



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ECHAHID CHEIKH LARBI TEBESSI- TEBESSA
FACULTE DES SCIENCES EXACTE ET DE LA NATURE ET
DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE
FILIERE BIOLOGIE VÉGÉTALE
SPECIALITE ECOPHYSIOLOGIE VÉGÉTALE



En vue d'obtention du diplôme de Master en écophysiologie végétale

L'effet de *Laurus nobilis* sur *Sitophilus granarius*

Présenté par
CHORFI ABDALLAH

Membres du jury :

- | | | |
|--------------------|-----|------------|
| ▪ Dr.GOUDJIL TAHAR | MCA | Président |
| ▪ Dr.GUENEZ RADJA | MCB | Rapporteur |
| ▪ Dr.DJELLAB SIHEM | MCA | Examineur |

Date de soutenance : 07 / 06 / 2023

Année universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chère parents qui m'ont beaucoup soutenu et encouragé jus qu'au bout
et que dieu leur accorde une longue vie Mon frère et Mes sœurs*

*MOHAMED CHORFI MERIEM CHORFI MARWA CHORFI. Mes
ancles, mes tantes et leurs familles. Mes amies : MAHDI .HOUDAYFA
ACHREF. ISLEM .ZAKI. AMINE*

.KOUSSAI.MAHDI .

*N'oublier pas de dédier à mes chères amies
MOHAMED SALMENE que souhaite de bonheur
succès à sa vie.*

*En fin je dédie tous ceux connu moi de près ou de
loin.*

CHORFI ABDALLAH

REMERCIEMENTS

Avant tout. Louange à DIEU le tout puissant, le miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous avoir permis de finaliser se travail dans de meilleurs conditions.

*Nous tenons à remercier notre promotrice Dr **GUENEZ RADJA**, maitre de conférences à l'université d'ECHAHID CHEIKH LARBI TEBESSI de TEBESSA, pour l'honneur qu'elle nous a fait en proposant et en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.*

*Nous remercions infiniment à M^{elle} **IMENE** (Magister en biochimie) et M^R **MOUMEN** (Magister en biochimie), pour ses aides, ses conseils.*

Nous remercierions également :

*Le personnel des laboratoires pédagogiques à leur tête M^{me} **CHIRAZ***

Je tiens à remercier aussi tous mes collègues de master pour leurs aides et leurs conseils durant l'élaboration de l'expérimentation de ce travail.

Nous ne savons oublier le personnel de la bibliothèque pour leurs aides durant les quatre années passées.

En fin, nous remercions tous ceux de près ou de loin qu'ont contribué à la réalisation de ce travail.

CHORFI ABDALLAH



SOMMAIRES

SOMMAIRES

TABLE DE MATIERES		PAGE
REMERCIEMENTS		
DEDICACE		
INTRODUCTION		1-2
Chapitre I	La lutte biologique	
1- La lutte biologique		03
1.1. Principales formes de lutte biologique		04
1.1.1. Lutte biologique par conservation		04
1.1.2. Lutte biologique classique		04
1.1. 3. Lutte biologique par inondation		05
1.2. Autres formes de lutte biologique		07
1.3. Organismes utilisés en lutte biologique		07
1.3.1. Prédateurs		07
1.3.2. Hyménoptères		08
1.3.3. Micro-organismes		08
1.3.4. Bactéries		09
1.3.5. Champignons		09
1.3.6. Virus		09
1.4. Les principaux substances actives de la plante <i>laurus nobilis</i> utilise dans la lutte biologique		10
1.5. Les ravageurs et leur impact sur les éléments nutritifs :		11
Chapitre II	MATERIEL ET METHODES	
2.1. Présentation des plantes étudiées		15
2.1.1. <i>Laurus nobilis</i> L, 1753		15
2.2. Collecte des plantes et extraction		16
2.3. Analyse de la composition chimique des HEs		17
2.4. Présentation de l'insecte étudiés		18

