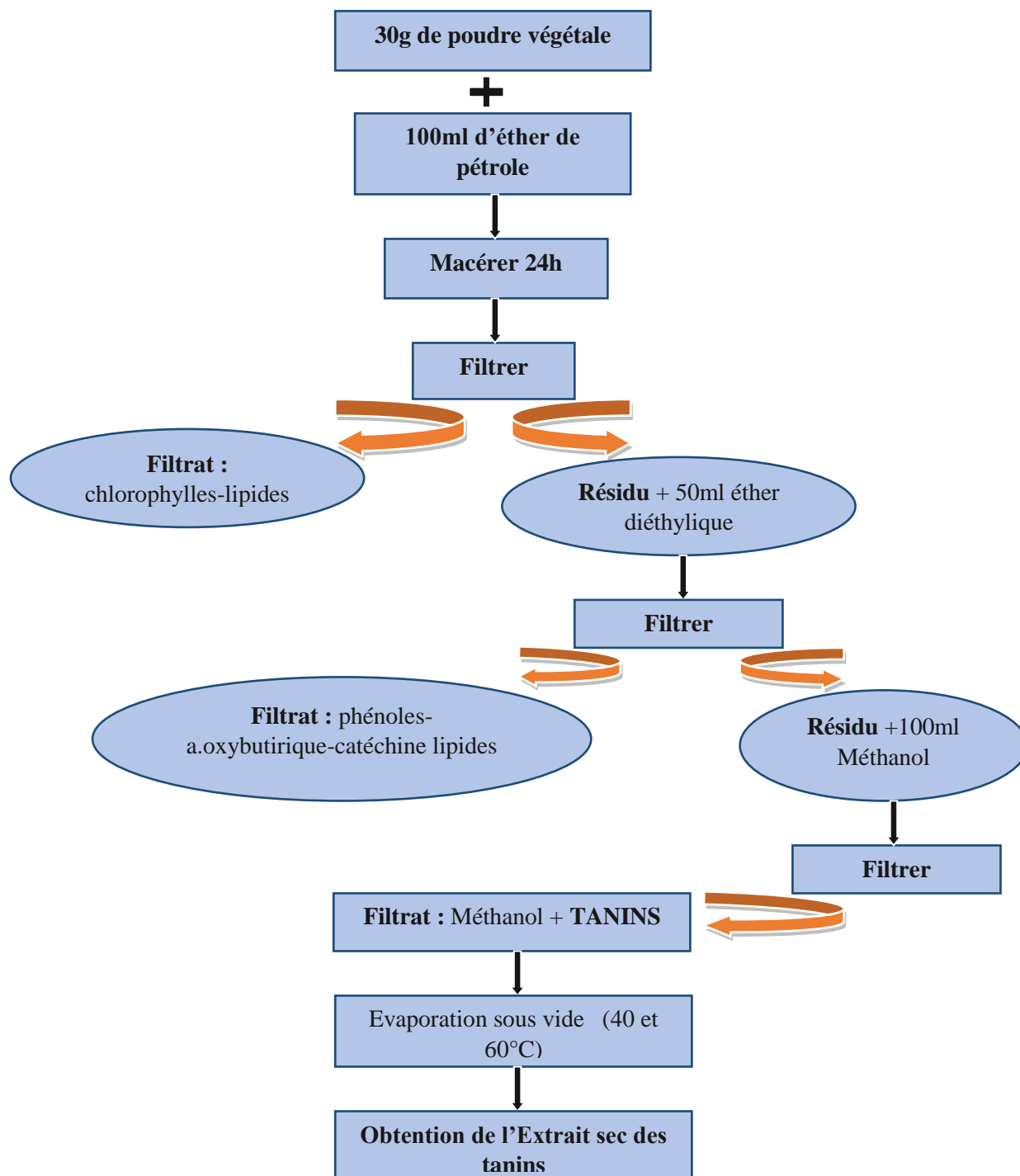


Figure 12 : schéma du protocole d'extraction des tanins.

### II-2-3- Récupération des extraits

Après la pesée des ballons contenant les extraits, ces derniers sont extraits à l'aide d'une spatule. Puis, ils sont transvasés dans des piluliers ombrés, en ver. Ils sont stockés dans un réfrigérateur à 4 c°

### II-3- Evaluation de l'activité insecticide des composés phénoliques

#### II-3-1-Elevage des larves de *Galleria mellonella*

L'élevage a eu lieu au niveau du laboratoire de Valorisation et Conservation des Ressources biologiques (VALCOR), en utilisant un cadre récupéré du rucher du laboratoire d'apiculture. En effet quelques larves de *Galleria mellonella* ont été introduites dans le cadre, ce dernier a été mis dans une étuve réglée à 32°C en présence d'un bec a eau pour créer une certaine humidité, les larves sont nourries en plus de la cire d'une poudre du pollen. Voir (Figure 13).

Après émergence, les papillons sont récupérés et mis dans des boucaux en verre pour l'accouplement et la ponte des œufs.



Figure 13 : élevage des larves de *Galleria mellonella* (photo personnelle).

#### II-3-2- Préparation des différentes doses

Trois doses des polyphénols et des tanins ont été préparée.

La 1<sup>er</sup> dose (D1) est de 30µl/ml (3%), la 2<sup>eme</sup> dose (D2) est de 20 µl/ml (2%), la 3<sup>eme</sup> dose D3) est de 10µl/ml (1%).

Les trois préparations sont mise dans des petites boites de pétri ouvertes jusqu'à élimination totale du méthanol (diluant).

### II-3-3- Application des traitements

L'aliment est constitué d'un mélange de pollen et de miel, confectionné en boules.

#### II-3-3-1- Préparation des lots

Pour chaque extrait, on prépare 12 boîtes de Pétri dont 3 boîtes pour chacune des trois concentrations, les 3 boîtes restantes sont préservées pour le témoin. Soit 3 répétitions pour chaque concentration. Dans chaque boîte on met 4 larves (L5) de la fausse teigne. Après traitement les boîtes sont fermées et déposées à l'étuve. (Figure 14)

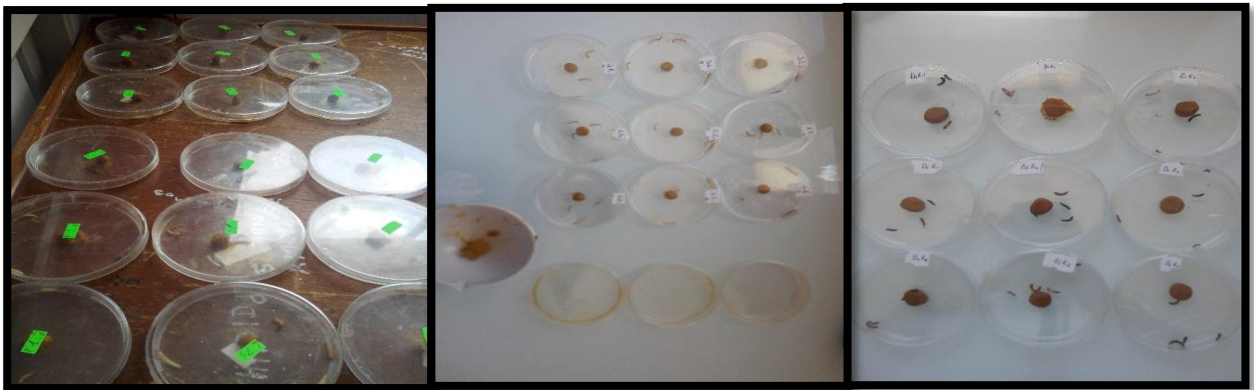


Figure 14 : préparation des lots (photo originales)

#### II-3-3-2- Mode d'application des traitements

Avant tout, les larves sont isolées et laissées à jeun pendant 8 heures.

Deux modes d'application ont été utilisés, pour le premier, on rajoute dans les différents lots préalablement préparés une boule d'aliment après l'avoir pesé et fait plonger dans la concentration qui convient.

Signalant que le deuxième mode d'application est l'ingestion directe d'un volume de 20  $\mu$ l de la solution préparée pour chaque individu.

#### II-3-3-3- Paramètres étudiés

L'observation des résultats consiste à déterminer les paramètres suivants :

- Les symptômes : les signes qui apparaissent suite au traitement avant et après la mort des individus ont été pris en considération.
- Le taux de mortalité : en effet, le taux de mortalité journalière a été évalué.

- La prise alimentaire : pour évaluer la consommation journalière nous avons procédé à la pesée de l'aliment donné aux larves chaque jour
- Calcul des mortalités.
- Calcul de la consommation journalière.
- Calcul des TL<sub>50</sub> : avant de calculer les TL<sub>50</sub>, le pourcentage de mortalité observée est corrigé par rapport au témoin selon la formule d'ABBOT (1925).

$$MC\% = \frac{M2 - M1}{100 - M1} \times 100$$

**M1** : Pourcentage de mortalité chez les témoins.

**M2** : Pourcentage de mortalité chez les traitées.

**MC%** : Pourcentage de mortalité corrigée.

Pour calculer les TL<sub>50</sub> (temps léthal pour 50% des individus) pour chaque concentration D1 ; D2 et D3, on a transformé le temps en logarithmes décimaux et les valeurs de mortalité corrigée en probits en se servant de la table des probits (Annexe 3).

Ceci nous permet d'obtenir des équations de droites de régression de type :

$$Y = ax + b$$

**Y** : Probit de mortalité corrigée.

**X** : Logarithme décimal du temps.

**a** : La pente.

Le TL<sub>50</sub> sera égale à anti-Log<sub>10</sub>, avec **x = Log<sub>10</sub>** de temps correspondant au probit 5 sur le graphe, ou bien à partir des équations en remplaçant **Y** par le probit de 50 qui égale à 5.

-Calcul des DL<sub>50</sub>

Pour calculer les DL<sub>50</sub> (concentration nécessaire pour tuer la moitié d'une population) pour chaque traitement, on a transformé les concentrations utilisées (D1, D2 et D3), en

logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité en probits en se servant de la table des probits. Ceci nous permet d'obtenir des équations de droites de régression de type :

$$Y = ax + b$$

**Y** : Probit de mortalité corrigée

**X** : Logarithme décimal de la concentration

**A** : La pente

A partir de ces équations, on a pu déterminer les DL50 et les TL50. Pour le premier type de traitement, on a utilisé les polyphénols des deux plantes étudiées, la coriandre (*Coriandrum sativum*L) et le faux fenouil (*Aneth graveolens*), par contre pour le second on a utilisé aussi les tanins des plantes étudiées

#### II-4- Evaluation de l'activité répulsive des extraits

Nous avons procédé à l'étude de l'effet répulsif des polyphénols de la coriandre (*C. sativum* L) et le faux fenouil (*A. graveolens*) à l'égard des larves de la fausse teigne (*G. mellonella*).

En effet, des papiers circulaires de 9 cm de diamètre sont coupés en deux, le demi-cercle est trempé dans extraits phénoliques dilués, et l'autre moitié dans le diluant (méthanol) pendant 1 mn, ensuite séchés à l'air pendant 5 à 10 mn. Voir (Figure 15).

Chaque demi-cercle de papier filtre traité par l'extrait est attaché à un autre demi-cercle traité par le méthanol par une bande adhésive. Après cela on nombre de 8 larves a été placé au centre de chaque disque. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque concentration.

Au bout de 1 h, 2 h, 3 h, 4h et 5 h après traitement le nombre d'individus présent dans chaque partie du papier filtre traitée à l'extrait (Nt) et le nombre présent sur la partie traitée uniquement avec le diluant (Nc) ont été relevés.

Le pourcentage de répulsion (Pr) a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$PR = \frac{(Nc - Nt) \cdot 100}{(Nc + Nt)}$$

En fin, le pourcentage moyen de répulsion pour les polyphénols a été calculé et attribué selon le classement de **McDonald et al. (1970)**. Une différentes classes répulsives variant de 0 à 5 :

Classe 0 (PR $\leq$ 0.1%), classe I (PR= 0.1- 20%), classe II (PR= 20.1- 40%), classe III (PR= 40.1- 60%), classe IV (PR= 60.1- 80%), classe V (PR= 80,1 – 100%) (Ndomo *et al.*, 2009).



Figure 15 : préparations du traitement de l'activité répulsive (photo originales).

#### II-5- Dosage des métabolites hémolymphatiques

Les larves (L5) ont reçu un volume de 20  $\mu$ l de la solution testée par injection directe dans l'hémolymph, ce dernier a été prélevé, 4h, 6h et 12h après traitement. Voir (figure 16).

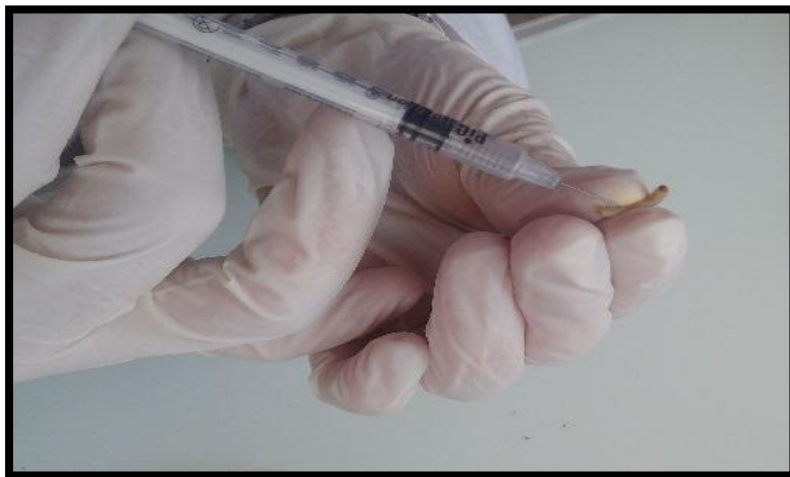


Figure 16 : injection des polyphénols dans l'extrémité abdominale de la larve (*G. mellonella*) (photo originale).

En effet, 3 concentrations des polyphénols ont été préparées (10%, 20% et 30%). En suite a l'aide d'une seringue à insuline, on injecte 10 à 15  $\mu$ l de nos dilutions au niveau de l'extrémité abdominale de l'insecte.

**II-5-1- Dosage quantitatif des protéines****-Principe de la méthode de Bradford**

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de Bradford (1976), dont le principe est basé sur l'utilisation d'un colorant, le bleu de Coomassie brillant G-250, qui forme un Complexe coloré, présentant un maximum d'absorption à 595 nm. La fixation de ce colorant aux protéines s'effectue très rapidement et le complexe protéine-colorant reste stable pendant une heure environ. Il faut souligner que la réaction n'est linéaire que dans une certaine gamme de concentration (Bertrand, 2007)

**-Technique de dosage****a) préparation de réactif de Bradford (BBC)**

On dissout 10 mg de bleue de Coomassie G-250 dans 5 ml d'éthanol à 95° et on le laisse agiter pendant 2h. Après agitation, on ajoute 10 ml d'acide ortho phosphorique à 85% et on complète à 100 ml avec de l'eau distillé. On note que la préparation de ce réactif doit être effectuée dans un flacon enveloppé avec du papier aluminium pour éviter sa détérioration suite à son contact avec la lumière.

**b)- Gamme étalon**

Pour la préparation de la solution mère de sérum albumine bovine (BSA) de 1g/l, on dissout un gramme de BSA dans un litre d'eau distillée et c'est à partir de cette solution mère que des dilutions à volume identique (100 ml) mais qui contiennent des concentrations croissantes et connues sont préparées afin de réaliser la courbe de référence. (Tableau 4)

**Tableau 4 : La gamme étalonnage de BSA utilisé pour le dosage de protéines.**

BSA (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

**c)- l'échantillon à doser :**

Nos échantillons sont congelés, à (-20) °C dès leur sortie du congélateur, on les places dans des Récipients contenant de l'eau fraîche afin de les décongeler puis, dans une série de tube, un volume de 5 µl de l'hémolymphe est versé, puis on complète le volume à 100 µl par addition de 95 µl de l'eau distillé.

Par la suite, un volume de 4 ml de réactif de Bradford (BBC) est ajouté dans les deux séries de tubes qui seront après mélangées au vortex et incubées pendant 10 minutes à l'obscurité.

On procède à la mesure de l'absorbance à 595 nm et en fin on trace la courbe d'étalonnage DO F [BSA] et on déduit la concentration des protéines de chaque échantillon à partir de l'équation de la courbe d'étalonnage.

### II-5-2-Dosage quantitatif des glucides

**-Principe :** la méthode colorimétrique de dosage des glucides par l'antrone repose sur le principe suivant : dissoute en milieu sulfurique concentré, l'antrone apparaît de couleur jaune claire et donne avec les solutions de glucides selon leur concentration une gamme assez lumineuse allant de vert au bleu-vert (Bachelier et Gavinelli, 1966).

#### -Technique de dosage

##### -a)- préparation des solutions

Pour cela il faut dissoudre 0.15g d'antrone dans 75 ml d'acide sulfurique, puis ajouter 25 ml de l'eau distillé et en suite préparer une solution mère de glucose (1g/l) comme standard.

##### -b)- Gamme d'étalonnage

Calculer les volumes à prélever de la solution mère de glucose et d'eau distillée pour faire une gamme étalon de 0, 20, 40, 60, 80, et 100 µl de glucose. (Tableau 5).

**Tableau 5 :** La gamme d'étalonnage de glucose pour le dosage des glucides.

Glucose (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
Antrone (ml)	4	4	4	4	4	4

### II-6-activité antimicrobienne

Deux souches de bactérie entomopathogène ont été utilisées pour évaluer leur activité antagoniste avec nos extraits phénolique.

Dans des boites de pétrie et à proximité du bec bunsen, on coule la gélose nutritif (voir annexe 14) et on laisse refroidir. Onensemence les deux souches bactériennes selon la méthode d'ensemencement par écouvillonnage. On partage les boites en quatre par un marqueur.

Des disques vierges sont imbibés par les trois doses (D1=30 $\mu$ /ml, D2=20 $\mu$ /ml, D3=10 $\mu$ /ml) des polyphénols de chaque plantes étudiées, la coriandre et le faux fenouil, après séchage à l'aire libre on met les disques dans les boîtes devant le bec bunsen et on les met dans un réfrigérateur pendant 8h, enfin dans l'étuve à 37°C pendant 24h à 72h.

### Méthodes des disques :

La méthode de diffusion à partir d'un disque a été utilisée pour mettre en évidence l'activité antimicrobienne. Des disques de papier Wattman de (6 mm) de diamètre sont stérilisés dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée puis séchés à l'étuve. Ces disques sont ensuite imbibés d'extrait à tester des concentrations différentes (D1, D2, D3)

Par ailleurs, la gélose nutritive stérile est coulée dans des boîtes de Pétri de 90mm de diamètre jusqu'à une épaisseur de 4 mm puis laissées refroidir.

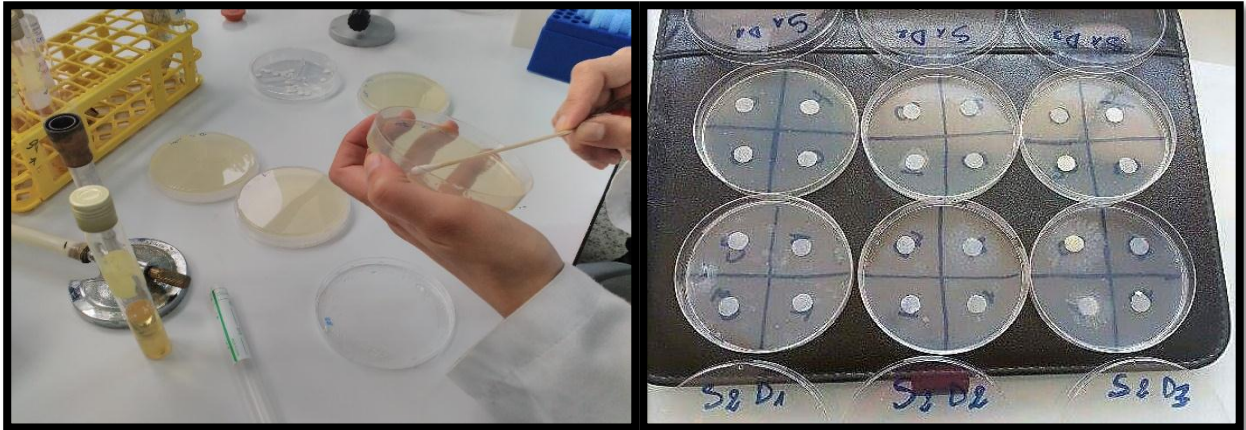
Deux souches bactériennes sont préparées avec le bouillon nutritif. L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage à l'aide d'un coton-tige stérile en tournant la boîte environ 60°.

La dernière étape consiste à déposer 4 disques imbibés de chaque concentration à l'aide d'une pince stérile à la surface de la gélose ensemencée par les souches à tester d'une boîte de pétri.

Les disques sont déposés dans chaque boîte. L'incubation dure de 18 à 24h. Durant cette période, les substances diffusent dans la gélose à partir des disques selon un gradient de concentration jusqu'à une limite où sa concentration est la plus faible, déterminant ainsi des zones d'inhibition.

Après incubation, le diamètre d'inhibition autour des disques est mesuré et les valeurs sont exprimées en mm.

L'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, et en fonction du diamètre d'inhibition. La souche sera qualifiée de sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistante. (Figure 17)



**Figure 17 : ensemencement par un écouvillon, et disposition des disques (photos originales)**

#### - Lecture

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied de coulisseau une règle en (mm). Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et peut être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis des polyphénols (Ponce *et al.*, 2003).

- Non sensible(-) ou résistante : diamètre < 8 mm.
- Sensible(+) : diamètre compris entre 9 à 14 mm.
- Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm.
- Extrêmement sensible (+++) : diamètre > 20 mm.

#### • Analyse statistique

Pour confirmer l'efficacité des traitements biologiques effectués, les résultats obtenus sont soumis aux tests de l'analyse de la variance. Les valeurs de  $p \leq 0.05$  sont considérées statistiquement significatives. Nous avons appliqué en outre le test de Tukey ou test de la différence significative qui permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités. Le logiciel utilisé est le STATISTICA.



