

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 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité/Option: Biologie moléculaire et cellulaire

Département: biologie

Thème

**Activité bio-insecticide des huiles essentielles de l'Ortie *Urtica*
dioica L. sur, un ravageur des denrées stockées *Ephestia*
Kuehniella (Zeller)**

Présenté par :

Haiahem Lemya

Tebbani Ibtissem

Bencheghieb bouthaina

Devant le jury composé de :

Président : M^{me} Messiad souad

M.C.B. Université de Guelma

Encadreur : M^{me} Hami Manel

M.C.B. Université de Guelma

Examineur : M^{me} Zidi Sourour

M.C.B. Université de Guelma

REMERCIEMENTS

En tout premier lieu, nous remercions Allah le Tout-Puissant **الله سبحانه و** **تعالى**, L'Audient **السميع**, Le Voyant **البصير**, Le Créateur **الخالق**, L'Omniscient **العليم**, Le Préserveur **المهيمن**, Le Tout-Clément **الرَّحمان** et Le Très-Miséricordieux **الرَّحيم** de nous avoir donné la force et le courage pour dépasser toutes les difficultés afin de réaliser ce travail. Louange à L'Éternel **الحمد لله**.

Nous tenons à remercier très vivement Madame **Messied Souad** qui nous a fait l'honneur de présider le jury

Nos sincères remerciements, nos reconnaissances et gratitude extrême s'adressent à Madame Hami **Manel** notre encadreur pour sa disponibilité, ses conseils, ses encouragements inestimables, ses généreuses explications, sa qualité humaine et sa gentillesse.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Madame **Zidi Sourour** qui nous honore de sa présence en examinant ce travail.

Nous tenons à exprimer notre plus vifs remerciements à Madame le professeur **Henchiri Cherifa** et madame **Azzouz Linda** du laboratoire de biochimie appliquée de l'université Badji Mokhtar Annaba, nous vous remercions pour toute votre aide.

Notre profonde reconnaissance est adressée à nos chers parents. Merci de votre amour, patience et encouragements. Qu'Allah vous Garde pour nous.

Nous adressons nos remerciements à l'ensemble des techniciens de laboratoire de la biologie de l'université de Guelma

Mes remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé, à un titre ou un autre, qu'il s'agisse de la fourniture d'informations précieuses, ou du conseil

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'activité insecticide de l'huile essentielle et de la poudre d'une plante aromatique et médicinales l'ortie (*Urtica dioica*.L) contre un ravageur des produits stockés *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). L'huile essentielle obtenue par hydrodistillation a été testée avec 5 doses (2, 4, 6, 8 et 10 µL /1ml d'acétone) sur les chrysalides d'*E. kuehniella* par une application topique, alors que la poudre de la plante a été testée sur les adultes avec 4 doses (0,25, 0,5, 1 et 2g/20g farine). À la suite des observations les valeurs de mortalité ont été déterminées pendant 24 h, 48h, 72h et 96 heures pour le traitement de la poudre et après 8 jours d'exposition pour le traitement d'huile essentielle. Les valeurs de DL50/DI50 et de DL90/DI90 ont été ensuite calculées. Les résultats concernant l'effet de l'huile essentielle ont donné des doses d'inhibition d'exuviation DI50 et DI90 respectivement de l'ordre de 5,37 µg/insecte et 33,11 µg/insecte, alors que les doses létales de la poudre DL50 et DL90 ont été respectivement de 1,50 g et 5,11g. La DI50 et DI90 d'HE ont été ensuite testées sur les paramètres biochimiques (les protéines) des chrysalides et les résultats montrent des perturbations métaboliques comparativement aux témoins non traités.

Mots clés : huile essentielle, *Urtica dioica*, *Ephestia kuehniella*, toxicité, bioinsecticide, Protéine.

Abstract

This study conducted to determine the insecticidal activity of essential oil and powder of anaromatic and medicinal plant stinging nettle (*Urtica dioica* .L) against a pest of stored products *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). The essential oil obtained by the hydrodistillation was tested with 5 doses (2, 4, 6, 8 and 10 μ L / 1ml of acetone) on pupae of *E.kuehniella* by topical application. While the plant powder was applied on adults with 4 doses (0.25, 0.5, 1 and 2g / 20g flour). Following the observations, the mortality values were determined during 24 , 48 ,72 and 96 hours for powder treatment, and after 8 days for essential oil treatment. LD50/DI50 and LD90/DI90 values were calculated. The results concerning EO effect gave doses of inhibition of exuviation DI50 and DI90 in the order of 5.37 μ g / insect and 33.11 μ g / insect respectively. While the lethal doses LD50 and LD90 of the powder were 1.50 g and 5.11 g respectively. The DI50 and DI90 of the essential oil was then tested on the biochemical parameters (proteins) of the pupae and the results showed metabolic disturbances compared to the non-treated pupae.

Key words: essential oils, *Urtica dioica*, *Ephestia kuehniella*, Toxicity, bioinsecticide, protein

المخلص

أجريت هذه الدراسة لتحديد نشاط المبيدات الحشرية للزيت الأساسي ومسحوق نبات القراص (*Urtica dioica*.L) ضد افة المنتجات المخزنة (*Ephastia kuehniella* zeller (Lepidoptirea:pyralidae). تم اختبار الزيت الأساسي الذي تم الحصول عليه عن طريق التحلل المائي باستخدام 5 جرعات (2،4،6،8 و 10 ميكروليتر / 1مل من الأستون) على العذارى بالتطبيق الموضعي. في حين تم اختبار مسحوق النبات ضد البالغين مع 4 جرعات (0,25, 0,5, 1 و 2 جم / 20 جم دقيق). بعد الملاحظات، تم تحديد نسبة الموت خلال 24, 48, 72 و 96 ساعة من المعالجة بالمسحوق ، وبعد 8 أيام من استعمال الزيت أساسي . بعدها تم حساب القيم LD50/ID50 وLD90\ID90 أعطت النتائج المتعلقة بتأثير الزيت جرعات تثبيط ID50 و ID90 في حدود 5.37ميكروغرام/ الحشرات و 33.11 ميكروغرام/ الحشرات على التوالي. بينما كانت الجرعات المميتة LD50 و DL90 الخاصة بالمسحوق 1.50جم و 5.11 جم على التوالي. بعدها تم تقييم الجرعة LD50 و DL90 المتعلقة بالزيت الأساسي على المعلمات الكيميائية الحيوية (البروتينات) للعذارى وأظهرت النتائج اضطرابات التمثيل الغذائي مقارنة مع العذارى الغير المعالجة .

الكلمات المفتاحية: الزيوت الأساسية، القريص، *Ephastia kuehniella*, السمية, المبيدات الحشرية الحيوية، بروتين

TABLE DE MATIERES

Remerciement

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des d'abréviation

INTRODUCTION

1

Chapitre I : GÉNÉRALITÉ

I.1. Présentation des huiles essentielles.

3

I.1.1. Définition des huiles essentielles

3

I.1.2. Répartition et localisation

4

I.1.3. Utilisation des huiles essentielles en tant que biopesticides

4

I.1.4. Activité insecticides des huiles essentielles

6

I.1.4.1. Répulsifs

6

I.1.4.2. Anti-appétant

7

I.1.4.3. Toxicité

7

I.1.4.4. Retardateurs de croissance et inhibiteurs de développement

8

I.1.4.5. Attractants

8

1.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

8

1.5.1. Hydrodistillation

8

1.5.2. Extraction par solvant

9

1.5.3. Hydrodiffusion

9

1.6.Composition chimiques des HE d' <i>Urtica dioïca.L</i>	10
2. Principaux ravageurs des denrées stockées	10
2.1. Dégât causées par <i>Ephestia kuehniella</i>	10

Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

II.1Présentation du matériel animal	12
II.1.1. Position systématique	12
II.1.2. Cycle biologique	13
II.1.3.Elevage	15
II.2. Présentation du matériel végétale	15
II.2.1. Description botanique	15
II.2.2. Position systématique	16
II.2.3. Récolte et séchage	17
II.2.4. Extraction par hydrodistillation	17
II.2.5. Rendement	20
II.3. Evaluation de l'activité insecticide	21
II.3.1. Traitement par application topique	21
II.3.2. Traitement par poudre	22
II.4. Etude toxicologique	23
II.5. Extraction et Dosage des protéines totales	24
II.6. Etude statistique	26

Chapitre III : RESULTATS

III.1.Rendement	27
III.2. Etude toxicologique	27
III.2.1. Etude toxicologique de l'huile essentielle d' <i>Urtica dioïca</i>	27

III.2.1.1. Efficacité de l'huile essentielle des feuilles d'<i>Urtica dioica</i> sur l'inhibition de l'exuviation adulte	27
III.2.2. Effet de la poudre des feuilles d'<i>Urtica dioica</i>	31
III.2.2.1. Effet insecticide de la poudre des feuilles sur les adultes d'<i>E. kuehniella</i>	31
III.3. Effet <i>in vivo</i> de l'huile essentielle d'<i>U. dioica</i> sur la quantité des protéines	38

Chapitre IV : DISCUSSION

IV.1. Rendement	42
IV.2. Effet insecticide de l'huile essentielle d'<i>Urtica dioica</i>	42
IV.3. Effet insecticide de la poudre des feuilles sur les insectes adultes d'<i>Urtica dioica</i>	43
IV.4. Effet des HE sur les protéines totales	44
Conclusion	45
Référence Bibliographique	
Liste des Annex	

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	TITRE	PAGE
Tableau 1	Gamme d'étalonnage des protéines	24
Tableau 2	Effet de l'huile essentielle administré in vivo par application topique à l'exuviation nymphale d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux observé d'inhibition de l'exuviation adulte ($m \pm s$, n= 3 répétitions comportant chacune 10 individus)	28
Tableau 3	Effet de l'huile essentielle administré in vivo par application topique à l'exuviation nymphale d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte ($m \pm s$, n= 3 répétitions comportant chacune 10 individus).	28
Tableau 4	Effet de l'huile essentielle administré in vivo par application topique à l'exuviation nymphale d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : transformation angulaire ($m \pm s$; n= 3 répétitions comportant chacune 10 individus).	29
Tableau 5	Effet de l'huile essentielle administré in vivo par application topique à l'exuviation nymphale d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : analyse de la variance ($m \pm s$; n= 3 répétitions comportant chacune 10 individus).	29
Tableau 6	Effet de l'huile essentielle administré in vivo par application topique à l'exuviation nymphale d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : Classement des doses ($m \pm s$; n= 3 répétitions comportant chacune 10 individus).	29
Tableau 7	Effet de l'huile essentielle administré in vivo par application topique à l'exuviation nymphale d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : transformation en probits des mortalités corrigées ($m \pm s$; n= 3 répétitions comportant chacune 10 individus).	30
Tableau 8	Efficacité de l'huile essentielle, administré in vivo par application topique à des chrysalides nouvellement exuviées d' <i>E. kuehniella</i> : Analyse des probits de la DL50 et DL90 (IC : intervalle de confiance).	31

Tableau 9	Effet de la poudre des feuilles <i>d'Urtica dioica</i> sur des adultes <i>d'Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité observée (%) à 24 heures ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	31
Tableau 10	Effet de la poudre des feuilles <i>d'Urtica dioica</i> sur des adultes <i>d'Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité observée (%) à 48 heures ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	32
Tableau 11	Effet de la poudre des feuilles <i>d'Urtica dioica</i> sur des adultes <i>d'Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité observée (%) à 72 heures ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	33
Tableau 12	Effet de la poudre des feuilles <i>d'Urtica dioica</i> sur des adultes <i>d'Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité observée (%) à 96 heures ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	34
Tableau 13	Effet de la poudre des feuilles <i>d'Urtica dioica</i> sur des adultes <i>d'Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).	35
Tableau 14	Effet de la poudre des feuilles <i>d'U. dioica</i> sur des adultes <i>d'Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) analyse de la variance ($m \pm s$; $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	36
Tableau 15	Efficacité de la poudre des feuilles <i>d'U. dioica</i> sur des adultes <i>d'E. kuehniella</i> , Analyse des probits de la DL50 et DL90 (IC : intervalle de confiance).	38
Tableau 16	Effet de l'huile essentielle <i>d'U. dioica</i> administrées par application topiques sur des chrysalides nouvellement éluviées, sur la quantité de protéines totales ($\mu\text{g}/\text{chrysalide}$) ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 3 individus).	39

Liste des figures

FIGURE	TITRE	PAGE
Figure 1	<i>Ephestia kuehniella</i> Zeller.	12
Figure 2	Cycle de développement d' <i>E. kuehniella</i> à 27°C	14
Figure 3	<i>Urtica dioica</i> .L	16
Figure 4	Localisation géographique de la région de collecte d' <i>urtica dioica</i> .L	17
Figure 5	Représentation schématique de l'équipement d'hydrodistillation	18
Figure 6	Montage de la décantation	19
Figure 7	Montage de l'évaporateur rotatif	20
Figure 8	Dispositif de préparation des doses expérimentales	21
Figure 9	Dispositif expérimental du traitement topique	22
Figure 10	Dosage des protéines selon Bradford (1976)	25
Figure 11	Efficacité des HE d' <i>Urtica dioica</i> .L administré par application topique sur des chrysalides d' <i>E.Kuehniella</i> : analyse des probits	30
Figure 12	Effet de la poudre des feuilles d' <i>Urtica dioica</i> sur des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) à 24 heures	32
Figure 13	Effet de la poudre des feuilles d' <i>Urtica dioica</i> sur des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) à 48 heures	33
Figure 14	Effet de la poudre des feuilles d' <i>Urtica dioica</i> sur des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) à 72 heures	34
Figure 15	Effet de la poudre des feuilles d' <i>Urtica dioica</i> sur des adultes d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) à 96h	35
Figure 16	Effet de la poudre des feuilles d' <i>Urtica dioica</i> sur des adultes	36

	d' <i>Ephestia kuehniella</i> , sur le taux de mortalité corrigée (%) en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures)	
Figure 17	Efficacité de la poudre des feuilles d' <i>U. dioica</i> sur des adultes d' <i>E. kuehniella</i> : Analyse des probits.	37
Figure 18	Dosage des protéines totales : courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité de protéine standard	39
Figure 19	Effet de l'huile essentielle d' <i>U. dioica</i> administrées par application topique sur des chrysalides nouvellement écloses, sur la quantité de protéines totales ($\mu\text{g}/\text{chrysalide}$) ($m \pm s$, n= 3 répétitions comportant chacune 3 individus).	40

Liste des abréviations

ANOVA	: Analyse de la variance
BBC	: Bleu Brillant de Commassie
CABI	: Centre for Agricultural Bioscience International
BSA	: Sérum albumine bovine
CM	: Carré moyen
CL50	: Concentration Létale de 50% de la population
CL90	: Concentration Létale de 90% de la population
DL 16	: Dose létale 16
DL50/ DI50	: Dose létale 50 / Dose d'inhibition 50
DL84	: Dose létale 84
DL90/ DI90	: Dose létale 90 / Dose d'inhibition 90
DDL	: Degrés de liberté
GSH	Glutathion
GST	Glutathion S-transférase
HE	: Huile Essentielle/Huiles essentielles
m	: Moyenne
MDA	Malon dialdehyde
n 3	: répétitions comportant chacune 10 individus
N	: normalité
P	: la valeur-p (probabilité)
PMSF	: fluorure de phénylméthylsulfonyl
R	Répétition
R²	: Coefficient de régression
SCE	: Somme des carrés des écarts
TCA	: Acidétrichloroacétique
Test 't'	: Test de Tukey
<i>U.dioica</i>	: <i>Urtica dioica</i>

INTRODUCTION

Introduction

L'un de plus importants défis auxquels l'humanité est confrontée au XXI^e siècle est la sécurité alimentaire globale et l'approvisionnement en nourriture. Cela est associé à l'augmentation annuelle de la population humaine mondiale qui est passée de 2,5 en 1950 à près de 7 milliards de personnes actuellement, qui ont tous besoin de se nourrir et ainsi de stocker des aliments dans de meilleures conditions **(UN, 2019)**.

Afin de satisfaire la demande alimentaire croissante des populations mondiales, les agriculteurs ont essayé de doubler la productivité alimentaire et le stockage des denrées vivrières. Toutefois cela n'a jamais été suffisant à cause de la présence des autres espèces qui sont en concurrence avec nos ressources alimentaires dont les insectes représentent le groupe le plus grand et le plus diversifié en espèces. Ces arthropodes sont considérés comme une pierre angulaire de ce défi, on estime qu'environ 10 à 40% des pertes annuelles de produits stockés dans le monde ont été causées par les insectes ravageurs **(Bhumi et al., 2017)**.

Dans le but de contrôler l'abondance des ravageurs dans les denrées emmagasinées, des nombreux moyens ont été consacrés pour prévenir les pertes dans les stocks, parmi lesquels le traitement chimique est la méthode la plus largement utilisée avec différents insecticides chimiques synthétiques. Cependant les risques inhérents à l'utilisation de ces produits et leur énorme impact négatif sont une préoccupation constante. Les applications à long terme d'insecticides de synthèse ont entraîné une accumulation de différents résidus dans composants de l'environnement qui ont des effets néfastes sur les organismes non ciblés, les écosystèmes et la santé humaine **(Mossa, 2016)** sans oublier de citer l'aspect de résistance des ravageurs à ces produits chimiques **(Reichmuth, 2010)**.

Face à cette situation, la recherche de nouvelles méthodes susceptibles de remplacer les insecticides chimiques s'avère donc nécessaire tout en restant efficaces, non toxiques et respectueux de l'environnement. L'alternative se réside aujourd'hui entre plusieurs formes de la lutte biologique, une méthode particulière fait l'objet d'un intérêt croissant est celle qui basé sur l'utilisation des molécules d'origine végétale. En effet les plantes sont naturellement dotées de substances chimiques dont certaines ne sont pas directement bénéfiques pour la croissance et le développement de l'organisme **(Said-Al Ahl et al., 2017)**. Parmi ces substances les huiles essentielles qui ont généralement été considérés comme faisant partie

d'un système de défense chimique qui permet aux plantes de se défendre contre les prédateurs, les agents pathogènes microbiens et également la survie des plantes dans leur milieu naturel (**Rehman et al., 2015 ; Sharifi-Rad et al., 2017**)

Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme des bio-pesticides. Cette efficacité a été démontrée contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires telles que Bruchidae (**Kellouche, 2005**). Aussi les poudres de feuilles des plantes aromatiques ont fait l'objet de nombreuses recherches en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockées (**Munyuli, 2009**).