SOMMAIRES

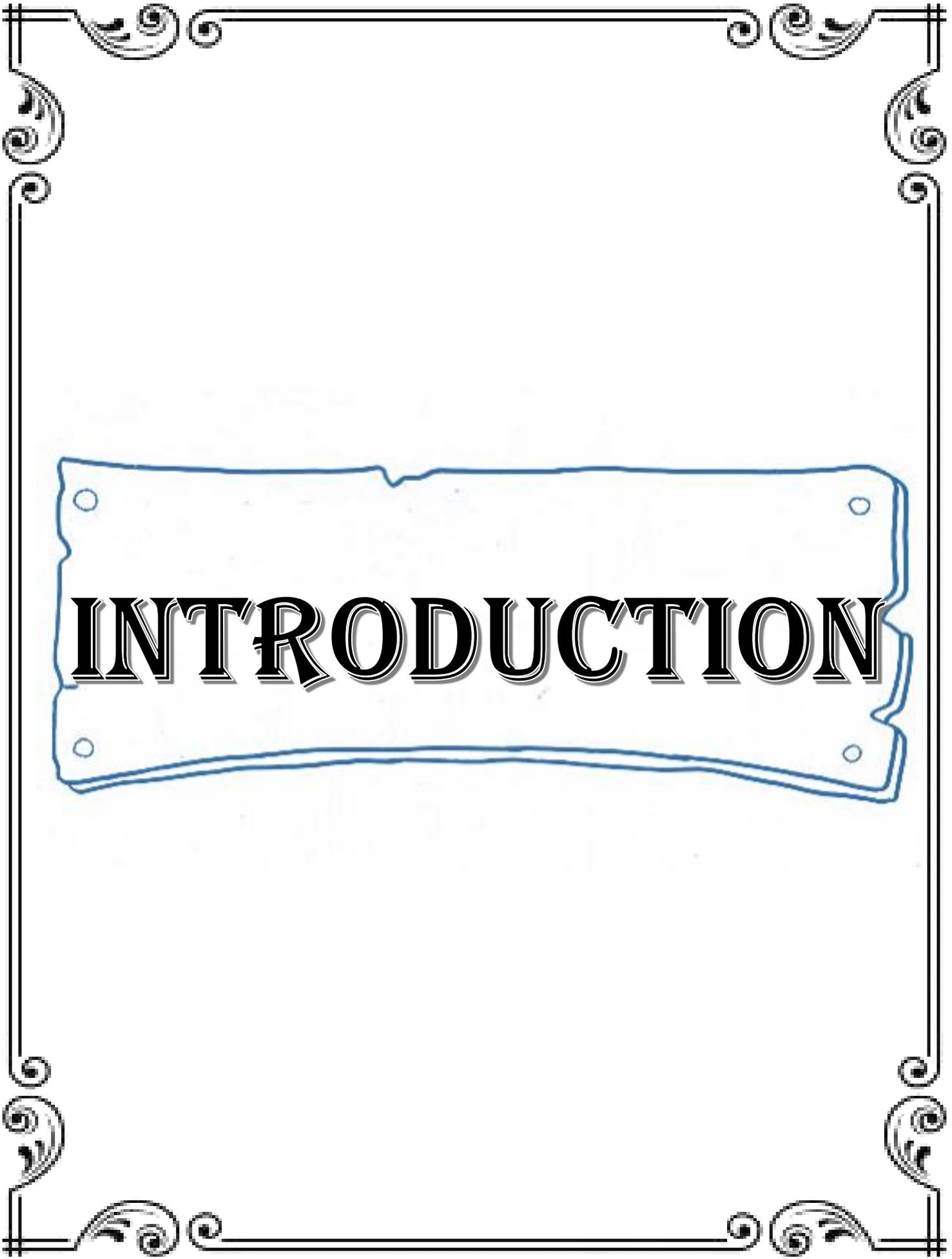
2.4.1. Présentation des Arthropode	18
2.4.2. Présentation de <i>Sitophilus granarius</i>	18
2.5. Cycle de vie	20
2.6. Techniques d'élevage	21
2.7. Traitement et tests de toxicité	21
2.8. Extraction et dosage des principaux constituants biochimiques	22
2.8.1. Dosage des protéines totales	23
2.8.2. Dosage des lipides totaux	24
2.8.3. Dosage des glucides totaux	25
2.9. Analyse statistique	26
Chapitre III	RESULTATS
3.1. Caractéristiques organoleptiques et rendement des HEs	27
3.2. Composition chimique des huiles essentielles	27
3.2.1. Composition chimique de <i>Mentha pulegium</i>	27
3.3. Toxicité des huiles essentielles	30
3.3.1. Toxicité de l'HE de <i>Laurus nobilis</i>	31
3.4. Impact des HEs sur la composition biochimique des moustiques	32
3.4.1. Effet sur le contenu en protéines totales	32
3.4.2. Effet sur le contenu en glucides	33
3.4.3. Effet sur le contenu en lipides	33
DISCUSSION	
4. Rendement des huiles essentielles	35
4.1. Composition chimique des HEs	36
4.2. Toxicité des HEs à l'égard des	39
4.3. Impact des HEs sur les réserves énergétiques	41
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	45
RESUME	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