Résultats et

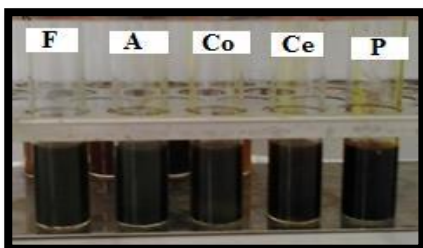

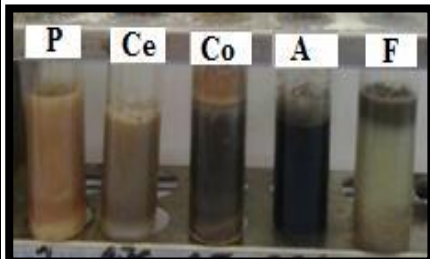
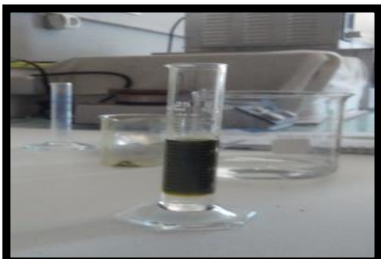
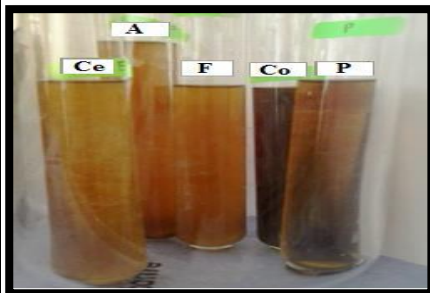

discussion



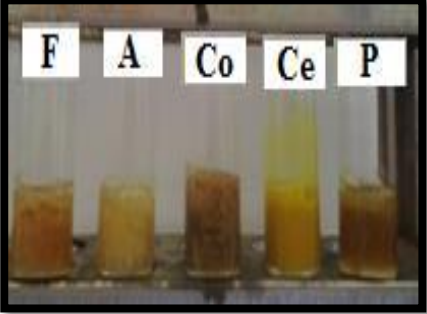





### I-Screening phytochimique

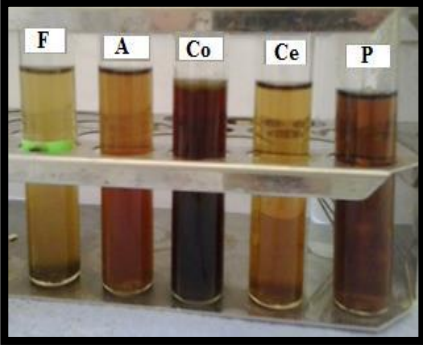

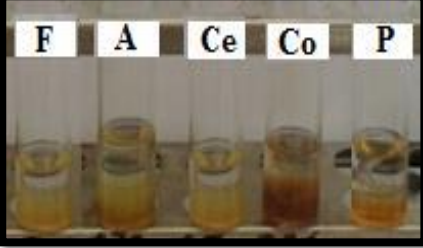

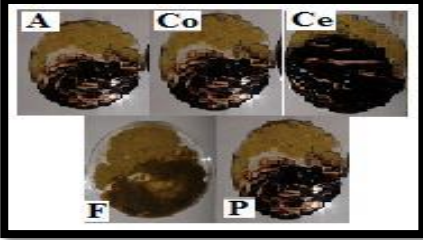

Etant donné que les poudres végétales utilisées dans notre étude ont été préparées en 2015 et conservées donc pendant 1 année, on a jugé utile de réaliser une caractérisation phytochimique pour vérifier si toutes les molécules actives mise en évidence lors du premier screening ( Lahiani et Raad, 2015) existe toujours.

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats du screening fait sur la poudre du faux fenouil. pour la coriandre les résultats sont consignés en Annexe 17.

**Tableau 6 : résultats obtenus du screening effectué sur l'*Aneth graveolens*.**

Molécules recherché	Réaction positive	Résultats obtenus 2015 (F) : faux fenouil	Résultats obtenus du faux fenouil 2016
Tanins totaux	Coloration bleu noire	 <p style="text-align: center;">+++</p>	 <p style="text-align: center;">+++</p>
Tanins galliques	Coloration bleu foncé	 <p style="text-align: center;">+++</p>	 <p style="text-align: center;">+++</p>
Tanins catéchiques	Coloration rouge	 <p style="text-align: center;">++</p>	 <p style="text-align: center;">--</p>

<p><b>Anthocyanes</b></p>	<p>Rouge</p>	 <p>++</p>	 <p>--</p>
<p><b>Saponisides</b></p>	<p>Précipitation blanc</p>	 <p>+++</p>	 <p>+++</p>
<p><b>Alcaloïdes</b></p>	<p>Précipitation rouge</p>	 <p>-</p>	 <p>+++</p>
<p><b>Amidon</b></p>	<p>Coloration bleu violette</p>	 <p>-</p>	 <p>--</p>

<p><b>Flavonoïdes</b></p>	<p>Coloration rouge-orangée</p>	 <p>+++</p>	 <p>++</p>
<p><b>Mucilages</b></p>	<p>Précipitation floconneux</p>	 <p>-</p>	 <p>-</p>
<p><b>Glucosides</b></p>	<p>Coloration rouge brique ensuite violette</p>	 <p>+++</p>	 <p>-</p>

(+) : positif.

(-) : négatif.

Les tests de la composition chimique réalisée sur la poudre de l'espèce aneth révèlent la présence des tanins totaux, tanins galliques, les saponosides, des alcaloïdes et les flavonoïdes en grande quantité dans l'espèce *Aneth graveolens*. Par contre on remarque l'absence des tanins catéchiques, des anthocyanes, de l'amidon, des mucilages et des glucosides.

En comparant nos résultats au screening de l'année passée effectué sur la même poudre, on remarque l'absence de 3 molécules actives (les tanins catéchiques, les anthocyanes et les glucosides) dont leur présence a été prouvée d'après les résultats obtenus par (Lahiani et Raad, 2015) au moment de la récolte en 2015. L'extermination de ces métabolites peut être due à la durée de la conservation, ainsi que ses conditions.

Une la présence d'alcaloïdes est enregistrée dans notre étude alors qu'il était absent. Une erreur s'est produite au moment des manipulations.

## II- Etude de la toxicité du faux fenouil (*Aneth graveolens*) et de la coriandre (*Coriandrum sativum* L) sur les larves L<sub>5</sub> de *Galleria mellonella*

### II-1- Le faux fenouil

#### II-1-1- Effet des polyphénols

##### II-1-1-1-Taux de mortalité

Les taux de mortalité obtenue après traitements des larves L<sub>5</sub> de *Galleria mellonella* par les polyphénols de faux fenouil sont représentés sur la figure 18.

On arle de deux modes d'administrations, le gavage et l'addition des substances toxique dans l'aliment.

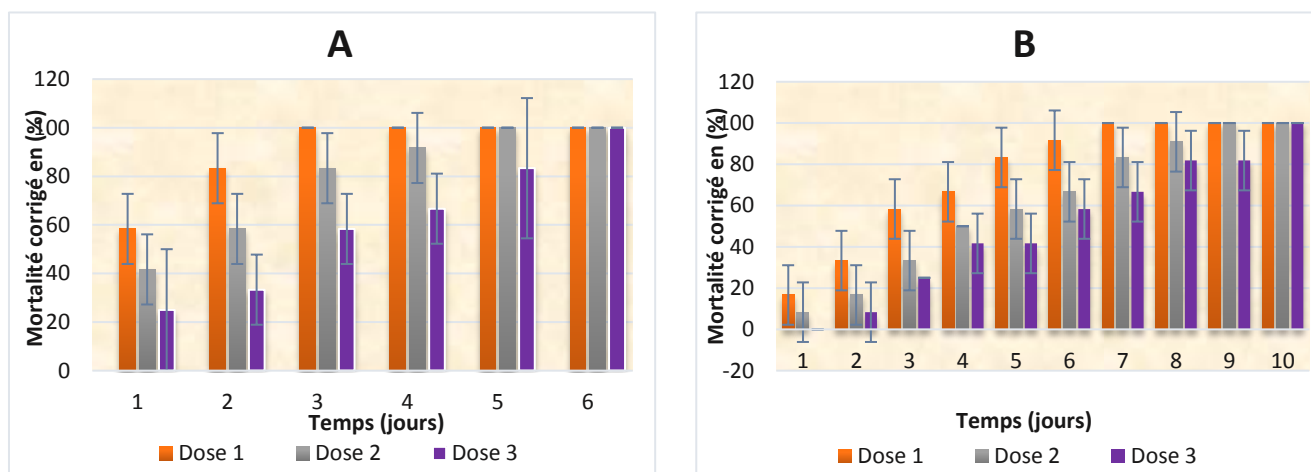


Figure 18 : taux de la mortalité corrigée chez les individus de *Galleria mellonella* traités par les polyphénols de faux fenouil

A : administration des doses par gavage. B : administration des doses dans l'aliment.

Les résultats affichés sur la figure montrent l'effet des polyphénols du faux fenouil sur la mortalité des larves L<sub>5</sub> de *Galleria mellonella*.

On observe sur la figure A, une mortalité élevée des individus dès le 1<sup>er</sup> jour pour les trois doses, presque 60% pour la D1, plus de 40% pour la D2. La mortalité varie selon la concentration et augmente avec le temps pour atteindre 100% après traitement par les doses D1, D2 et D3 respectivement le 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> jours après traitement.

En effet, On remarque sur la figure B, une mortalité chez les individus traités dès le 1<sup>er</sup> jour pour les trois doses. Cette mortalité augmente avec le temps pour atteindre 100% après traitement par les doses D1 D2 et D3 respectivement le 7<sup>ème</sup>, 9<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> jours. La mortalité varie selon la concentration et le mode d'administration.

Il s'avère que l'administration de la molécule active par gavage a donné un effet plus rapide.

## »Analyse statistique

On a fait appel à analyse de la variance à 3 niveaux de classification suivie du test du tukey pour la comparaison des moyennes.

**Tableau 7 : analyse de la variance du traitement par administration des polyphénols du faux fenouil par gavage.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	119715,1	4	29928,8	28,7651	0,000000
Dose	594234,6	3	198078,2	190,3764	0,000000
Temps*Dose	310435,9	22	14110,7	13,5621	0,000000
Erreur	89479,2	86	1040,5		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,0000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,0000$ ). L'application du test de tukey montre une différence significative pour les combinaisons (T et D1), (T et D2), (D1 et D3) et (D2 et D3) (Annexe 6).

La matrice de corrélation révèle que la paire (Temps\*doses) est faiblement corrélé, et la paire (Temps\*mortalité) est moyennement corrélé (Annexe 6).

**Tableau 8 : analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	28673,4	4	7168,4	11,2620	0,000000
Dose	318121,5	3	106040,5	166,5976	0,000000
Temps*Dose	200168,8	22	9098,6	14,2946	0,000000
Erreur	54739,6	86	636,5		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,000000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,000000$ ). L'application du test de tukey montre une différence significative pour les combinaisons (T et D1), (T et D2) et (D1 et D3) (Annexe 6).

La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*doses) et (Temps\*mortalité) sont moyennement corrélées (Annexe 6).

II-1-1-2-TL<sub>50</sub>

Nous avons procédé au calcul des taux létaux au bout des quelles 50% des larves de *Galleria mellonella* sont mortes suite au traitement par les polyphénols de *l'Aneth graveolens*. Alors on a transformés en probits les valeurs des pourcentages de mortalité corrigée et les jours en logarithmes décimaux (Annexe 6). A l'aide de ces valeurs on a tracé les droites de régression (Annexe 6).

Par la suite les équations des droites de régression obtenues sont utilisées pour le calcul des TL<sub>50</sub>.

**Tableau 9 : équations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols du faux fenouil.**

Doses	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	TL <sub>50</sub>
D1= 30(µl/ml)	$y = 4.212x + 5.2497$	$R^2 = 0.8503$	0.87 jours
D2= 20(µl/ml)	$y = 4.4915x + 4.2826$	$R^2 = 0.843$	1.44 jours
D3= 10(µl/ml)	$y = 3.8547x + 3.7631$	$R^2 = 0.6697$	2.09 jours

L'examen des TL<sub>50</sub> montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols du faux fenouil par gavage présentent des TL<sub>50</sub> croissants pour les trois doses D1, D2 et D3 qui sont respectivement 0.87j, 1.44j et 2.09j. Le R<sup>2</sup> est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et le temps sont corrélés.

**Tableau 10 : équations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.**

Doses	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	TL <sub>50</sub>
D1= 30(µl/ml)	$y = 4.6787x + 3.3264$	$R^2 = 0.8715$	2.27 jours
D2= 20(µl/ml)	$y = 4.2613x + 2.8383$	$R^2 = 0.7867$	3.21 jours
D3= 10(µl/ml)	$y = 6.0978x + 0.8077$	$R^2 = 0.8802$	4.87 jours

L'examen des TL50 montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment présentent des TL50 croissants pour les trois doses D1, D2 et D3 qui sont respectivement 2.27j, 3.21j et 4.87j. Le  $R^2$  est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et le temps sont fortement corrélés.

### II-1-1-3- DL<sub>50</sub>

Nous avons procédé au calcul des doses qui tuent 50% des larves L5 de *Galleria mellonella* traité par les polyphénols de l'*Aneth graveolens* après des délais de fin de traitement et l'observation des mortalités.

**Tableau 11 : équations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols du faux fenouil.**

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	DL <sub>50</sub>
1 jour	$y = 1.8101x + 2.497$	$R^2=0.9847$	24.14 (µl/ml)
2 jours	$y = 2.8347x + 1.6777$	$R^2=0.9617$	14.86 (µl/ml)

L'examen des DL50 montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des polyphénols du faux fenouil présentent des DL50 au 1<sup>ème</sup> jour de 24.14 µl/ml, et une DL50 au 2<sup>ème</sup> jour de 14.86µl/ml. Le  $R^2$  est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et la dose sont très fortement corrélées.

**Tableau 12 : Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et valeurs des DL<sub>50</sub>ont enregistré chez les larves L5 de *Galleria Mellonella* traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.**

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	DL <sub>50</sub>
3 jours	$y = 1.7314x + 2.5228$	$R^2=0.8435$	26.96 (µl/ml)
5 jours	$y = 2.3448x + 2.368$	$R^2=0.9055$	13.26 (µl/ml)

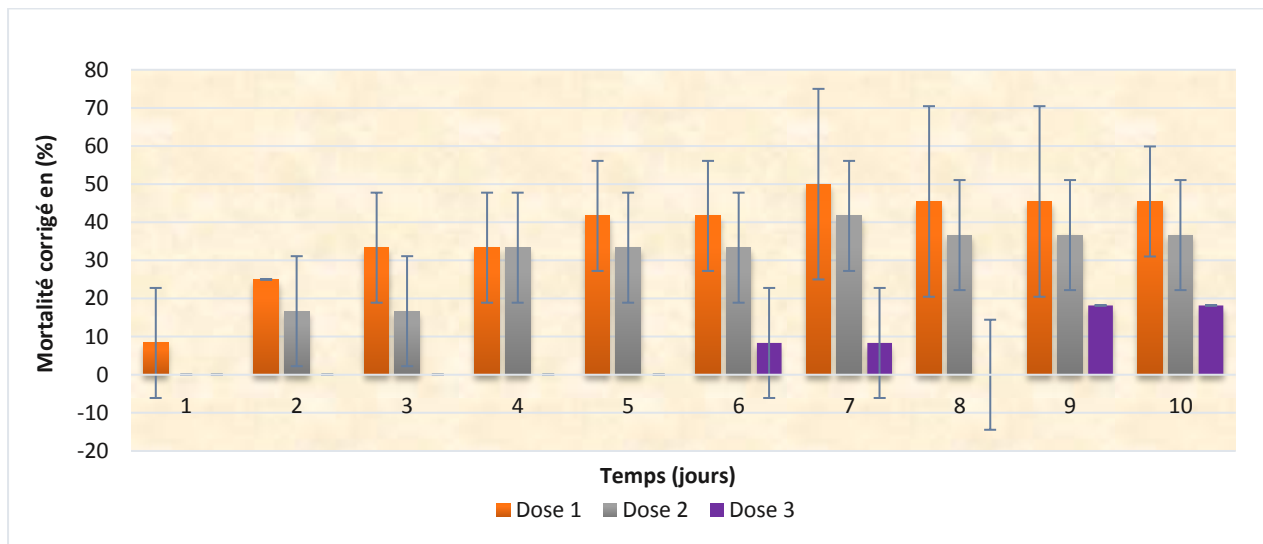
L'examen des DL50 montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment présentent des DL50 plus fortes avec 26.96 µl/ml au

3<sup>ème</sup> jour, et 13.26µl/ml au 5<sup>ème</sup> jour. Le R<sup>2</sup> est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et la dose sont fortement corrélées.

**II-1-2- Effet des tanins**

**II-1-2-1- Taux de mortalité**

Les taux de mortalité obtenue après traitements des larves L5 de *Galleria mellonella* par les tanins du faux fenouil est comme suit : (Figure 19)



**Figure 19 : taux de mortalité journalière corrigé chez les larves L5 de *Galleria mellonella* qui ayant subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.**

Les résultats affichés sur le graphique montrent l’effet des tanins du faux fenouil sur la mortalité des individus de *Galleria mellonella*.

On observe une mortalité faible dès le 1<sup>er</sup> jour pour les trois doses comparativement avec le traitement par les polyphénols de la même plante (faux fenouil), on remarque pour le premier jour après traitement par la D1 avec un faible taux de mortalité (8.33%) qui atteint (50%) le 6<sup>ème</sup> jour. Pour la D2 et la D3 des mortalités faibles sont observées respectivement à partir de 2<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> jour après traitement. La mortalité varie selon la concentration. Après le 10<sup>ème</sup> jour après traitement toutes les larves restantes sont passées le stade nymphal.

**»Analyse statistique**

**Tableau 13 : analyse de la variance du traitement par administration des doses des Tanins du faux fenouil par gavage**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	6366,42	4	1591,61	10,1079	0,000001
Dose	74131,94	3	24710,65	156,9316	0,000000
Temps*Dose	40546,10	22	1843,00	11,7045	0,000000
Erreur	13541,67	86	157,46		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,000000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,000001$ ). L'application du test de tukey montre une différence significative pour les combinaisons (T et D1), (T et D2), (D1 et D3) et (D2 et D3) (Annexe 6).

La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*doses) et (Temps\*mortalité) sont moyennement corrélées (Annexe 6).

### II-1-2-2- TL<sub>50</sub>

Les résultats obtenue est comme suite :

**Tableau 14 : équations des droites de régression, coefficient de corrélation et valeurs de TL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* ayant subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.**

Doses ( $\mu\text{l/ml}$ )	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	TL <sub>50</sub>
D1= 30	$y = 1.3322x + 3.8017$	$R^2 = 0.9121$	7.93 jours
D2= 20	$y = 3.7312x + 1.6073$	$R^2 = 0.6728$	8.11 jours
D3= 10	$y = 4.1112x - 1.1568$	$R^2 = 0.4306$	31.44 jours

L'examen des TL<sub>50</sub> montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des tanins du faux fenouil présentent des TL<sub>50</sub> proche pour les deux doses D1 et D2 qui sont respectivement 7,93j, 8,11j. La D3 présente un TL<sub>50</sub> très élevé (31,44 jours). Le  $R^2$  est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et le temps sont fortement corrélées pour la D1, moyennement corrélées pour la D2 et faiblement corrélées pour la D3.

II-1-2-3-DL<sub>50</sub>

Les résultats des calculs des DL<sub>50</sub> sont consignés sur le tableau dessous :

**Tableau 15 : équations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.**

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	DL <sub>50</sub>
3 jours	$y = 9.9906x - 9.7132$	$R^2=0.9306$	29.70 µl/ml
6 jours	$y = 2.9361x + 0.6967$	$R^2=0.9957$	29.22 µl/ml

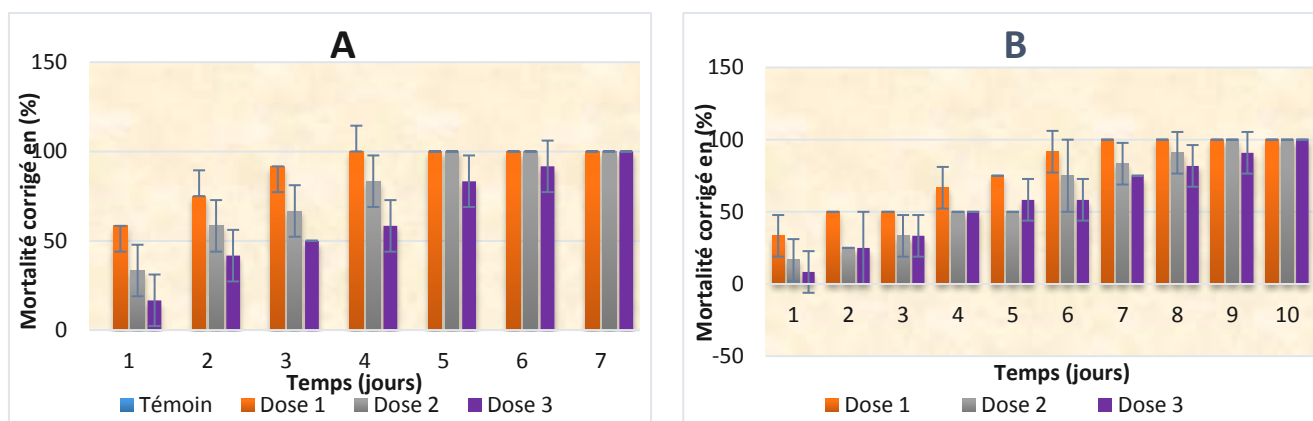
L'examen des DL<sub>50</sub> montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des tanins du faux fenouil présentent des DL<sub>50</sub> très proche pour le 3<sup>ème</sup> jour et le 6<sup>ème</sup> jour qui sont respectivement de 29,70µl/ml et 29,22µl/ml. Le R<sup>2</sup> est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et la dose sont très fortement corrélée.

II-2- La coriandre (*Coriandrum sativum* L)

II-2-1- Effet des polyphénols

II-2-1-1- Taux de mortalité

Les résultats obtenus après traitements des larves L5 de *Galleria mellonella* par les polyphénols de la coriandre sont mentionné ci-dessous : voir (Figure 20)



**Figure 20 : taux de mortalité corrigé chez les individus de *Galleria mellonella* traités par les polyphénols de la coriandre**

**A : administration des doses par gavage. B : administration des doses dans l'aliment.**

Les résultats affichés sur les figures montrent l'effet des polyphénols de la coriandre sur la mortalité des individus de *Galleria mellonella*.

On observe sur la figure A, une mortalité des individus traités dès le 1<sup>er</sup> jour, avec 50% pour la D1. La mortalité varie selon la concentration et augmente avec le temps pour atteindre 100% de mortalité après traitement par les dose D1, D2 et D3 respectivement 4<sup>eme</sup>, 5<sup>eme</sup>, 7<sup>eme</sup> jours, Une mortalité totale des individus a été obtenue 7 jours après le traitement par les 3 doses.

On remarque sur la figure B, des mortalités moins élevé chez les individus traités dès le 1<sup>er</sup> jour pour les trois doses et qui augmente avec le temps pour atteindre 100% de mortalité après traitement par les doses D1, D2 et D3 respectivement le 7<sup>eme</sup>, 9<sup>eme</sup> et 10<sup>eme</sup> jours après traitement. La mortalité varie selon la concentration et le mode d'administration. Une mortalité totale des individus a été obtenue 10 jours après le traitement par les 3 doses.