Bien qu'un grand nombre études évaluant le potentiel insecticide des HE aient été publiés au cours des dernières décennies, une moindre attention a été accordée aux ravageurs des produits stockés (**Campolo et al., 2018**). C'est à partir de ce contexte que notre travail s'intéresse à évaluer la toxicité d'un bio-insecticide issu de l'huile essentielle et de la poudre des feuilles d'*Urtica dioica. L.* vis-à-vis un insecte ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* Zeller ainsi que leurs effets sur la quantité des protéines totales

Le document s'articule sur quatre chapitres, le premier concernant une synthèse bibliographique, le deuxième le matériel et méthodes, le troisième les résultats et enfin la discussion. Le document est terminé par une conclusion et des références bibliographiques.

GÉNÉRALITÉ

I. Généralité

I.1. Présentation des huiles essentielles

De tout temps et à travers les diverses civilisations : grec, romaine, égyptienne, chinoise, et arabe, l'homme a eu recours aux plantes aromatique et médicinales qui représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent :alcaloïdes, flavonoïdes, hétérosides, saponosides, vitamineset huiles essentielles. **(Sallé., 1991)**.

En effet, les huiles essentielles (HEs), principes actifs issus du métabolisme secondaire des plantes médicinales, sont largement employées au cours de ces dernières années, soutenue en particulier pour leurs propriétés biologiques (antimicrobienne, anti-oxydante, antiparasitaire, insecticide...) **(Bakkali et al.,2008)** et la diversité des secteurs d'application de ces extraits naturels dans de multiples et diverses industries : le secteur pharmaceutique, industries agronomiques, alimentaires, sanitaires, cosmétiques et de la parfumerie. **.(Silva et al., 2003; Hajhashemiet al., 2003; Perry et al., 2003)**.

I.1.1. Définition des huiles essentielles

Bien qu'il existe plusieurs définitions pratiques du terme huiles essentielles la plus courante est celle-ci qui le définit comme un matériau plus ou moins volatil, isolé d'une plante aromatique d'une espèce botanique par un processus physique qui ne doit pas conduire à un changement significatif dans sa composition chimique **(Rassemet al., 2016)**. En effet ce terme remontée au XVIe siècle et provient du composant actif d'un médicament, «Quinta essential» nommé par le fondateur de la discipline de toxicologie Paracelsus Von Hohenheim.**(Guenther, 1948)**. Ces substances volatiles sont responsables de différentes odeurs émises par les plantes. **(Dhifiet al., 2016)**.

De point vue chimique ce type des huiles est caractérisé par une forte odeur et dont la densité est inférieure à celle de l'eau **(Bakkali et al., 2008)**. Généralement sont des liquides incolores à la température ambiante, solubles dans l'alcool, l'éther mais insolubles dans l'eau. Ils ont un indice de réfraction et une activité optique très élevée **(Dhifiet al., 2016)**.

Cependant il ne doit pas confondre entre un HE et l'huiles végétative ou d'autres huiles synthétiques. En plus de la différence significative dans la composition chimique les huiles essentielles peuvent s'évaporer une fois placée à la température ambiante, ils ne forment aucune tache permanente après évaporation et sont incapables de subir une saponification **(khezar, 2013)**. Aussi on peut dire que l'huile essentielle n'est pas vraiment une huile car elle ne

contienne pas de substance grasse. Il est obtenu à partir d'essences riches en arômes naturels et en principes actifs (**Butnariuet Sarac., 2018**) qui présentent un grand nombre de propriétés intéressantes, notamment dans le domaine de la santé en tant qu'agents antibactériens, antifongiques et insecticides (**Properziet al., 2013**).

I.1.2. Répartition et localisation

Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont appelés plante aromatique constitué également 10% du règne végétal (**Barbieri et Borsotto, 2018**). D'environ 17500 espèces localisées généralement dans des pays tempérés à chauds, comme les pays méditerranéens et tropicaux (**Campoloet al., 2018**). En règle générale, les huiles essentielles se trouvent dans des végétaux supérieurs (environ 50 familles) appartenant à des ordres d'angiospermes : *Asterales*, *Laurales*, *Magnoliales*, *Zingiberales*, etc. ou de ginsénosides : *Pinales* (**Butnariuet Sarac, 2018**).

Les huiles essentielles sont produites par diverses structures différenciées, en particulier leur nombre et leurs caractéristiques sont très variables (**Dhifiet al., 2016**). ces liquides aromatiques huileux pourraient être bio synthétisés dans différents organes de la plante en tant que métabolites secondaires (**El Asbhanniet al., 2015**), à la fois par des glandes sécrétrices réparties à l'intérieur ou à la surface de la plante (**Svoboda et Greenaway, 2003**). ils peuvent d'être accumulées dans plusieurs organes de la plante; à savoir, fleurs, bourgeons, feuilles, fruits, écorce, graines, bois, rhizomes et racines (**Bruneton, 2009**).

I.1.3. Utilisation des HE en tant que bio pesticides

Il ne fait aucun doute qu'au cours cinquante dernières années les pesticides (insecticides, fongicides, herbicides...etc.) ont été au cœur du développement agricole, ils ont été au fondement de la mise en place de systèmes de production intensifs, permettant une productivité élevée pour répondre aux besoins conséquents des populations (**Bonnefoy, 2012**). De plus ils sont dictés aussi par des raisons de santé publique telle que la lutte contre les vecteurs de diverses maladies afin de limiter la propagation de parasites et autres affections.

Cependant aujourd'hui l'utilisation systématique de ces produits est remise en question, avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer pour toutes les composantes de l'environnement, voire pour la santé de l'homme (**Tahar et al., 2017**). De nombreux pesticides actuellement utilisés ont tendance à survivre longtemps dans les plantes, restent sous forme de résidus dans le sol et dans l'écosystème. (**Mishraet al., 2015**). En outre

l'application excessive de ces produits peut entraîner la destruction de la biodiversité, de nombreux organismes aquatiques et animaux sont sous la menace de pesticides nocifs pour leur survie. Les pesticides sont une préoccupation pour la durabilité de l'environnement et la stabilité mondiale (**Mahmood et al., 2016**).

Rendus attentif aux dangers des pesticides et les exigences des consommateurs ont contribué au regain d'intérêt pour la découverte, la mise au point et à l'usage des méthodes ancestrales avec d'agents naturels, autrement dit dans l'utilisation des biopesticides.

Un biopesticide se définit selon l'agence de protection de l'environnement des EtatsUnis (EPA) comme certains types de pesticides dérivés de matériaux naturels tels que les animaux, les plantes, les bactéries et certains minéraux (**EPA, 2017**) ou de substances d'origine naturelle synthétisées par ces derniers, leur spécificité d'action est souvent limitée à un nombre restreint d'espèces (**Philogène et al., 2008**). L'attribut principal qui différencie les biopesticides des pesticides synthétiques est le mode d'action (**Olson, 2015**).

Dans la quête de nouveaux biopesticides, une attention particulière est portée aux certains métabolites secondaires synthétisés par une variété de plants dite aromatique. En effet ils été observé que chez les plantes, l'évolution a privilégié le développement et l'accumulation de molécules toxiques qui peuvent efficacement éloigner les ennemis naturels ou limiter sensiblement leur intervention destructrice (**Bouguerra et Philogène, 1998**).

Ainsi que suscité par les interactions entre les insectes et les substances chimiques végétales ont conduit à la caractérisation de certaines d'extraits de plantes et de leurs composés secondaires (c'est-à-dire les matières actives) présentant une bioactivité établie contre les insectes ravageurs (**Philogène et al., 2008**).

Parmi les extraits botaniques, les huiles essentielles constituent une alternative prometteuse en tant que biopesticides (**Campolo et al., 2018**). Ces molécules sont un complexe de composés chimiques avec plusieurs modes d'action qui renforcent leur activité en raison de l'action synergique entre leurs constituants (**Mossa, 2016**).

L'intérêt croissant pour les huiles essentielles provient d'un certain nombre de facteurs tels que : Les HE sont biodégradables et se décomposent rapidement lors de l'application, cela empêche la bioaccumulation et les problèmes de pollution (**Ivase et al., 2017**), leur disponibilité générale, leur coût relativement bas (**Campolo et al., 2018**), la conviction que les extraits d'origine végétale sont moins toxiques que les pesticides conventionnels (**Said-Al Ahlet et al., 2017**). Lorsqu'ils sont utilisés dans le cadre de programmes de lutte intégrée, les biopesticides peuvent réduire considérablement l'utilisation de pesticides classiques, alors que

les rendements des cultures restent élevés (EPA, 2017). Les HE sont conçus pour un seul organisme nuisible spécifique ou, dans certains cas, quelques organismes nuisibles cibles, par opposition aux produits chimiques qui ayant une activité à large spectre (Tijjaniet al.,2017) et sont compatibles avec les programmes de contrôle biologique (Mossa, 2016).

En plus des particularités mentionnées ci-dessus, les biopesticides à base d'HE forment une classe de pesticides intéressante puisqu'en étant constituées de plusieurs composés à mécanismes d'action multiples, ce qui peut retarder l'apparition de populations résistantes d'insectes (Chiasson et Beloin, 2007).

Malgré ces propriétés prometteuses, les problèmes liés à leur volatilité, à leur faible solubilité dans l'eau et à leur aptitude à l'oxydation doivent être résolus avant qu'ils ne soient utilisés comme système alternatif de lutte antiparasitaire (Moretti et al.,2002).

I.1.4. Activité insecticides des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composés naturels ayant des propriétés insecticides et leur utilisation pour la protection des cultures est aussi ancienne que la pratique agricole (Said-Al Ahlet al., 2017). en effet différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles contre des insectes spécifiques tels que Lépidoptères, Coléoptères, Diptères, Isoptères et Hémiptères (Tripathiet al., 2009). Il a été rapporté que des huiles essentielles communes ayant des activités insecticides peuvent être inhalées, ingérées ou absorbées par la peau des insectes (Ozolset Bicevskis, 1979).

Toutefois, avant toute utilisation d'huiles essentielles il faut déterminer les doses nécessaires pour éliminer les insectes nuisibles (Tripathiet al., 2009) et leur mode d'action pour améliorer la qualité et la durabilité du produit (El-Wakeil., 2013). L'effet des HE sur la faune auxiliaire doit également être pris en considération (Ngamoet Hance, 2007).

En outre chaque huile essentielle est plus ou moins spécifique d'une espèce d'insecte cible ce qui nécessite de bien connaître les espèces d'insectes à combattre, ainsi que le spectre d'activité insecticide des huiles disponibles et autorisées à l'emploi (Cruz et al., 2016).Les insecticides à base de huiles essentielles peuvent fonctionner en tant que :

I.1.4.1.Répulsifs

Un bioinsecticide a une propriété répulsive se définit comme des substances qui agissent localement ou à distance permet d'éloigner les insectes (SendietEbadollahi 2013). L'activité répulsive des HE de nombreuses plantes est bien documentée (Mossa., 2016). Certaines

substances volatiles et huiles essentielles dérivées de plantes sont connues pour repousser plusieurs parasites et sont considérées comme des pesticides à risque minimum (**Saroukolaiet al., 2014**). Cette activité est liée aux principes actifs et aux autres constituants chimiques (**Damalas, et Eleftherohorinos, 2011**).

I.1.4.2. Anti-appétant

Parmi les insecticides botaniques, l'huile essentielle est l'une des meilleures suggestions de produits naturels qui peut affecter négativement la consommation alimentaire d'insectes ; ils sont connus comme dissuasifs ou anti-appétant (**Wawrzyniak, 1996**). En rendant les matériaux traités peu attrayants ou peu appétissants (**Rajashkaret al., 2012; Talukder, 2006**). Cette substance induit une alimentation plus difficile en modifiant le comportement des insectes, par une action directe sur les sensilles périphériques des insectes (**Isman., 2002**).

Le concept d'utilisation d'anti-appétant d'insectes a pris de l'ampleur dans les années 1970 et 1980 avec la démonstration du puissant effet dissuasif alimentaire de l'azadirachtine et des extraits de graines de neem sur un grand nombre d'espèces nuisibles (**El-Wakeil., 2013**). Les insectes restent sur le matériau traité et finissent par mourir de faim. Cela indique que les composés actifs présents dans la plante inhibent le comportement alimentaire des larves, tandis que d'autres perturbent l'équilibre hormonal ou rendent l'aliment désagréable. (**Hikalet al., 2017**).

I.1.4.3. Toxicité

L'activité insecticide de nombreux H.E. a été évaluée par rapport à un certain nombre d'insectes (**Mossa., 2016**). L'apparition rapide de toxicité à partir d'huiles essentielles ou de leurs constituants chez les insectes et autres arthropodes suggère un mode d'action neurotoxique. (**Isman et Machial., 2006**). Des études antérieures ont montré que la toxicité des HE vis-à-vis d'une variété d'insectes est liée aux terpènes. Ils représentent la majeure partie des composants d'HE, en particulier des monoterpénoïdes (**Abdelaziz et al., 2014**).

La toxicité des HE ne dépend pas seulement des composés chimiques qui agissent comme toxines, mais également de nombreux autres facteurs tel que : le point d'entrée de la toxine, les poids moléculaires et les mécanismes d'action. (**Mossa., 2016**).

I.1.4.4. Retardateurs de croissance et inhibiteurs de développement

Des études antérieures avaient montré que plusieurs huiles essentielles et leurs composants avaient des propriétés similaires à celles des hormones juvéniles et agissaient en tant que régulateurs de croissance (Mossa., 2016). Cette perturbation de la croissance des insectes pourrait contribuer à l'inhibition de différents processus de biosynthèse des insectes à différents stades de croissance (Athanassiouet al., 2014).

Les insecticides à base des huiles essentielles ont eu des effets délétères sur la croissance et le développement des insectes, (Talukder., 2006) en réduisant le taux de survie des larves et l'émergence des adultes (Koulet al., 2008). Ainsi que plusieurs huiles essentielles sont de bons inhibiteurs de la ponte des organismes nuisibles, ce qui empêche la croissance générale des populations. (Mossa., 2016).

I.1.4.5. Attractants

Les huiles essentielles de certaines plantes influencent à la fois les récepteurs gustatifs (goût) et olfactifs (odeurs) ou les sensilles (Hikalet al., 2017). Ils ne tuent pas les insectes et ne perturbent donc pas l'écosystème. Ils peuvent être utilisés pour mal orienter les insectes vers de mauvais sites de ponte, diminuant leur nombre par la famine ou la production d'œufs non fertilisés. (Arora et Dhawan, 2012).

I.1.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Le produit d'extraction peut varier en qualité, en quantité et en composition, selon la variété, la partie de la plante, la zone de croissance, les changements climatiques, la période de récolte, (Pauli et Schilche., 2009) composition du sol, l'âge et le stade du cycle végétatif (Angioniet al., 2009). En Outre la méthode utilisée pour extraire ces molécules est l'un des facteurs primordiaux qui déterminent la qualité de l'huile essentielle. Une procédure d'extraction inappropriée peut entraîner des dommages ou altérer la structure chimique. Cela entraîne une perte de bioactivité et de caractéristiques naturelles (Tongnuanchan et Benjakul., 2014).

I.1.5.1. Hydrodistillation

C'est la méthode la plus ancienne utilisée, est une variante de la distillation à la vapeur pour l'extraction en laboratoire des huiles essentielles (Golmohammadiet al., 2018) à haute température d'environ 212 degrés Fahrenheit (Jones, 2011) nécessitant une très longue durée de

traitement (jusqu'à 24 h), avec une grande quantité d'eau ajoutée (**Bousbiaet al., 2009**), dans laquelle on évapore les H.Es en chauffant un mélange d'eau et matières végétales, puis en liquéfiant les vapeurs dans un condenseur (**Rassemet al., 2016**) où la chaleur forçant les cellules des plantes contenant des HE à s'ouvrir et à libérer leurs trésors (**Jones., 2011**). Ensuite, la vapeur produite par l'eau bouillante transporte les vapeurs d'huile dans un condenseur (**Campoloet al., 2018**). Le condenseur de l'alambic refroidit alors la vapeur, ce qui lui permet de revenir à l'état liquide (**Jones., 2011**).

La partie dévastatrice de l'hydrodistillation réside dans le fait qu'il nécessite une consommation d'énergie élevée. (**Berka-Zougali et al., 2012**). De plus, le contact prolongé entre la plante et l'eau à des températures élevées peut modifier la composition chimique de l'HE ainsi que générer une hydrolyse (**Khajehet al., 2005**) ce qui entraîne des quantités très élevées d'eau résiduelle contaminée et de déchets solides (**Berka-Zougali et al., 2012**).

I.1.5.2.Extraction par solvant

L'extraction à l'aide de solvants organiques semble à être un moyen très simple d'extraire les huiles essentielles des plantes délicates pour produire des grandes quantités d'HE à moindre coût (**Chrissieet al., 1996**). Ceci est fait en utilisant deux liquides qui ne se mélangent pas, par exemple de l'eau et un solvant organique (**Rassemet al., 2016**).

Pour la pratique générale, le solvant est mélangé avec le matériel végétal, puis chauffé pour extraire l'huile essentielle, puis filtré, ensuite, le filtrat est concentré par évaporation du solvant (**TongnuanchanetBenjakul., 2014**). Toutefois, l'extraction par solvant peut entraîner à la fois une perte des composés volatils et une extraction de certains composés non volatils, ce qui peut entraîner une modification de l'efficacité et une altération de la qualité des HE (**Berka-Zougali et al., 2012**). De plus les résidus de solvant pourraient rester dans le produit final en raison d'une élimination incomplète (**Vieira de Melo et al., 2000**).

I.1.5.3.Hydrodiffusion

L'extraction par hydrodiffusion est similaire au processus de distillation à la vapeur. La principale différence entre ces deux méthodes, est la voie d'entrée de la vapeur dans l'alambic. Dans le cas de l'hydrodiffusion, la vapeur est introduite par le haut sur le matériel botanique et non par le bas, comme dans la distillation à la vapeur (**RanjithaetVijiyalakshmi., 2014**). Cette méthode permet de réduire la température de la vapeur à moins de 100 ° C. et un gain de temps et avec un rendement plus élevés (**TongnuanchanetBenjakul., 2014**).

I.1.6. Composition chimiques des HE d'*Urtica dioica* . L

L'analyse par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse GC-MS de l'huile essentielle d'*Urtica dioica* conduit à l'identification de 43 composés, représentant 95,8% de l'huile essentielle. D'après les résultats obtenus l'huile essentielle est principalement composée de :

- ❖ carvacrol (38,2%),
- ❖ carvone (9,0%),
- ❖ naphthalène (8,9%),
- ❖ E-anéthol (4,7%),
- ❖ hexahydrofarnésylacétone (3,0%),
- ❖ E-géranylacétone (2,9%),
- ❖ (E) -b-ionone (2,8%) et phytol (2,7%)

se sont révélés d'être les principaux composants, représentant 72,2% de l'échantillon (Gület *al.*, 2012).