SOMMAIRES

LISTE DE FIGURES	PAGE
Figure 01. <i>Laurus nobilis</i> L., 1753 (Guenez, 2015).	15
Figure02 : Méthode extraction des huiles essentielles (photos original, 2023).	17
Figure03 : Montage d'hydrodistillation (photos originales).	17
Figure 04 : Cycle de développement de <i>Sitophilus granarius</i> .	20
Figure 05 : Techniques d'élevage (photos original, 2023)	21
Figure 06 : Traitement (photos original)	22
Figure 07 : La conservation des échantillons dans 1ml de TCA avant la centrifugeuse (photos originales).	23
Figure 09 : Dosage de protéine (Photo originale).	24
Figure 10 : Dosage de lipide (Photo originale).	25
Figure 11 : Chromatogramme CPG-SM de l'HE de <i>L. nobilis</i> (Abondance en fonction du temps en min) (Guenez, 2020).	30
Figure 12 : Toxicité de l'HE de <i>L. nobilis</i> (ppm), appliquée sur <i>Sitophilus granarius</i> nouvellement exuviées : Mortalité corrigée (%) ($m \pm SD$, n=3 répétitions de 25 individus chacune). Les lettres représentent le classement des doses selon le test HSD de Tukey.	31
Figure 13 : Effets de l'HE de <i>L. nobilis</i> , appliquée sur <i>Sitophilus granarius</i> Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses. $R^2= 96\%$, 96% et 98% respectivement.	31

SOMMAIRES

LISTE DES TABLEAUX	PAGE
Tableau 01. Dosage des protéines totales chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des protéines.	23
Tableau 02. Dosage des lipides totaux chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.	24
Tableau 03. Dosage des glucides totaux chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides.	25
Tableau 04. Caractéristiques organoleptiques et rendement des huiles essentielles extraites de <i>Laurus nobilis</i> .	27
Tableau 05. Composition chimique de l'huile essentielle de <i>L. nobilis</i> : temps de rétention (TR) et concentrations (%) des différents constituants (Guenez, 2020).	28
Tableau 06. Principales familles chimiques de l'HE de <i>Laurus nobilis</i> (Guenez, 2020).	29
Tableau 07. Toxicité de l'HE de <i>L. nobilis</i> , appliquée sur des <i>Sitophilus granarius</i> nouvellement exuviées Détermination des doses létales et leurs intervalles de confiance (95%).	31
Tableau 08. Effet des HEs extraites de <i>L. nobilis</i> (CL ₅₀ et CL ₉₀) sur le contenu en protéines totales (µg/individu) chez <i>Sitophilus granarius</i> à différentes périodes (m ± SEM, n=3 répétitions comportant chacune 25 individus) : Test HSD de Tukey.	32
Tableau 09. Effet des HEs extraites du <i>L. nobilis</i> (CL ₅₀ et CL ₉₀) sur le contenu en glucides totaux (µg/individu) chez <i>Sitophilus granarius</i> à différentes périodes (m ± SEM, n=3 répétitions comportant chacune 25 individus) : Test HSD de Tukey.	33
Tableau 10. Effet des HEs extraites du <i>L. nobilis</i> (CL ₅₀ et CL ₉₀) sur le contenu en glucides totaux (µg/individu) chez <i>Sitophilus granarius</i> à différentes périodes (m ± SEM, n=3 répétitions comportant chacune 25 individus) : Test HSD de Tukey.	34



INTRODUCTION

Introduction

Avec la révolution dans le domaine agro-alimentaire, l'espèce humaine doit maximiser sa production alimentaire afin d'assurer une alimentation adéquate de la population mondiale.

D'après les estimations les plus récentes de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 842 millions de personnes dans le monde soit 12 pour cent de la population mondiale n'étaient pas en mesure de satisfaire leurs besoins énergétiques alimentaires en 2011-2013 (FAO, 2013).

L'Homme devrait cultiver et stocker au maximum les récoltes saisonnières pour relever le défi de l'insécurité alimentaire. Pour mieux préserver au maximum la qualité originelle des grains et graines il faudra un bon stockage et une bonne conservation. Les céréales et leurs dérivés constituent la principale source de protéines dans de nombreux pays en voie de développement et les pertes causés à ce type de denrées lors de leur stockage sont estimés à 100 millions de tonnes dont 13 millions sont provoqués par les insectes.