Le traitement par gavage a apporté des résultats meilleurs que sur l'aliment.

» Analyse statistique

**Tableau 16 : analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	100723,0	4	25180,8	25,7133	0,000000
Dose	560043,6	3	186681,2	190,6296	0,000000
Temps*Dose	300774,4	22	13671,6	13,9607	0,000000
Erreur	84218,7	86	979,3		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,000000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,000000$ ).

L'application du test de tukey montre une différence significative pour les combinaisons (T et D1), (T et D2), (D1 et D3) et (D2 et D3) (Annexe 6).

La matrice de corrélation révèle que la paire (Temps\*doses) est faiblement corrélé, et la paire (Temps\*mortalité) est moyennement corrélé (Annexe 6).

**Tableau 17 : analyse de la variance du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	38339,5	4	9584,9	13,3896	0,000000
Dose	360798,6	3	120266,2	168,0064	0,000000
Temps*Dose	217133,4	22	9869,7	13,7875	0,000000
Erreur	61562,5	86	715,8		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,000000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,000000$ ).

L'application du test de tukey montre une différence significative pour les combinaisons (T et D1), (T et D2) et (D1 et D3) (Annexe 6).

La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*doses) et (Temps\*mortalité) sont moyennement corrélées (Annexe 6).

### II-2-1-2- TL<sub>50</sub>

Les résultats obtenus sont mentionné ci-dessous :

**Tableau 18 : équations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols de la coriandre.**

Doses (µl/ml)	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	TL <sub>50</sub>
D1= 30(µl/ml)	$y = 4.0757x + 4.9337$	$R^2 = 0.8775$	1.01 jours
D2= 20(µl/ml)	$y = 4.7113x + 3.9999$	$R^2 = 0.8177$	1.63 jours
D3= 10(µl/ml)	$y = 3.88x + 3.5872$	$R^2 = 0.7571$	2.31 jours

L'examen des TL<sub>50</sub> montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des polyphénols des de la coriandre présentent des TL<sub>50</sub> croissants mais proches pour les trois doses D1, D2 et D3 qui sont respectivement 1.01j, 1.63j et 2.31j. Le R<sup>2</sup> est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et le temps sont fortement corrélés.

**Tableau 19 : équations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

Doses (µl/ml)	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	TL <sub>50</sub>
D1= 30(µl/ml)	$y = 4.1549x + 3.716$	$R^2 = 0.7814$	2.04 jours
D2= 20(µl/ml)	$y = 3.8649x + 3.1731$	$R^2 = 0.7248$	2.7 jours
D3= 10(µl/ml)	$y = 3.3683x + 3.1844$	$R^2 = 0.7552$	3.45 jours

L'examen des TL50 montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment présentent un TL50 qui augmente avec les concentrations des doses D1, D2 et D3 qui sont respectivement 2.04j, 2.7j et 3.45j. Le  $R^2$  est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et le temps sont moyennement corrélé.

### II-2-1-3- DL<sub>50</sub>

Les résultats obtenus sont comme suit :

**Tableau 20 : Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols de la coriandre.**

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	DL <sub>50</sub>
1 jour	$y = 2.3855x + 1.6011$	$R^2=0.9596$	26.59 (µl/ml)
2 jours	$y = 1.7964x + 2.9608$	$R^2=0.9692$	13.65 (µl/ml)

L'examen des DL50 révèle que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des polyphénols de la coriandre présentent des DL50 de 26.59 µl/ml au 1<sup>ème</sup> jour, et de 13.65µl/ml au 2<sup>ème</sup> jour. Le  $R^2$  est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et la dose sont très fortement corrélée

**Tableau 21 : Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

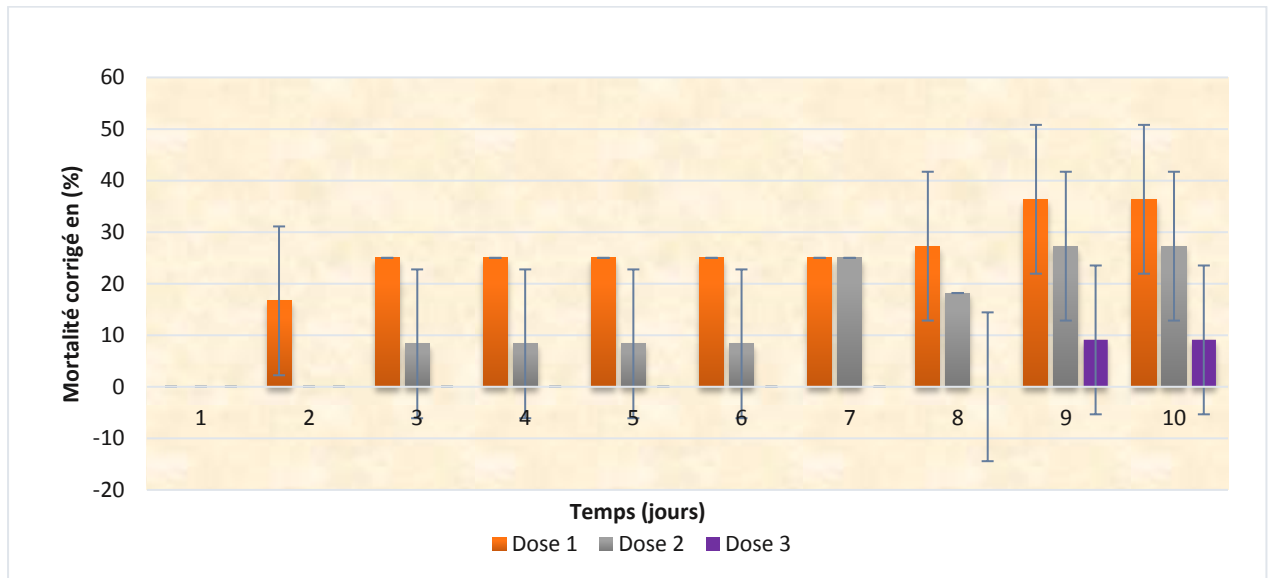
Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	DL <sub>50</sub>
2 jours	$y = 1.253x + 2.9753$	$R^2=0.6108$	41.29 (µl/ml)
4 jours	$y = 0.8038x + 4.131$	$R^2=0.6108$	14.94 (µl/ml)

L'examen des DL50 montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment présentent une DL50 élevée au 2<sup>ème</sup> jour avec 41.29 µl/ml, et une DL50 plus faible au 4<sup>ème</sup> jour avec 14.94 µl/ml. Le  $R^2$  est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et la dose sont moyennement corrélée.

II-2-2- Effet des tanins

II-2-2-1-Taux de mortalité

Les taux de mortalité corrigé obtenue après traitement de larves L5 par les tanins de la coriandre sont comme suit :



**Figure 21 : taux de mortalité journalière corrigé chez les larves L5 de *Galleria mellonella* ayant subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre aux doses D1= 30 µl/ml ; D2= 20 µl/ml et D3= 10 µl/ml.**

Les résultats affichés sur le graphique indiquent l’effet des tanins de la coriandre sur la mortalité des individus de *Galleria mellonella*.

On observe une mortalité faible dès le 1<sup>er</sup> jour pour les trois doses comparant avec le traitement par les polyphénols, seul la D1 qui a provoqué la mortalité le premier jour. Pour les larves traitées par la D1 et la D2 la mortalité est stable du 3<sup>eme</sup> au 6<sup>eme</sup> jour pour augmenter légèrement. A partir de 10<sup>eme</sup> jour après traitement, toutes les larves restantes sont rentrées dans les cocons pour la nymphose.

» Analyse statistique

**Tableau 22 : analyse de la variance du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	1825,98	4	456,495	6,0787	0,000235
Dose	28847,99	3	9615,998	128,0479	0,000000
Temps*Dose	17293,90	22	786,086	10,4676	0,000000
Erreur	6458,33	86	75,097		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,000000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,000235$ ). L'application du test de tukey montre une différence significative pour les combinaisons (T et D1), (T et D2), (D1 et D3) et (D2 et D3) (Annexe 6).

La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*doses) et (Temps\*mortalité) sont moyennement corrélées (Annexe 6).

#### II-2-2-2- TL<sub>50</sub>

Les résultats obtenus sont mentionné ci-dessous :

**Tableau 23 : équations des droites de régression, coefficient de corrélation et les valeurs de TL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.**

Doses	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	TL <sub>50</sub>
D1= 30(µl/ml)	$y = 3.4676x + 1.6625$	$R^2 = 0.627$	9.17 jours
D2= 20(µl/ml)	$y = 4.8344x - 0.0047$	$R^2 = 0.8172$	10.79 jours
D3= 10(µl/ml)	$y = 2.0989x - 0.7807$	$R^2 = 0.2827$	102.38 jours

L'examen des TL<sub>50</sub> montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des tanins de la coriandre présentent un TL<sub>50</sub> proche pour les deux doses D1 et D2 qui sont respectivement 9.17j et 10.79j. La D3 présente un TL<sub>50</sub> très élevé avec 102.38 jours. Le R<sup>2</sup> est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et le temps sont moyennement corrélées pour la D1, fortement corrélées pour la D2 et faiblement corrélées pour la D3.

II-2-2-3- DL<sub>50</sub>

Les résultats obtenus sont comme suit :

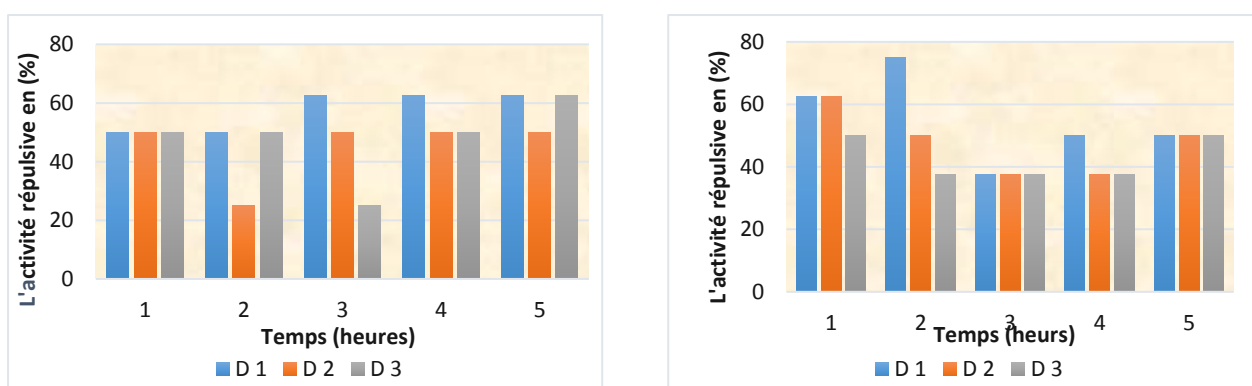
**Tableau 24 : équations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des DL<sub>50</sub> des larves L5 de *Galleria mellonella* Qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.**

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de corrélation	DL <sub>50</sub>
3 jours	$y = 9.3905x - 9.1785$	$R^2=0.953$	32.35 (µl/ml)
9 jours	$y = 3.6172x - 0.548$	$R^2=0.9452$	34.18 (µl/ml)

L'examen des DL<sub>50</sub> montre que les larves de *Galleria mellonella* traitées par gavage des tanins de la coriandre présentent une DL<sub>50</sub> élevée pour le 3<sup>ème</sup> jour avec 32.35 µl/ml, et une DL<sub>50</sub> de 34.18µl/ml au 9<sup>ème</sup>. Le R<sup>2</sup> est compris entre 0 et 1, la corrélation est dite positive ainsi que la mortalité et la dose sont très fortement corrélée.

**III-Evaluation des taux de répulsivité**

Les taux de répulsivité obtenus par les deux plantes le faux fenouil (*Aneth graveolens*) et la coriandre (*Coriandrum sativum L*) sont comme suit :



**Figure 22 : taux de répulsivité par heure chez les larves L5 de *Galleria mellonella* vis-à-vis des polyphénols**

**A : le faux fenouil. B : la coriandre.**

Les résultats affichés sur le graphique de la répulsivité montrent qu'à la première heure, 50% des larves de chaque dose occupent la moitié non traitée de la boîte de Pétri. D'après nos

observations, on remarque que pour la D1 la répulsivité est de 62.5% à partir de la 3<sup>ème</sup> heure. Pour les D2 et D3 on note une absence de l'effet répulsif.

En parallèle pour la coriandre les résultats affichés sur la figure B montrent pour les deux premières heures un effet répulsif faible pour les concentrations D1et D2. Pour les heures qui suivent, on n'observe aucun effet répulsif.

#### » Analyse statistique

**Tableau 25 : analyse de la variance de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols du faux fenouil chez *Galleria mellonella*.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	1083,33	4	270,83	0,006348	0,999768
Dose	1083,33	2	541,67	0,012695	0,987541
Temps*Dose	1416,67	8	177,08	0,004150	1,000000
Erreur	42666,67	1	42666,67		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y'a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,987541$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,999768$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y'a pas de différence significative entre les doses (Annexe 10).

La matrice de corrélation révèle qu'il n'y'a pas de corrélation entre les paires (Temps\*doses), (Temps\*mortalité) et (doses\*mortalité) (Annexe 10).

**Tableau 26 : analyse de la variance de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols de la coriandre chez *Galleria mellonella*.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	895,83	4	223,96	0,006391	0,999765
Dose	395,83	2	197,92	0,005648	0,994399
Temps*Dose	541,67	8	67,71	0,001932	1,000000
Erreur	35041,67	1	35041,67		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y'a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,994399$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,999765$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y'a pas de différence significative entre les doses (Annexe 10).

La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*doses) et (Temps\*mortalité) sont moyennement corrélé négativement (Annexe 10).

IV-Etude de l'effet des deux plantes *Coriandrum sativum L* et *Aneth graveolens* sur la consommation journalière des larves L5 de *Galleria mellonella*

IV-1- Le faux fenouil

Le suivie de la prise alimentaire chez les individus traités par les deux plantes pondant 5 jours, nous a permis d'obtenir des résultats intéressants.

Les résultats relatifs aux polyphénols du faux fenouil sont comme suit :

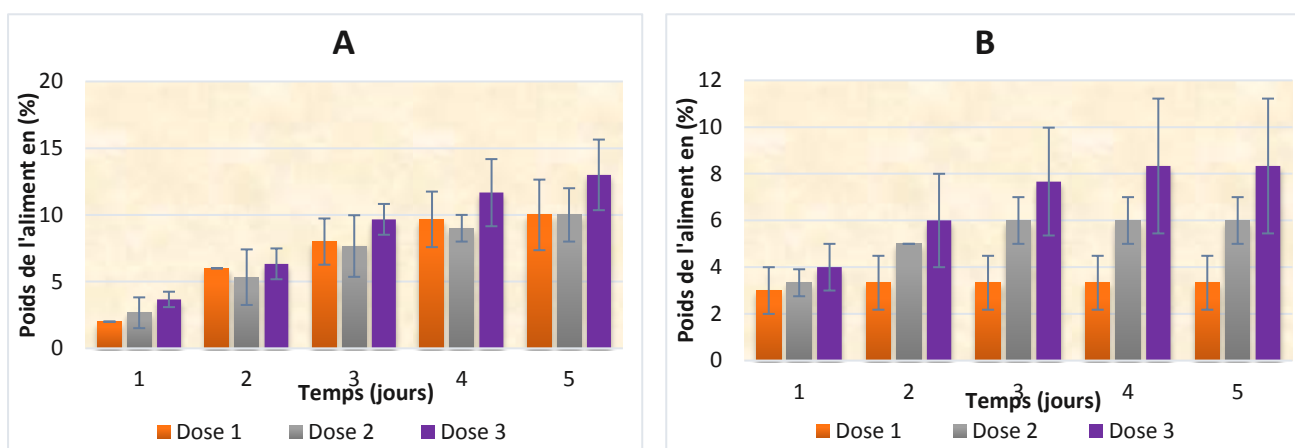


Figure 23 : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de *Galleria mellonella* traitées par les polyphénols du faux fenouil.

A : administration par gavage.

B : administration dans l'aliment.

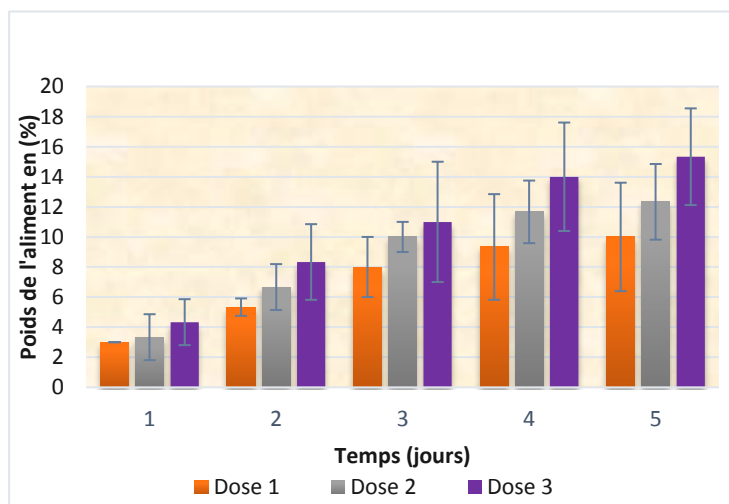


Figure 24 : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de *Galleria mellonella* traitées par les tanins du faux fenouil.

Les résultats trouvés montrent que la prise alimentaire est influencée par les différents traitements.

En effet, les résultats du mode administration par gavage affichés sur la figure 1, montre après la pesée de l'aliment traité chaque jour, que la consommation de ce dernier a augmenté les 3 premiers jours pour les larves traitées par la dose D1 et D2, puis le 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> jour après traitement la quantité consommée a diminuée d'une façon remarquable. Concernant les individus traités par la D3 la consommation de l'aliment est plus élevée, et atteint 13% du poids initial de l'aliment. A partir du 5<sup>ème</sup> jour la pesée de l'aliment demeure difficile et non précise.

Pour le traitement par administration dans l'aliment, la figure 2 montre que, après la pesée de l'aliment traité, la consommation par les larves est stationnaire dès le 1<sup>er</sup> jour après traitement à la D1 et le 3<sup>ème</sup> jour pour la D2, Les individus traités par la D3 consomment plus que ceux de la D2 et de la D1.

En fin, le traitement par les tanins (figure 3), montrent que la consommation pour les larves de la D1, D2, D3 augmente les trois premiers jours puis elle commence à ce stabiliser.

#### » Analyse statistique

**Tableau 27 : Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	0,12003	5	0,024007	0,019125	0,999844
Dose	0,25621	3	0,085402	0,068036	0,976657
Temps*Dose	0,10211	15	0,006807	0,005423	1,000000
Erreur	61,50745	49	1,255254		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,976657$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,999844$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses (Annexe 14).

La matrice de corrélation révèle qu'il n'y a pas de corrélation entre les paires (Temps\*doses), (Temps\*mortalité) et (doses\*mortalité) (Annexe 14).

**Tableau 28 : Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	0,22344	5	0,044689	0,036897	0,999221
dose	0,17850	3	0,059500	0,049126	0,985420
Temps*Dose	0,05890	15	0,003927	0,003242	1,000000
Erreur	59,34776	49	1,211179		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,985420$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,999221$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses (Annexe 14).

La matrice de corrélation révèle que la paire (Temps\*doses) est moyennement corrélée négativement et la paire (Temps\*mortalité) est moyennement corrélée positivement (Annexe 14)

**Tableau 29 : Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des tanins du faux fenouil par gavage.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	0,25608	5	0,051216	0,042986	0,998872
Dose	0,15374	3	0,051246	0,043012	0,987986
Temps*Dose	0,05171	15	0,003447	0,002893	1,000000
Erreur	58,38087	49	1,191446		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,987986$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,998872$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses (Annexe 14).

La matrice de corrélation révèle que la paire (Temps\*doses) est moyennement corrélée négativement et la paire (Temps\*mortalité) est moyennement corrélée positivement (Annexe 14)

IV-2 la coriandre

Les résultats relatifs aux polyphénols du faux fenouil sont comme suit : (Figure 25), (Figure 26)

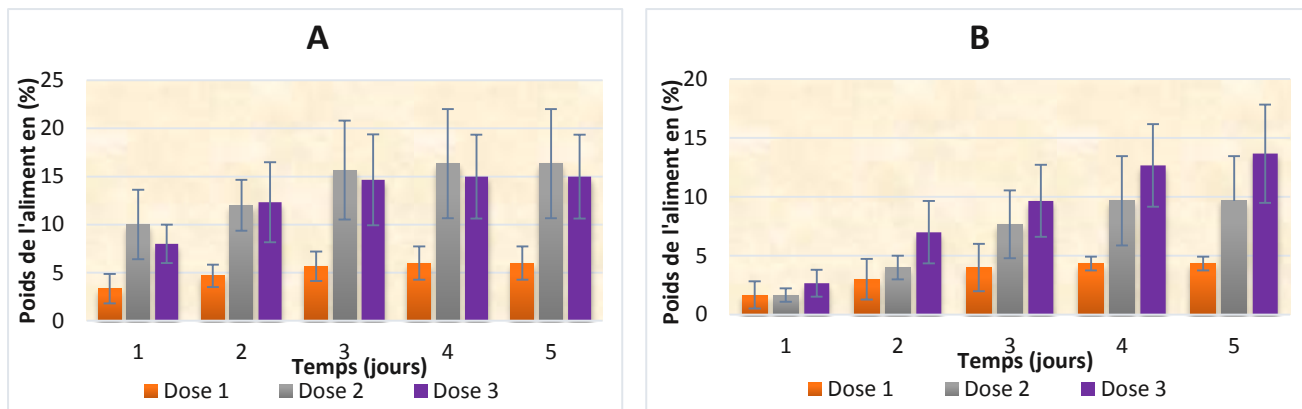


Figure 25 : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de *Galleria mellonella* traitées par les polyphénols de la coriandre.

A : administration par gavage.

B : administration dans l'aliment.

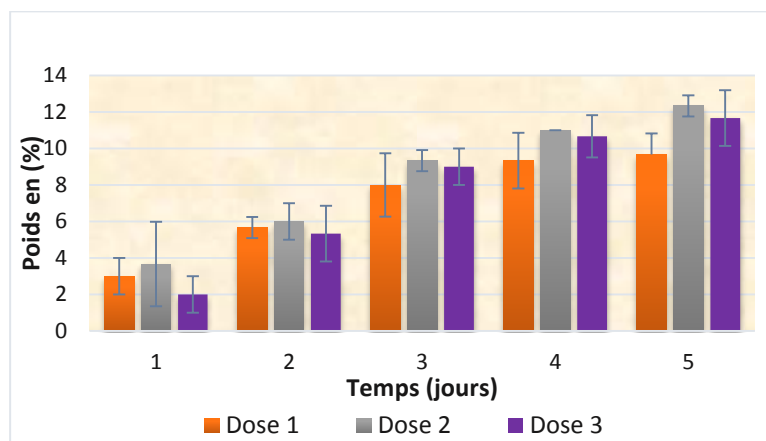


Figure 26 : taux de consommation journalière corrigé des larves L5 de *Galleria mellonella* qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.