I.2. Principaux ravageurs des denrées stockées

L'entomologie des produits stockés met l'accent sur les insectes nuisibles des céréales, légumineuses, graines, épices, fruits séchés et noix, ainsi que d'autres produits de base, secs et durables. Ces ravageurs entraînent chaque année des pertes quantitatives et qualitatives considérables pour les industries céréalières, alimentaires et de la vente au détail, qui représentent plusieurs milliards de dollars. (Hagstrum et Subramanyam., 2009).

Environ 70 espèces de papillons nocturnes, principalement dans les familles Pyralidae, Tineidae, Oecophoridae, et Gelechiidae, ont associées à une infestation de produits stockés (Tarlacket *al.*, 2014). toutefois, seules quelques espèces telles que la teigne méditerranéenne de la farine (*Ephestia kuehniella*, Pyralidae), la teigne du tabac (*E.elutella*, Pyralidae), la teigne de l'amande (*Cadra cautella*, Pyralidae), la teigne du raisin (*C.figulilella*, Pyralidae), la teigne de la farine indienne (*Plodia interpunctella*, Pyralidae) et la teigne des grains d'angoumoise (*Sitotroga cerealella*, Gelechiidae) sont considérées comme largement répandues et les principaux ravageurs des aliments stockés. (Tarlacket *al.*, 2014)

I. 2.1. Dégât causées par *Ephestia kuehniella*

La teigne méditerranéenne de la farine, *Ephestia kuehniella* (Zeller), est depuis longtemps reconnue comme un ravageur cosmopolite grave des produits céréaliers

stockés, en particulier de la farine. (**Jacob et Cox., 1977 ; Rees., 2003**). Il est extrêmement probable que l'on en trouve dans les moulins où sont stockées de la farine ou d'autres produits à base de céréales en poudre. (**Pakyariet al., 2016**).

Ce parasite est nuisible, non seulement parce qu'elle détruit ou détériore une quantité assez considérable des produits, lorsqu'elles s'en nourrissent ou les contaminent avec leurs excréments et surtout leurs fils de soie (**Soltani-Mazouniet al., 2012**) qui transforment la farine en une sorte de feutrage, mais aussi et surtout parce qu'elle empêche le fonctionnement régulier des appareils et des arrêts forcés du moteurs dans les moulins, par les feutrages formés par les larves (**Pandiret al ., 2013**) .

MATÉRIEL ET MÉTHODES

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation du matériel animal

Ephestia kuehniella (Zeller), appelée communément «Pyrale de la farine» est une mite des denrées stockées dont les larves s'attaquent essentiellement à la farine, aux grains de céréales (Blé, Mais, Riz), la semoule, les pâtes alimentaires et aux fruits secs (raisins, figues, abricots). (Bataille *et al.* 1995 ; Cipollaet *al.* 1996).



Figure 1 : *Ephestia kuehniella*Zeller (Zeller 1879)

II.1.1. position systématique

Ephestia Kuehniella (Zeller) est un insecte holométabole micro lépidoptère de la famille des pyralidés (Momenet *al.*,2007). Constitue un groupe d'insectes important dans l'ordre des lépidoptères. La classification de cette espèce selon NCBI (2018) est la suivante:

Règne	: Animalia
Sous-règne	: Metazoa
Embranchement	: Hexapoda
Classe	: Insecta
Sous classe	: Pterygota
Super ordre	: Endopterygota
Ordre	: Lepidoptera
Famille	: Pyralidae
Genre	: <i>Ephestia</i>
Espèce	: <i>kuehniella</i> Zeller

II.1.2.Cycle biologique

Chez *Ephestia kuehniella*, la durée totale du cycle complet de l'évolution dure environ 61 jours à une température constante de ($27^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$) (**Pakyariet al.,2018**) , et une humidité relative de 70 % (**Vieira et al., 1992**), ce Lépidoptère holométabole est passée par 4 stades successifs : œuf, larve, nymphe et adulte (**Figure 2**).

- ✓ **L'œuf** : il est de couleur blanchâtre et de forme ovoïde, sa durée d'incubation varie de 3 à 14 jours (Balachowsky, 1972), selon la température ambiante. Il mesure 460 μm de longueur et de 230 μm de largeur (**Hami ; 2004**).
- ✓ **La larve ou chenille**: elle passe par six stades larvaires. La larve du premier stade mesure de 1 à 1,5 mm de long, elle peut atteindre jusqu'à 15 à 20 mm au stade final. Dès son exuviation, la larve se nourrit directement de la farine, elle est de couleur blanche virant légèrement vers le rose. Le mâle se diffère de la femelle par la présence de deux tâches noires à la face dorsale de l'abdomen, qui correspondent aux testicules (**Hami, 2005; Taibi, 2007**).
- ✓ **La chrysalide ou nymphe** : la larve du dernier stade subit une mue nymphale et devient chrysalide. De profonds remaniements se manifestent, ça consiste en la destruction des organes larvaires et à l'édification de ceux de l'adulte, notamment la maturation sexuelle (Cassier, 1996). La nymphe est de couleur blanchâtre et devient de plus en plus foncée avec l'âge. Entourée d'un cocon de soie blanche contenant des substances nutritives, la chrysalide aboutit à un adulte après une durée du développement nymphale variant de 8 à 12 jours (**Hami, 2005**).
- ✓ **L'adulte**: la chrysalide subit une mue imaginale apportant les dernières modifications en réalisant l'insecte parfait qui est un papillon de 20 à 25 mm d'envergure, les ailes antérieures sont grisâtres satinées, avec des points noirs, les ailes postérieures sont blanchâtres finement frangées . Les femelles adultes pondent juste après l'accouplement qui aura lieu quelques heures après l'émergence et la fécondité est de 200- 300 œufs en amas au fond et sur les parois des sacs de farine (**Balachowsky, 1972**).

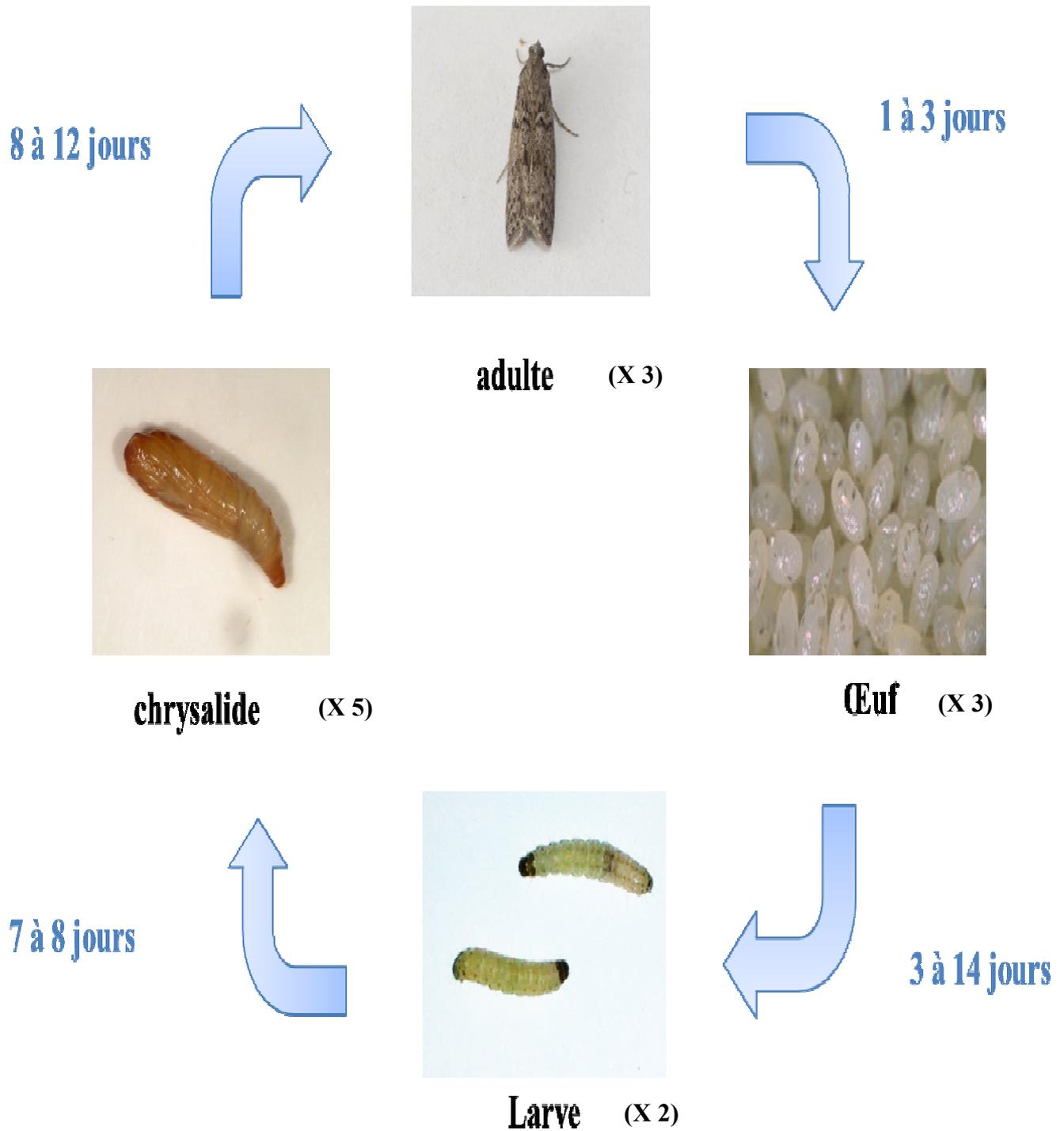


Figure 2 : Cycle de développement d'*E. kuehniella*(Hami *et al.*,2004)

II.1.3.Elevage

Les insectes proviennent des moulins Seybouse d'Annaba, L'élevage est conduit au laboratoire sous des conditions optimales de développement, caractérisées par une température de 27°C, une humidité relative voisine à 70%. Les larves du dernier stade sont isolées dans des boîtes en plastique contenant de la farine pour qu'elles puissent se nymphoser.

II.2. Présentation du matériel végétale

L'ortie (*Urtica dioica* L ou grande ortie) est une plante médicinales importantes du point de vue botanique en raison de leurs composés actifs nutritionnels et médicinaux. Son nom latin «Urtica» venant du verbe urere, qui signifie «brûler ». Alors que la lettre « L » fait référence à la classification des Carl Von Linné. **(Langlade, 2010)**

II.2.1.Description botanique

C'est une plante herbacée vivace mesurant de 1 à 2 m **(Semaltyet al., 2017)** communément appelée «ortie» ,elle est très répandue dans les zones tempérées et tropicale du monde **(Di Virgilioet al., 2014)** Généralement préfère de se pousser dans des sols riches en métaux lourds et en azote avec beaucoup d'humidité **(Kregielet al., 2018)**.

Urtica dioica.L est une espèce dioïque, elle possède des fleurs mâles et femelles sur des pieds séparés donnent naissance à un fruit appelé akène contenant un grain. **(Wichtlet Anton, 2003)**. Ses feuilles sont opposées, ovales, allongées, aiguës au sommet **(IESV, 2011)**. La tige est dressée, verte et quadrangulaire **(CorsietMasini, 1997)**.Les tiges et les feuilles sont couvertes de poils «trichomes » très urticants **(Oess, 2014)**.

La grande ortie possède deux types de racines les unes en rhizomes et les secondes sont racine brun grisâtre, torsadée irrégulièrement, d'environ 5 mm d'épaisseur **(Bisset, 1994)**. L'espèce d'*Urtica dioica* peut se reproduire sexuellement par les graines et asexuée par les rhizomes **(Srûtek et Teckelmann, 1998)**.



Figure 3: *Urtica dioica* .L (Bernard, 2018)

II.2.2.Position systématique

Le genre *Urtica* appartient à la famille des Urticacées (Ahmed *et* Parasuraman, 2014) qui ont été décrits pour la première fois par Antoine-Laurent de Jussieu en 1789 sous le nom «*Urtica*» (Große-Veldmann, 2016), constitués de 45 genres comprenant plus de 600 espèces. *Urtica* avec 63 espèces est le genre le plus important de cette famille, (Friis, 1993 ; Große-Veldmann *et al.*, 2016). La position systématique d'*Urtica dioica*.L selon CABI (2018) est la suivante :

- Règne :Plantae
- Ebranchement: Spermatophyta
- Sous embranchement: Angiospermae
- Classe: Dicotylédones
- Ordre: Urticales
- Famille: Urticaceae
- Genre: *Urtica*
- Espèce: *Urtica dioica*

II.2.3. Récolte et Séchage

La plante a été récoltée manuellement de Belkheir dans la wilaya de Guelma au mois de Février, Mars et avril 2019, les feuillettes de la plante ainsi récolté ont été séchés à l'abri de la lumière et sous ombre pendant 15 jours.



Figure 4 : Localisation géographique de la région de collecte de *Urtica dioica*
(Googlemaps.com)

II.2.4. Extraction par hydrodistillation

L'extraction des HE a été effectuée au niveau de laboratoire de biochimie appliqué de l'université de Badji Mokhtar –Annaba. En utilisant un hydrodistillateur de typeClevenger (figure 5) .

Au cours de cette procédure une quantité de 80 g de feuilles fraîches a été ajouté à 300 ml d'eau distillé dans un ballon de 1000ml, l'ensemble a été porté à l'ébullition dans un chauffe ballon pendant 3 à 4h à une température de 100°C. À la fin de la distillationle liquide obtenu(distillat) contient deux phases une phase organique et une phase aqueuse. Pour

recupérer l'huile essentielle, on a recours à une extraction liquide-liquide, à l'aide de l'ampoule à décanter, en utilisant le NaCl et le solvant cyclohexane et le diéthyléther. Il faut noter que cette opération a été répétée 3 fois.

2- Ballon à fond

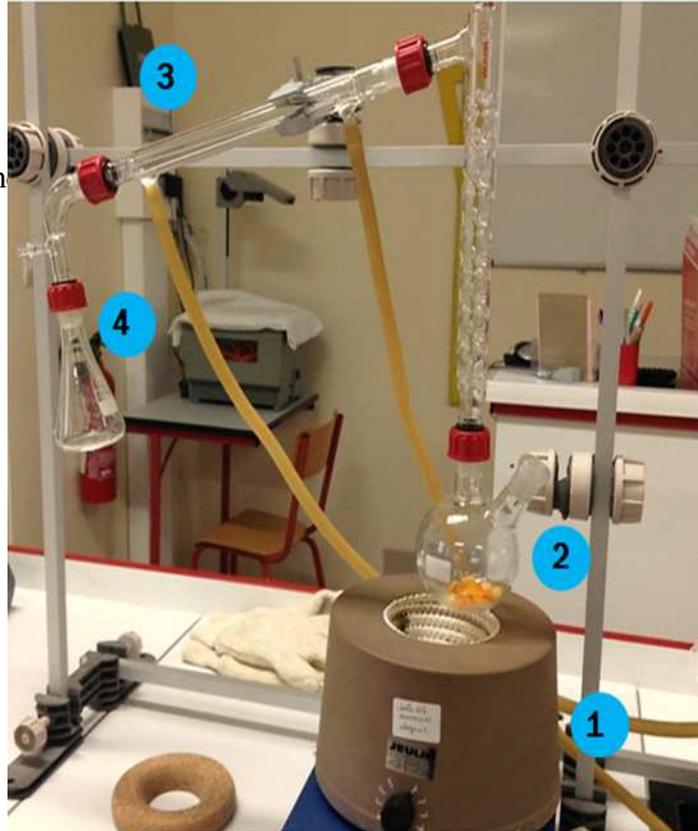


Figure 5 : Représentation schématique de l'équipement d'hydrodistillation

<http://lessentieldeshuilesessentielles.e-monsite.com/pages/iii-notreexperience/hydrodistillation.html>

La décantation est le plus souvent réalisée dans une ampoule à décanter (figure 6) selon les étapes suivantes :

- La solution à décanter est placée dans l'ampoule ;
- On rajoute ensuite 20 ml de solvant (cyclohexane, diéthyl éther) et 3g de NaCl ;
- L'ampoule est alors fermement secouée en prenant garde de dégazer le mélange de temps en temps en retournant l'ampoule et en ouvrant doucement le robinet ;
- Enfin nous avons recueilli deux phases : une phase aqueuse et une phase organique.

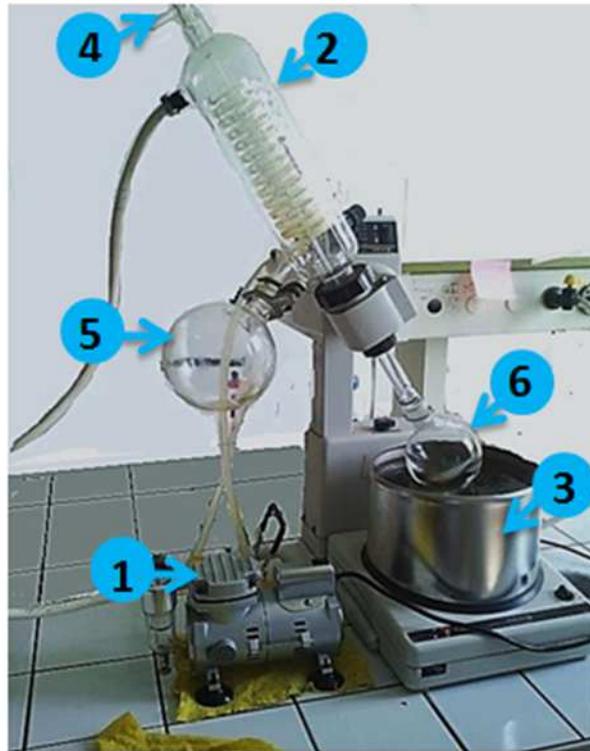


Figure 6 : Montage de la décantation (originale 2019)

La phase organique est un mélange homogène liquide, une distillation simple sous vide par un évaporateur rotatif (figure 7), a été réalisé dans le but est de séparer le solvant de l'huile essentielle.

L'évaporateur rotatif permet d'évaporer rapidement un solvant à une température relativement estimé selon le solvant destiné à évaporer, dans cet étude le solvant a évaporé est le cyclohexane et le diéthyléther qui ont une température d'ébullition de 69°et 37°C respectivement.