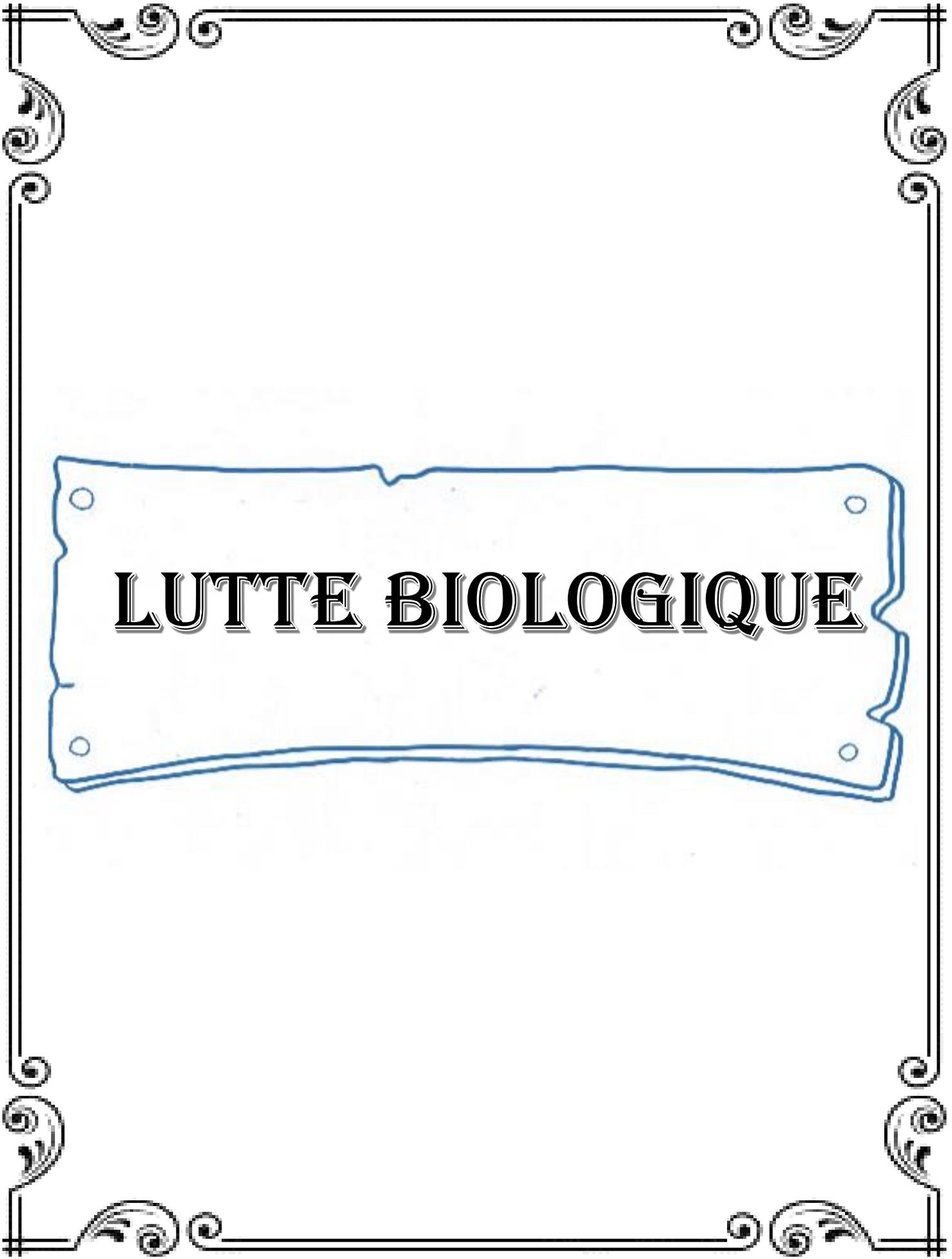
Dans les pays développés ces pertes avoisinent les 3 %, alors qu'en Afrique elles atteignent les 30 % (Silvy, 1992).

Parmi les ennemis de stockage on trouve plusieurs espèces, on cite les insectes ravageurs des denrées stockées, qui sont très nombreux et très diversifiées en Afrique (Danho, 2003) mais ne sont pas dangereux. La famille des Lépidoptères regroupe les pyrales ou teignes telles que la pyrale de cacao, de tabac et de riz, les teignes du raisin secs, de fruits secs, de semences et la teigne de la farine. Ces insectes causent des pertes importantes et génèrent de coûts importants pour l'industrie agroalimentaire.

La lutte biologique est la méthode la plus utilisée, qui est le contrôle d'un ravageur par un ennemi naturel, et est naturellement présente dans la plupart des écosystèmes (Lambert, 2010).