Les résultats affichés sur le graphique (figure 25), montrent l'effet des polyphénols de la coriandre sur la consommation (%) des individus de *Galleria mellonella*.

Les résultats enregistrés sur la figure A, montrent que la consommation de ce l'aliment n'a eu lieu en faible quantité le premier jour chez les larves traitées puis augmente légèrement. En fin les larves se nourrissent a partir du 4<sup>ème</sup> jour après traitement. Chez les individus traités par la D3 la consommation de l'aliment est plus élevée que celle de D1 et D2, et atteint 13.5% du poids initial.

D'après les résultats affichés sur la figure B, on a constaté que l'alimentation de larves traitées par gavage a eu lieu presque uniquement les 3 premiers jours, puis les individus traités sont arrêtés de se nourrir.

De même, les résultats qui montrent l'effet des tanins de la coriandre sur la consommation des individus de *Galleria mellonella* (Figure 26), indique que la consommation de l'aliment augmente avec le temps. Les individus traités par la D1 consomment moins que ceux de la D2 et de la D3. A partir du 5<sup>ème</sup> jour la pesée de l'aliment demeure difficile et non précise.

#### » Analyse statistique

**Tableau 30 : Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	615,765	5	123,1530	0,965733	0,447972
Dose	379,238	3	126,4125	0,991293	0,404727
Temps*Dose	1841,355	15	122,7570	0,962628	0,506315
Erreur	6248,620	49	127,5229		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,404727$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,447972$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses (Annexe 14).

La matrice de corrélation révèle qu'il n'y a pas de corrélation entre les paires (Temps\*doses), (Temps\*mortalité) et (doses\*mortalité) (Annexe 14).

**Tableau 31 : Analyse de la variance de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	0,24902	5	0,049805	0,042903	0,998877
Dose	0,16485	3	0,054950	0,047335	0,986187
Temps*Dose	0,06866	15	0,004577	0,003943	1,000000
Erreur	56,88257	49	1,160869		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,404727$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,447972$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses (Annexe 14).

La matrice de corrélation révèle qu'il n'y a pas de corrélation entre les paires (Temps\*doses), (Temps\*mortalité) et (doses\*mortalité) (Annexe 14).

**Tableau 32 : Analyse de de la consommation du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage.**

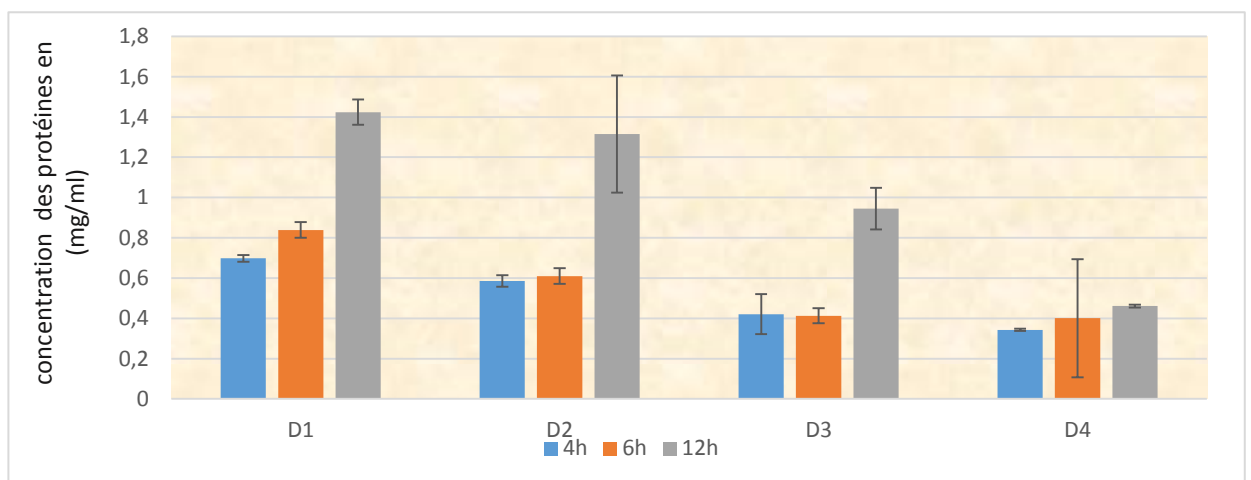
	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	0,21153	5	0,042306	0,034664	0,999330
Dose	0,19028	3	0,063427	0,051970	0,984178
Temps*Dose	0,06218	15	0,004145	0,003396	1,000000
Erreur	59,80311	49	1,220472		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,984178$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,999330$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses (Annexe 14).

La matrice de corrélation révèle que la paire (Temps\*doses) est moyennement corrélée négativement et la paire (Temps\*mortalité) est moyennement corrélée positivement (Annexe 14)

### V-Etude de l'effet du faux fenouil sur les métabolites hémolymphatiques des larves L5 de *Galleria mellonella*.

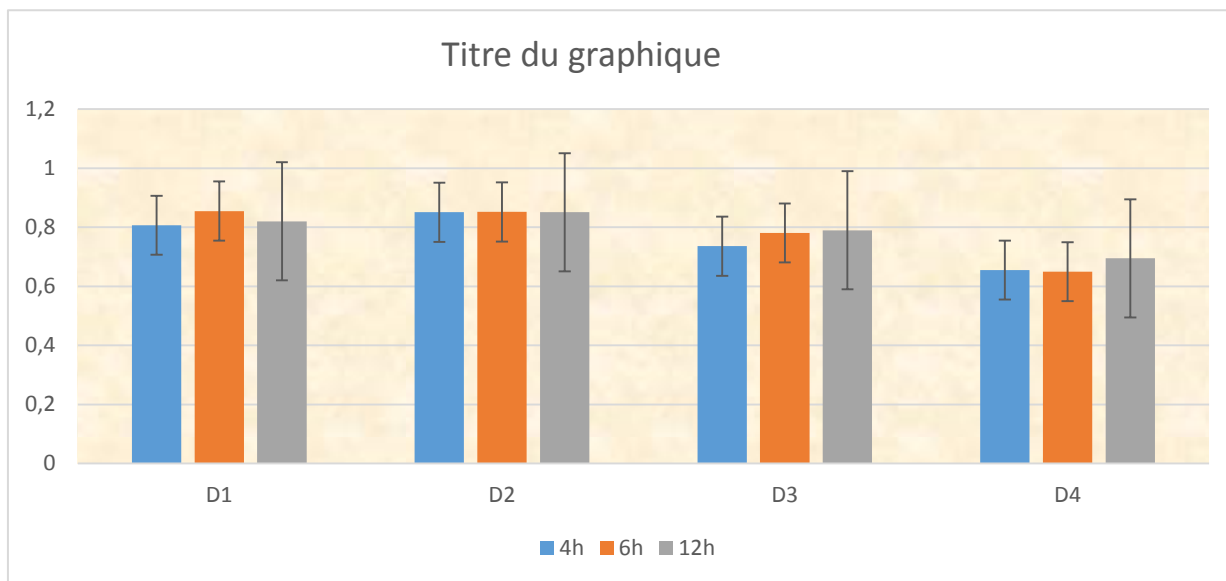
Les figure ci- après regroupent les résultats des différentes concentrations en protéines et glucides hémolymphatiques obtenus chez les individus témoins (D4) et traités par les polyphénols à différents temps après traitement (4h, 6h et 12h).



**Figure 27 : les concentrations en protéines hémolymphatique chez les individus traités par les polyphénols du faux fenouil.**

La figure 27 représente l'ensemble des résultats relatifs à l'effet des 3 doses (D1= 30µl/ml, D2= 20µl/ml, D3= 10µl/ml) des polyphénols du faux fenouil sur les protéines hémolympatiques.

On remarque que, la concentration des protéines hémolympatiques chez les larves traitées a augmenté à 4h après traitement pour les 3 doses par rapport au témoin, Puis peu à peu à 6h pour la D1. En effet, 12h après traitement on a enregistré une hausse augmentation de la concentration en protéine sous effet de la D1 et la D2, ainsi qu'une augmentation moins forte pour la D3.



**Figure 28 : les concentrations en glucides hémolympatiques chez les individus traités par les polyphénols du faux fenouil.**

La figure 28 représente l'ensemble des résultats relatifs à l'effet des 3 doses (D1= 30µl/ml, D2= 20µl/ml, D3= 10µl/ml) des polyphénols du faux fenouil sur les glucides hémolympatiques.

On remarque que, la concentration des glucides hémolympatiques chez les larves traitées a augmentée légèrement par rapport au témoin pour les 3 doses, mais sa reste dans les énorme.

» Analyse statistique

**Tableau 27 : Analyse de la variance du dosage des protéines**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	1.58101	3	0.52700	31.470	0.000000
Dose	1.10943	2	0.55472	33.125	0.000000
Temps*Dose	0.40449	6	0.06742	4.026	0.006259
Erreur	0.400191	24	0.01675		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent une différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,000000$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,000000$ ). L'application du test de tukey montre une de différence significative entre les combinaisons (T et D1), (T et D2) et (T et D3) (Annexe 12).

La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*concentration) et (Dose\*concentration) sont moyennement corrélée. (Annexe 12)

**Tableau : Analyse de la variance du dosage des glucides**

	SC	Degr.De	MC	F	P
Temps	0,000095	2	0,000047	0,000610	0,999390
dose	0,004942	3	0,001647	0,021214	0,995593
Temps*Dose	0,000352	6	0,000059	0,000756	1,000000
Erreur	1,009534	13	0,077656		

Les résultats de l'analyse de la variance révèlent qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5% ( $p < 0,995593$ ) entre les doses y compris le témoin, ainsi que pour le temps ( $p < 0,999390$ ). L'application du test de tukey montre qu'il n'y a pas différence entre les doses (Annexe 12).

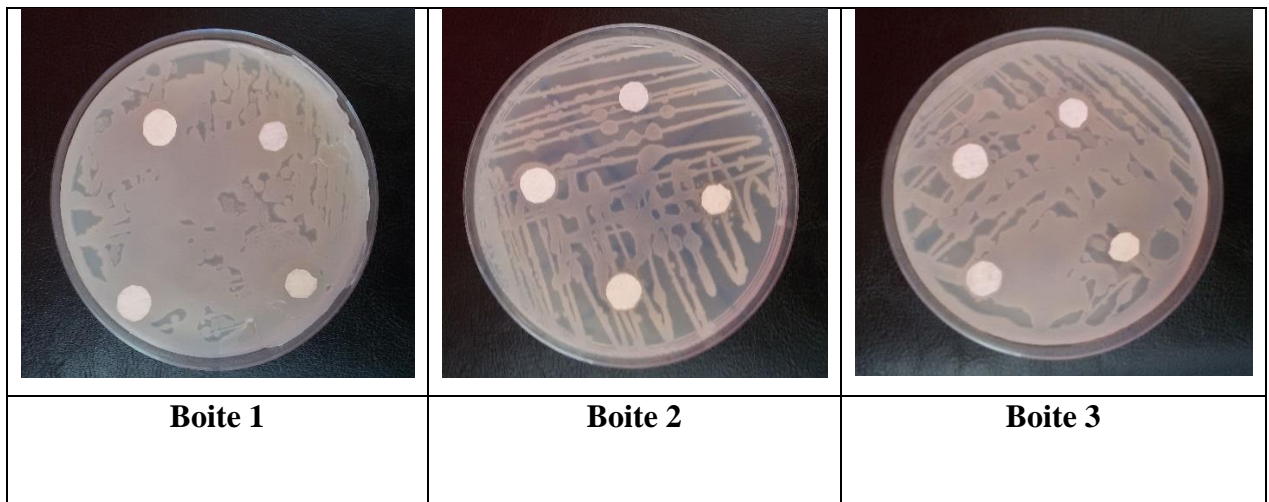
La matrice de corrélation révèle que les paires (Temps\*concentration) est moyennement corrélée (Annexe 12).

## **VI- Etude de la compatibilité d'extrait phénolique du faux fenouil (*Aneth graveolens*) avec quelques bactéries entomopathogènes.**

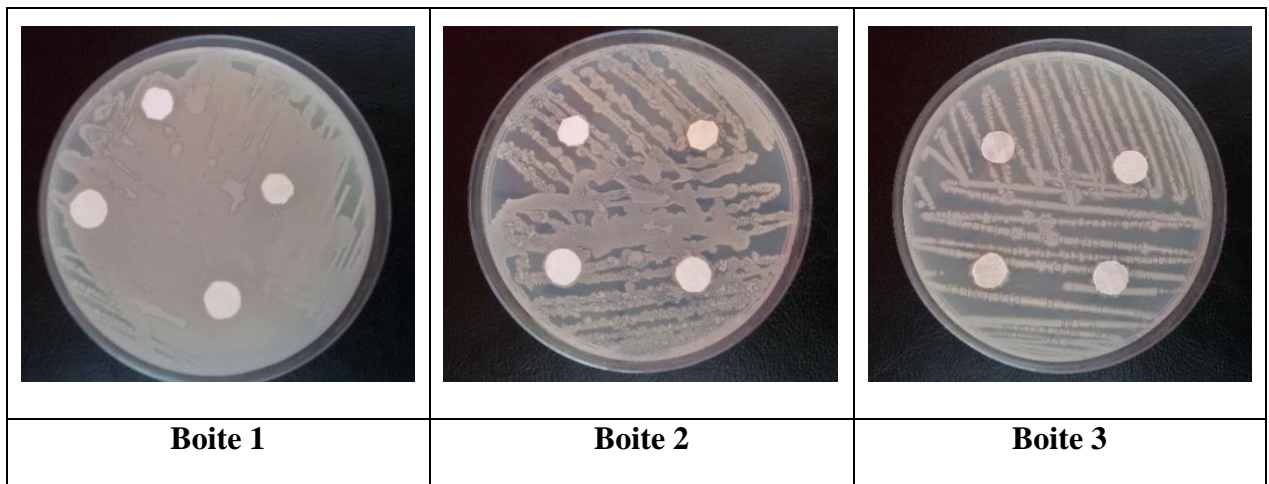
Dans le but d'étudier la possibilité de combiner l'extrait testé avec des bactéries ayant déjà montrées leur efficacité sur *Galleria mellonella* dans le cadre de la lutte intégrée. Nous avons étudié in vitro le pouvoir antibactérien des polyphénols du faux fenouil par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé solide.

L'activité antibactérienne de notre extrait est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant les produits à tester vis-à-vis de deux souches entomopathogènes ayant déjà montré leur efficacité sur le même insecte selon les travaux réalisés par Irnatene et Lameri (2015). Il s'agit donc de *Bacillus subtilis* (S3) et *Bacillus cereus*(S4).

Après 24heuresd'incubationà une température adéquate de37°C, les résultats sont comme suit :



**Figure 29 : résultat de l'activité antimicrobienne des polyphénols sur la souche S3 (photos originales)**



**Figure 30 : résultat de l'activité antimicrobienne des polyphénols sur la souche 4 (photos originales)**

Les résultats des diamètres des zones d'inhibition révèlent l'absence totale de la sensibilité chez les deux souches bactériennes traitées par les polyphénols, dont les diamètres des zones d'inhibition sont de (0) mm pour toutes les boîtes.

## VII- Discussion générale

L'utilisation d'extraits des plantes comme insecticide est connue depuis longtemps. En effet, le pyréthre, la nicotine, la roténone ont déjà été utilisés comme agents de la lutte contre les insectes (Crosby, 1966). Les alcaloïdes induisent des effets toxiques vis-à-vis des insectes (Bouchelta *et al.*, 2005). Les tanins sont des métabolites toxiques utilisés comme insecticide dans la lutte contre les insectes (Raymond *et al.*, 2011).

Le traitement des larves de *Galleria mellonella* par administration des doses de polyphénols par gavage et/ou dans l'aliment, a résulté des taux de mortalité élevés pour le traitement par gavage, qui ont été observés surtout pour la forte dose (30 µl/ml) qui est de 100% au bout de 3 jours pour le faux fenouil, et au bout de 4 jours pour la coriandre. La toxicité de l'extrait ainsi que le taux de mortalité sont d'autant plus élevés lorsque les doses sont importantes. Les résultats trouvés par (Barbouche *et al.*, 2001) confirment que les bio tests réalisés avec l'extrait méthanolique des feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae) ont donné 100 % de mortalité chez les larves de *Schistocerca gregaria* dans un délai de 2 à 4 jours. L'activité larvicide des extraits de plantes médicinales aromatiques a aussi été confirmée dans les travaux de Jang *et al.* (2002).

Le traitement effectué par les polyphénols a apporté des résultats intéressants avec un pouvoir larvicide. La lièze de l'aulne, plante riche en polyphénols s'est révélée être douée de propriétés toxiques importantes vis-à-vis des larves des moustiques *Culex pipiens*, *Aedes aegypti* et *A. albopictus* (David *et al.*, 2000). Des expérimentations préliminaires ont mis en évidence que certains polyphénols appartenant aux acides phénols (benzoïques ou cinnamiques) et aux flavonoïdes provoquaient une perturbation physiologique de l'insecte, notamment une inhibition progressive de la motricité ou un effet knock-down (Regnault-Roger et Hamraoui, 1994).

Concernant le traitement par les tanins, on a remarqué que leur activité insecticide vis-à-vis *Galleria mellonella* est moins importante que celle des polyphénols pour les deux plantes étudiées, la coriandre (*Coriandrum sativum* L) et le faux fenouil (*Aneth graveolens*). D'autres composés phénoliques peuvent être à l'origine des mortalités élevées que nous avons obtenues après traitement par les polyphénols, entre autres des alcaloïdes et des flavonoïdes mises en évidence dans l'étude phytochimique que nous avons réalisée.

En revanche chez les survivants des larves traitées par les tanins qui ont pu atteindre le stade adulte (papillon), on a pu observer des déformations morphologiques au niveau des ailes. Ces résultats sont corroborés par la recherche de Stamp (2003) en déclarant que les tanins influencent sur la croissance, le développement et la fécondité de plusieurs insectes. Ils possèdent des propriétés

insecticides, larvicides et répulsifs (Zhang *et al.*, 1990), et présentent un effet direct toxique pour certaines espèces d'insectes (Raymond *et al.*, 2011).

L'injection des polyphénols dans l'hémolymphe de l'insecte a mené par conséquence, une augmentation de la concentration des protéines hémolympatiques des larves traitées comparant aux larves témoins, ce qui signifie qu'ils ont un impact sur le métabolisme biochimique de l'insecte.

En effet, une étude réalisée par Oulebsir-Mohankaci (2012) sur l'effet des bactéries *Bacillus sp.*(HE799656) et *Bacillus sp.*(HE805963) sur les protéines hémolympatiques du criquet migrateur *Locusta migratoria*, a révélé une augmentation du taux des protéines, l'auteur a attribué cette augmentation au fait que l'individu traité sécrète des substances de nature protéique comme forme de défense ou en cas de stress.

La réponse aux stress est constituée d'une série d'événements génétiques et métaboliques utilisés par les organismes vivants pour maintenir l'intégrité de leur soma face aux agressions. Chez les insectes, la présence des protéines du stress a été mise en évidence (Gourdon *et al.*, 1998).

Contrairement à ces résultats, la concentration des glucides dans l'hémolymphe ne semble pas affectée par l'injection des polyphénols.

D'après les résultats du test de la répulsivité des polyphénols des deux plantes étudiées vis-à-vis les larves de la fausse teigne, on remarque que les polyphénols du faux fenouil présentent un taux de répulsivité de 62.5% après 3h, et pour les polyphénols de la coriandre on observe une répulsivité des larves aux 2 premières heures après traitement avec un taux max de 72.5% de larves répulsées, puis plus rien n'est observé. Ce qui signifie que les polyphénols utilisés ne présentent pas une activité répulsive significative vis-à-vis *Galleria mellonella*.

Par ailleurs, les alcaloïdes possèdent des propriétés anti-appétantes à l'égard des insectes ravageurs (Pelletier, 2001). Ce qui corrobore avec nos résultats de la prise alimentaire, on a remarqué que la quantité consommée par les larves traitées aux polyphénols est faible, ainsi que ces individus cessent de manger à partir du 3<sup>ème</sup> jour après traitement. Pour cela on note que la composition chimique des polyphénols des ombellifères utilisées présente des propriétés anti-appétantes à l'égard de *Galleria mellonella*.

Enfin, après avoir mené cette étude, on note que la coriandre (*Coriandrum sativum L*) et le faux fenouil (*Aneth graveolens*) contiennent des extraits phénolique méthénolique qui présentent un effet insecticide à l'égard de *Galleria mellonella*. Cela a été prouvé statistiquement, cet effet est nettement corrélé et significatif avec la dose et le temps. D'après Jacobson (1989), plus de 2000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées. Par ailleurs, la

protection des cultures contre les insectes ravageurs par des extraits végétaux a été étudiée aussi bien sur des larves de lépidoptères (Lee *et al.*, 2002) que sur des larves d'acridiens (Barbouche *et al.*, 2001).

Les résultats des tests phytochimiques effectués dans cette présente étude montrent la présence des tanins totaux, tanins gallique, saponosides, alcaloïdes et les flavonoïdes, glucoside, La présence de ces métabolites secondaires pourrait expliquer ultérieurement les activités insecticides de la plante. Et montre l'absence des tanins catéchiques, les anthocyanes, l'amidon, mucilage et les glucosides, dont cette extermination de ces métabolites peut être due à la durée de la conservation, ainsi que ses conditions (hygiène, température, humidité, lumière, emballage, PH, oxidation). Les études de (Onwkaeme et Udoh. 2000) mettent en évidence la présence de tanins, de flavonoïdes, de saponines, d'antraquinones et de glycosides dans les feuilles de *ficus thonningii*. Ces substances actives des plantes présentent un large spectre d'action et n'épargnent pas les organismes non cibles (Barbouche *et al.*, 2001), et ne cause pas le développement de résistance chez les insectes traités comme les insecticides chimiques, (Georghiou *et al.*, 1975 ; Sinigre *et al.*, 1977).

Selon LEREN *et al.* (1979), DIDRY *et al.* (1982), RECIO *et al.* (1995), SIMOES *et al.* (1999) et JAVANMARDI *et al.* (2002), l'activité antibactérienne des extraits végétaux serait attribuée à des métabolites secondaires tels que les polyphénols et les triterpénoïdes. Elle s'explique aussi par la présence de certains composés chimiques majoritaires dans les extraits végétales (Walsh *et al.*, 2003). Cependant, nos résultats du test de compatibilité des polyphénols du faux fenouil avec les deux souches bactériennes entomopathogènes choisies (*Bacillus subtilis*) et (*bacillus cereus*), ont révélés l'absence des zones d'inhibition en indiquant l'absence d'activité antimicrobienne pour toutes les concentrations testées.