Après évaporation de solvants, l'huile purifiée a été recueillie dans un flacon opaque hermétiquement fermé, recouvert de papier aluminium pour protéger de la lumière et conservé à 4°C.



- 1- Moteur 3- Bain marie thermostat 5- Ballon de solvant extrait
2-Réfrigérateur 4- Robinet de mise en vide 6- Ballon de solvant à extraire

Figure 7 : Montage de l'évaporateur rotatif (Originale 2019)

II.2.5. Rendement

Le rendement en huile essentielle a été exprimé en g pour une biomasse totale de 220 g de matière végétale selon l'équation suivante (**Pharmacopée européenne, 2005**):

$$R = \frac{M - M^{\circ}}{Mv} \times 100$$

Sachant que

M= Masse de flacon remplis.

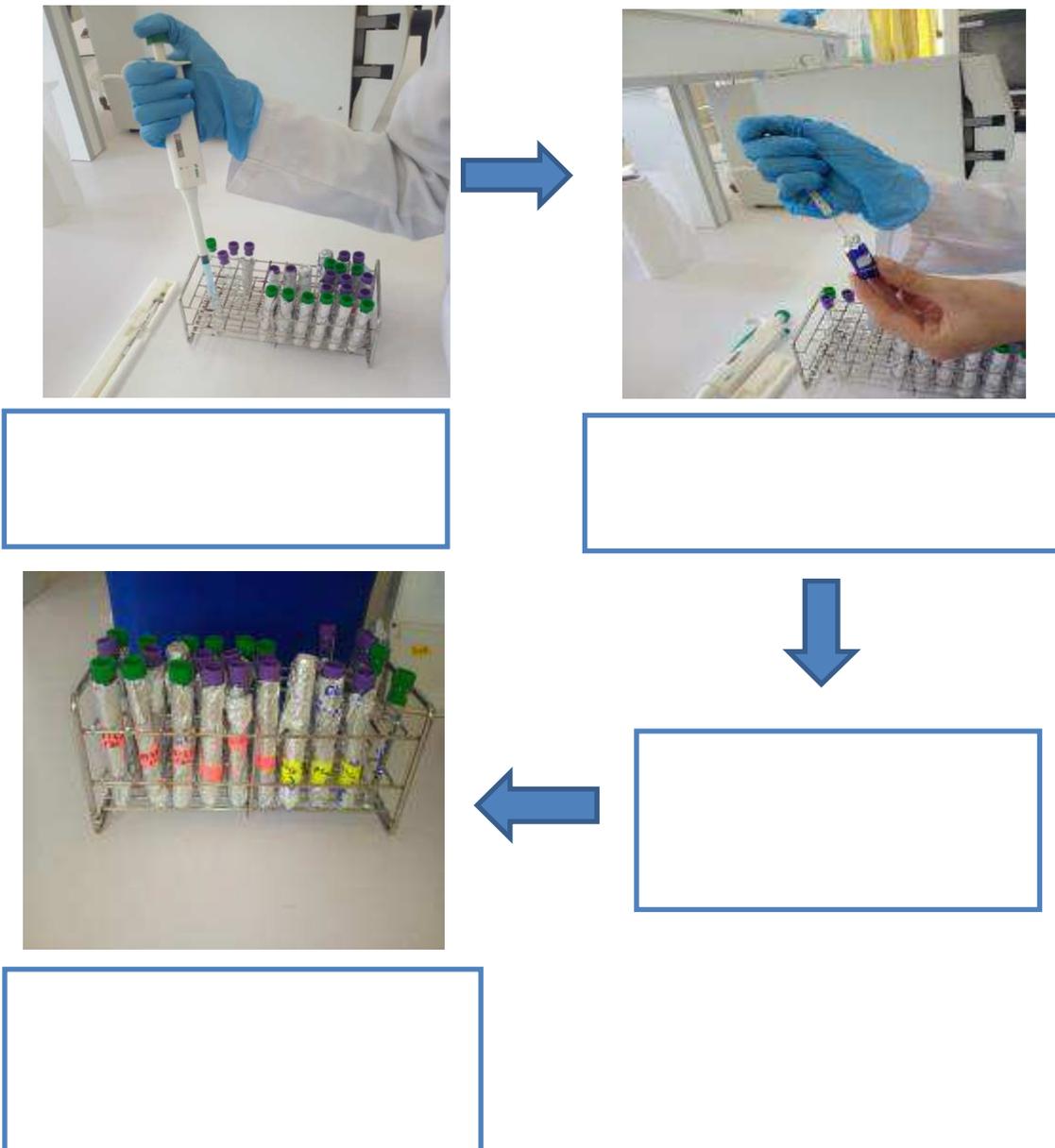
M^o= Masse de flacon vide.

MV= Masse initiale de la matière végétale (**Pharmacopée européenne, 2005**)

II.3. Evaluation de l'activité bio-insecticide de l'H.E

II. 3.1. Traitement par application topique

L'étude de l'effet des huiles essentielles sur des chrysalides nouvellement exuviées (0j) a été déterminée par application topique. Différentes doses d'huile essentielle ont été testées (figure 8).



Pour chaque essai, 1 ml d'une solution acétonique contenant chacune des huiles essentielles à 2, 4, 6, 8 et 10 μ l/ml d'acétone a été convenablement mélangé. L'acétone est choisie pour sa rapidité d'évaporation avec toute absence d'effet résiduel. Une quantité de 2 μ l a été déposé sur la face latéro-ventrale des chrysalides nouvellement exuviées (figure 9). Les témoins ne reçoivent aucun traitement. Les essais ont été répétés 3 fois pour chaque dose. Les comptages des insectes morts ont été réalisés chaque jour.



II.3.2. Traitement par la poudre des feuilles

Des feuilles séchées de l'ortie a été broyée à l'aide d'un pilon et mortier jusqu'à toutes les feuilles ont été devenues sous forme de poudre fine puis tamisée à travers un tamis fin.

Ensuite une quantité de 0, 25, 0, 50, 1, 2g de la poudre ainsi obtenue a été mis dans des boîtes séparées contenant chacune 20g de farine puis 10 adultes d'*E. kuehniella* ont été introduits dans chaque boîte. 3 répétitions ont été mis en place pour chaque dose, Le nombre d'insectes morts de différents traitements a été compté à un intervalle de 4 jours et comparé au groupe témoin (sans aucun traitement botanique) et dans les mêmes conditions afin de choisir la dose la plus efficace pour lutter contre ces ravageurs.

II.4. Etude Toxicologique

Afin de caractériser l'efficacité de l'huile essentielle *d'Urtica dioica.L*, à l'égard des chrysalides nouvellement exuviées, il est nécessaire d'estimer des doses d'inhibition de l'exuviation adulte (DI50). Les pourcentages d'inhibition observés sont corrigés par la formule d'Abott (1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle et de connaître la toxicité réelle de l'huile essentielle par l'analyse des probits (**Finney, 1971**).

$$\text{Mortalité corrigé} = \frac{\text{Mortalité observées} - \text{Mortalité observées chez les témoins}}{\text{Mortalité observées}} \times 100$$

Les pourcentages de mortalités corrigés subissent une transformation angulaire selon Bliss, cité par Fisher & Yates (1957). Les données normalisées font l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification, suivie par le classement des doses par le test de Tukey. Les mortalités corrigées obtenues permettent d'établir une courbe des probits en fonction des logarithmes décimaux des doses. Les pourcentages se convertissent en leurs probits (**Fisher & Yates, 1957**). Le logarithme décimal des doses d'inhibition de l'exuviation adulte (DI50 et DI90) sont déterminés à partir des droites de régression selon le procédé mathématique de **Finney (1975)**.

Les intervalles de confiances de la DI50 sont ensuite calculés selon la méthode de **Swaroop (1966)** avec une probabilité de 95%.

- Limite supérieure = **DI 50 × FDL 50**
- Limite inférieure = **DI 50 / FDL 50**

Aussi, deux paramètres sont nécessaires :

- ✓ Le 1er paramètre est le S (Slope) donné par la formule :

$$\text{S} = \frac{\text{Log}(\text{probit})}{\text{Log}(\text{dose})}$$

✓ Le 2ème paramètre est le FDL₅₀ donnée par la formule suivante :

- **FDL50**= Anti Log C
- **C**= 2,77/ $\sqrt{N} \times \log S$
- **N** = Nombre total des chrysalides testées entre DI16 et DI84.

II.5. Extraction et dosage des protéines totales

L'extraction des protéines d'*E.Kuehniella* est effectuée à la température ambiante à partir des échantillons des chrysalides nouvellement exuviées, témoins et traité avec les dose létales 50 et 90 respectivement DL 50= 5 ,37µg/ml et DL 90 = 33,11µg/ml des huiles essentielles administré séparément par application topique.

Ensuite les échantillons sont conservés jusqu'à leur utilisation dans une solution de phenyl méthyl sulfonylfluoride (PMSF) à 0,1% dans L'eau. PMSF est utilisé à raison de 45 mg / 1ml d'éthanol.

La quantification des protéines a été réalisée selon la méthode de Bradford (1976) utilisant le bleu brillant de coumassie (G250, Merck) comme réactif (100mg BBC ,50 ml d'éthanol absolu 95°, 100ml d'acide ortho phosphorique à 85% complété à 1000ml par de l'eau distillée) sa durée de conservation est de 2à 3 semaines à 4°C, et l'albumine de sérum de bœuf (BSA, Sigma) comme protéine standard à 1mg/ml (tableau1).

Tableau 1: Réalisation de la gamme d'étalonnage pour la quantification des protéines

Tubes	1	2	3	4	5
Quantité d'albumine (µl)	0	20	40	60	80
Réactif (BBC) (ml)	4	4	4	4	4
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20

Une fraction aliquote de 100µl de la gamme et de l'extrait protéique de chaque échantillon est additionnée de 4ml de réactif BBC.

Après agitation, il se développe une coloration bleue dont les absorbances sont lues dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm contre un blanc de gamme.

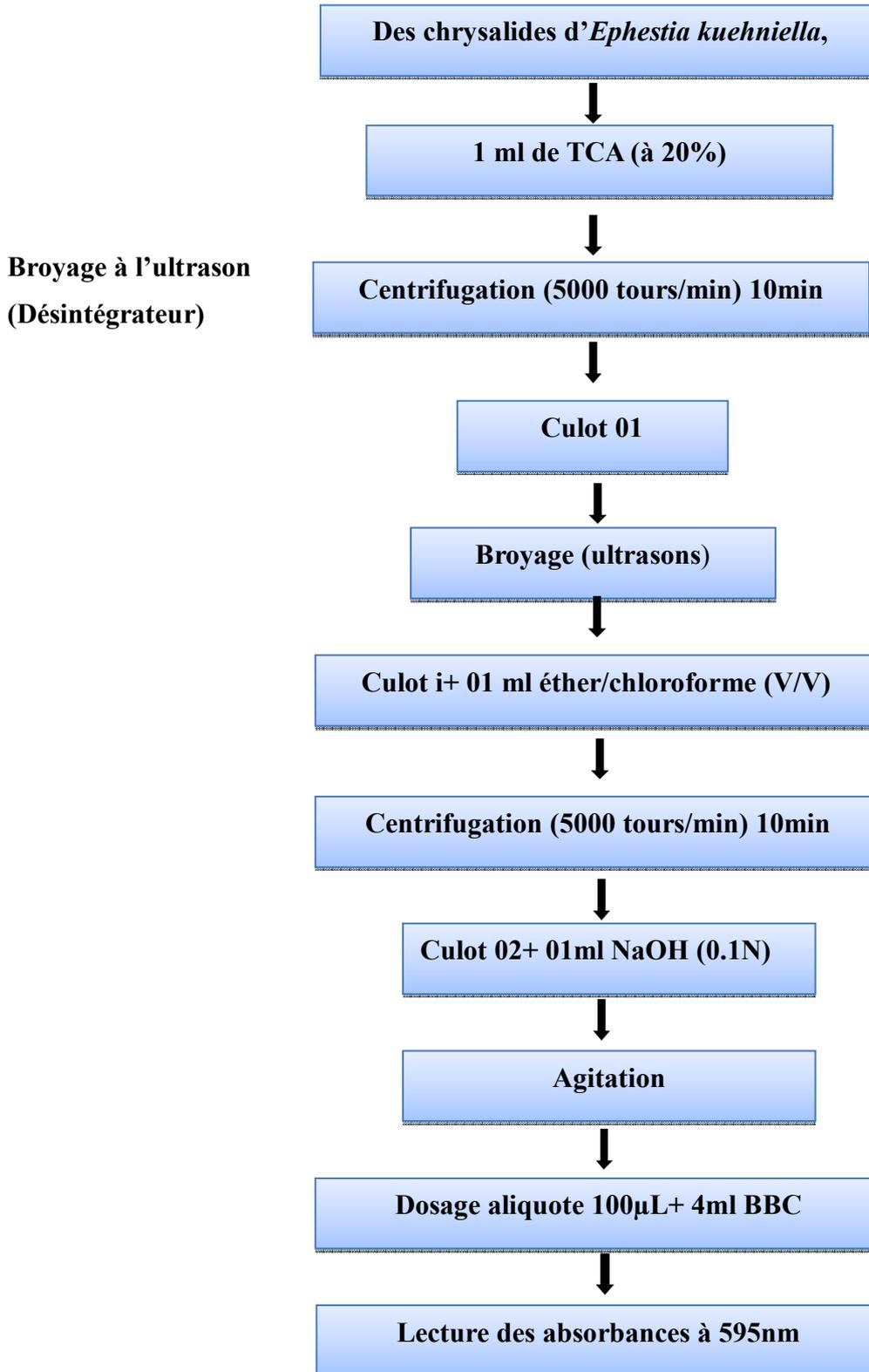


Figure 10 : Dosage des protéines selon Bradford (1976)

II.6. Etude statistique

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel Minitab 18. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne plus ou moins l'écart type ($m \pm s$). Différent test tels que l'analyse de la variance à un et à deux critères de classifications, suivi par le test de Tukey, le test «t» de Student, ainsi que la régression linéaire, ont été utilisés.

RÉSULTATS

III. Résultats

III.1. Rendement

L'huile essentielle d'*Urtica dioica* L extraite par hydrodistillation est caractérisée par une forte odeur avec une couleur jaune pâle à blanc transparent, son rendement moyen calculé sur la base d'une masse de 220g a été trouvé de l'ordre de 0.95%. Notons que de nombreux facteurs extrinsèques et intrinsèques peuvent influencer le rendement total en huiles essentielles.

III.2. Etude toxicologique

III.2.1. Etude toxicologique de l'huile essentielle d'*Urtica dioica*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité de l'huile essentielle d'*Urtica dioica* à l'égard d'un ravageur des denrées stockées *E. kuehniella* évaluée à partir des mortalités enregistrées chez les individus cibles. Les tests de toxicité sont réalisés sur des chrysalides nouvellement exuviées avec des différentes doses 2, 4, 6, 8 et 10 µg/ml. La mortalité a été relevée au terme du développement nymphal. Les doses d'inhibition de l'exuviation adulte (DI50) et (DI90) qui caractérisent la toxicité d'un bio-insecticide ont été déterminées. Ces valeurs représentent la quantité de matière active pour détruire respectivement 50% et 90% de la population traitée après correction de la mortalité.

III.2.1.1. Efficacité de l'huile essentielle des feuilles d'*Urtica dioica* sur l'inhibition de l'exuviation adulte

Après traitement avec l'huile essentielle, en application topique à différentes doses (2-4-6- 8 et 10 µl/2 µl) sur des chrysalides nouvellement exuviées d'*Ephesia kuehniella*, nous avons mentionné dans le tableau 2 le taux observé d'inhibition de l'exuviation adulte. Elle est de l'ordre de 6,67%± 3,33 chez les séries témoins et augmente chez les séries traitées avec une relation dose - réponse, elle atteint 76,70%± 8,20 avec la dose la plus élevée (10 µl).

Tableau 2 : Effet de l'huile essentielle administré *in vivo* par application topique à l'exuviation nymphale d'*Ephestia kuehniella*, sur le taux observé d'inhibition de l'exuviation adulte ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Répétition	Témoins	2 μ l	4 μ l	6 μ l	8 μ l	10 μ l
1	10	40	40	60	70	60
2	0	30	40	70	80	80
3	10	30	50	70	60	90
m%\pm s	6,67 \pm 3,33	33,33 \pm 5,77	43,33 \pm 5,77	66,67 \pm 5,77	70,00 \pm 4,33	76,70 \pm 8,20

Tableau 3: Effet de l'huile essentielle administré *in vivo* par application topique à l'exuviation nymphale d'*Ephestia kuehniella*, sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Répétition	2 μ l	4 μ l	6 μ l	8 μ l	10 μ l
1	33,33	33,33	55,56	66,66	55,55
2	30,00	40,00	70,00	80,00	80,00
3	22,22	44,44	66,66	55,56	88,88
m%\pm s	28,52 \pm 3,29	39,26 \pm 3,23	64,07 \pm 4,36	67,41 \pm 7,07	74,81 \pm 9,97

Les taux corrigés d'inhibition de l'exuviation adulte (tableau 3) subissent une transformation angulaire (Tableau 4) et font l'objet d'une analyse de la variance à un seul critère de classification (Tableau 5). Les résultats indiquent qu'il existe un effet dose hautement significatif ($P < 0,01$). Le classement des doses par le test de Tukey révèle quatre groupes de doses. Le premier A renferme la dose 2 μ g, le second B renferme la dose 4 μ g, le troisième C les doses 6 et 8 μ g et le quatrième renferme la dose 10 μ g (Tableau 6).