En Algérie, la lutte avec des biomolécules commence à être étudiée mais il est légitime de se demander si elle est applicable dans les conditions particulières de la province, soit environnementales, sociales ou économiques. Des recherches récentes ont clairement montré que les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques et médicinales sont largement utilisées, à l'heure actuelle, pour leurs multiples activités biologiques (fongicide, bactéricide,

herbicides, insecticides, antiseptique etc...) (Benjilali et al., (1986) ; Belaygoubi (2006) ; Chiasson et al., (2007) ; Gueye et al., (2010)). Les huiles essentielles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques. C'est dans cette perspective que s'inscrit notre travail pour contribuer à l'étude d'éventuel effet insecticide sur un modèle de ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* (Lépidoptères, Pyralidés), précédé d'une enquête ethnobotanique. Le présent travail a pour objectif de Contribution à l'étude des propriétés insecticides du Laurier noble, *Laurus nobilis L.* (Lauraceae), sur un insecte ravageur des denrées stockées, *Sitophilus graminis* (Coleoptera, Curculionidae) Notre travail présentera dans la première partie, nous aborderons les différentes connaissances bibliographiques : Chapitre1 : Généralités sur la lutte biologique. Dans la partie expérimentale, nous développerons Matériel et Méthodes et Résultats et discussion.



LUTTE BIOLOGIQUE

I. Lutte biologique

La lutte biologique est une méthode de contrôle des ravageurs qui utilise des organismes vivants ou des produits naturels pour réduire ou éliminer les populations de ravageurs. Cette méthode est de plus en plus populaire en raison de son efficacité, de son innocuité pour l'environnement et de sa durabilité. Les produits naturels sont particulièrement intéressants car ils sont souvent peu coûteux et facilement disponibles. Dans cet article, nous nous intéresserons aux produits naturels utilisés en lutte biologique contre les ravageurs agricoles (Suty, 2010).

Les produits naturels peuvent être utilisés de différentes manières en lutte biologique. Par exemple, des extraits de plantes peuvent être utilisés comme insecticides, des huiles essentielles peuvent être utilisées comme répulsifs, ou des bactéries et des champignons peuvent être utilisés comme agents pathogènes. L'utilisation de produits naturels en lutte biologique peut avoir des avantages importants, notamment en termes d'innocuité pour l'environnement, de durabilité et de coût. De plus, les produits naturels peuvent être combinés avec d'autres méthodes de lutte biologique pour une efficacité accrue (Vincent et Coderre, 1992).

L'un des exemples les plus connus de lutte biologique utilisant des produits naturels est l'utilisation de la pyréthrine, un insecticide dérivé du pyrèthre, une plante appartenant à la famille des astéracées. La pyréthrine est souvent utilisée en agriculture biologique car elle est rapidement dégradée dans l'environnement et a une faible toxicité pour les mammifères. Les extraits de neem, une plante originaire d'Inde, sont également couramment utilisés comme insecticides en raison de leur effet répulsif sur les insectes.

Les huiles essentielles sont également largement utilisées en lutte biologique. Par exemple, l'huile essentielle de menthe poivrée est utilisée comme répulsif contre les insectes dans les cultures de tomates et de concombres (Sertkaya, 2021). L'huile essentielle d'eucalyptus est également efficace contre les insectes ravageurs tels que le doryphore de la pomme de terre (Ebadollahi, 2021).

Des bactéries et des champignons sont également utilisés en lutte biologique contre les ravageurs agricoles. Par exemple, *Bacillus thuringiensis* est une bactérie utilisée comme insecticide pour contrôler les chenilles et les larves dans les cultures. Les champignons

entomopathogènes tels que *Metarhizium anisopliae* et *Beauveria bassiana* sont également utilisés pour contrôler les insectes ravageurs (Sertkaya, 2021).

1.1. Principales formes de lutte biologique

1.1.1. Lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation des auxiliaires autochtones vise à faciliter leur multiplication spontanée par un aménagement judicieux de leur environnement. Elle s'est développée depuis les années 1990 grâce aux nombreuses mesures réglementaires qui favorisent la gestion des habitats naturels tels que des zones refuges⁵, ou la restauration des milieux, habitats (Nentwig *et al*, 1998), corridors biologiques (ex: bandes enherbées et naturellement fleuries⁷) et structures agro-paysagères⁸ accueillant pour les auxiliaires de l'agriculture que sont les ennemis naturels des espèces dites ravageuses ou pathogènes^{9,10}. La lutte biologique par conservation s'est peu à peu appropriée les méthodes de la biologie moléculaire et de la modélisation des espaces et des interactions entre organismes vivants pour comprendre et gérer l'évolution des populations d'auxiliaires (Gimilio, 2010)

1.1.2. Lutte biologique classique

Vue d'ensemble, dorsale et ventrale, de *Teretrius* (*Neotepetrius*) *nigrescens* (Lewis, 1891)

La lutte biologique classique est basée sur l'importation d'entomophages ou d'agents pathogènes exotiques pour lutter contre un ravageur précédemment introduit d'une autre région du globe. Les introductions sont généralement commanditées par les autorités gouvernementales.