Les polyphénols, telle que les tanins et les flavonoïdes comme l'épigallocatechine, la catéchine, la myricétine, la quercétine (Shan *et al.*, 2007) et lutéoline (Askunet *et al.*, 2009) sont des substances antibactérienne importantes. Mais qui n'ont présentés aucun effet antagoniste chez les bactéries utilisées dans notre étude.

Conclusion

## Conclusion et perspectives

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'activité insecticide de deux espèces d'ombellifères, le faux fenouil (*Aneth graveolens*) et la coriandre (*Coriandrum sativum* L) à l'égard de la fausse teigne des ruches (*Galleria mellonella*), ainsi que leur pouvoir répulsif. L'estimation de l'impact des polyphénols sur le métabolisme biochimique a été mise en évidence ainsi que leur compatibilité avec des bactéries entomopathogènes qui sont déjà misent à l'épreuve comme traitement.

A la lumière des résultats obtenus de la présente étude, il s'est avéré que le mode d'administration des doses par gavage a apporté des résultats meilleurs que celui d'administration dans l'aliment, notamment pour les polyphénols que pour les tanins. En effet, un taux de mortalité très élevé et une faible consommation d'aliment ont été enregistrés pour le premier. Contrairement au deuxième mode avec un taux de mortalité moins important et un taux de consommation plus élevé.

Les polyphénols sont plus efficaces que les tanins, avec un taux de mortalité enregistré de 100% au 6<sup>ème</sup> jour après traitement par l'*Aneth graveolens*. Par ailleurs, on note que le faux fenouil été meilleur pour lutter contre *Galleria mellonella* que la coriandre, ce qui peut être lié à sa composition phytochimique.

En effet, le test de caractérisation phytochimique effectué sur la poudre du faux fenouil (*Aneth graveolens*) conservé pendant 1 année, nous révèle l'extermination de 3 métabolites (tanins catéchiques, anthocyane et glucoside) qui ont été présentes d'après les résultats obtenus par Lahiani et Raad au moment de la récolte en 2015. Ce qui signifie que la conservation de cette poudre peut influencée sur la composition et la valeur de la poudre.

D'après nos résultats relatifs à la prise alimentaire, il se révèle que ces extraits phénoliques ont montré un effet anti-appétant vis-à-vis des larves L<sub>5</sub> de *Galleria mellonella*.

D'autre part, l'injection des polyphénols dans l'hémolymphe de l'insecte a mené par conséquence, une augmentation de la concentration des protéines hémolyphatiques des larves traitées comparant aux larves témoins.

Dans le cadre de la lutte intégré, on a évalué l'activité antimicrobienne du faux fenouil à l'égard des bactéries entomopathogènes ayant prouvé leur activité insecticide, (*B. subtilis*) et

(*B. cereus*). En effet, une compatibilité totale entre les polyphénols de l'*Aneth graveolens* et les bactéries testées a été décelée.

Enfin, l'utilisation de 3 doses différentes des extraits méthanoliques de *Coriandrum sativum L* et l'*Aneth graveolens*, nous a permis de montrer la toxicité, le pouvoir anti appétant et l'impact sur les métabolites hémolympatique de nos extraits qui sont d'autant plus élevés lorsque les doses sont importantes.

En effet, *Coriandrum sativum L* et l'*Aneth graveolens*, constituent une alternative prometteuse, ce qui est expliqué par la nature des composés présents dans ces ombellifères. Les polyphénols sont des substances naturelles d'origine végétale que l'on trouve dans l'alimentation quotidienne et qui sont, par définition aux doses, efficaces sur quelques insectes ravageurs et atoxiques pour les mammifères. Ils sont aussi biodégradable ce qui les favorise des produits chimique en contenant une composition insecticide qui ne porte pas atteinte à l'environnement.

Des perspectives ressortent de ce travail de recherche prometteur :

- Il faudrait envisager de conduire au préalable des essais dans les conditions naturelles sur les ruches infectées en vue d'évaluer l'efficacité réelle de ces extraits dans la lutte contre *Galleria mellonella*, et l'identification précise des composés responsables de l'activité larvicide des polyphénols.
- s'assurer que ces extraits phénoliques n'apportent pas un danger pour l'apiculture et l'environnement, et qu'ils ont un impact minimal sur l'ensemble des composantes de la ruche et de l'agroécosystème sauf pour les ravageurs ciblés.
- Etudier de façon approfondie le mécanisme d'action des polyphénols sur métabolisme biochimique et la physiologie de l'insecte.
- sachant que les extraits de plantes perdent leur activité biologique sous les radiations solaires, les modes d'action, les modalités d'application et l'impact des facteurs physiques sur la dégradation des composés botaniques testés doivent aussi être étudiés.
- chercher d'autres remèdes qui présentent une synergie avec nos extraits pour améliorer l'effet insecticide notamment des bactéries entomopathogènes.

Référence

bibliographique

## References bibliographiques

- Abdel-Naby A. A., Atallah M. A., Morad M. G. and Mohamed A. A. 1983.** Effect of different temperatures, relative humidity and light on the immature stages of the greater wax Nutrition and development of *Galleria mellonella* 54 moth (*Galleria mellonella*). Proceeding of 5th Arab Pesticides Conference, Tanta University 1: 94-103.
- Abbott W. S., 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, **18**, 265-267.
- Adam G., 2012.** Pathologie apicole. Ecole d'apiculture des ruchers du sud-luxembourg, 24p.
- Adrian J., Potus J. et Frangne R., 1995.** La science alimentaire de A à Z 2<sup>ème</sup> Edition ; 38, 164-166.
- Allan L., 2000.** Wax Moth and its Control. Departmen of Agriculture Western Australia.  
<http://www.agric.wa.gov.au/agency/pubns/farmnote/2000/f00697.htm>
- Andréa Roveré F., Neiva K. et Lidia M. F., 2011.** Rev. Bras. Entomol. 55 (1) 116-120.
- APG II., 2003.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399–436
- Aprotosoai A.C., Spac A.D., Hancianu M., Miron A., Tanasescu V.F., Dorneanu V. and Stanescu U., 2010.** The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *FARMACIA*, Vol. 58 (1); pp. 46-54.
- Askun T., Tumen G., Satil F. and Ates M. 2009.** In vitro activity of methanol extracts of plants used as spices against Mycobacterium tuberculosis and other bacteria. Food Chem., 116: 289-294.
- Baba-Aïssa F., 1991.** Les plantes médicinales en Algérie, Coédition Bouchène et Ad. Diwan, Alger, 97 p.
- Bachelier G., et Gavinelli R., 1966.** Dosage global des glucides du sol par les méthodes colorimétriques à l'anthrone et à l'orcinol. *Cah. ORSTOM. sér. Pédol.*, IV(3) : 97-103.
- Barbouche N., Hajjem B., Lognay G. et Ammar M., 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (*Solanaceae*) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **5** (2), p. 85–90.
- Bertrand A., 2007.** Travaux pratiques. Détermination des activités endon. Et exo. B glucanases, étude de l'activité pectine méthylestérase, dosage des protéines, INRA-UCBNEVA, 15p.
- Bollhalder F., 1997.** Trichogrammes dans la lutte contre la fausse teigne.

- Botineau M., 2010.** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec et Doc, Paris, 1366 p.
- Bouchelta A., Boughdad A. et Blenzar A., 2005.** Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae). *Biotechnol Agron Soc Environ* 2005; 9: 21-30.
- Bouchert A., 1966.** Die Krankheiten und Schadlinge Der Honigbiene. Hizrel Verlag Leipzig.
- Bradford M., 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, *Analytical biochemistry* 72, 248-254.
- Bruneton J., 1987.** Elements de phytochimie et de Pharmacognosie. Techniques et documentation Lavoisier ; 156-183 p.
- Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie. Phytochimie et Plantesmédicinales. *Tec. & Doc.* Lavoisier, 2<sup>ème</sup> édition, Paris. 915p.
- Bruneton J., 1997.** Pharmacognosie, phytochimie, *plantes médicinales*. Impr. CEEPP 315-338.
- Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3<sup>ème</sup> éd. Lavoisier, Paris. 1120 P.
- Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. Paris, Tec&Doc. Éditions médicales internationales. 4<sup>ème</sup> édition. p.1288.
- Cowan M. M., 1999.** Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Revue.* 12:564-582.
- Charriere J. D. and Imdorf A., 1997.** Protection of honey combs from Dietemann, V; Nazzi, F; Martin, S J; Anderson, D; Locke, B; Delaplane, K S; Wauquiez, Q; Tannahill, C; Frey, E; Ziegelmann, B; Rosenkranz, P; Ellis, J D (2013) Standard methods for varroa research. In V. Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. *Journal of Apicultural Research* 52(1): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09> Doc, Paris, 1335 pp.
- Charrière J. D. and Imdorf A., 1999.** Protection of Honey Combs from Wax Moth Damage. *American Bee Jour.*, 139(8): 627-630 p.
- Chase R. W. 1921.** The length of the life of the larva of the wax moth, *Galleria mellonella* L., in its different stadia. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters* 20: 263-267.
- Chen Y. and Tsai H., 1995.** Anti-Inflammatory and analgesic activities from the roots of *Angelica pubescens*, *Planta Med.*, 61: 2-8.

- Chira K., Suh J. H., Saucier C. et Teissedre P. L., 2008.** Les polyphénols du raisin. Phyto nutrition fondamentale. Article de synthèse, phytothérapie 6: 75-82 p.
- Crosby D. G., 1966.** Natural pest control agents. In Gould, R.F. Ed. Natural Pest Control Agents. *Adv. Chem. Ser.* 53, p. 1-16
- David J.P., Rey D., Pautou M.P. and Meyran J.C., 2000.** Differential toxicity of leaf litter to *Dipteran larvae* of mosquito developmental sites. *J. Invertebr. Pathol.* **75**, p. 9–18.
- Dean F. M., 1963.** Natural Occuring Oxygen Ring Compounds, Butterworths. Londres. 614 p.
- Delhon C., Théry-Parisot I. et Thiébault S., 2010.** Des hommes et des plantes : exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours, Actes des XXXèmes rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Juan-les-Pins - 22-24 octobre 2009 - Muséum National d'Histoire Naturelle., p. 1-20.
- Desalegne B., 2001.** Origin and characterization of honeybee (*A. mellifera*) pollen source around Utrecht University, The Netherlands. M.sc thesis, Utrecht University, Faculty of Biology, Department of behavioural social insect unit.
- Diallo M. A., 2003.** Contribution à l'étude de la composition en polyphénols de *Tephrosia pedicellata*. Bak, mémoire de DEA de chimie et biochimie des produits naturels.
- Dietemann V., Nazzi F., Martin S. J., Anderson D., Locke B., Delaplane K. S., Wauquiez Q., Tannahill C., Frey E., Ziegelmann B., Rosenkranz P. and Ellis J. D., 2013.** Standard methods for varroa research. In V. Dietemann; J D Ellis; P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK, Volume II: standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. *Journal of Apicultural Research* 52(1): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.1.09> Doc, Paris, 1335 pp.
- Dykes L. and Rooney L. W., 2006.** Sorghum and millet phenols and antioxidants. *J. Cereal Sci.* 44, 236–251.
- EFSA., 2009.** EFSA Scientific cooperation (ESCO) working group on botanicals and botanical preparations ; Advice on the EFSA guidance document for the safety assessment of botanicals and botanical preparations intended for use as food supplements, based on real case studies on request of EFSA. *EFSA Journal*, 7 (9) : 280 ; 104p.
- Eberhard T., Robert A. et Annelise L., 2005.** Plantes aromatiques, épices aromates, condiment et huiles essentielles, Tec et Doc, Lavoisier. Paris. France.
- Eischen F.A. and Dietz A., 1987.** Growth and survival of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae fed diets containing honey bee-collected plant resins. *Annals of the Entomological Society of America* 80: 74-77.
- Ellis J.D., Graham J.R. and Mortensen A., 2013.** Standard methods for wax moth research, *Journal of Apicultural Research* 52(1): (2013). DOI 10.3896/IBRA. 1.52.1.10.
- Estévez-Braun A. and González A.G.** *Nat Prod Rep.* 1997 Oct; 14(5):465-75. Review. No abstract available.

- Emerenciano V. P., Barbosa K. O., Scotti M. T. and Ferriro M. J. P., 2007.** Journal of brazilian chemica society. 18 (5) : 891-899.
- Fernandez N. et Coineau Y., 2007.** Maladie, parasites et autres ennemis de l'abeille mellifère. Ed. Atlantica, Biarritz, 1 vol, Paris. 498 p.
- Fuhrman B., Lavy A. and Aviram M., 1995.** Consumption of redwine with meals reduces the susceptibility of human plasma and low-density lipoprotein to lipid peroxidation *Am.J.Clin. Nutr.* 61 : 549-554p.
- Garcia J., Carabano R., de Blas C., 1999.** Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *J. Anim. Sci.*, 77: 898-905p.
- Garnéro J., 1996.** Huiles essentielles. *Techniques del'Ingénieur*, traité Constantes physico-chimiques ; K 345-1, 39p.
- Georghiou G. P., Ariaratnam V., Pasternak M.E. and Lin C. S., 1975.** Organophosphorus multiresistance in *Culex quinquefascitus* in California. *J.Econ, Entomol.* 68, p. 461-467.
- Gillard G., 2009.** My Friend, the Wax Moth, *Amer. Bee J.* Vol. 149 no. 6, 559-562p.
- Gresele P., Cerletti C., Guglielmini G., Pignatelli P., De Gaetano G. and Violi F., 2011.** Effectes of resveratrol and other wine polyphénols on vascular function: an update. *J. of Nutr. Biochem.*, 22: 201-211 p.
- Guignard J., 1996.** Biochimie végétale. Lavoisier, Paris, 175-192 P.
- Gulati R. and Kaushik H. D., 2004.** Enemies of honeybees and their management- a review. *Agricultural Reviews* 25 (3): 189- 200 p.
- Hansen H. and brodsgaard C. J., 1999.** American foul brood: are view of hitsbiology, diagnosis and control. *BeeWorld*, 80(1), 5-23 p.
- Harborne J. B. and Williams C. A., 2000.** Advances in flavonoids research since 1992; *Phytochemistry*; 55(6):481-504 pp.
- Hemingway R. W., 1992.** Structural variation in proanthocyanidin and their derivatives. In: *Lpant polyphenols: Synthesis, Properties, Significande.* Hemingway R W. Laks P.E. New York.
- Hendawy S. F. and Ezz El-Din A. A., 2010.** Growth and yield of *Foeniculum vulgare* var. *azoricumas* influenced by some vitamins and amino acids. *Ozean Journal of Applied Sciences*, 3(1), 113-122 p.
- Heywood V. H., 1996.** "The Global Biodiversity Assessment". *The Globe*, 30:2-4, April 1996.
- Hummel R. et Feltin M., 2014.** Reconnaître les maladies des abeilles quand on est apiculteur débutant.

- Igor P., 2002.** Etude des activités biologique de Fagarazanthoxyloïdes, lam (Rutaceae). Thèse de pharmacie, Bamako, p 133.
- Jacobson M., 1989.** Botanical pesticides, past present and future In Arnason J.T, et al, (Ed). Insecticides if plant origin. Washington, D.C: American Chemical Society Symposium, series 387, p.1-10.
- Javanmardi J., Khalighi A., Kashi A., Bais H.P. and Vivano J.M., 2002.** Chemical characretization of Basil (*Ocumum basilliam L.*) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *Journal of Agriculture and food Chemistry*, 50, 5878-5883.
- Jang Y. S., Kim M. K., Ahn Y. J. and Lee H.S., 2002.** Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (*Diptera : Culicidae*). *Agric. Chem. Biotechnol.* 45 (3), p. 131–134.
- Jéanne F., 1982.** Principaux parasites de la cire et moyens de lutte. *Bul.tech.apic.* 9(2) :85-92 p.
- Jeroen B., Koomen I., Joep V. Jeude L. et Qudejans J., 2004.** Les pesticides : composition, utilisation et risques. In serie Agrodok 29,1<sup>ere</sup> édition Digirafi & Wageningen, Pays Bas. 124 p.
- Jovanovic S.V., SteenkenS., Simic M.G. and HaraY., 1998.** Antioxidant properties of flavonoids. *AHDIEQ Journal.*7: 137-161.
- Jutiviboonsuk A., Zhang H., Tan T.G., Ma C. and Van Hung N., 2005.** Bioactive constituents from root of *Burse ra tonkinensis*. *Phytochemistry* 66: 2745-2751 p.
- Kaur G.J. and Arora D.S., 2010.** Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum mammi* belonging to the family Umbelliferae—Current status. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 4(2), pp.087-094.
- Kayser O. and Kolodziej H., 1997.** Antibacterial activity of extrats and constituents of *Pelargomun sidoides* and *Plelargonium reniforme*. *Planta Med.*, 63, 509-510.
- Kuresh A., Youdim A., Jeremy P.E., Spencer., Hangen S. and Rice-Evans C., 2002.** Dietary flavonoids as potential neuro protectants. *Biological Chemistry.* 383:503-519.
- Lafay S. and Gil-Izquierdo A., 2008.** Bioavailability of phenolic acids. *Phytochem Rev*, 7:301-311 p.
- Lebhan., 2005.** Thèse au Laboratoire d'Ecophysiologie et de biothechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM). Université de Bretagne Occidentale. (UBO).
- Lee H. K., Park C. and Ahn Y.J., 2002.** Insecticidal activities of asarones identified in *Acorus gramineus* rhizome against *Nilaparvata lugens* (*Homoptera: Delphacidae*)

- and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutoidae). *Jap. Soc. Appl. Entomol. Zool.* **37** (3), p. 459–464.
- Luckner M., 1972.** Secondary metabolites in plant and animals, Chapman and Hall, London, p (70, 154, 357-363).
- Lugasi A., Aovari J., Sagi K. V. and Biral., 2003.** The rôle of antioxydant phytonutrients in the preventive of diseases. *Acla biologica Szege dieulsis* 1-4, 119-125 p.
- Macheix J. J., Fleuriet A. et Jay Allemand C., 2005.** Les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses Polytechniques et Univesitaires Romandes. Lausanne : 192 p.
- Malesev D., and Kuntic V., 2007.** Investigation of metalflavonoid chelates and determination of flavonoids via metal flavonoid complexing reactions. *J. Serb. Chem. Soc.*, **72**. 921-939.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C. and Jimenez L., 2004.** Polyphénols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.*, **79** : 727-747 p.
- Mazza G. and Miniati E., 1993.** Anthocynins in fruits, vegetables, and grains. Boca Raton. CRC press. 362 p.
- McDonald L. L., Guy R. H. and Speirs R. D., 1970.** Preliminary evaluation of new candidate materials moth damage. (*Swiss Bee Research Centre, Fedral Dairy Research*
- Mcrae D.W. et Towers G. H. N., 1984.** Biological activities of lignans. *Phytochemistry*. **23**(6):1207 1220.
- Mohamed A. A., 1983.** Biological and ecological studies on the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Minia University, Egypt 97 p.
- Mohand kaci H., 2012.** Evaluation de l'impact biologique de quelques souches locales de *Bacillus sp.* Et *Pseudomonas spp.* Fluorescents vis-à-vis du criquet *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera : Acrididae). Thèse doctorat. Inst. Nat. Agro, El-harrach, 158 p.
- Murdock D.H., 2002.** The Encyclopedia of Foods: A Guide to Healthy Nutrition. *Elsevier's Science & Technology*. Oxford, UK; 529p.
- Narayana K. R., Reddy M. S., Chaluvadi M. R. and Krishna D. R., 2001.** Indian journal of pharmacology. **33**: 2-16 p.
- Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F. et Tchouanguiep F. M., 2009.** Evaluation des propriétés insecticides de feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say)(Coléoptera; Bruchidae). *Tropicultura*. **27**(3) : 137-143.

- Neumann P., Pirk C. W. W., Schäfer M O. and Ellis, J D., 2013.** Standard methods for small hive beetle research. In V Dietemann; J D Ellis, P Neumann (Eds) The COLOSS BEEBOOK: Volume II: Standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research. Journal of Apicultural Research 52(4): <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.19> p.
- Nowitz T. and Bottet J., 2000.** Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse.
- Nugan-Baudon L., 1994.** Toxic- Bouffe. Enquête sur les aliments d'aujourd'hui. Marabot, ed Jean-Claud Latté ;(76.227).
- Ojeil A., El Darra N., El Hajj Y., BouMouncef P., Rizk T. J. et Maroun R. G., 2010.** Identification et caractérisation de composés phénoliques extraits du raisin Chateau Ksara. Lebanese Science Journal 11 (2): 117 - 131.
- Onwkaeme D. N. et Udo F., 2000.** Pharmacognostic and anti-diarrheal studies of leaves of *Ficus thonningii*. Nig. J. Nat Prod. And Med., 4: 27-29.
- Paddock F. B., 1918.** The beemoth or waxworm. Texas Agricultural Experiment Station; USA. 44 pp.
- Panafrica., 2003.** Les pesticides au Sénégal (Pesticide Action Network). 2e éd. Dr Abou Thiam & Dr Alassane Sarr, eds.
- Park I. K., Lee S. G., Choi D. H., Park J. D. and Ahn Y. J., 2003.** Stored Prod. Res. 39 375-384p.
- Pelletier S. W., 2001.** *Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives*. University of Georgia: USA; 656p.
- Philogène B. J. R., Regnault-Roger C. and Vincent C., 2008.** Biopesticides d'origine végétale : bilan et perspectives, p.1-24. In Regnault-Roger, C., Philogène, B.JR., Vincent, C. (éds) Biopesticides d'origine végétale, 2ème éd., Lavoisier, Paris
- Pimenov M. G. and Leonov M.V., 1993.** The genera of the Umbelliferae. A nomenclator. Kew : Royal Botanic Gardens. 156 pp.
- Ponce A. G., Fritz R., Del valle C. and Roura S. I., 2003.** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 36, 679-684.
- Razafindrazaza A. D., 2010.** Potentialités et contraintes de la filière apicole dans le district de Manakara Région Vatovavy Fitovinany. Université de D'Antananarivo. 54 p.
- Regnault-Roger C. and Hamraoui A. 1994.** Modification of physiological behaviour of *Acanthoscelides obtectus*
- Revilla V., Fernandez-Lopez C., Revilla R. and Fernandez-Lopez A., 1998.** Pre- and post-hatching developmental changes in  $\beta$ -adreno-ceptor subtypes in chick brain. Developmental Brain Research 111, 159-167.