Tableau 4 : Effet de l'huile essentielle administré *in vivo* par application topique à l'exuviation nymphale d'*Ephestia kuehniella*, sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : transformation angulaire ($m \pm s$; $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Répétitions	2 μ l	4 μ l	6 μ l	8 μ l	10 μ l
1	35,06	35,06	47,87	54,04	50,77
2	33,21	29,23	56,79	63,43	63,43
3	27,97	41,55	54,04	47,87	71,57
m \pm s	32,08 \pm 2,12	35,28 \pm 3,58	52,90 \pm 2,54	55,11 \pm 4,52	61,92 \pm 6,05

Tableau 5: Effet de l'huile essentielle administré *in vivo* par application topique à l'exuviation nymphale d'*Ephestia kuehniella*, sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : analyse de la variance ($m \pm s$; $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Source de variation	DDL	SCE	CM	F obs	P
Factorielle	4	2046,8	511,69	10,50	0,001**
Résiduelle	10	457,3	48,73		
Totale	14	2534,0			

** : Différence hautement significative $p \leq 0,01$

Tableau 6: Effet de l'huile essentielle administrée *in vivo* par application topique à l'exuviation nymphale d'*Ephestia kuehniella*, sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : Classement des doses ($m \pm s$; $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Doses (μ l)	Mortalité corrigées	Mortalité transformées	Classement
2	28,52 \pm 3,29	32,08 \pm 2,12	A
4	39,26 \pm 5,59	35,28 \pm 3,58	B A
6	64,08 \pm 6,56	52,90 \pm 2,54	C B
8	67,41 \pm 7,06	55,11 \pm 4,52	C B
10	74,81 \pm 5,71	61,92 \pm 6,05	C

L'équation de la droite de régression expriment le probit des pourcentages de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal des doses a été établie avec un coefficient de détermination ($R^2= 95 \%$) elle révèle une liaison positive très forte entre le probit et le logarithme décimal des doses (Tableau 7). Les doses d'inhibition 50 (DI_{50}) et 90 (DI_{90}), déterminées à partir de la droite de régression sont respectivement de 5,37 $\mu\text{g/insecte}$ (intervalle de confiance : 3,983 – 7,243 à (95%) et 33,11. $\mu\text{g/insecte}$ (intervalle de confiance 24,562:– 44,632 à (95%) avec un slope de 3,82 (Tableau 8, Figure. 10).

Tableau 7: Effet de l'huile essentielle administré *in vivo* par application topique à l'exuviation nymphale d'*Ephestia kuehniella*, sur le taux corrigé d'inhibition de l'exuviation adulte : transformation en probits des mortalités corrigées ($m \pm s$; $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Doses (μl)	2	4	6	8	10
Mortalités corrigées (%)	28,52	39,26	64,08	67,41	74,81
Probits	4,4319	4,7285	5,3611	5,4510	5,6682

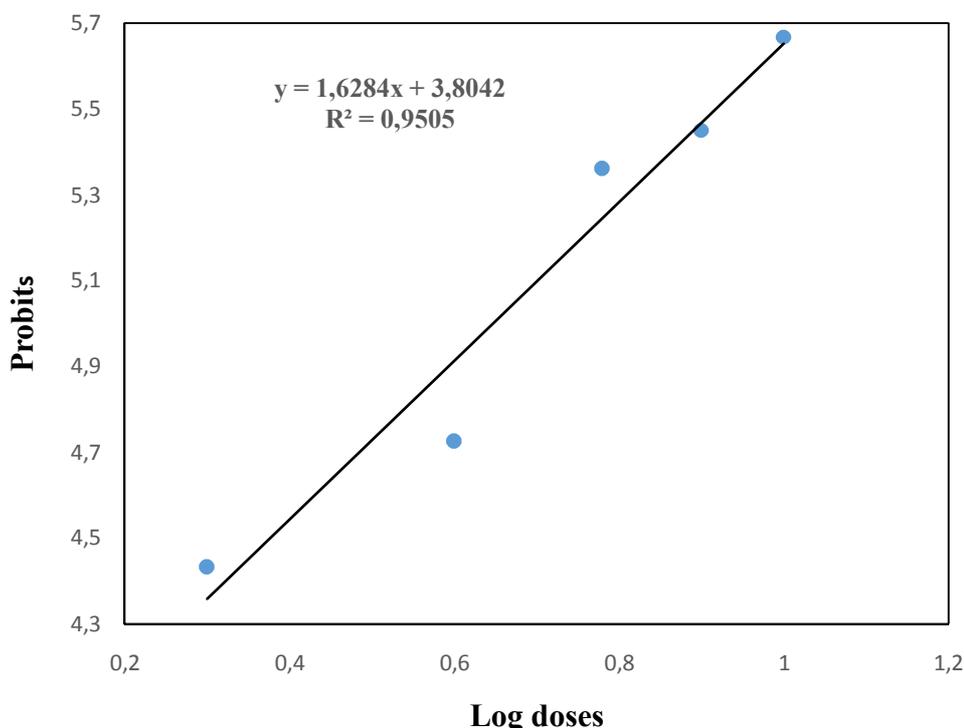


Figure 11 : Efficacité des HE d'*Urtica dioica.L* administré par application topique sur des chrysalides d'*E.Kuehniella* : analyse des probits

Tableau 8 : Efficacité de l’huile essentielle, administré *in vivo* par application topique à des chrysalides nouvellement exuviées d’*E. kuehniella* : Analyse des probits de la DI50 et DI90 (IC : intervalle de confiance).

Traitement	Equation de régression	Slope	DI 50 (IC)	DI90 (IC)
H.E. d’ <i>U. dioica</i>	$Y=1,6284+3,8042$	3,82	5,73 (3,983 – 7,243)	33,11(24,562:– 44,632)

3.2.2. Effet de la poudre des feuilles d’*Urtica dioica*

3.2.2.1. Effet insecticide de la poudre des feuilles sur les adultes d’*E. kuehniella*

Les études toxicologiques permettent de déterminer l’efficacité de la poudre des feuilles d’*U. dioica* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles. Les tests de toxicité sont appliqués sur des adultes d’*Ephestia kuehniella* avec des différentes doses en poudres : 0,25g, 0,5g, 1g et 2g pendant 24 h, 48h 72h et 96 heures.

Tableau 9: Effet de la poudre des feuilles d’*Urtica dioica*, sur le taux de mortalité observée (%)des adultes d’*Ephestia kuehniella*24 heures après traitement ($m \pm s$, n= 3répitions comportant chacune 10 individus).

Répétitions	Témoins	0.25g	0,5g	1g	2g
1	0	0	0	10	30
2	0	10	10	20	20
3	0	0	0	10	10
m±s	0	3,33±4,71	3,33±4,71	13,33±4,71	20,00±8,16

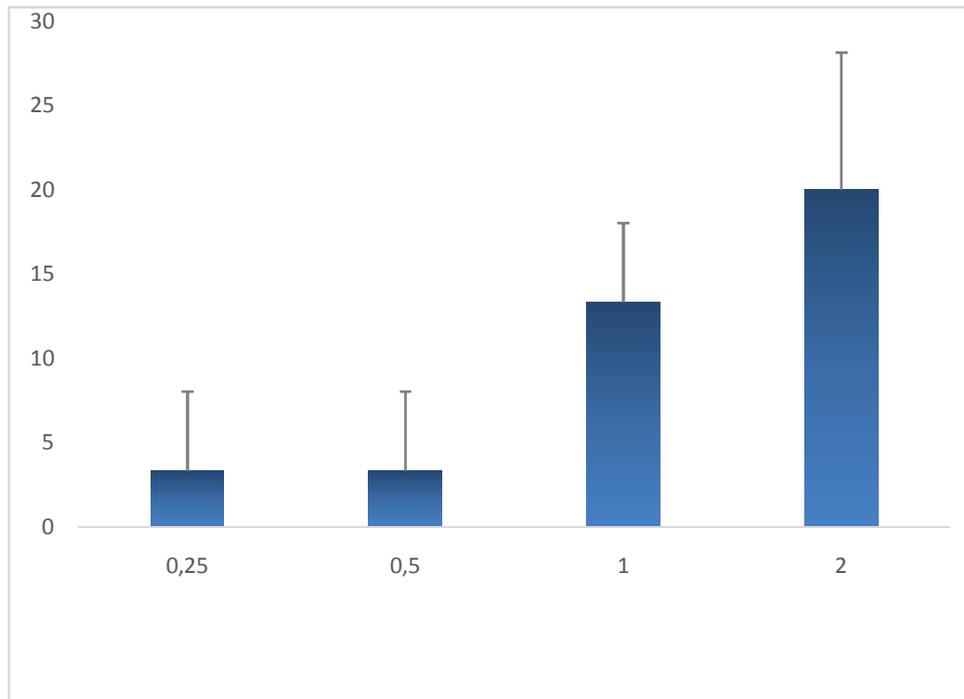


Figure 12: Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité corrigée (%)des adultes *d'Ephestia kuehniella*24 heures après traitement.

Les résultats mentionnés dans le tableau 9 montrent que le taux de mortalité observée des adultes *d'Ephestia kuehniella* est proportionnel aux doses employées. Il passe de 3,33±4,71 chez les séries témoins à 20,00±8,16 chez les séries traitées avec la plus forte dose (2g).

Tableau10 : Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité observée (%)des adultes *d'Ephestia kuehniella*48 heures après traitement (m± s, n= 3répétitions comportant chacune 10 individus).

Répétitions	0.25g	0,5g	1g	2g
1	0	10	20	40
2	10	30	30	40
3	0	20	10	20
m±s	3,33±4,71	20,00±8,16	20,00±8,16	33,33±9,43

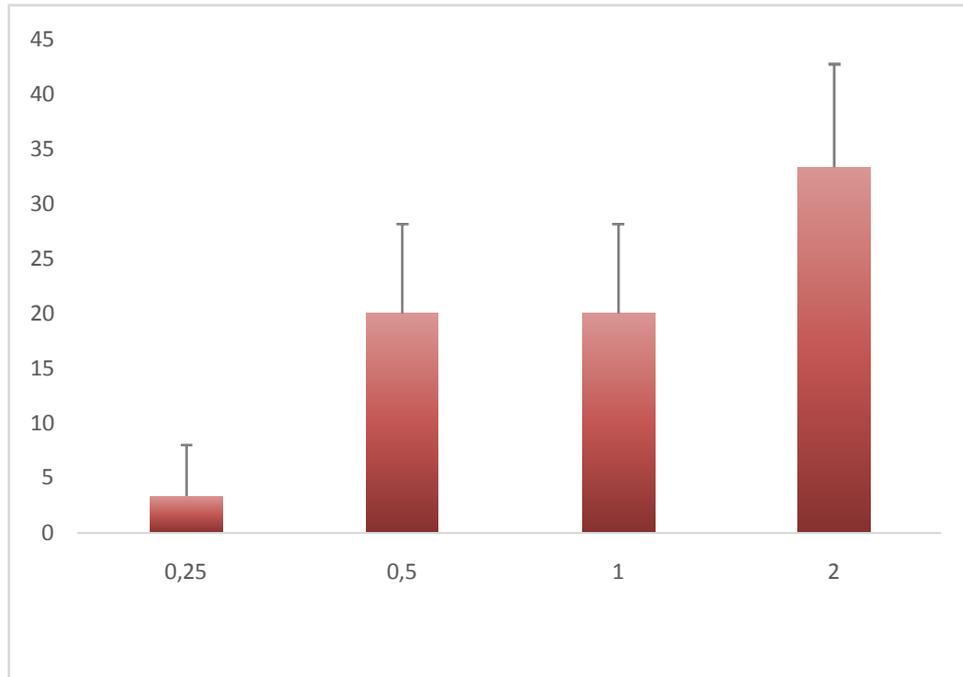


Figure 13 : Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité corrigée (%)des adultes *d'Ephestia kuehniella*48 heures après traitement.

Tableau11 : Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité observée (%)des adultes *d'Ephestia kuehniella* 72 heures après traitement ($m \pm s$, $n=3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Répétitions	Témoins	0.25g	0,5g	1g	2g
1	0	10	30	30	40
2	10	30	40	50	60
3	0	20	40	40	40
m±s	3,33±3,33	20,00±5,77	36,67±5,33	40,00±5,77	46,67±6,76

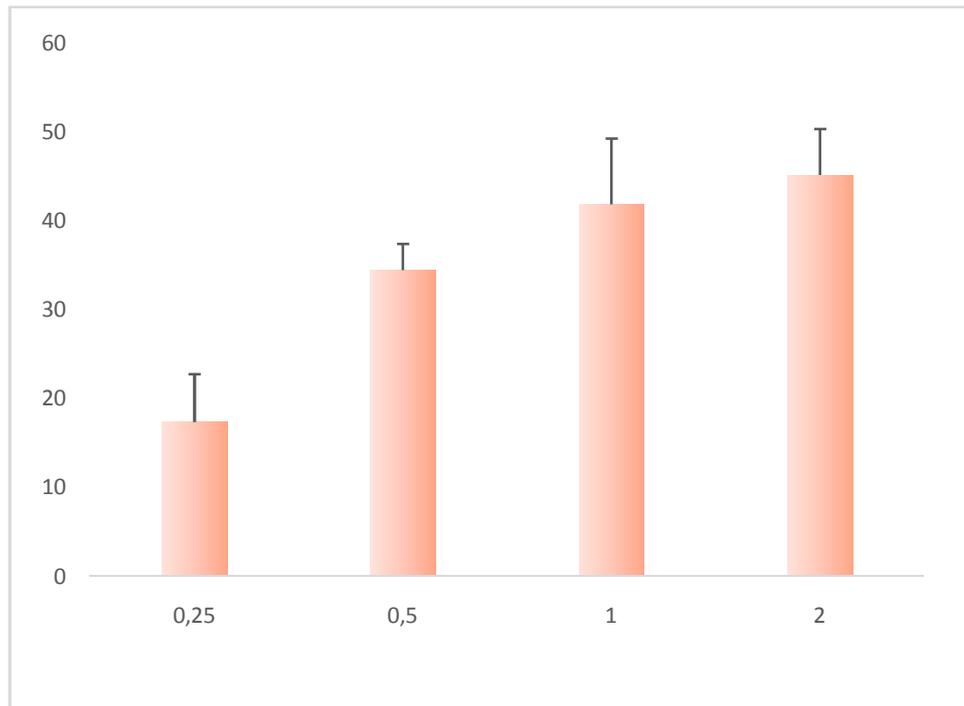


Figure 14: Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité corrigée (%) des adultes *d'Ephestia kuehniella* 72 heures après traitement.

Tableau12 : Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité observée (%)des adultes *d'Ephestia kuehniella*96 heures après traitement ($m \pm s$, $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Répétitions	Témoins	0.25g	0,5	1g	2g
1	10	40	40	50	60
2	10	40	50	60	80
3	0	20	50	40	50
$m \pm s$	$6,66 \pm 4,71$	$33,33 \pm 9,43$	$46,66 \pm 4,71$	$50,00 \pm 5,77$	$63,33 \pm 12,5$

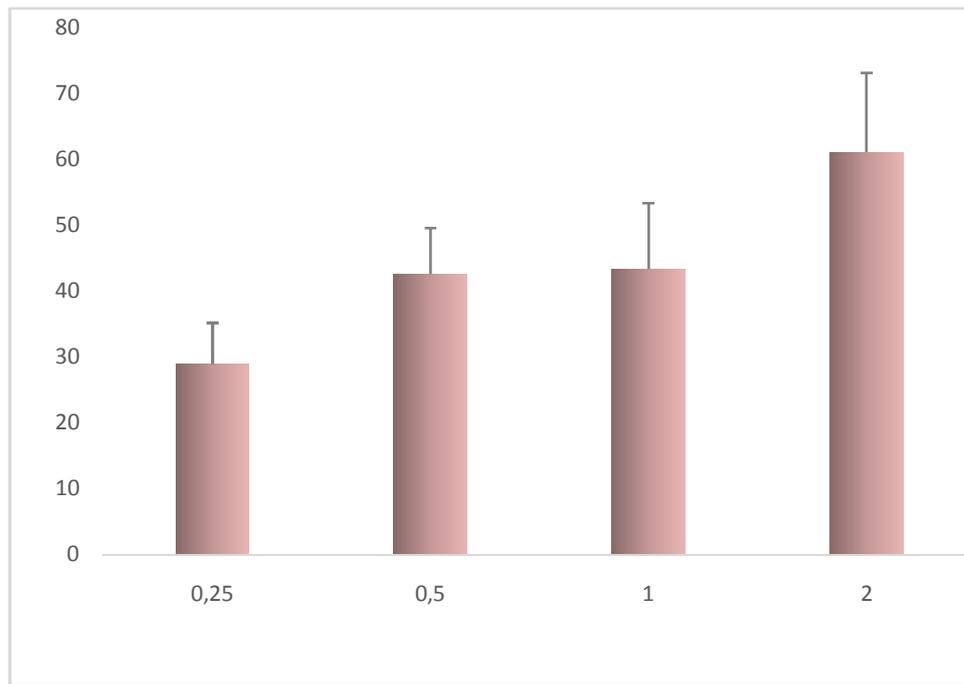


Figure 15: Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica*, sur le taux de mortalité corrigée (%) des adultes d'*Ephestia kuehniella* 96 heures après traitement .

Après 48h de test, la mortalité corrigée est entre 17,41 % et 45,18% (Tableau 10, figure 14). Par contre après 72 heures, la mortalité augmente pour atteindre un taux compris entre 28,87 et 61,10% avec la dose la plus élevée pendant 96 heures (Tableau 11 et 12, figure 15, 16)

Tableau 13: Effet de la poudre des feuilles *d'Urtica dioica* sur des adultes *d'Ephestia kuehniella*, sur le taux de mortalité corrigée (%) en fonction des doses (g) et du temps d'exposition (heures).

Doses (g) Temps (h)	0,25	0,5	1	2
24h	3,33±4,71	3,33±4,71	13,33±4,71	20,00±8,16
48h	3,33±4,71	20,00± 8,16	20,00± 8,16	33,33± 9,43
72h	17,41±5,32	34,44±2,94	41,85±7,43	45,18±5,18
96h	28,87±6,28	42,59±6,93	43,33±10,5	61,10± 12,00

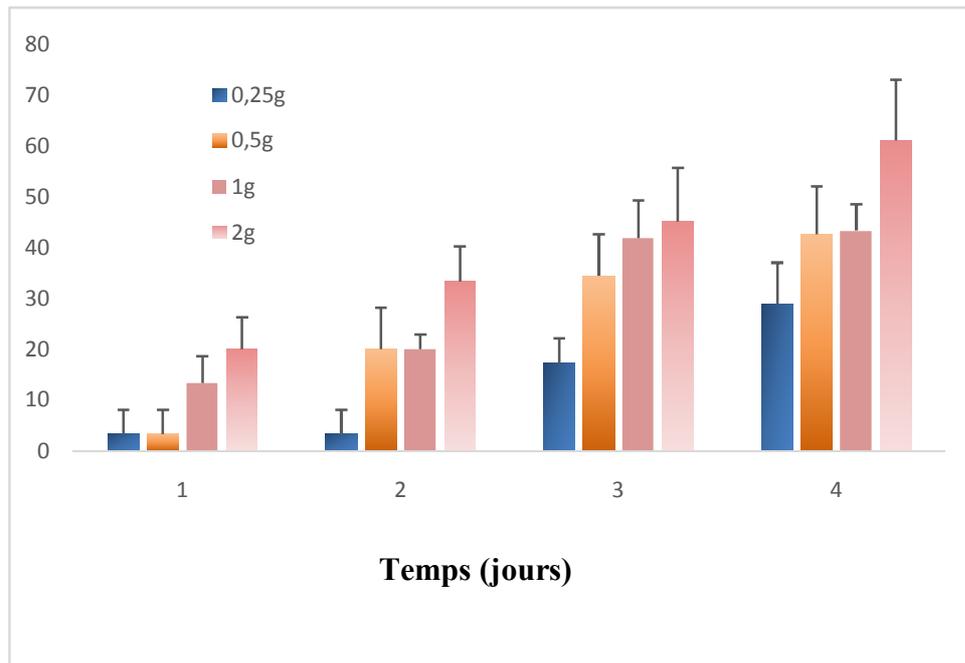


Figure 16: Effet de la poudre des feuilles *d’Urtica dioica*, sur le taux de mortalité corrigée (%) des adultes d’*Ephestia kuehniella* en fonction des doses (g) et du temps d’exposition (heures)

Tableau14: Effet de la poudre des feuilles *d’U. dioica*, sur le taux de mortalité corrigée (%) des adultes d’*Ephestia kuehniella* par analyse de la variance ($m \pm s$; $n= 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).