Le processus d'importation consiste à déterminer l'origine de l'organisme nuisible introduit, puis à étudier et recueillir les ennemis naturels associés à l'organisme nuisible ou espèces apparentées susceptibles de s'acclimater et de contrôler le ravageur dans son nouvel environnement. Les ennemis naturels sélectionnés sont ensuite évalués, rigoureusement testés contre des effets néfastes sur les populations autochtones, puis mis en quarantaine afin de s'assurer qu'ils seront efficaces et qu'aucun organisme indésirable, tels que des hyperparasitoïdes, n'est importé par la même occasion. Si l'ennemi naturel réussit les tests et est déclaré approprié à l'importation, il est ensuite produit en masse, puis relâché. Des études de suivi sont effectuées pour déterminer si l'ennemi naturel s'est établi avec succès sur le site de la libération et évaluer le bénéfice à long terme de sa présence.

En cas d'acclimatation réussie et d'efficacité suffisante, la lutte biologique « s'effectue toute seule », l'auxiliaire devenant un agent efficace et permanent (sur de nombreuses années au moins) de la répression du ravageur. Un exemple est donné par *Teretrius nigrescens*, une espèce de coléoptère histeridé originaire du Mexique, élevée et introduite en quantité en Afrique occidentale par l'Institut international d'agriculture tropicale pour lutter contre *Prostephanus truncatus* et *Sitophilus zeamais* (Jean, 1987)

- Les propriétés recherchées d'une lutte biologique classique sont :
 - Une grande autonomie et une importante mobilité des agents auxiliaires se traduisant par de bonnes capacités de dispersion, de découverte du ravageur et de survie dans le milieu ;
 - Une bonne capacité d'auto propagation, avec un effet durable, voire permanent et modérément amplifié lorsque l'hôte est disponible ;
 - Une sécurité pour la santé humaine et le respect de l'environnement ;
 - Une spécificité élevée permettant le ciblage précis d'un ravageur donné.

1.1. 3. Lutte biologique par inondation

La lutte biologique par inondation vise à augmenter artificiellement les populations de parasites par des apports extérieurs. L'organisme antagoniste doit être lâché ou inoculé en grand nombre à chaque fois que l'effectif du ravageur croît dangereusement. Il est nécessaire de maîtriser les techniques de multiplication de l'entomophage (en insectarium) ou du germe pathogène (en fermenteurs pour les bactéries, sur le vivant pour les virus), de conditionnement de stockage et d'épandage, tout en maintenant constante la qualité du produit. De tels auxiliaires, destinés à des applications répétées dans une pratique agricole courante, font l'objet de multiples contrôles pour s'assurer de leur innocuité pour les êtres vivants non cibles. Leur gamme d'hôtes, en principe très limitée, est examinée tout autant que leurs éventuelles propriétés toxiques ou allergènes. Par sélection et par des opérations de génie génétique, on cherche à améliorer ces auxiliaires en leur conférant, par exemple, des propriétés de résistance aux climats extrêmes, aux insecticides ou aux fongicides. L'utilisation de cette méthode est encore limitée à cause des difficultés techniques qu'elle rencontre, pour identifier les auxiliaires utiles, qui soient spécifiques des objectifs de lutte et sans effets néfastes sur les populations locales, et ensuite assurer leur production en masse pour permettre une mise en œuvre à grande échelle.

Un exemple est l'utilisation des trichogrammes, parasitoïdes oophages, pour lutter contre les lépidoptères ravageurs, en particulier contre la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*)¹⁵. Les trichogrammes sont tous d'abord produits massivement à l'échelle industrielle, puis utilisés sous forme de lâchés inondatifs saisonniers (300 000 à 600 000 insectes par hectare) pour lutter contre un grand nombre d'insectes ravageurs de cultures. Les différentes espèces de trichogrammes sont utilisées contre différents ravageurs :

- *Trichogramma brassicae*, utilisé contre la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*), est lâché tous les ans sur presque 50 000 hectares de maïs en Europe à raison de 300 000 trichogrammes par hectare.
- *T. cacæciae*, utilisé contre les tordeuses de la vigne (*Lobesia botrana* et *Eupæcilia ambiguella*), est lâché à raison de 600 000 trichogrammes par hectare.
- *T. evanescens* et *T. vœgelei*, utilisés contre les noctuelles de la tomate (*Heliothis armigera* et *Chrysodeixis chalcites*).