- Ritcher G., 1993.** Métabolisme des végétales physiologies et biochimie. Press Polytechniques et Université Romandes ; 317-339 p.
- Rajnerayanama K., Reddy M., Charluvani M. R. and Krishna D. R., 2001.** Bioflavonoids: Classification, pharmacological, biochemical effect and therapeutic potential. Indian Journal of Pharmacology. 33:2-16.
- Rakipov N., 1987.** Biochimie des cultures tropicales. Traduction française : Ed Mir Moscou (95,98-99,154-159,319-321).
- Raymond V., Barbehenn C., and Constabel P. 2011.** Tannins in plant–herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72: 1551–1565.
- Resch M., Steigel A., Chem Z. L. and Bauer R., 1998.** 5-Lipoxygenase and cyclooxygenase-1 inhibitory active compounds from *Atractylodes lancea*, J. Nat. Prod., 61: 347-350.
- Ritcher G., 1993.** Métabolisme des végétales physiologies et biochimie. Press Polytechniques et Université Romandes ; 317-339 p.
- Schauenberg P. et Paris F., 2006.** Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Edition delachaux et Niestlé, Paris, pp 33-34.
- Shimanuki H., 1981.** Controlling the greater wax moth. USDA publication. 11p.
- Silva O., Gomes E. T., Wolfendr J. L., Martson, A., And Hotesttmann K., 2000.** Application of high performance liquid chromatography coupled with ultraviolet spectroscopy and Electrospray Mass Spectrometry to the characterization of Ellagitannins from *Terminalia macroptera* roots. Pharmaceutical Research. Vol. 17, N° 11.
- Sinègre G., Jullien J. L. and Gaven, G., 1977.** Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* (L.) dans le midi de la France. Parasitologia. 17, 79-94.
- Singh G., Maurya S., de Lampasona M. P. and Catalan C., 2006.** Chemical constituents, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract. *Food Control*, Vol. 17, pp.745–752.
- Smith T. L., 1965.** External morphology of the larva, pupa and adult of the wax moth *Galleria mellonella* L. Journal of the Kansas Entomological Society 38: 287-310.
- Spangler H. G., 1989.** The role of ultrasound and pheromone communication of greater and lesser wax moths. Bee World 70 (3): 132-133.
- Stamp N., 2003.** Out of the quagmire of plant defense hypotheses. Quarterly Review of Biology. 78:23–55.
- Stefanini M. B., Ming L. C., Marques M. O. M., Facanali R., Meireles M. A. A., Moura L. S., Marchese J. A. and Sousa L. A., 2006.** b. Essential oil constituents of different organs of fennel (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*). *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, Vol. 8, pp. 193-198.

- Stefanova T., Nikolova N., Michailova A., Mitov I., Iancovii., Zlabinger G. I. and Neychev H., 2007.** Enhanced resistance to *Salmonella enterica* serovar typhimurium infection in mice after coumarin treatment. *Microbes and infection*. 9 p 7-14.
- Stevens J.F., Miranda C. L. and Buhler D.R. and Deinzer M. L., 1998.** Chemistry and biology of hop flavonoids. 1204 p.
- Vienna C. F., Bauer R., Carle R., Tedesco D., Tubaro A. and Zitterl-Eglseer K., 2005.** Assessment of plants/herbs, plant/herb extracts and their naturally or synthetically produced components as “additives” for use in animal production. *FEEDAP*; 297p.
- Walsh S. E., Maillard J. Y., Russell A. D., Catrenich C. E., Charbonneau D. L. and Bartolo R. J., 2003.** Activity and mechanism of action of selected biocidal agents on gram-positive and –negative bacteria. *Journal of Applied Microbiology*. 94(2) : 2040-2047.
- Wollgast J. and Anklam E., 2000.** Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 33, 423–447.
- Warren J. and Huddleston P., 1962.** Life history of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L., in Arkansas. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 35: 212-216 p.
- Watson L. and Dallwitz M. J., 1991.** The families of angiosperms: automated descriptions, with interactive identification and information retrieval. *Aust. Syst. Bot.* 4, 681–695.
- Williams J. L., 1997.** Insectes: Lepidoptera (moths). In R Morse; K Flottum (Eds). Honey bee pests, predators, and diseases. The AI Root Company; Ohio, USA. 121-141 p.
- Yoshikawa M., Harada E., Naitoh Y., Inoue K., Matsuda H., Shimoda H., Yamahara J. and Murakami N., 1994.** Development of bioactive Functionin *Hydrangea dulcis* folium. III. On the antiallergic and antimicrobial Principles of *Hydrangea dulcis* folium, *Chem. Pharm. Bull.* 42: 2225-2230.
- Zahid N. Y., Abbasi N. A., Hafiz I. A. and Ahmad Z., 2009.** Genetic diversity of indigenous fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Germ plasm in Pakistan assessed by RAPD markers. *Pak. J. Bot.*, 41(4): pp.1759-1767.
- Zhang J., Takahashi K. and Kono Y., 1990.** Bioactive condensed tannins from bark: chemical properties, enzyme inhibition and anti-plant-viral activities. *J pesticide Sci* ; 15 : 585-91.

Amexes

## Annexe 1 : matériel non biologiques utilisés.

Appareillages et équipements	Verreries et accessoires	Réactifs	Milieu de culture
Broyeur électrique Agitateur Etuve Plaque chauffante Spectrophotomètre Balance analytique Rota-vapeur Bec-benzène Réfrigérateur Bain-marie Congélateur	Bécher Eprouvette Tubes à essai Papier aluminium Papier filtre Entonnoirs Gant Boîtes de pétri Erlenmeyers Spatule Flacons Pincés Pipettes pasteur Pipette gradué Micropipette Disque de papier wattmen	Chloroforme Méthanol Eau distillé FeCl <sub>3</sub> a 5% Formol a 40% HCL Acétate de plomb Ether Ether de pétrole Ether di-éthylique Acide chlorhydrique Magnésium iode alcool isoamylique éthanol absolu H <sub>2</sub> O Ammoniaque Acide sulfurique acide ortho-phosphorique Réactif de dragen-droff	Gélose nutritive

## Annexe 2 :

Réactif de dragen-droff
<p><b>-Solution A :</b> 0.85 g de nitrate de bismuth + 40 ml d'eau distillé + 10 ml d'acide acétique.</p> <p><b>-Solution B :</b> 8 g d'iode de potassium + 2 ml d'eau distillé.</p> <p>-On mélange A+B.</p> <p>-15 ml de mélange + 20 ml d'acide acétique puis compléter a 100 ml par l'eau distillée.</p>

## Annexe 3

Table 3.2 Transformation of percentages to probits

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

## Annexe 4 :

Tableau 2: taux de mortalité journalière des larves L5 de ( <i>G.mellonella</i> ) traitées par gavage des polyphénols du faux fenouil.																					
jours	Témoïn					D1=30 µl/ml					D2=20 µl/ml					D3=10 µl/ml					
	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	
1	0	0	0	0	0	75	50	50	58.33	14.43	50	25	50	41.67	14.43	0	50	25	25	25	25
2	0	0	0	0	0	100	75	75	83.33	14.43	50	50	75	58.33	14.43	25	50	25	33.33	14.43	14.43
3	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	75	75	100	83.33	14.43	50	75	50	58.33	14.43	14.43
4	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	75	100	91.67	14.43	50	75	75	66.67	14.43	14.43
5	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	50	100	100	83.33	28.87	28.87
6	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0

**Tableau 3 : taux de mortalité journalière des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.**

URS																					
	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	
1	0	0	0	0	0	0	25	25	16.67	14.43	25	0	0	0	8.33	14.43	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	25	25	50	33.33	14.43	25	25	0	0	16.67	14.43	0	0	0	8.33	14.43
3	0	0	0	0	0	50	50	75	58.33	14.43	50	25	25	25	33.33	14.43	25	25	25	25	0
4	0	0	0	0	0	75	50	75	66.67	14.43	50	50	50	50	50	0	25	25	50	41.67	14.43
5	0	0	0	0	0	75	75	100	83.33	14.43	50	50	75	75	58.33	14.43	25	25	50	41.67	14.43
6	0	0	0	0	0	100	75	100	91.67	14.43	75	50	75	75	66.67	14.43	75	50	50	58.33	14.43
7	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	75	75	100	100	83.33	14.43	75	50	75	66.67	14.43
8	25	0	0	8.33	14.43	100	100	100	100	0	75	100	100	90.91	14.43	100	75	75	81.82	14.43	
9	25	0	0	8.33	14.43	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	75	75	81.82	14.43	
10	25	0	0	8.33	14.43	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	

**Tableau 4** : taux de mortalité journalière des larves L de (*G.mellonella*) traitées par gavage des tanins du faux fenouil.

Jours	D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml					
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	
1	0	25	0	8.33	14.43		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
2	25	25	25	25	0		0	25	25	16.67	14.43		25	0	0	0	0	
3	25	25	50	33.33	14.43		0	25	25	16.67	14.43		25	25	25	0	0	
4	25	25	50	33.33	14.43		25	50	25	33.33	0		50	25	25	0	0	
5	50	25	50	41.67	14.43		25	50	25	33.33	14.43		50	25	50	0	0	
6	50	25	50	41.67	14.43		25	50	25	33.33	14.43		75	50	50	8.33	14.43	
7	75	25	50	50	25		25	50	50	41.67	14.43		75	50	75	8.33	14.43	
8	75	25	50	50	25		25	50	50	41.67	14.43		100	75	75	0	14.43	
9	75	25	50	50	25		25	50	50	41.67	14.43		100	75	75	18.18	0	
10	75	50	50	58.33	14.43		25	50	50	41.67	14.43		100	100	100	18.18	0	

**Tableau 5** : taux de mortalité journalière des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par gavage des polyphénols de la coriandre.

Jours	D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml							
	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET
1	50	50	75	58.33	14.43	50	25	25	33.33	14.43	0	25	25	33.33	14.43	0	25	25	16.67	14.43
2	75	75	75	75	0	50	50	75	58.33	14.43	25	50	50	58.33	14.43	25	50	50	41.67	14.43
3	100	75	100	91.67	14.43	75	50	75	66.67	14.43	50	50	50	50	14.43	50	50	50	50	0
4	100	100	100	100	0	75	75	100	83.33	14.43	50	75	100	83.33	14.43	50	50	75	58.33	14.43
5	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	75	75	83.33	14.43
6	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	75	91.67	14.43
7	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0

**Tableau 6 : taux de mortalité journalière des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

Jours	D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml					
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	
1	25	50	25	33.33	14.43		25	0	25	16.67	14.43		25	0	0	8.33	14.43	
2	50	50	50	50	0		25	25	25	25	0		50	25	0	25	25	
3	50	50	50	50	0		50	25	25	33.33	14.43		50	25	25	33.33	14.43	
4	75	75	50	66.67	14.43		50	50	50	50	0		50	50	50	50	0	
5	75	75	75	75	0		50	50	50	50	0		75	50	50	85.33	14.43	
6	100	100	75	91.67	14.43		75	100	50	75	25		75	50	50	58.33	14.43	
7	100	100	100	100	0		75	100	75	83.33	14.43		75	75	75	75	0	
8	100	100	100	100	0		100	100	75	91.67	14.43		100	75	75	83.33	14.43	
9	100	100	100	100	0		100	100	100	100	0		100	75	100	91.67	14.43	
10	100	100	100	100	0		100	100	100	100	0		100	100	100	100	0	

**Tableau 7** : taux de mortalité journalière des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par gavage des tanins de la coriandre.

Jours	D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml					
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	
1	0	0	0	0	0		0	0	0	16.67	14.43		0	0	0	16.67	14.43	
2	25	0	25	16.67	14.43		25	0	0	25	0		0	0	0	25	0	
3	25	25	25	25	0		25	0	0	33.33	14.43		0	0	2	0	0	
4	25	25	25	25	0		25	0	0	50	0		0	0	0	0	0	
5	25	25	25	25	0		25	0	0	50	0		0	0	0	0	0	
6	25	25	25	25	0		25	0	0	75	25		0	0	0	0	0	
7	25	25	25	25	0		25	25	25	83.33	14.43		0	0	0	0	0	
8	50	25	25	27.27	14.43		25	25	25	90.91	14.43		0	0	25	0	14.43	
9	50	25	50	36.36	14.43		50	25	25	100	0		25	0	25	9.09	14.43	
10	50	25	50	36.36	14.43		50	25	25	100	0		25	0	25	9.09	14.43	

## Annexe 5

**Tableau 8 : probits de pourcentages de mortalités corrigées MC% et logarithmes décimaux des temps chez les larves L5 de (*G. mellonella*) traités par gavage des polyphénols du faux fenouil.**

Temps (jours)	Log temps	Probits			MC %		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	0	5.21	4.79	4.33	58.33	41.67	25
2	0.3	5.96	5.21	4.57	83.33	58.33	33.33
3	0.48	8.09	5.96	5.21	100	83.33	58.33
4	0.6 1	8.09	6.39	5.43	100	91.67	66.67
5	0.7	8.09	8.09	5.96	100	100	83.33
6	0.78	8.09	8.09	8.09	100	100	100

**Tableau 9 : probits de pourcentages de mortalités corrigées MC% et logarithmes décimaux des temps chez les larves L5 de (*G. mellonella*) traités par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.**

Temps (jours)	Log temps	Probits			MC %		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	0	4.04	3.61	0	16.67	8.33	0
2	0.3	4.57	4.04	3.61	33.33	16.67	8.33
3	0.48	5.21	4.57	4.33	58.33	33.33	25
4	0.6 1	5.43	5	4.79	66.67	50	41.67
5	0.7	5.96	5.21	4.79	83.33	58.33	41.67
6	0.78	6.39	5.43	5.21	91.67	66.67	58.33
7	0.84	8.09	5.96	5.43	100	83.33	66.67
8	0.9	8.09	6.33	5.91	100	90.91	81.82
9	0.95	8.09	8.09	5.91	100	100	81.82
10	1	8.09	8.09	8.09	100	100	100

**Tableau 10 : probits de pourcentages de mortalités corrigées MC% et logarithmes décimaux des temps chez les larves L5 de (*G. mellonella*) traités par gavage des tanins du faux fenouil.**

Temps (jours)	Log temps	Probits			MC %		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	0	3.61	0	0	8.33	0	0
2	0.3	4.33	4.04	0	25	16.67	0
3	0.48	4.57	4.04	0	33.33	16.67	0
4	0.6 1	4.57	4.57	0	33.33	33.33	0
5	0.7	4.79	4.57	0	41.67	33.33	0
6	0.78	5	4.57	3.61	50	33.33	8.33
7	0.84	5	4.79	3.61	50	41.67	8.33
8	0.9	4.88	4.66	0	45.45	36.63	0
9	0.95	4.88	4.66	4.09	45.45	36.63	18.18
10	1	5.12	4.66	4.09	54.54	36.63	18.18

**Tableau 11 : probits de pourcentages de mortalités corrigées MC% et logarithmes décimaux des temps chez les larves L5 de (*G. mellonella*) traités par gavage des polyphénols de la coriandre.**

Temps (jours)	Log temps	Probits			MC %		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	0	5.21	4.57	4.04	58.33	33.33	16.67
2	0.3	5.67	5.21	4.79	75	58.33	41.67
3	0.48	6.39	5.43	5	91.67	66.67	50
4	0.6 1	8.09	5.97	5.21	100	83.33	58.33
5	0.7	8.09	8.09	5.96	100	100	83.33
6	0.78	8.09	8.09	6.39	100	100	91.67
7	0.84	8.09	8.09	8.09	100	100	100

**Tableau 12 : probits de pourcentages de mortalités corrigées MC% et logarithmes décimaux des temps chez les larves L5 de (*G. mellonella*) traités par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

Temps (jours)	Log temps	Probits			MC %		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	0	4.57	4.04	3.61	33.33	16.67	8.33
2	0.3	5	4.33	4.33	50	25	25
3	0.48	5	4.57	4.57	50	33.33	33.33
4	0.6 1	5.43	5	5	66.66	50	50
5	0.7	5.67	5	5.21	75	50	58.33
6	0.78	6.39	5.67	5.21	91.66	75	58.33
7	0.84	8.09	5.96	5.67	100	83.33	75
8	0.9	8.09	6.33	5.91	100	90.91	81.82
9	0.95	8.09	8.09	6.33	100	100	90.91
10	1	8.09	8.09	8.09	100	100	100

**Tableau 13 : probits de pourcentages de mortalités corrigées MC% et logarithmes décimaux des temps chez les larves L5 de (*G. mellonella*) traités par gavage des tanins de la coriandre.**

Temps (jours)	Log temps	Probits			MC %		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0.3	4.04	0	0	16.67	0	0
3	0.48	4.33	3.61	0	25	8.33	0
4	0.6 1	4.33	3.61	0	25	8.33	0
5	0.7	4.33	3.61	0	25	8.33	0
6	0.78	4.33	3.61	0	25	8.33	0
7	0.84	4.33	4.33	0	25	25	0
8	0.9	4.40	4.09	0	27.27	18.18	0
9	0.95	4.64	4.40	2.98	36.36	27.27	9.09
10	1	4.64	4.40	2.98	36.36	27.27	9.09

## Annexe 6 : Analyse statistique

Tableau 14 : Test de tukey du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage.

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,071468	0,000411	0,000211
D3	10	0,071468		0,026082	0,006179
D2	20	0,000411	0,026082		0,971907
D1	30	0,000211	0,006179	0,971907	

Tableau 15 : Matrice de la corrélation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage.

	Temps	Dose	Mortalité
Temps	1,000000	0,317883	0,652317
Dose	0,317883	1,000000	0,105028
Mortalité	0,652317	0,105028	1,000000

Tableau 16 : Test de tukey du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,194561	0,003457	0,000295
D3	10	0,194561		0,068080	0,001766
D2	20	0,003457	0,068080		0,677819
D1	30	0,000295	0,001766	0,677819	

Tableau 17 : Matrice de la corrélation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.

	Temps	Dose	Mortalité
Temps	1,000000	0,590619	0,576955
Dose	0,590619	1,000000	0,105028
Mortalité	0,576955	0,105028	1,000000

Tableau 18 : Test de tukey du traitement par administration des doses des Tanins du faux fenouil par gavage.

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,845882	0,001433	0,000148
D3	10	0,845882		0,000193	0,000137
D2	20	0,001433	0,000193		0,392465
D1	30	0,000148	0,000137	0,392465	

Tableau 19 : Matrice de la corrélation du traitement par administration des doses des Tanins du faux fenouil par gavage.

	Temps	Dose	Mortalité
Temps	1,000000	0,429088	0,689624
Dose	0,429088	1,000000	0,105028
Mortalité	0,689624	0,105028	1,000000

**Tableau 20 : Test de tukey du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage.**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,075894	0,000499	0,000206
D3	10	0,075894		0,031704	0,005064
D2	20	0,000499	0,031704		0,943988
D1	30	0,000206	0,005064	0,943988	

**Tableau 21 : Matrice de la corrélation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage.**

	Temps	Dose	Mortalité
Temps	1,000000	0,359822	0,649963
Dose	0,359822	1,000000	0,105028
Mortalité	0,649963	0,105028	1,000000

**Tableau 22 : Test de tukey du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,122804	0,001816	0,000302
D3	10	0,122804		0,072289	0,005322
D2	20	0,001816	0,072289		0,837268
D1	30	0,000302	0,005322	0,837268	

**Tableau 23 : Matrice de la corrélation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.**

	Temps	Dose	Mortalité
Temps	1,000000	0,543272	0,581976
Dose	0,543272	1,000000	0,105028
Mortalité	0,581976	0,105028	1,000000

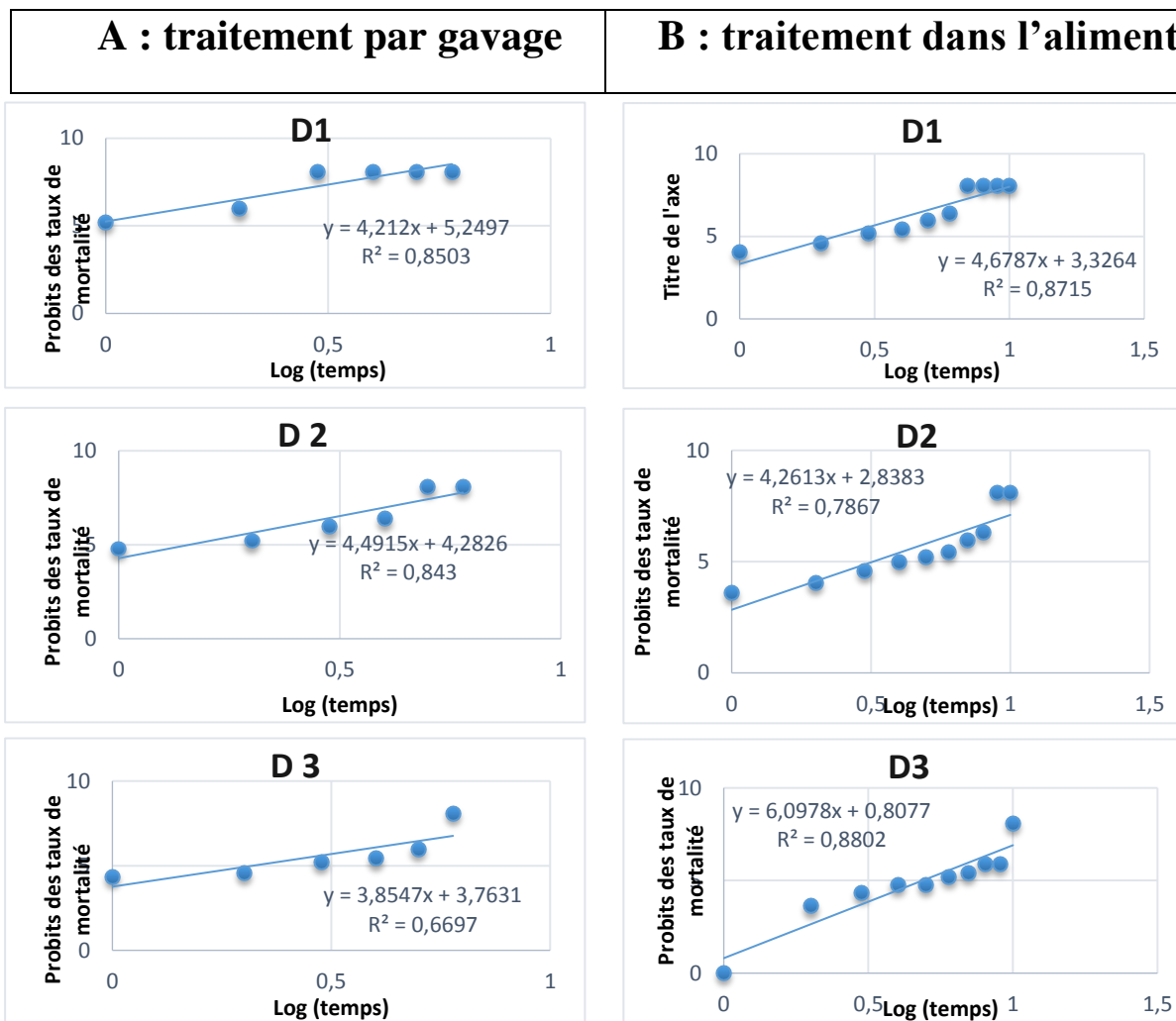
**Tableau 24 : Test de tukey du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage.**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,862628	0,016192	0,000175
D3	10	0,862628		0,004116	0,000137
D2	20	0,016192	0,004116		0,111402
D1	30	0,000175	0,000137	0,111402	