Source de variation	DDL	SCE	CM	F	P
Temps	3	2792,5	930,84	94,11	0,000***
doses	3	1466,0	488,66	25,78	0,000***
Erreur	9	4429,1	18,95		
Total	15				

*** Différence très hautement significative

L’analyse de la variance à deux critères de classification pour un seul traitement, montre une différence très hautement significative ($p=0,0001$) pour les doses et le temps (Tableau 14,

Figure 17). Ce qui implique que les deux facteurs ont une grande influence sur la mortalité des adultes d'*E. kuehniella*.

L'équation de la droite de régression expriment le probit des pourcentages de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal des doses a été établie avec un coefficient de détermination ($R^2= 91 \%$) elle révèle une liaison positive très forte entre le probit et le logarithme décimal des doses. Les doses d'inhibition 50 (DI_{50}) et 90 (DI_{90}), déterminées à partir de la droite de régression sont respectivement de 1,50 g (intervalle de confiance : 0,85–4,23 à (95%) et 5,11g/ (intervalle de confiance 4,20-10,30 à (95%) avec un slope de 3,82 (Tableau 15, Figure 18.).

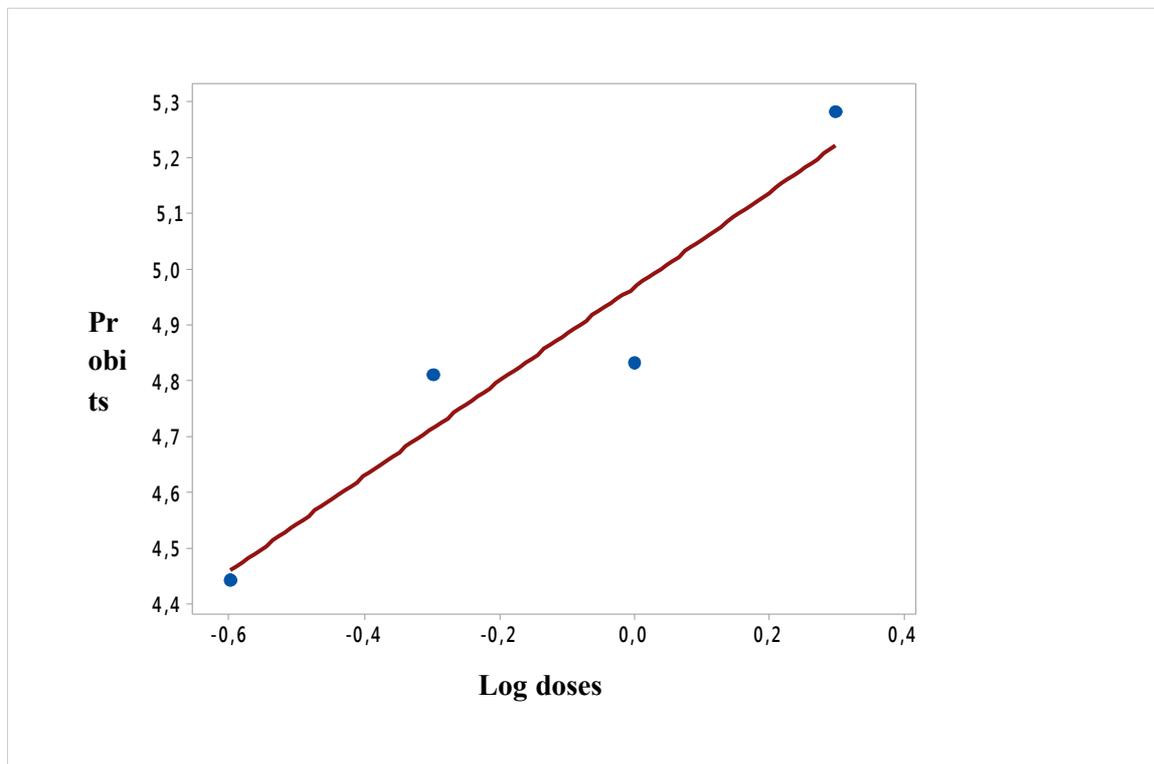


Figure 17: Efficacité de la poudre des feuilles d'*U. dioica* sur des adultes d'*E. kuehniella*:
Analyse des probits.

Tableau15 : Efficacité de la poudre des feuilles *d'U. dioica* sur des adultes *d'E. kuehniella*, Analyse des probits de la DL50 et DL90 (IC : intervalle de confiance).

Traitement	Equation de régression	Slope	DI 50 (IC)	DI90 (IC)
Poudre <i>d'U. dioica</i>	$Y=4,967+0,8467X$	3,82	1,50 (0,85– 4,23)	5,11 (4,20-10,30)

III. 3. Effet *in vivo* de l'huile essentielle d'*U. dioica* sur la quantité des protéines d'*E. kuehniella*.

Le taux des protéines a été déterminé chez les chrysalides d'*E. kuehniella*, la quantification des protéines a été effectuée à partir d'une courbe de référence. L'équation de régression a été déterminée comme suit : $Y= 0,092X+0,034$, avec un coefficient de détermination : $R^2 = 0.94$. (Figure 19). L'étude comparative entre témoins et traitées à la DL50 et DL90 révèlent une réduction hautement significative ($p \leq 0,01$) et une réduction très hautement significative ($p \leq 0,001$) respectivement du contenu en protéines totaux chez les séries traitées à la DL90 par rapport aux séries témoins. (Tableau 16)

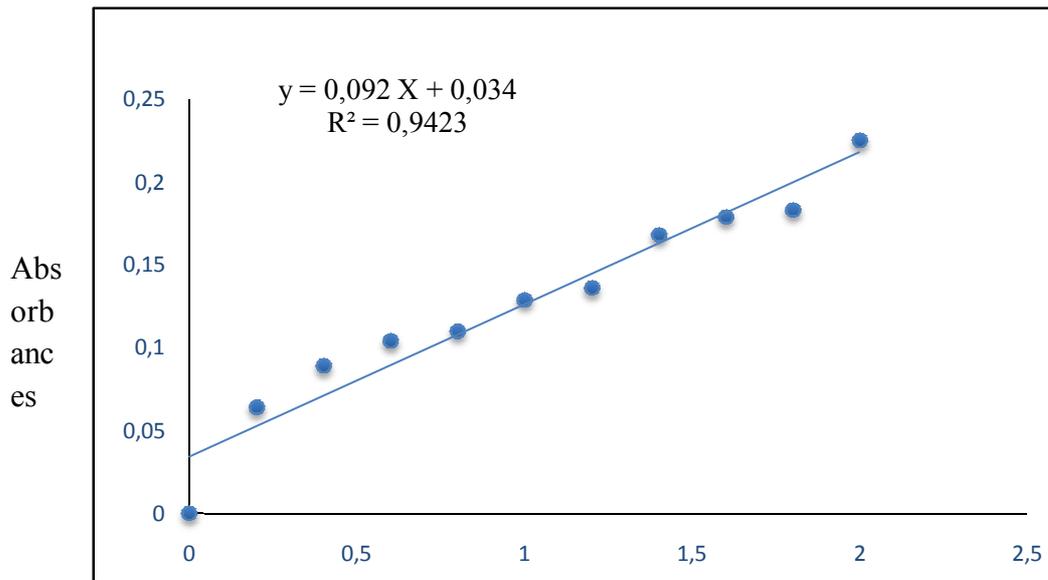


Figure 18: Dosage des protéines totales : courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité de protéine standard

Tableau 16 : Effet de l'huile essentielle *d'U. dioica* administrées par application topique Sur des chrysalides nouvellement éxuviées, sur la quantité de protéines totales ($\mu\text{g}/\text{chrysalide}$) ($m \pm s$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 3 individus).

Traitement avec H.E	Témoin	DL 50 (5,73 μl)	DL (90) (33,11 μl)
m\pms	3.14 \pm 0.24	1.343 \pm 0.29	0.61 \pm 0.19
Seuil de signification		P=0,013	P=0,002

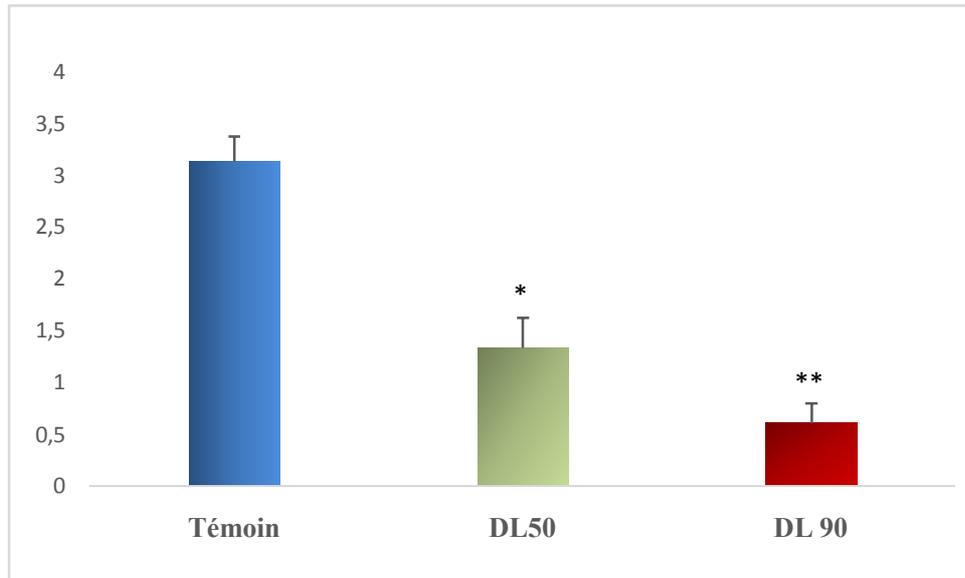


Figure 19: Effet de l'huile essentielle *d'U. dioica* administrées par application topique Sur des chrysalides nouvellement éxuviées, sur la quantité de protéines totales (µg/chrysalide) ($m \pm s$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 3 individus).

DISCUSSION

IV. Discussion

IV.1. Rendement

La méthode d'obtention des huiles essentielles reste une étape très importante qui peut agir directement sur la qualité et la quantité des huiles essentielles. Le succès de cette étape est interprété par le calcul des rendements (**Bruneton, 1987**). Les huiles essentielles de *l'Urtica dioica* ont des propriétés biologiques très intéressantes, selon les travaux d'**Ilies et al (2012)** ils ont obtenu un rendement entre 0.01% en huile essentielle de *l'Urtica dioica* lors de la distillation alors que **Sitrallah et Merza(2018)** ont rapporté qu'ils ont obtenus un rendement de 1.49% de l'HE de l'ortie. Dans notre étude nous avons observé un rendement moyen de 0.95% à partir 200g de la partie aérienne (feuilles).

le rendement des HE varie d'une plante à une autre, les feuilles de *Marjoram* présentent un rendement de 1% ,et de 0,5% chez *Artemisia mesatlantica* et il est de 0,1 à 0,35 % chez la rose (**Edward et al. 1987**). Cette variabilité en huile essentielle entre ces plantes, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement, peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèques, spécifiques au bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de la croissance et du développement de la plante (**Derwich et al., 2011; Djouahri et al., 2015**)

IV.2. Effet insecticide de l'huile essentielle d'*Urtica dioica*

La toxicologie s'intéresse à la composition chimique et aux effets de toutes les substances toxiques connues, ainsi qu'à leurs effets post mortem .Les tests toxicologiques ont pour intérêt de caractériser le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, d'où la nécessité d'évaluer les concentrations létales (CL50 et CL90).

Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle extraite des feuilles de la plante aromatique testée présentent un effet insecticide sur les chrysalides et les adultes d'*E. kuehniella* évaluée à partir du taux de mortalité enregistrés après traitement. L'efficacité de ce produit augmente en fonction des doses utilisées (2, 4, 6, 8 et 10 µl/ml).

En effet nous avons estimé les doses d'inhibition 50 et 90 DL 50 et la DL 90 d'huiles essentielles d'*Urtica dioica* (DL50=5.37, DL90=33.11ug /ml).

de ce fait nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs qui ont mis en évidence l'efficacité de nombreuses huiles essentielles appliquées comme bio-insecticide. C'est ainsi que **Yahyaoui (2005)** a réalisé des tests sur l'efficacité par inhalation et contact des huiles essentielles de la menthe verte agit sur *Rhyzopertha dominica et tribolium confusum* ; à la dose de 3,12% l'huile essentielle de la menthe verte agit

pratiquement de la même manière sur *Rhyzopertha dominica* et sur *Tribolium castaneum* avec 100% de mortalité. **Elguedoui (2003)** a testé l'efficacité des huiles essentielles de romarin et de thym sur *Rhyzopertha dominica* ; par contact et par inhalation, il prouvé l'effet insecticide de ces deux huiles.

Autres travaux réalisés confirment aussi l'effet insecticide des huiles essentielles de certaines plantes sur les ravageurs des denrées stockées comme *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis* contre: *Sitophilus oryzae*, *Rhyzopertha dominica* et *Tribolium castaneum*. *Sitophilus oryzae* et *Rhyzopertha dominica* présentent le maximum de sensibilité pour les huiles essentielles (**Rozman et al., 2007**). (**Ebadollahi et al., 2010**) ont étudié la toxicité insecticide fumigène des huiles essentielles d'*Agastache Foeniculum*. La CL 50 obtenue après 24 heures sur les adultes d'*Oryzaephilus surinamensis* et *Lasioderma serricorne* est respectivement 18.781 et 21.565 µl/L d'air. *Oryzaephilus surinamensis* est plus sensible que *Lasioderma serricorne*, ainsi que le nombre de mortalité augmente quand la concentration augmente. **Benazzeddine (2010)** souligne que par contact les cinq huiles essentielles (Citronnelle, Romarin, Eucalyptus, Thym et Menthe) manifestent un taux de mortalité assez important sur les deux espèces. Toutes les huiles ont une efficacité très forte qui dépasse 88 % de mortalité sur *S. oryzae* à l'exception de la Citronnelle qui n'a atteint pas les 70 % de mortalité. Les mêmes observations ont été faites après application des composés allélochimiques des *Allium* avec des doses variant de 0,02 mg/l à 1,23 mg/l sur cinq espèces d'insectes : *Callosobruchus maculatus*, *Sitophilus oryzae*, *S. granarius* appartenant à l'ordre des coléoptères, et *Ephestia kuehniella* et *Plodia interpunctella* appartenant à l'ordre des lépidoptères (**Auger et al, 2002**).

IV. 3. Effet insecticide de la poudre des feuilles sur les insectes adultes d'*Urtica dioica*

Les résultats obtenus montrent qu'effectivement les poudres des feuilles de la plante testée exercent une activité insecticide sur les adultes d'*E. kuehniella*. Les résultats des tests statistiques montrent le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en poudre des feuilles et la durée d'exposition.

La poudre des feuilles des plantes aromatiques présente un effet toxique sur les insectes comme elle peut agir en tant que barrière physique. Selon **Kassem (2014)** les poudres de 2 plantes *P. integrifolius* et *N. nepetella* montrent un effet insecticide sur les adultes des bruches (*Callosobruchus maculatus* et *Acanthoscelides obtectus*) et les ravageurs du blé (*Sitophilus granarius* ; *Rhyzopertha dominica castaneum*) et Sur les larves de *Tribolium*

castaneum. **Bouchikhi-Tani (2014)** a montré que la longévité est proportionnelle à la dose des poudres testées et que chez le bruche des haricots ; la poudres des feuilles les plus efficaces sont *Rosmarinus officinalis* (Lamiacées) et *Origanum landulosum* (Lamiacées). Des résultats similaires montrent que la poudre des feuilles de *Rosmarinus officinalis* est plus efficace contre les adultes de *Tribolium castaneum* comparativement avec la poudre des feuilles de *Thymus ciliatus*. La toxicité de ces plantes varie selon la dose utilisée et la durée d'exposition (**Belarouci 2017**). Selon **Bouchikhi-Tani (2011)** les doses en poudre des feuilles de *Lavandula stoechas* enregistrent des mortalités de *Tineola bisselliella* importantes entre 0,45 et 0,6 g.

IV. 4. Effet des HE sur les protéines totales

D'après nos résultats l'effet insecticides de l'HE d'*Urtica dioica*. L semble à avoir affecté la teneur des macromolécules chimiques (protéines) des échantillons traités. En effet les réservoirs d'énergie sont fondamentaux pour les lépidoptères attaquant les produits stockés car les adulte ne se nourrissent généralement pas ou pas du tout, exploitant ainsi les ressources énergétiques accumulées au cours des stades larvaires (**Campolo et al., 2018**). Les propriétés intrinsèques des HE peuvent perturber les fonctions métaboliques, biochimiques et physiologiques des insectes nuisibles (**Svoboda et Greenaway, 2003**).