La lutte biologique à l'aide de trichogrammes est depuis plusieurs décennies utilisée à grande échelle (plus de 32 millions d'hectares) dans le monde entier contre de nombreux ravageurs de grandes cultures (céréales, coton, soja, etc.), de cultures maraîchères, fruitières ou forestières. En France, les travaux sur les trichogrammes qui ont abouti aux réalisations actuelles ont débuté à partir de 1972 à l'INRA d'Antibes, et sont encore en cours de développement actuellement.

La lutte biologique par inondation est largement utilisée pour la protection des cultures sous serre.

- Problèmes rencontrés

- Le coût élevé de leur production en masse qui nécessite un mode d'alimentation particulier.
- La difficulté de leur transport sur les lieux d'intervention ainsi que leur stockage.
- La longueur relative de leur délai d'action.
- L'incertitude quant au niveau de contrôle atteint, lié à leur environnement.
- Leur spécificité élevée, qui limite la gamme de ravageurs visés et leur possibilité d'autopropagation quand leur hôte est faiblement présent.

1.2. Autres formes de lutte biologique

Une forme particulière de lutte biologique est la technique de l'insecte stérile, dite « autocide ». Elle se base sur l'élevage et la dispersion de mâles stériles (éventuellement génétiquement modifiés) ou porteur d'une bactérie pathogène. Une fois relâchés en grand nombre, ces derniers concurrencent les mâles sauvages en limitant très fortement la descendance des femelles. Cette méthode est bien adaptée à la culture sous serre, mais son application à l'extérieur comprend des défis¹⁶. Par exemple, dans la ville australienne de Townsville, 7 000 familles et des écoles ont participé au programme World Mosquito, visant à élever et libérer des moustiques infectés par *Wolbachia*, une bactérie qui réduit leur capacité à transmettre la dengue, l'infection à virus Zika et le chikungunya.

Une méthode proche utilise des phéromones sexuelles pour attirer les mâles dans des pièges ou tout simplement les désorienter et ainsi éviter la reproduction d'insectes ravageurs ou vecteurs de maladies.

1.3. Organismes utilisés en lutte biologique

Les auxiliaires qu'on cherche à utiliser sont le plus souvent des insectes entomophages ou des acariens entomophages ou parasites. Un prédateur bien connu est la coccinelle, qui se nourrit de pucerons. Contre la pyrale du maïs, *Ostrinia nubilalis*, on utilise couramment une espèce de trichogramme qui est un micro-hyménoptère Trichogrammatidae (0,5 mm) dont les larves se développent au détriment des œufs de pyrale.

D'autres auxiliaires peuvent aussi être des bactéries ou des virus qui provoquent certaines maladies chez les insectes nuisibles. On parle de muscardines dans le cas de champignons.

Dans certains cas, des poissons peuvent également être utilisés. Ainsi, pour lutter contre la prolifération des anophèles, moustiques vecteurs du paludisme, l'Institut Pasteur d'Algérie introduisit avec succès dans ce pays en 1926 un petit poisson du Texas, la Gambouse (*Gambusia*), qui se nourrit des larves de moustiques peuplant les eaux stagnantes.

1.3.1. Prédateurs

Paquet de coccinelles *Hippodamia convergens* en vente en Amérique du Nord pour la lutte biologique.

Les prédateurs sont principalement des espèces autonomes qui consomment directement un grand nombre de proies pendant toute leur durée de vie.

Les coccinelles, et en particulier leurs larves qui sont actives au printemps/été dans l'hémisphère nord, sont des prédateurs voraces de pucerons et peuvent également consommer d'autres insectes de petites tailles, tels que les acariens et les petites larves de lépidoptères.

Les larves de nombreuses espèces de syrphes se nourrissent également principalement de pucerons (une larve peut en dévorer jusqu'à cinquante par jour, ou 1000 dans sa durée de vie). Elles mangent aussi d'autres insectes de petites tailles, tels que les Tetranychidae. Les adultes se nourrissent de nectar et de pollen, dont ils ont besoin pour la production d'œufs.