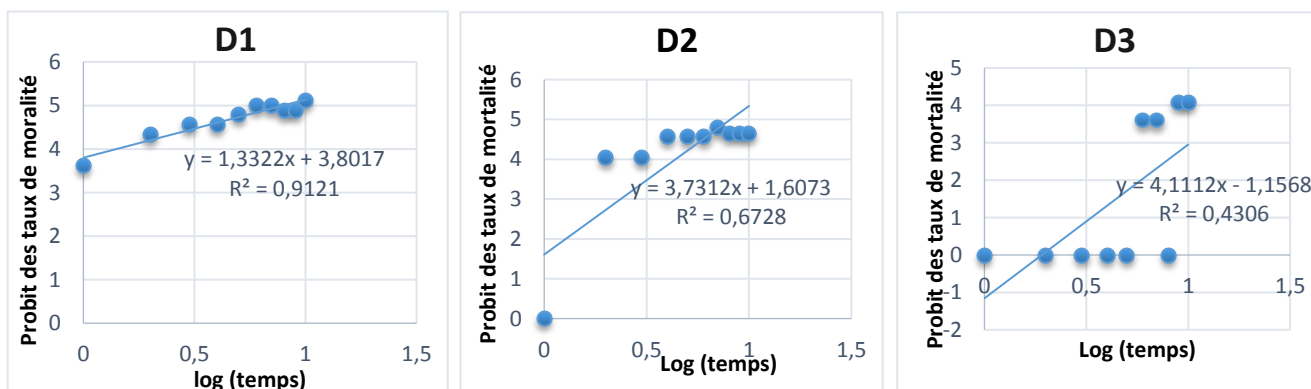
**Tableau 25 : Matrice de la corrélation du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage.**

	Temps	Dose	Mortalité
Temps	1,000000	0,505533	0,623279
Dose	0,505533	1,000000	0,105028
Mortalité	0,623279	0,105028	1,000000

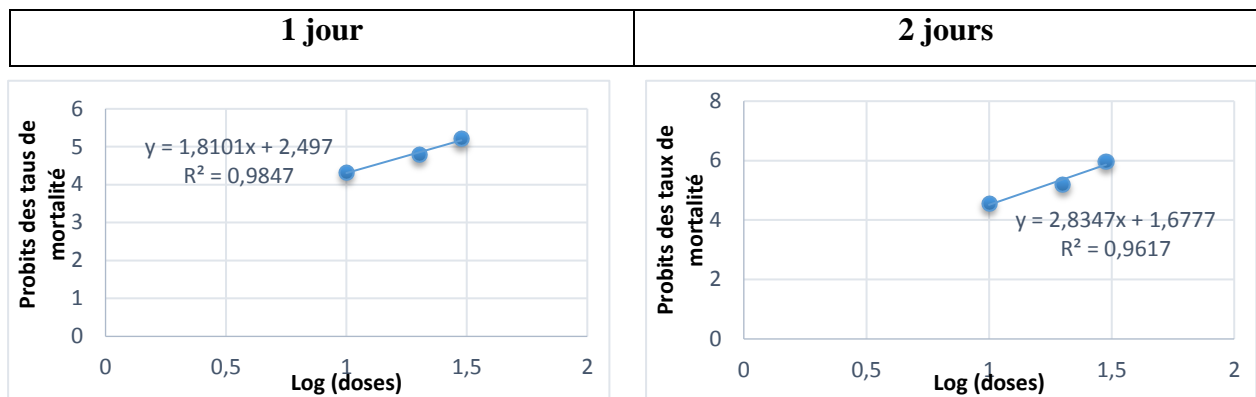
Annexe 7 : TL<sub>50</sub>



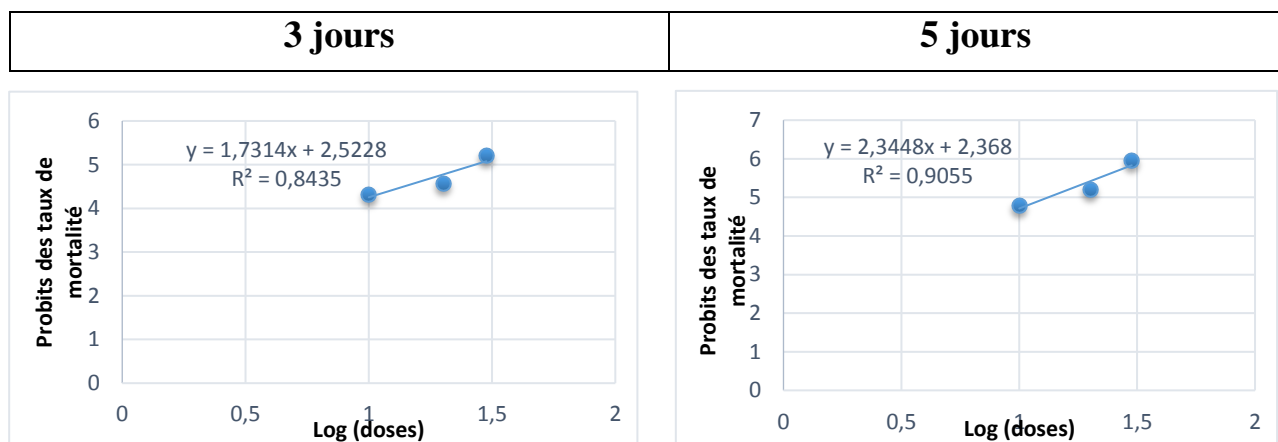
**Figure 1 : Droites de régression exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 qui ont subi un traitement par gavage (A) et par administration dans l'aliment (B) des polyphénols du faux fenouil dans le temps.**



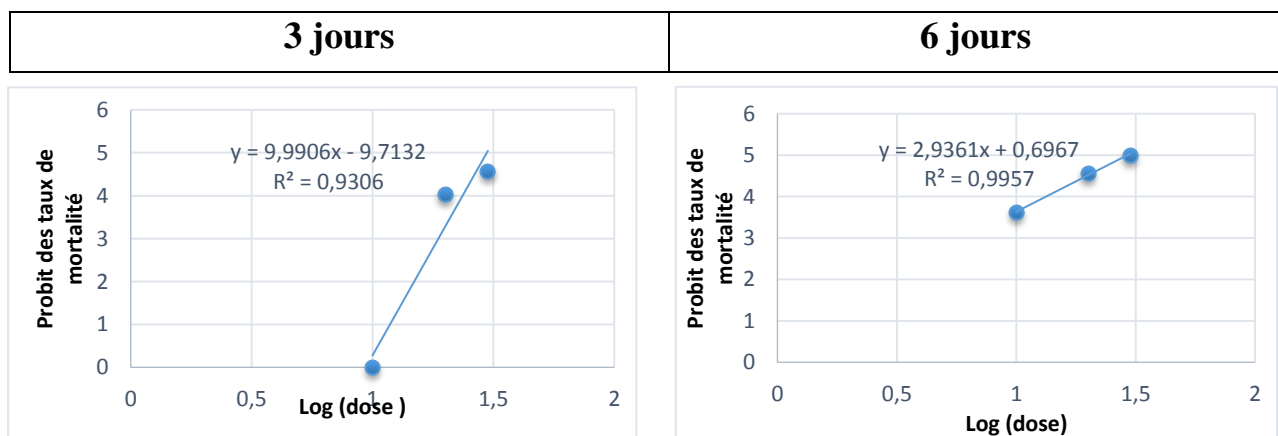
**Figure 2 : Droite de régression exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 qui ont subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil dans le temps.**

DL<sub>50</sub>

**Figure 3 : Droites de régressions exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols du faux fenouil.**

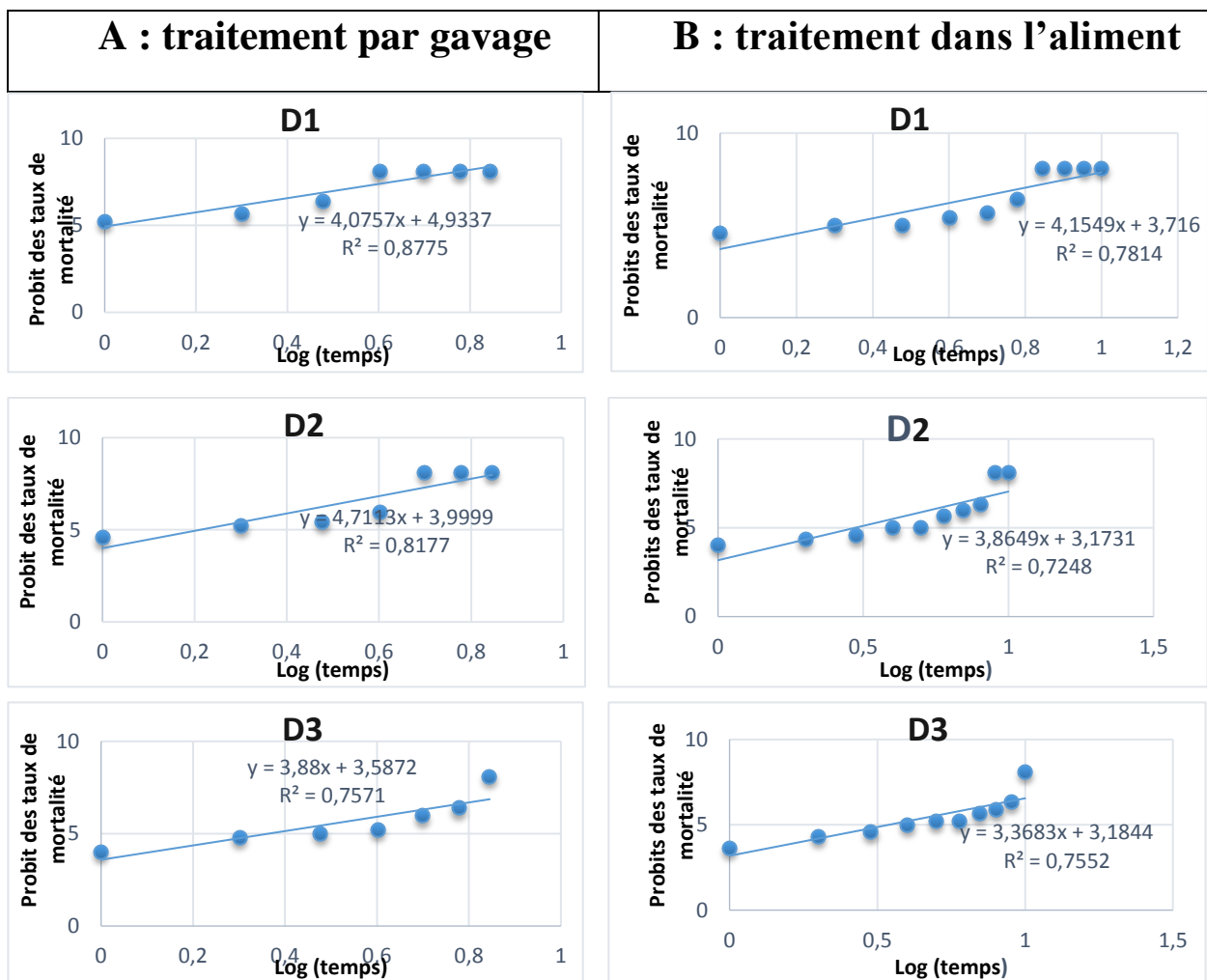


**Figure 4 : Droites de régressions exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment dans le temps.**

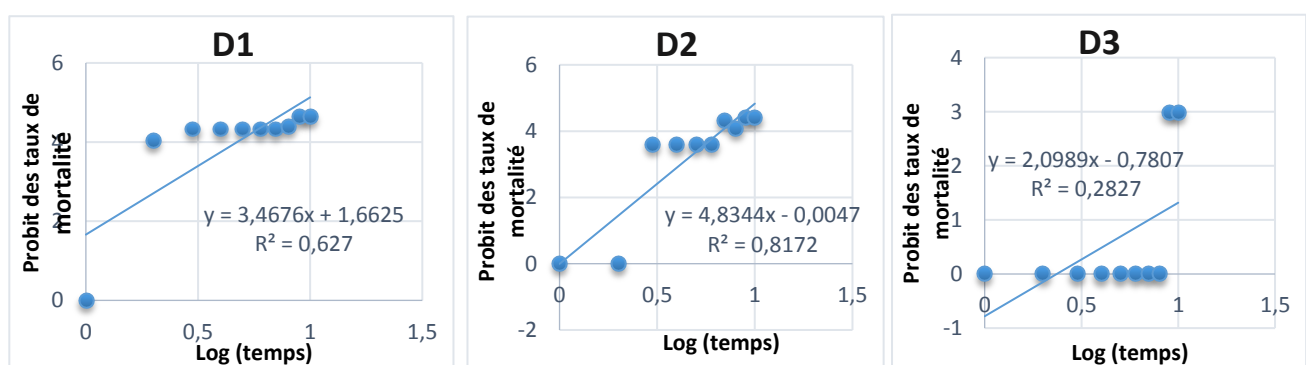


**Figure 5 : Droites de régressions exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 qui ont subi un traitement par gavage des tanins du faux fenouil.**

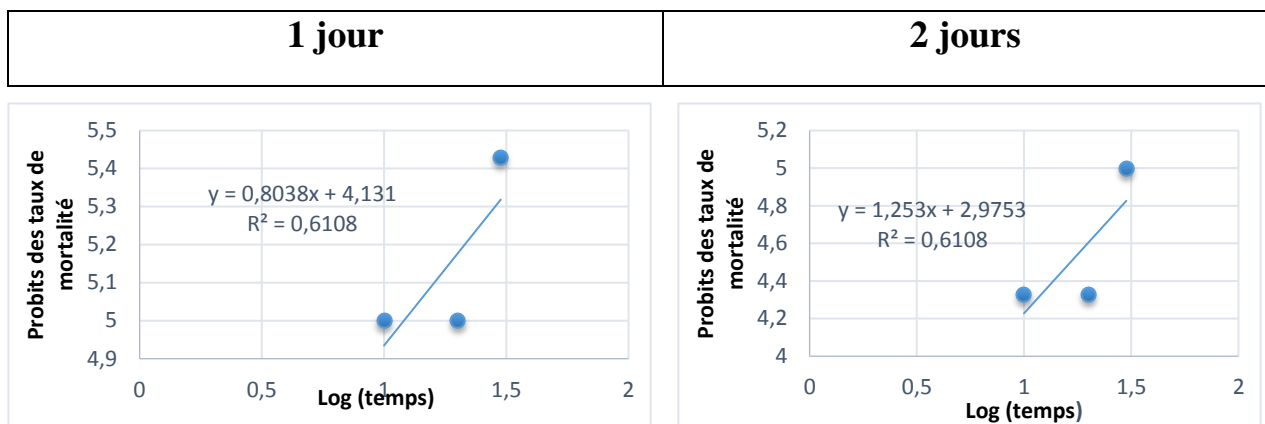
TL<sub>50</sub>



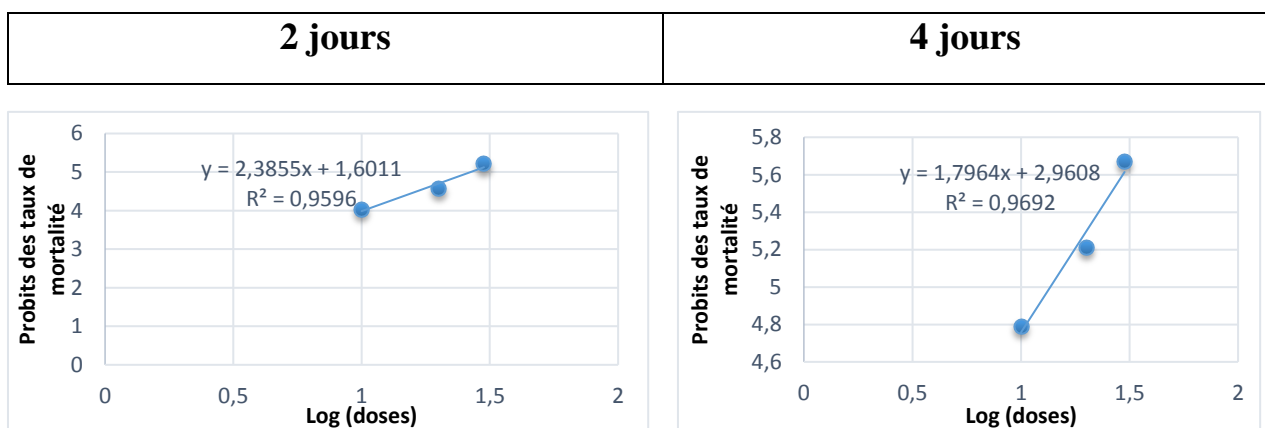
**Figure 6 : Droite de régression exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 Qui ont subi un traitement par gavage (A) et par administration dans l'aliment (B) des polyphénols de la coriandre dans le temps.**



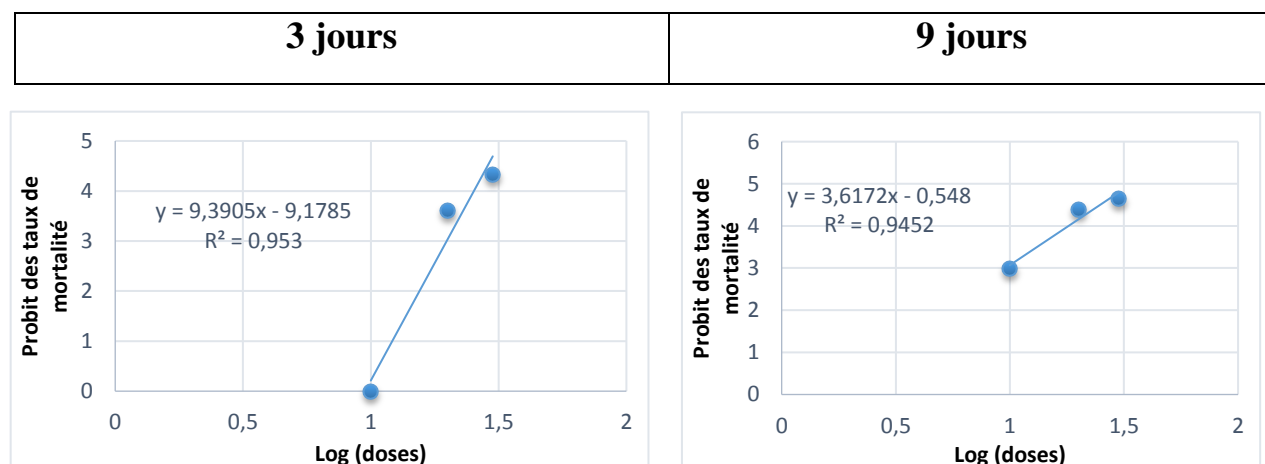
**Figure 7 : Droite de régression exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 Qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre dans le temps.**

DL<sub>50</sub>

**Figure 8 :** Droites de régressions exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment dans le temps.



**Figure 9 :** Droites de régressions exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 qui ont subi un traitement par gavage des polyphénols de la coriandre.



**Figure 10 :** Droites de régressions exprimant l'évolution des taux de mortalité des larves L5 qui ont subi un traitement par gavage des tanins de la coriandre.

Annexe 8 : Tableau récapitulatif qui engendre tous les DL50.

		Probits			
		Doses (µl/ml)	D1=30	D2=20	D3=10
		Log doses*10 Temps (jours)	1.47712125	1.30103	1
<b>Le faux fenouil</b>	Gavage des polyphénols	1 jour	5.2099	4.7898	4.33
		2 jours	5.9632	5.2099	4.5699
	Administration des polyphénols dans l'aliment	3 jours	5.2099	4.5699	4.33
		5 jours	5.9632	5.2099	4.7898
	Gavage des tanins	3 jours	4.5699	4.0364	0
		6 jours	5	4.5699	3.6131
<b>La coriandre</b>	Gavage des polyphénols	1 jour	5.2099	4.5699	4.0364
		2 jours	5.67	5.2099	4.7898
	Administration des polyphénols dans l'aliment	2 jours	5	4.33	4.33
		4 jours	5.4298	5	5
	Gavage des tanins	3 jours	4.33	3.6131	0
		9 jours	4.6436	4.3981	2.9806

## Annexe 9 : Evaluation des taux de répulsivité.

## A : le faux fenouil.

Temps (hr)	Dilution 1	Dilution 2	Dilution 3	Moyenne	Ecart type
1 h	62.5	75	87.5	75	12.5
2 h	75	75	62.5	70.83	7.22
3 h	37.5	12.5	50	33.33	19.09
4 h	50	100	37.5	62.5	33.07
5 h	62.5	75	50	62.5	122.5

## B : la coriandre.

Temps (hr)	Dilution 1	Dilution 2	Dilution 3	Moyenne	Ecart type
1 h	62.5	62.5	50	58.33	7.22
2 h	75	50	37.5	54.17	19.1
3 h	37.5	37.5	37.5	37.5	0
4 h	50	37.5	37.5	41.67	7.22
5 h	50	50	50	50	0

## Annexe 10 : Analyse statistique

Tableau 26 : Test de tukey de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols du faux fenouil chez *Galleria mellonella*

	Dose	{D3}	{D2}	{D1}
D3	10		0,855064	0,915275
D2	20	0,855064		0,990216
D1	30	0,915275	0,990216	

Tableau 27 : Matrice de la corrélation de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols du faux fenouil chez *Galleria mellonella*

	Temps	Dose	Répulsion
Temps	1,000000	0,457496	-0,396203
Dose	0,457496	1,000000	0,000000
Répulsion	-0,396203	0,000000	1,000000

Tableau 28 : Test de tukey de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols de la coriandre chez *Galleria mellonella*

	Dose	{D3}	{D2}	{D1}
D3	10		0,972884	0,926648
D2	20	0,972884		0,987903
D1	30	0,926648	0,987903	

Annexe 29 : Matrice de la corrélation de l'évaluation de l'activité répulsive des doses des polyphénols de la coriandre chez *Galleria mellonella*

	Temps	Dose	Répulsion
Temps	1,000000	-0,373101	-0,461593
Dose	-0,373101	1,000000	0,000000
Répulsion	-0,461593	0,000000	1,000000

## Annexe 11

## Dosage des protéines et des glucides

		Temps (h)	Témoin	Dilution 1	Dilution 2	Dilution 3
Dosage des protéines	R1	4 h	0.698	0.585	0.802	0.343
		6 h	0.839	0.61	0.413	0.401
		12 h	1.424	1.315	0.945	0.461
	R2	4 h	0.754	0.78	0.798	0.322
		6 h	0.81	0.673	0.915	0.335
		12 h	1.45	1.463	0.93	0.56
	R3	4 h	0.737	0.71	0.808	0.355
		6 h	0.888	0.674	0.927	0.404
		12 h	0.933	1.263	0.935	0.577
Dosage des glucides	R1	4 h	0.648	0.786	0.757	0.786
		6 h	0.652	0.829	0.895	0.7
		12 h	0.681	0.829	0.833	0.738
	R2	4 h	0.662	0.829	0.945	0.686
		6 h	0.648	0.881	0.81	0.862
		12 h	0.71	0.805	0.8	0.843

	Témoin		Dilution 1		Dilution 2		Dilution 3	
	T	Ecart T	D1	Ecart T	D2	Ecart T	D3	Ecart T
Dosage des protéines	0.34	0.02	0.73	0.03	0.7	0.1	0.8	0.005
	0.38	0.04	0.84	0.04	0.65	0.04	0.75	0.29
	0.53	0.06	1.27	0.29	1.35	0.10	0.94	0.007
Dosage des glucides	0.66	0.66	0.81	0.81	0.85	0.85	0.74	0.74
	0.65	0.65	0.85	0.85	0.85	0.85	0.78	0.78
	0.69	0.69	0.82	0.82	0.82	0.82	0.79	0.79

ET= Ecart type, M= moyenne.