L'effet des HE sur les protéines totales des insectes a été exploité par nombreuse études Selon **Nasr et al (2015)** les larves de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Pyralida) traités par les HE d'*Origanum vulgare*. L avec une dose létale DL=0.710% ont montré une domination significative dans la teneur en protéines. Le même résultat a été observé par **Zamani et al.,2011** lors de traitement des larves *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) avec DL50= 8,14% toujours en comparaison avec des témoins non traités . L'effet de Mating sur *Drosophila melanogaster* induit des variations du taux de protéines (**Kapelnikov et al. 2008**). Une baisse de la protéinémie est observée également chez *Leptinotarsa decemlineata* après application de la 20E, du RH-5849 et du RH-5992 (**Smaggheet al. 1999**) ou encore chez *Spodoptera littoralis* après traitement avec le RH-5849 (**Smagghe & Deggheele, 1992b**). Chez *T. molitor*, l'application du KK-42 *in vivo* réduit les concentrations des protéines hemolymphatiques (**Soltani-Mazouniet al. 2001**). Selon **Ribeiro (2001)** la diminution des protéines pourrait être due à la décomposition des protéines en acides aminés pour compenser les pertes d'énergie causées par les insecticides. Toute perturbation dans ce type de ressources provoque une inhibition de la croissance due à une modification de la disponibilité des

protéines, et peut avoir a un effet direct et indirect sur les adultes résultants (**Harborne, 1993, Sak *et al.*, 2006**).

CONCLUSION

Conclusion

Dans le but de mettre au point des insecticides à faible risque, biodégradables, et facilement disponibles comme solutions de remplacement aux agents de protection synthétiques conventionnels contre un ravageur des denrées stockées *E. kuehniella*.

La présente étude vise à étudier les effets toxiques de l'huile essentielle et de la poudre des feuilles d'une plante aromatique *Urtica dioica* et l'effet sur les variations des protéines totales chez un ravageur des denrées stockées *E. kuehniella*.

L'huile essentielle a été administrée par application topique sur des chrysalides nouvellement exuviées et par contact des adultes à l'émergence avec la poudre des feuilles de la plante *U. dioica*. Les tests de toxicité étudiés ont permis d'estimer la DL 50 et la DL 90 chez les chrysalides et les adultes avec une relation dose-réponse.

L'analyse des données montrent que ces deux produits issus de *Urtica dioica* possèdent une activité insecticide avec des valeurs de DL50=5,37 µg/insecte et DL90= 33,11 µg/insecte pour le traitement par application topiques de l'huile essentielle sur des chrysalides nouvellement exuviées. Concernant le traitement par la poudre de la plante la DL50 est de l'ordre de 1,50 g et la DL 90 = 5,11g. De plus une perturbation dans la teneur en protéines a été signalée lors de l'application des doses létales DL50 et DL90 de l'HE sur les chrysalides nouvellement exuviées pendant une période d'observation de 96 heures.

Sur la base de résultats de notre étude, on peut conclure que les huiles essentielles et la poudre des feuilles de la plante aromatique *Urtica dioica* pourraient servir comme insecticide efficace contre le ravageur *E. kuehniella*. Ceci nous amène à dire que cette plante étudiée est prometteuse comme source de Bio-insecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

Perspective il serait important d'évaluer l'impact de l'huile essentielle sur quelques paramètres de reproduction, sur le développement et sur les paramètres de détoxification tels que GSH, GST, MDA, ainsi que d'identifier les composants responsables de cette activité.

RÉFÉRENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques :

A

Abbott, W.S. (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. (18) :265–267.

Abdelaziz, N. F., Salem, H. A., & Sammour, E. A. (2014). Insecticidal Effect Of Certain Ecofriendly Compounds On Some Scale Insects And Mealybugs And Their Side Effects On Antioxidant Enzymes Of Mango Nurslings. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*. 47(1): 1–14. DIO:10.1080/03235408.2013.

Ahmed, M. K. K., Parasuraman S. (2014). *Urtica dioica L., (Urticaceae): A Stinging Nettle.* *Systematic Reviews in Pharmacy*. 5(1): 6-8. DIO: 10.5530/srp.2014.1.3.

Angioni, A., Barra, A., Coroneo, V., Dessi, S., & Cabras, P. (2006). Chemical Composition, Seasonal Variability, and Antifungal Activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* Essential Oils from Stem/Leaves and Flowers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(12):4364–4370. DIO: 10.1021/jf0603329

Arora, R., Singh, B., & Dhawan, A. K. (2017). Theory and Practice of Integrated Pest Management. *Scientific Publishers*. India.p:130

Athanassiou, C. G., Rani, P. U., & Kavallieratos, N. G. (2014). The Use of Plant Extracts for Stored Product Protection. *Advances in Plant Biopesticides*. 131–147. DIO:10.1007/978-81-322-2006-0-8.

Auger, J., Sébastien, D., Armelle, N., Ahmed, AG., Dominique, P. & Eric, T. (2002). Utilisation des composés allelochimiques des *Allium* en tant qu'insecticides. *Faculty of Sciences and Technique France*. (25): 1-13

B

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008).** Biological effects of essential oils A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446–475. DIO:10.1016/j.fct.2007.09.106.
- Balashowsky, K. (1972).** Blood Suckingticks (Ixodidae) - Vectors Of Diseases Of Man And Animals. *Mix. Publ. Ent. Soc. Am.* (8): 161-376.
- Barbieri, C., & Borsotto, P. (2018).** Essential Oils: Market and Legislation. in: El-Shemy,H. Potential of Essential Oils.p:490. DIO:10.5772/intechopen.77725.
- Bataille A., anton M., Mollat F., Bobe M., Bonneau C. Caramaniam M.N., Geraut G. & Dupas D. (1995).** Respiratory Allergies Among Symptomatic Bakers And Pastry Cooks : Initial Results Of A Prevalence Study.(French). *Allergie et immunologie.* 27(1): 7-10
- Belarouci, A.,(2017).** Comportement Insecticide Des Huiles Essentielles Du Romarin Et Du Thym Sur *Tribolium Castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)**2017**
- Benayad., N. (2008)** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines. Moyen efficace contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche, faculté des sciences de Rebat .
- Benazzeddine, S., (2010).** Effet Insecticide De Cinq Huiles Essentielles Vis- A - Vis Vis-A - Vis De *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) Et *Tribolium Confusum* (Coleoptera; Tenebrionidae).Ecole nationale supérieure agronomique El- Harrach- Algérie.
- Berka-Zougali, B., Ferhat, M.A., Hassani, A., Chemat, F., & Allaf, K. S. (2012).** Comparative Study of Essential Oils Extracted from Algerian *Myrtus communis L.* Leaves Using Microwaves and Hydrodistillation. *International Journal of Molecular Sciences.* 13(4):4673–4695. DIO: 10.3390/ijms13044673.

- Bernard, C.(2018).** Ortie (*Urtica Dioica* , *U. Urens*). *ALTHEA PROVENCE CHRISTOPHE BERNARD- HERBALISTE*.
- Bhumi, T., Urvi, C., & P. Pragna. (2017).** Biopesticidal Potential Of Some Plant Derived Essential Oils Against The Stored Grain Pests. *International Journal of Zoological Investigations*. (3): 188–197.
- Bisset, N.G. (1994).** Herbal Drugs And Phytopharmaceuticals: A Handbook For Practice On A Scientific Basis. Boca Raton.CRC Press. p: 105.
- Bittner, M. L., Casanueva, M. E., Arbert, C. C., Aguilera, M. A., Hernández, V. J., & Becerra, J. V. (2008).** Effects Of Essential Oils From Five Plant Species Against The Granary Weevils *Sitophilus Zeamais* And *Acanthoscelides Obtectus* (Coleoptera). *Journal of the Chilean Chemical Society*. 53(1). DIO:10.4067/s0717-97072008000100026
- Bonnefoy, N. (2012).** Brève histoire de l'utilisation des pesticides : du soufre au glyphosate en passant par le DDT. Encyclopédie de l'Agora.
- Bouchikhi Tani Z. (2011).** Lutte Contre Le Bruche Du Haricot *Acanthoscelides Obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) Et La Mite *Tineola Bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) Par Des Plantes Aromatiques Et Leurs Huiles Essentielles. Thèse de doctorat.Université Aboubakr Belkaïd. Algérie. p: 128.
- Bouchikhi-Tani, Z. (2014).** Lutte Contre La Bruche Du Haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineolabisselliella*(Lepidoptera, Tineidae) Par Des Plantes Aromatiques Et Leurs Huiles Essentielles (Doctoral dissertation).
- Bouguerra, M. L., & Philogène, B. (1998).** Pesticides Synthétiques Et Pesticides Naturels. in : Coudray, J., & Bouguerra, M. L. L'environnement En Milieu Tropical. AUPELF-UREF. Canada. p: 178.
- Bousbia, N., Abert Vian, M., Ferhat, M. A., Petitcolas, E., Meklati, B. Y., & Chemat, F. (2009).** Comparison Of Two Isolation Methods For Essential Oil From Rosemary

Leaves: Hydrodistillation And Microwave Hydrodiffusion And Gravity. *Food Chemistry*. 114(1): 355–362. DIO:10.1016/j.foodchem.2008.09.106

Bradford, M. (1976). A Rapid And Sensitive Method For Quantitation Of Microgram Quantities Of Protein Utilizing The Principle Of Proteindye Binding. *Anal. Biochem.* 72(1): 248–254.

Bruneton, J. (1993). Pharmacognosie et phytochimie. Plantes médicinales. Paris, France

Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes Médicinales (4^{ème} édition).TEC et DOC. p: 570.

Butnariu, M., & Sarac, I. (2018). Essential Oils from Plants. *Journal of Biotechnology and Biomedical Science*. 1(4):35-43.DIO: 10.14302/issn.2576-6694.jbbs-18-2489.

C

Campolo, O., Giunti, G., Russo, A., Palmeri, V., & Zappalà, L. (2018). Essential Oils in Stored Product Insect Pest Control. *Journal of Food Quality*.1–18.
DIO:10.1155/2018/6906105

Cassier, P. (1996). L'exploitation De Deux Milieux. Le Passage De La Vie Imaginale Chez Les Insectes. Le contrôle endocronien.*Bull.Soc.Zoll* .p.17.

Centre for Agricultural Bioscience International (CABI). (2018). Invasive Species Compendium: *Urtica dioica* (stinging nettle). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/55911>

Chiasson, H., & Beloin, N. (2007). Les Huiles Essentielles, Des Biopesticides : Nouveau Genre, Revue littérature. Bulletin De La Société D'entomologie Du Québec, 14(1).

Chrissie, W. (1996). The Encyclopedia of Aromatherapy. Vermont: Healing Arts Press. p:16-21.

Cipola C., Lugo G., Sassi C., Belisario A., Nucci M. C. Palermo A., Pascarolli M.A.

Nobile M. & Raffi G.B. (1996). A New Risque Of Occupational Disease : Allergie

Asthma Rhinoconjunctivitis In Persons Working With Beneficial Arthropods. *Insect. Arch. Occup. Environ Health.* (68): 133-135.

Corsi, G., Masini, A. (1997). Anatomical And Ecological Aspect In Italian Taxa Of The Genus *Urtica*. *Atti della Società toscana di scienze naturali* .(104): 1–8.

Couplan, F. (2012). Plante Sauvages. In : Les Plantes Et Leurs Noms: Histoires Insolites. Quae. France. p : 93.

Cruz, J.F., Hounhouigan, J. D., Lessard, F.F., Troude, F. (2016). Les Insectes Des Stocks Et Les Méthodes De Lutte. In : La Conservation Des Grains Après Récolte. Quae, CTA, Presses Agronomiques De Gembloux. France. p : 187.

D

Damalas, C. A., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 8(5):1402–1419. DIO: 10.3390/ijerph8051402

Derwich, E., Benziane, Z., & Chabir, R. (2011). Aromatic and medicinal plants of Morocco: chemical composition of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and *Juniperus phoenicea*. *Int. J. Appl. Biol. Pharm. Technol.* 2 (1), 145–153.

Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., & Mnif, W. (2016). Essential Oils Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: *A Critical Review. Medicines.* 3(4): 25. DIO:10.3390/medicines3040025

Di Virgilio, N., Papazoglou, E. G., Jankauskiene, Z., Di Lonardo, S., Praczyk, M., & Wielgusz, K. (2015). The Potential Of Stinging Nettle (*Urtica Dioïca.L*) As A Crop With Multiple Uses. *Industrial Crops and Products.* (68):42–49. DIO:10.1016/j.indcrop.2014.08.012.

Djouahri, A., Boualem, S., Boudarene, L., Baaliouamer, A., (2015). Geographic's Variation Impact On Chemical Composition, Antioxidant And Anti-Inflammatory

Activities Of Essential Oils From Wood And Leaves Of *Tetraclinis Articulata* (Vahl) Masters. *Industrial Crops and Products*. (63):138–146.

E

Ebadollahi, A., Safaralizadeh, M., Pourmirza, A., & Gheibi, S. (2010). Toxicity Of Essential Oil Of Agastache Foeniculum (Pursh) Kuntze To *Oryzaephilus Surinamensis* L. And *Lasioderma Serricornis* F. *Journal of Plant Protection Research*, 50(2). DIO: 10.2478/v10045-010-0037-x

Edward, P.C., Varro, E.T., & Lynn R. B. (1987). Pharmacognosy, sixth edition. LEA-Febriger.p:184-187

El Asbahani, A. E., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. H. A., Casabianca, H., ... Elaissari, A. (2015). Essential Oils: From Extraction To Encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*. 483(1-2):220–243. DIO:10.1016/j.ijpharm.2014.12.069

Elguedoui, R., 2003. Extraction des huiles essentielles du Romarin et du Thym Comportement insecticide de ces deux huiles sur *hyzoperthadorninica*(Fabricus)(Coleoptera, bostrychidae). Thèse ing., E.N.P., El-Harrach, Algérie.

Elshafie, H. S., & Camele, I. (2017). An Overview Of The Biological Effects Of Some Mediterranean Essential Oils On Human Health. *BioMed Research International*.1(14). DIO:10.1155/2017/9268468

El-Wakeil, N. E. (2013). Retracted article: Botanical Pesticides and Their Mode of Action. *Gesunde Pflanzen*. 65(4):125–149. DIO: 10.1007/s10343-013-0308-3

Environmental Protection Agency (EPA). (2017). United States. What are biopesticides? <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/what-are-biopesticides> (consulté 3 Mars 2019).

F

Fernandes, C.P., Xavier, A., Pacheco, J.P.F., Santos, M.G., Mexas, R., Ratcliffe, N.A., Gonzalez, M.S., Mello, C.B., Rocha, L., Feder, D. (2013). Laboratory evaluation of the effects of *Manilkara subsericea* (Mart.) Dubard extracts and triterpenes on the development of *Dysdercus peruvianus* and *Oncopeltus fasciatus*. *Pest. Manag. Sci.* 69, 292-301.

Finney, D. J., (1971). Probit Analysis. 3rd Ed. London: Cambridge University Press.

Fisher, R. & Yates, 1957. *Statistical Tables For Biological Agricultural And Medical Research.* 5^{ème} Edition, Oliver Et Boyd .London. p. 64-66

Friis, I. (1993). Urticaceae. In: Kubitzki, K. *The families and Genera of Vascular Plants II.* Springer Verlag.Berlin.p:612-629.

G

Gabarty, A., & Abou El Nour, S. (2016). Impact Of Wheat Flour Infestation By Some Insects On Its Quantity And Quality Loss, Fungal Contamination And Mycotoxins. *International Journal of Agriculture and Biology.*18(08):1122–1130.DIO: 10.17957/IJAB/15.0233

Golmohammadi, M., Borghei, A., Zenouzi, A., Ashrafi, N., & Taherzadeh, M. J. (2018). Optimization Of Essential Oil Extraction From Orange Peels Using Steam Explosion. *Heliyon*, 4(11):e00893. DIO:10.1016/j.heliyon.2018.e00893.

Große-Veldmann, B. (2016). Systematics, Taxonomy, and Evolution of *Urtica L. (Urticaceae)*. Thèse de doctorat. Université de Rheinische Friedrich-Wilhelms de Bonn.Allemagne.

Große-Veldmann, B., Conn, B. J., & Weigend, M. (2016). Weeding The Nettles IV: A Redefinition Of *Urtica Incisa* And Allies In New Zealand And Australia, Including

The Segregation Of Two New Species *Urtica Sykesii* And *U. Perconfusa*. *Phytotaxa* 245(4): 251–261.

Guenther, E. (1948). The Essential Oils. D. Van Nostrand Company Inc.; New York, NY, USA. p. 427.

Gül, S., Demirci, B., Başer, K. H. C., Akpulat, H. A., & Aksu, P. (2012). Chemical Composition and In Vitro Cytotoxic, Genotoxic Effects of Essential Oil from *Urtica dioica* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 88(5):666–671. DIO:10.1007/s00128-012-0535-9.

H

Habibi Lahigi, S., Amini, K., Moradi, P., & Asaadi, K. (2001). Investigating The Chemical Composition Of Different Parts Extracts Of Bipod Nettle *Urtica Dioica* L. In Tonekabon Region. *Iranian Journal of Plant Physiology*. 2 (1):339 – 342.

Hagstrum, D.W., Subramanyam, B. (2009). Stored-Product Entomology Information Sources: Revue. *American Entomologist*. 55(3): 174-183. DIO: 10.1093/ae/55.3.174

Hajhashemi, V., Ghannadi, A., Sharif, B. (2003). Anti-inflammatory and analgesic properties of the leaf extracts and essential oil of *Lavandula angustifolia* Mill. *J. Ethnopharmacol.* (89): 67-71. DIO: 10.1016/S0378-8741(03)00234-4

Hami, M., Taibi, F., & Soltani-Mazouni, N. (2004). Toxicité Comparée De Quelques Mimétiques De L'hormone De Mue A L'égard Des Chrysalides d'*Ephestia kuehnielle* *Euro mediterranean workshop on animal Ecology* 22-24.

Hami, M., Taibi, F., Smaghe, G., & Soltani-Mazouni, N. (2005). Comparative Toxicity Of Three Ecdysone Agonist Insecticides Against The Mediterranean Flour Moth . *Comm. Appl. Sci. Ghent University*. 70 (4): 767-773.

Hami, M., Taibi, F., & Soltani-mazouni, N. (2004). Effects Of Flucycloxonon, A Chitin Synthesis Inhibitor, On Reproductive Events And Thickness Of Chorion In Mealworms. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*. 69(3): 249-255.

Harborne, J.B. (1993). Introduction to Ecological Biochemistry. 4th ed. Academic Press..

Hikal, W. M., Baeshen, R. S., & Said-Al Ahl, H. A. H. (2017). Botanical Insecticide As Simple Extractives For Pest Control. *Cogent Biology*, 3(1):1404274. DIO:10.1080/23312025.2017.1404274.

I

Ilies, D. C., Tudor, I., & Radulescu, V. (2012). Chemical composition of the essential oil of *urtica dioïca*. *Chemistry of Natural Compounds*. 48(3):506–507. DIO:10.1007/s10600-012-0291-4

Institut Européen des Substances Végétales (IESV). (2011). L'ortie piquante, (*Urtica dioica L.*).

Isman, M. (2002). Insect Antifeedants. *Pesticide Outlook*, 13(4):152–157. DIO:10.1039/b206507j.

Isman, M. B., & Machial, C.M. (2006). Pesticides Based On Plant Essential Oils: From Traditional Practice To Commercialization.in: Rai, M., & Carpinella, M.C. Naturally Occurring Bioactive Compounds .Elsevier. p: 29.

Ivase, T. J.P., Nyakuma, B. B., Ogenyi, B. U., Balogun, A. D., & Hassan, M. N. (2017). Current Status, Challenges, And Prospects Of Biopesticide Utilization In Nigeria. *Acta Universitatis Sapientiae, Agriculture and Environment*. 9(1): 95–106. DIO:10.1515/ausae-2017-0009.

J

Jacob., T.A., & Cox., P.D. (1977). The Influence of Temperature and Humidity on the Life-Cycle of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*. (13): 107-118 .

Jones, M. (2011). Overview of essential oils.in: The Complete Guide to Creating Oils, Soaps, Creams, and Herbal Gels for Your Mind and Body. Atlantic Publishing Groupe. p: 34.

K

Kapelnikov, A., Zelinger, E., Gottlieb, Y., Rhrissorrakrai, K., Gunsalus, K. C., & Heifetz, Y. (2008). Mating Induces An Immune Response And Developmental Switch In The Drosophila Oviduct. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.105 (37) :13912-13917.

Kassemi N., 2014 - Activité Biologique Des Poudres Et Des Huiles Essentielles De Deux Plantes Aromatiques (*Pseudocytisus Integrifolius Salibe, Nepeta Nepetella L.*) Sur Les Ravageurs Du Blé Et Des Légumes Secs. Thèse Du Doctorat. Université De Tlemcen .

Kellouche, A., 2005. Etude De La Bruche Du *Poi-Chiche, Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera :Buchidae) : Biologie, Physiologie, Reproduction Et Lutte. Thèse De Doctorat. Université De Tizi-Ouzou.Algérié.

Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifar, N., Sefidkon, F., & Reza Pirmoradei, M. (2005). Comparison of essential oils compositions of *Ferula assafoetida* Obtained By Supercritical Carbon Dioxide Extraction And Hydrodistillation Methods. *Food Chemistry*. 91(4):639–644. DIO:10.1016/j.foodchem.2004.06.033

Khezar, H. (2013). What is the Difference Between Volatile Oil and Fixed Oil? MEDIMOON. <https://medimoon.com/2013/04/what-is-the-difference-between-volatile-oil-and-fixed-oil/>

Koul, O., Suresh, W., & Dhaliwal, G. S. (2008). Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints. *Biopesticides International*. 4(1): 63–84.

Kregiel, D., Pawlikowska, E., & Antolak, H. (2018). *Urtica* spp.: Ordinary Plants with Extraordinary Properties. *Molecules*. 23(7):1664. DIO:10.3390/molecules23071664.

L

Langlade, V. (2010). L'ortie dioïque, *Urtica dioica* L'étude Bibliographique En 2010. Thèse De Doctorat. Université De Nantes. France .

Lucchesi, M. E. (2005). Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat. Université de La Réunion. France .

M

Mahmood, I., Imadi, S. R., Shazadi, K., Gul, A., & Hakeem, K. R. (2016). Effects of Pesticides on Environment. *Plant, Soil and Microbes*. 253–269. DIO:10.1007/978-3-319-27455-3_13

Mishra, J., Tewari, S., Singh, S., & Arora, N. K. (2014). Biopesticides: Where We Stand? *Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets*, 37–75. DIO:10.1007/978-81-322-2068-8_2

Momen, F. M., & El-Laithy, A. Y. (2007). Suitability Of The Flour Moth *Ephestia Kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) For Three Predatory Phytoseiid Mites (Acari: Phytoseiidae) In Egypt. *International Journal of Tropical Insect Science*. 27 (02): 102. DOI:10.1017/S1742758407777160

Moretti, M. D. L., Sanna-Passino, G., Demontis, S., & Bazzoni, E. (2002). Essential Oil Formulations Useful As A New Tool For Insect Pest Control. *American Association of Pharmaceutical Scientists*. 3(2):64–74. DIO:10.1208/pt030213.

Mossa, A. (2016). Green Pesticides: Essential Oils as Biopesticides in Insect-pest Management. *Journal of Environmental Science and Technology*. 9(5):354-378. DIO: 10.3923/jest.2016.354.378.

Références bibliographiques

Munyulit. M. B., 2009. On-Farm Storages Participatory Evaluation and Validation of the Capability of Native Botanicals for Control of Bean *Bruchids* (*Acanthoscelides obtectus.L.*, (Coleoptera: Bruchidae) in South-Kivu Province, Eastern of Democratic Republic of Congo. *Tropicultura J.* 27 (3) : 174-183

N

Nasr, M., Jalali Sendi, J., Moharramipour, S., & Zibae, A. (2017). Evaluation Of *Origanum Vulgare L.* Essential Oil As A Source Of Toxicant And An Inhibitor Of Physiological Parameters In Diamondback Moth, *Plutella xylostella.L.* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 16(2):184–190. DIO:10.1016/j.jssas.2015.06.002

National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2018) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/taxonomyhome.html/>

Ngamo, L.S.T., & Hance, T.H. (2007). Diversité Des Ravageurs Des Denrées Et Méthodes Alternatives De Lutte En Milieu Tropical. *TROPICULTURA.* 25(4):215-220.

O

Oess, A. (2014). Ortie dioïque.in: Plantes Médicinales Et Culinaires De St-Cergue. Lulu.com. p: 41.

Olson, S. (2015).An Analysis Of The Biopesticide Market Now And Where It Is Going. *Outlooks on Pest Management,* 26 (5):203-206. DIO. 10.1564/v26_oct_04.

Ozols, G., & Bicevskis M. (1979). Respects for the use of IPS *Tyroglyphus* Attractant. In: .Shumakov, E.M., Chekmenev, S.Y., & Ivanova, T.V. *Biologia Aktualis Veshchestva Zashchiva Rastenij. Izd. Kolos, Moscow.* p: 49-51.

P

- Pakyari, H., Amir-Maafi, M., & Moghadamfar, Z. (2016).** Oviposition Model of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*. 109 (5): 2069-2073. DIO: 10.1093/jee/tow190.
- Pakyari, H., Amir-Maafi, M., Moghadamfar, Z., & Zalucki, M. (2018).** Estimating Development And Temperature Thresholds Of *Ephestia Kuehniella*: Toward Improving A Mass Production System. *Bulletin of Entomological Research*: 1-8. DIO: 10.1017/S0007485318000718.
- Pandir, D., Sahingoz, R., & Ercan, F. S. (2013).** Mediterranean Flour Moth *Ephestia Kuehniella* eggs And Larvae Exposed To A Static Magnetic Field And Preference By *Trichogramma Embryophagum*. *Biocontrol Science and Technology*, 23 (12): 1402-1411. DIO:10.1080/09583157.2013.835789
- Pauli, A., & Schilche, H. (2009).** In Vitro Antimicrobial activities of essential oils monographed in the European pharmacopoeia. In: Hüsni, K.B. C., & Buchbauer, G. Handbook of essential oils; Science, Technology, and Applications. CRC Press.p: 353–547.
- Perry, N.S., Bollen, C., Perry, E.K., Ballard, C., 2003.** Salvia For Dementia Therapy: Review Of Pharmacological Activity And Pilot Tolerability Clinical Trial. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 75: 651-659. DIO:10.1016/s0091-3057(03)00108-4
- Pharmacopée européenne, (2005).** LA PHARMACOPÉE EUROPÉENNE DANS LA RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE DU MÉDICAMENT
- Philogène, B.J.R., Regnault-Roger, C., Vincent, C. (2008).** Biopesticides D'origine Végétale: Bilan Et Perspectives. in: Biopesticides D'origine Végétale (2e éd.) Regnault-Roger, C., Philogene, B.J.R., Vincent,C. TEC et DOC. p : 466.

Properzi, A., Angelini, P., Bertuzzi, G. & Venanzoni, R. (2013). Some Biological Activities of Essential Oils. *Medicinal & Aromatic Plants*, 02(05). DIO:10.4172/2167-0412.1000136.

R

Rajashekar, Y., Bakthavatsalam, N., & Shivanandappa, T. (2012). Botanicals as Grain Protectants. *Psyche: A Journal of Entomology*. 1–13. DIO:10.1155/2012/646740.

Ranjitha, J., & Vijiyalakshmi, S. (2014). Facile methods for the extraction of essential oil from the plant species – a review. *International journal of Pharmaceutical sciences and research*, 5(4): 1107-15. DIO: 10.13040/IJPSR.0975-8232.5(4).1107-15

Rassem, H. A.H., Nour, A. H., & Yunus, R. M. (2016). Techniques For Extraction of Essential Oils From Plants: A Review, *Australian Journal of Basic And Applied Science*, 10(16): 117-127.

Rees, D. 2003. *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, London.p:

Rehman, R., Hanif, M. A., Mushtaq, Z., & Al-Sadi, A. M. (2015). Biosynthesis Of Essential Oils In Aromatic Plants: A Review. *Food Reviews International*. 32(2): 117–160. DIO: 10.1080/87559129.2015.1057841

Reichmuth, C. (2010). Pest Control And Constraints In Flour Mill. In: *International European Symposium On Stored Product Protection, Stress On Chemical Products. Julius-Kühn-Archiv*.429.

Ribeiro, S., Sousa, J. P., Nogueira, A. J. A., & Soares, A. M. V. M. (2001). Effect of Endosulfan and Parathion on Energy Reserves and Physiological Parameters of the Terrestrial Isopod *Porcellio dilatatus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 49(2), 131–138. DIO:10.1006/eesa.2001.2045

Rozmana,V., Kalinovica,I., & Korunicb, Z.(2007). Toxicity of naturally occurring compounds of *Lamiaceae and Lauraceae* to three stored-product insects. *Journal of Stored Products Research.* 43(4): 349–355. DIO:10.1016/j.jspr.2006.09.001

S

Said-Al Ahl H., Hikal,W., & Tkachenko, K. (2017). Essential Oils with Potential as Insecticidal Agents: A Review. *Journal of Environmental Planning and Management* 3(4):23-33. DIO:2381-7259.

Sak, O., Uckan, F., & Ergin, E. (2006) Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionellae.L.*(Hymenoptera: Ichneumonidae). *Belgian Journal of Zoology.* 136: 53-58.

Sallé, J.L.(1991). Le Totum En Phytothérapie : Approche De Phyto-Biothérapie.Frison-Roche. Paris.p :239

Saroukolai, A.T., Ganbalani, N. G.,Dastjerdi, H.R., & Hadian, J.(2014). Antifeedant Activity and Toxicity of Some PlantEssential Oils to Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata Say* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Plant Protection Science.* 50(4):207-216. DIO:10.17221/9/2014-PPS.

Semalty, M., Adhikari, L., Semwal, D., Chauhan, A., Mishra, A., Kotiyal, R., & Semalty, A. (2017). A Comprehensive Review on Phytochemistry and Pharmacological Effects of Stinging Nettle (*Urtica dioica*). *Current Traditional Medicine,* 3(3). DIO:10.2174/2215083803666170502120

Sendi, J. J., &Ebadollahi, A.(2013). Biological Activities of Essential Oils on Insects. In: Govil, J. N. & Bhattacharya, S. Recent Progress in Medicinal Plants (RPMP): Essential Oils–II. Studium Press LLC .India. p:138

Références bibliographiques

- Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., ... Iriti, M. (2017).** Biological Activities of Essential Oils: From Plant Chemoecology to Traditional Healing Systems. *Molecules*, 22(1): 70. DIO:10.3390/molecules22010070.
- Silva, J., Abebe, W., Sousa, S.M., Duarte, V.G., Machado, M.I.L., Matos, F.J.A., 2003.** Analgesic And Anti-Inflammatory Effects Of Essential Oils Of Eucalyptus. *J. Ethnopharmacol.* 89:277-283.
- Sitrallah,S., & Merza, J.(2018).** Chemical Composition of Essential Oil Extracted from *Urtica pilulifera* and Evaluation Its Biological Activity. *International Journal of Scientific & Engineering Research.* 9(9):16-19.
- Smaghe G., & Degheele D. (1995).** Biological activity and receptor binding of ecdysteroid agonists RH-5992 (Tebufenozide) in *Spodoptera Exempta*, *Spodoptera exigua* and *Liptinotarsa decemlineata.*, *Pest. Biochem. Physiol.*, **49**: 224-234.
- Smaghe, G., & Degheele D. (1992).** Effects Of The Non Steroidal Ecdysteroid Agonists, RH-5849 On Production Of *Spodoptera littoralis* (Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae) Parasitica, 48: 23- 29.
- Soltani-Mazouni N., Taïbi F., Berghiche H., Smaghe G., Soltani N., (2001).** RH- 0345 Restored Party The Effects Induced By KK- 42 On Reproductive Events In Mealworms. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.* 66/2a: 437- 444.
- Soltani-Mazouni, N., Hami, M., & Gramdi, H. (2012).** Sublethal Effects Of Methoxyfenozide On Reproduction Of The Mediterranean Flour Moth,*Ephestia Kuehniella* Zeller. *Invertebrate Reproduction & Development*, 56 (2): 157-163. DIO.10.1080/07924259.2011.582695
- Srûtek, M., Teckelmann, M. (1998).** Review Of Biology And Ecology Of *Urtica Dioica*. *Preslia.* 70(1):1–19
- Svoboda, K.P., & Greenaway, R.I. (2003).** Investigation Of Volatile Oil Glands Of *Satureja Hortensis* L. (Summer Savory) And Phytochemical Comparison Of Different Varieties. *International Journal of Aromatherapy*, 13(4):196–202. DIO:10.1016/s0962-4562(03)00038-9.

T

Tahar, W., Bordjiba, O., & Aimeur, N. (2017). Effet De L'hymexazole Et De La Prométhryne Sur La Qualité Physico-Chimique Et Biologique Des Sols Agricoles. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*. 35 :37-44.

Taibi, F. (2007). Etude Comparée Du Développement Et De La Reproduction Chez Deux Ravageurs Des Denrées Stockées *Ephestia Kuehniella* Et *Tenebrio Molitor*. Aspect Endocrinien En Rapport Avec L'impact D'un Mimétique De L'hormone De Mue, Le RH0345. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba .Algérie.

Talukder, F. A. (2006). Plant Products As Potential Storedproduct Insect Management Agents-A Mini Review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 18(1):17-32. DIO:10.9755/ejfa.v12i1.5221.

Tarlack, P., Mehrkhou, F., & Mousavi, M. (2014). Life History And Fecundity Rate Of *Ephestia Kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) On Different Wheat Flour Varieties. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*. 48 (1): 95-103. DIO.org/10.1080/03235408.2014.882135

Tijjani, A., Bashir, K. A., Mohammed, I., Muhammad, A., Gambo, A. & Musa, H. H. (2016). Biopesticides For Pests Control: A Review. *Journal of Biopesticides and Agriculture*. 3(1): 6-13.

Tongnuanchan, P., & Benjakul, S. (2014). Essential Oils: Extraction, Bioactivities, And Their Uses For Food Preservation. *Journal of Food Science*. 79(7):R1231–R1249. DIO:10.1111/1750-3841.12492

Tripathi A.K., Upadhyay, S., Bhuiyan, M & Bhattacharya, P. R. (2009). A Review On Prospects Of Essential Oils As Biopesticide In Insect-Pest Management. *Journal of Pharmacognosy and Phototherapy*. 1(5): 52-63.

U

United Nations. (2019). United Nations Department of Economic and Social Affairs.
<https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html>

V

Vieira,V., Tavares, J., & Daumal, L. (1992). Influence Des Temperatures Alternées Sur Le Developpement Larvaire d'*Ephestia Kuehniella* Zeller (Lep., Pyralidae). *AÇOREANA*, 7(3): 471-477.

W

Wawrzyniak, M. (1996) .The Effect Of Selected Plant Extracts On The Cabbage Butterfly, *Pieris Brassicae* L. (Lepidoptera). *Polish Journal of Entomology*. 65: 93–99.

Wichtl, M.,& Robert,A.(2003). Plantes thérapeutiques, Tradition, pratique officinale, science et thérapeutiques. Tec & Doc. p : 156.

Y

Yahiyaoui, N. (2005). Extraction, Analyse Et Evaluation De L'effet Insecticide Des Huiles Essentielles De *Mentha Spicala. L* Sur *Rhyzopertha Dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) Et *Tribolium Confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Thèse De Magister.Université d'Alger.

Z

Zamani, S., Sendi, J.J., Ghadamyari M (2011) Effect of *Artemisia Annu* L. (Asterales: Asteraceae) Essential Oil on Mortality, Development, Reproduction and Energy

Références bibliographiques

Reserves of *Plodia Interpunctella* (Hübner). (Lepidoptera: Pyralidae). *Biofertilizers & Biopesticides Biofertil.* 2(1):105. DIO:10.4172/2155-6202.1000105

ANNEXES

Annexes

- ❖ La mortalité observé après traitement des chrysalides par l'huile essentielle d'*Urtica dioica* .L (huilesdes feuilles).

Dose	Répétition	Mortalité observé
Témoin	R1	1
	R2	0
	R3	1
2µl	R1	4
	R2	3
	R3	3
4µl	R1	4
	R2	4
	R3	5
6µl	R1	6
	R2	7
	R3	7
8µl	R1	7
	R2	8
	R3	6
10µl	R1	6
	R2	8
	R3	9

- ❖ Les résultats journaliers de test de toxicité de la poudre d'*urtica dioica*.L sur les adultes

Dose	répétition	24h	48h	72h	96h
2g	R1	3	4	4	6
	R2	2	4	6	8
	R3	1	2	4	5
1g	R1	1	2	3	5
	R2	2	3	5	6
	R3	1	1	4	4
0.5g	R1	0	1	3	4
	R2	1	3	4	5
	R3	0	2	4	5
0.25g	R1	0	0	1	4
	R2	1	1	3	4
	R3	0	0	2	2
Témoin	R1	0	0	0	1
	R2	0	0	1	1
	R3	0	0	0	0

Annexes

❖ Dosage des protéines chez des chrysalides *d'E. kuehniella* âgées de 96h :
réalisation de la gamme d'étalonnage.

Albumine (µg)	0	20	40	60	80	100
absorbances	0,064	0,089	0,104	0,11	0,129	0,136