## Annexe 12 : analyse statistique

Tableau 30 : Test de tukey du dosage des protéines.

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0.005993	0.001349	0.000494
D3	10	0.005993		0.938039	0.738511
D2	20	0.001349	0.938039		0.970522
D1	30	0.000494	0.738511	0.970522	

Tableau 31 : Matrice de la corrélation dosage des protéines.

	Temps	Dose	Concentration
Temps	1.000000	-0.000000	0.594894
Dose	-0.000000	1.000000	0.551542
Concentration	0.594894	0.551542	1.000000

Tableau 32 : Test de tukey du dosage des glucides

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,998268	0,991472	0,993385
D3	10	0,998268		0,999445	0,999715
D2	20	0,991472	0,999445		0,999996
D1	30	0,993385	0,999715	0,999996	

Tableau 32 : Matrice de la corrélation dosage des glucides

	Temps	Dose	Concentration
Temps	1,000000	0,059422	0,727937
Dose	0,059422	1,000000	-0,000000
Concentration	0,727937	-0,000000	1,000000

## Annexe 13

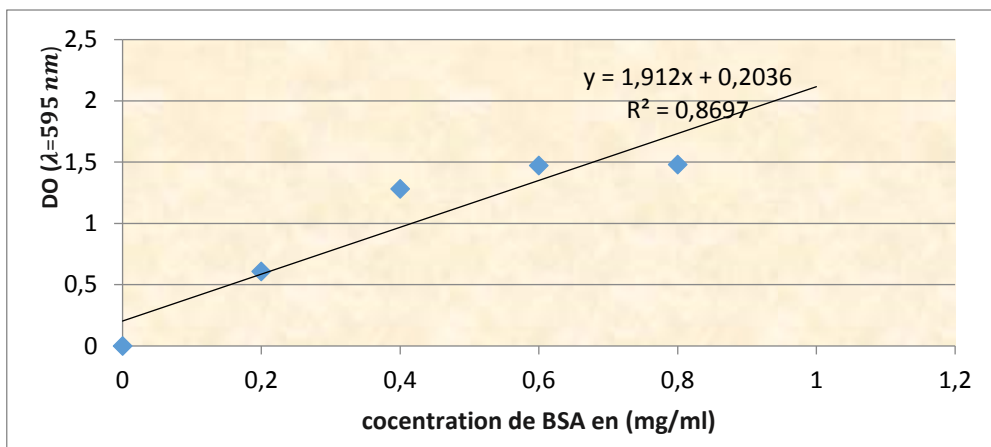


Figure 11 : la gamme d'étalonnage des protéines.

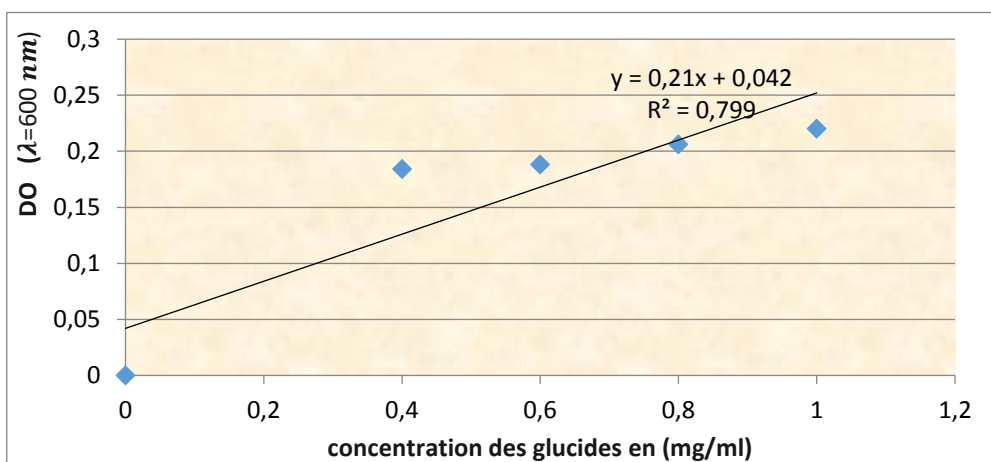


Figure 12 : la gamme d'étalonnage des glucides.

## Annexe 14

## Milieu de culture préparé.

## Gélose nutritive :

- Extrait de viande.....2g.
- Peptone.....15g.
- NaCl.....5g.
- Agar.....15g.
- Eau distillée.....1000 ml

PH=7.2avec autoclave à

120° C pendant 20 minutes.

## Annexe 15

**Tableau 34** : taux de consommation des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par gavage des polyphénols du faux fenouil.

ET	D1=30 µl/jours			Témoin			D2=20 µl/ml			D1=30 µl/ml			D3=10 µl/ml			D2=20 µl/ml			D3=10 µl/ml			
	R1	R2	R3	DR1	RET	R3R1M	R3R1M	R2ET	R3R1	D2R2	ER3	MR1	RET	R3R1	D3R2	ER3	M	ET	R1	R2	R3	M
0	3	3	1 3	0	8 0	2 0	3 0	5 2	3 332	1 23	4	3 0	6 4	4 332	1 52	2 67	1 15	4	3	4	3 67	0 58
3 0 58	6	5	2 5	5 63	7 0 58	5 6 33	7 0 58	8 6	6 666	1 63	6	6 0	11 6	8 333	2 52	5 33	2 08	7	5	7	6 33	1 15
3 2 08	8	10	3 6	9	5 2	8	117 33	9 2 08	10 7	1 0	8	7 73	15 9	11 5	49	7 67	2 31	9	9	11	9 67	1 15
7 0 58	9	13	4 6	9 53	4 5 1	5	144 67	100 58	11 8	2 08	9 167	12 08	18 10	14 8	3 60	9	1	9	14	12	11 67	2 52
7 0 58	9	14	5 7	10	3 6 0	2	151 67	100 58	12 8	2 52	14	13 64	19 12	15 338	3 20	10	2	10	14	15	13	2 64

<b>Tableau 35</b> : taux de consommation des larves L5 de ( <i>G.mellonella</i> ) traitées par administration des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment.																														
jours	Témoins						D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml											
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	
1	0	8	6	0	0		2	3	4	3	1.		3	3	4	3.33	0.58		4	3	5	4	0		4	3	5	4	1	
2	6	7	6	6.33	0.58		2	4	4	3.33	1.15		5	5	5	5	0		6	4	8	6	2		6	4	8	6	2	
3	9	5	8	7.33	2.08		2	4	4	3.33	1.15		6	7	5	6	1		9	5	9	7.67	2.31		9	5	9	7.67	2.31	
4	5	4	5	4.67	0.58		2	4	4	3.33	1.15		6	7	5	6	1		10	5	10	8.33	2.89		10	5	10	8.33	2.89	
5	1	2	2	1.67	0.58		2	4	4	3.33	1.15		6	7	5	6	1		10	5	10	8.33	2.89		10	5	10	8.33	2.89	

<b>Tableau 36 : taux de consommation des larves L5 de (<i>G.mellonella</i>) traitées par gavage des tanins du faux fenouil</b>																								
jours	Témoins						D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml					
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET			
1	0	8	6	0	0		2	3	4	3	1	3	3	4	3.33	0.58	4	3	5	4	4	1		
2	6	7	6	6.33	0.58		2	4	4	3.33	1.15	5	5	5	5	0	6	4	8	6	2			
3	9	5	8	7.33	2.08		2	4	4	3.33	1.15	6	6	5	6	1	9	5	9	7.67	2.31			
4	5	4	5	4.67	0.58		2	4	4	3.33	1.15	6	6	5	6	1	10	5	10	8.33	2.89			
5	1	2	2	1.67	0.58		2	4	4	3.33	1.15	6	6	5	6	1	10	5	10	8.33	2.89			

**Tableau 37** : taux de consommation des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par gavage des polyphénols de la coriandre.

jours	Témoïn						D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml							
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET
1	0	8	6	0	0		2	5	3	3.33	1.53	11	13	6	10	3.6	8	6	10	8	2					
2	6	7	6	6.33	0.58		4	6	4	4.67	1.15	13	14	9	12	2.64	11	9	17	12.33	4.16					
3	9	5	8	7.33	2.08		6	7	4	5.67	1.53	17	20	10	15.67	5.13	13	11	20	14.67	4.72					
4	5	4	5	4.67	0.58		7	7	4	6	1.73	18	21	10	16.33	5.69	13	12	20	15	4.36					
5	1	2	2	1.67	0.58		7	7	4	6	1.73	18	21	10	16.33	5.69	13	12	20	15	4.36					

**Tableau 38** : taux de consommation des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par administration des polyphénols de la coriandre dans l'aliment.

jours	D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml							
	Témoïn																			
	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET
1	0	8	6	0	0	1	3	1	1.67	1.15	1	2	2	1.67	0.58	2	2	4	2.67	1.15
2	6	7	6	6.33	0.58	2	5	2	3	1.73	4	3	5	4	1	5	6	10	7	2.64
3	9	5	8	7.33	2.08	2	6	4	4	2	11	6	6	7.67	2.88	7	9	13	9.67	3.05
4	5	4	5	4.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58	14	8	7	9.67	3.78	9	13	16	12.67	3.51
5	1	2	2	1.67	0.58	4	5	4	4.33	0.58	14	8	7	9.67	3.78	9	15	17	13.67	4.16

**Tableau 39** : taux de consommation des larves L5 de (*G.mellonella*) traitées par gavage des tanins de la coriandre.

jours	Témoin						D1=30 µl/ml						D2=20 µl/ml						D3=10 µl/ml							
	R1	R2	R3	M	ET		R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET	R1	R2	R3	M	ET
1	0	8	6	0	0		3	2	4	3	1	5	5	1	3.67	2.31	3	1	2	2		3	1	2	2	1
2	6	7	6	6.33	0.58		6	5	6	5.67	0.58	7	6	5	6	1	5	7	4	5.33	1.53	5	7	4	5.33	1.53
3	9	5	8	7.33	2.08		10	7	7	8	1.73	10	9	9	9.33	0.58	10	9	8	9		10	9	8	9	1
4	5	4	5	4.67	0.58		11	8	9	9.33	1.53	11	11	11	11	0	12	10	10	10.67	1.15	12	10	10	10.67	1.15
5	1	2	2	1.67	0.58		11	9	9	9.67	1.15	13	12	12	12.33	0.58	13	12	10	11.67	1.53	13	12	10	11.67	1.53

## Annexe 16 : Analyse statistique.

**Tableau 40 : Test de tukey de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
<b>T</b>	0		0,979593	0,974127	0,963875
<b>D3</b>	10	0,979593		0,999988	0,999796
<b>D2</b>	20	0,974127	0,999988		0,999953
<b>D1</b>	30	0,963875	0,999796	0,999953	

**Tableau 41 : Matrice de la corrélation de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil par gavage**

	Temps	Dose	Consommation
<b>Temps</b>	1,000000	-0,466441	0,625317
<b>Dose</b>	-0,466441	1,000000	0,000000
<b>Consommation</b>	0,625317	0,000000	1,000000

**Tableau 42 : Test de tukey de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
<b>T</b>	0		0,986980	0,980182	0,980966
<b>D3</b>	10	0,986980		0,999955	0,999968
<b>D2</b>	20	0,980182	0,999955		1,000000
<b>D1</b>	30	0,980966	0,999968	1,000000	

**Tableau 43 : Matrice de la corrélation de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols du faux fenouil dans l'aliment**

	Temps	Dose	consommation
<b>Temps</b>	1,000000	-0,669962	0,510165
<b>Dose</b>	-0,669962	1,000000	0,000000
<b>consommation</b>	0,510165	0,000000	1,000000

**Tableau 44 : Test de tukey de la consommation du traitement par administration des doses des tanins du faux fenouil par gavage**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
<b>T</b>	0		0,991428	0,986466	0,980524
<b>D3</b>	10	0,991428		0,999963	0,999738
<b>D2</b>	20	0,986466	0,999963		0,999971
<b>D1</b>	30	0,980524	0,999738	0,999971	

**Tableau 45 : Matrice de la corrélation de la consommation du traitement par administration des doses des tanins du faux fenouil par gavage**

	Temps	Dose	consommation
Temps	1,000000	-0,709439	0,503302
Dose	-0,709439	1,000000	0,000000
consommation	0,503302	0,000000	1,000000

**Tableau 46 : Test de tukey de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,999994	0,999989	0,482108
D3	10	0,999994		1,000000	0,498748
D2	20	0,999989	1,000000		0,502221
D1	30	0,482108	0,498748	0,502221	

**Tableau 47 : Matrice de la corrélation de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre par gavage**

	Temps	Dose	consommation
Temps	1,000000	-0,039355	0,163909
Dose	-0,039355	1,000000	0,000000
consommation	0,163909	0,000000	1,000000

**Tableau 48 : Test de tukey de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment**

	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,970465	0,997229	0,995806
D3	10	0,970465		0,994836	0,996479
D2	20	0,997229	0,994836		0,999992
D1	30	0,995806	0,996479	0,999992	

**Tableau 49 : Matrice de la corrélation de la consommation du traitement par administration des doses des polyphénols de la coriandre dans l'aliment**

	Temps	Dose	consommation
Temps	1,000000	-0,639626	0,174550
Dose	-0,639626	1,000000	0,000000
consommation	0,174550	0,000000	1,000000

**Tableau 50 : Test de tukey de la consommation du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage**

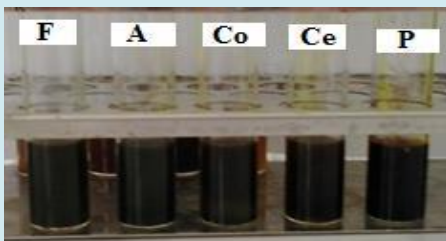
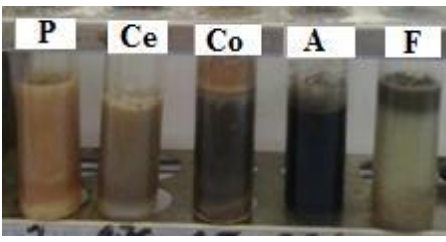
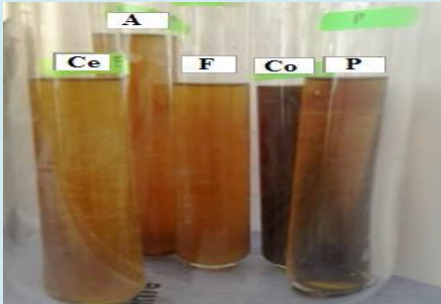
	Dose	{T}	{D3}	{D2}	{D1}
T	0		0,983156	0,985680	0,980916
D3	10	0,983156		0,999998	0,999999
D2	20	0,985680	0,999998		0,999985
D1	30	0,980916	0,999999	0,999985	

**Tableau 51 : Matrice de la corrélation de la consommation du traitement par administration des doses des tanins de la coriandre par gavage**

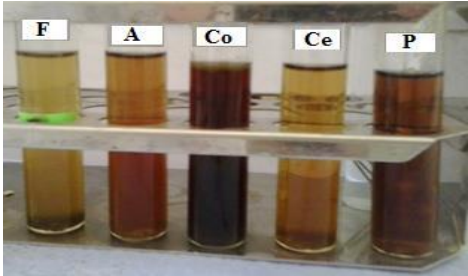

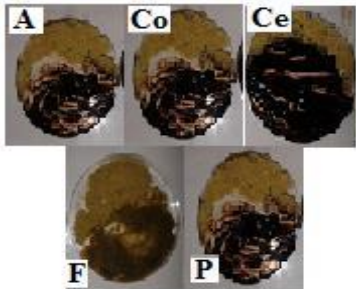
	Temps	Dose	consommation
Temps	1,000000	-0,683074	0,482520
Dose	-0,683074	1,000000	0,000000
consommation	0,482520	0,000000	1,000000

## Annexe 17

**Tableau 52 : Tableau de screening phytochimique de 5 poudres de plantes différentes (Lahiani et Raad, 2015).**

Molécules recherché	Réaction positive	Résultats obtenus										
Tanins totaux	Coloration bleu noire											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aneth fenouil</th> <th>Céleri</th> <th>Coriandre</th> <th>Fenouil</th> <th>Persil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+++</td> <td>+++</td> <td>+++</td> <td>+++</td> <td>+++</td> </tr> </tbody> </table>	Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil	+++	+++	+++	+++	+++
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil						
+++	+++	+++	+++	+++								
Tanins galliques	Coloration bleu foncé											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aneth fenouil</th> <th>Céleri</th> <th>Coriandre</th> <th>Fenouil</th> <th>Persil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+++</td> <td>++</td> <td>+++</td> <td>++</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil	+++	++	+++	++	-
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil						
+++	++	+++	++	-								
												

		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		++	+	+++	++	++
<b>Anthocyanes</b>	Rouge					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		++	++	+++	++	++
<b>Saponosides</b>	Précipitation blanc					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		+++	+++	+++	+++	+++
<b>Alcaloïdes</b>	Précipitation rouge					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		-	-	-	-	-
<b>Amidon</b>	Coloration bleu violette					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		-	-	-	-	-

<b>Flavonoïdes</b>	Coloration rouge-orangée					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		++	+	+++	+	+++
<b>Mucilages</b>	Précipitation floconneux					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		-	-	-	-	-
<b>Glucosides</b>	Coloration rouge brique ensuite violette					
		Aneth fenouil	Céleri	Coriandre	Fenouil	Persil
		+++	+++	+++	+++	+++

## ملخص

تقوم الدراسة الحالية على البحث عن الجزيئات الحيوية المشتقة من نباتات تنتمي لفصيلة الخيميات تمثل نشاطا مبيدا للحشرات. بعد عزل وتحديد بعض المكونات الفينولية لنبتتين من فصيلة الخيميات وهما نبتة الكريزة (*coriandrum sativum L.*) ونبتة الشبث (*Aneth graveolens*) شرعنا في دراسة مدى سمية إجمالي البوليفينول ودبغ النبتتين على يرقات العثة (دودة الشمع أو فراشة الشمع) *Galleria mellonella* وكذا تأثيرهما على التركيب الكيميائي الحيوي للصف الدموي لهذه اليرقات. أظهرت النتائج المحصل عليها بعد عملية المعالجة باستعمال البوليفينول أن هاتين الجزيئتان الحيويتان تمثلان إضافة إلى ميزة إفقاد الشهية، نشاطا مبيدا للحشرات مثيرا للاهتمام بالنسبة للعثة ذات التركيزات بنسبة 1 % و 2 % و 3 % مع انعدام خاصية التنفير. بالتوازي مع ذلك تم تسجيل ارتفاع كبير في تركيز البروتينات في الصف الدموي بعد حقن البوليفينول المستخرج من الشبث ما يدفعنا للاعتقاد أن هذا المستخلص يملك جزيئات نشيطة تحفز تركيب البروتين ما يوحى باختلال الأيض البيولوجية الحيوية وفسولوجيا الحشرة. وأخيرا تم تسليط الضوء على وجود توافق بين المستخلصات واثنين من السلالات البكتيرية من جنس العصوية (*Bacillus*). المصطلحات الرئيسية: العثة – نبتة الكريزة – الشبث – البوليفينول – الدبغ – نشاط مبيد للحشرات.

## Résumé

Le présent travail a pour objectif, la recherche de biomolécules dérivées de plantes appartenant à la famille des Apiacées et présentant une activité insecticides.

Après, l'isolement et l'identification de quelques composés phénoliques de deux plantes de la famille des Apiacées : la coriandre (*coriandrum sativum L.*) et le faux fenouil (*Aneth graveolens*), nous avons procédé à l'étude de la toxicité des polyphénols totaux et des tanins des deux plantes sur les larves L5 de la fausse teigne des ruches *Galleria mellonella* ainsi que leurs effets sur la composition biochimique de l'hémolymphe de ces larves.

Les résultats obtenus après traitements par les polyphénols, ont montré que ces derniers présentent en plus de l'anti-appétence, une activité insecticide intéressante à l'égard de la fausse teigne aux concentrations de 1%, 2% et de 3%, avec absence d'un effet répulsif.

En parallèle, une augmentation significative de la concentration des protéines a été enregistrée dans l'hémolymphe après injection des polyphénols du faux fenouil, laissant penser que cet extrait possède des molécules actifs excitant la synthèse des protéines, ce qui signifie une perturbation du métabolisme biochimique et de la physiologie de l'insecte.

Enfin, la compatibilité de ces extraits avec deux souches bactériennes du genre *Bacillus* a été mise en évidence.

**Mots clés :** *Galleria mellonella*, coriandre, faux fenouil, polyphénols, tanins, activité insecticide

## Summary

This study aims to search biomolecules derived from plants belonging to the Apiaceae family that have an insecticide activity.

After the isolation and identification of some phenolic compounds of two plants of the Apiaceae family: coriander (*coriandrum sativum L.*) and dill (*Aneth graveolens*), we proceeded to study the toxicity of total polyphenols and tannin of both plants on wax moth larvae L5 *Galleria mellonella* and their effects on the biochemical composition of larvae hemolymph.

The results obtained after treatment with polyphenols have shown that these latter have, in addition to anti-appetence, an interesting insecticide activity towards wax moth at concentrations of 1%, 2% and 3% with no repulsion effect.

In parallel, a significant increase in the protein concentration was noticed in the hemolymph after injection of dill's polyphenols, which suggests that this extract has active molecules that excite protein synthesis, which means a disturbance of the biochemical metabolism and physiology of the insect.

Finally, the compatibility of these extracts with two bacterial strains of the genus *Bacillus* has been highlighted.

**Key words:** *Galleria mellonella*, coriander, dill, polyphenols, tanins, insecticide activity.