D'autres prédateurs utiles dans la lutte aux ravageurs de jardin comprennent les chrysopes, les Anthocoridae, les Staphylinidae et autres Coléoptères, moucheron prédateurs de pucerons, araignées, etc., ainsi que des prédateurs plus larges, tels que les grenouilles, les crapauds, les chauves-souris (les microchiroptères insectivores) et les oiseaux.

1.3.2. Hyménoptères

À l'exception de quelques groupes supérieurs prédateurs (Formicidae, Sphecidae, Vespidae), les hyménoptères utilisés en lutte biologique sont avant tout des parasitoïdes utilisés contre des phytophages.

Parmi les insectes parasitoïdes, les hyménoptères sont, de loin, les plus utilisés en lutte biologique contre des ravageurs avec 88 % des essais de lutte contre 12 % pour les diptères, essentiellement des Tachinidae.

La plupart des tentatives de lutte biologique par Hyménoptères ont été faites avec des insectes appartenant aux deux superfamilles suivantes : les Chalcidoidea (58 %) et les Ichneumonoidea (31 %).

1.3.3. Micro-organismes

Les micro-organismes pathogènes comprennent les bactéries, les champignons et les virus. Ils tuent ou affaiblissent leur hôte et sont relativement spécifiques à l'hôte. Diverses maladies microbiennes des insectes sont naturelles, mais peuvent également être utilisées en tant que pesticides biologiques.

1.3.4. Bactéries

Les bactéries utilisées pour la lutte biologique infectent les insectes par leur tube digestif, ce qui rend difficile leur utilisation pour le contrôle des insectes "suceurs" comme les pucerons et les cochenilles. *Bacillus thuringiensis* est l'espèce bactérienne la plus largement utilisée pour la lutte biologique, avec au moins quatre sous-espèces utilisées pour contrôler les insectes nuisibles tels que les lépidoptères, les coléoptères, et les diptères. La bactérie est disponible en sachets de spores séchées qui sont mélangées avec de l'eau et pulvérisées sur les plantes vulnérables, tels que les Brassica et les arbres fruitiers. *Bacillus thuringiensis* est également intégrée dans certaines cultures génétiquement modifiées, dans le but de les rendre résistantes aux ravageurs ciblés.

1.3.5. Champignons

- **Champignon carnivore nématophage**

Les champignons utilisés pour lutter contre les insectes sont connus comme les champignons entomopathogènes. Par exemple, au moins quatorze espèces connues attaquent les pucerons. *Beauveria bassiana* est utilisé pour gérer une grande variété d'insectes nuisibles, notamment les aleurodes, les thrips, les pucerons et les charançons. Plusieurs espèces ou souches d'*Arthrobotrys* ont été utilisées en lutte biologique contre les nématodes. On les désigne comme des champignons carnivores.

1.3.6. Virus

Les virus d'insectes sont des organismes pathogènes obligatoires qui se reproduisent uniquement dans un insecte hôte. Ils peuvent fournir un moyen de lutte efficace et durable d'une espèce d'insectes nuisibles. Certains virus sont disponibles dans le commerce, mais beaucoup d'autres sont naturellement présent dans les systèmes agricoles et forestiers, et peuvent déclencher des épidémies de leur insecte hôte sans intervention humaine.

Les bacul virus sont spécifiques à certaines espèces d'insectes hôtes et se sont révélés être utiles dans la lutte biologique. Par exemple, le virus spécifique à la spongieuse (*Lymantria dispar*) (*Lymantria dispar* multicapsid nuclear polyhedrosis virus (en), LdMNPV) peut agir comme régulateur naturel des populations de ce ravageur des forêts de feuillus et a été utilisé pour traiter de grandes zones forestières sévèrement attaquées en Amérique du Nord. Les

larves sont tuées par le virus ingéré, et laissent des particules virales sur le feuillage qui infectera d'autres larves.

1.4. Les principaux substances actives de la plante *laurus nobilis* utilise dans la lutte biologique

La plante de *laurus nobilis* est connue pour contenir une variété de composés bioactifs qui ont des effets bénéfiques sur la santé humaine et animale. Les principales substances actives de la plante sont les huiles essentielles, les tanins, les flavonoïdes, les alcaloïdes et les acides phénoliques (Akbarpour, 2016). Les huiles essentielles de *laurus nobilis* sont composées de divers composés volatils tels que le 1,8-cinéole, le linalol, le α -terpinéol, le β -pinène, le myrcène et le limonène (Tantaoui-Elaraki, 1987). Ces composés ont des propriétés antimicrobiennes, antifongiques, anti-inflammatoires et antioxydantes (Adiguzel, 2006 ; Mancini, 2010 ; Zengin, 2014).

Les tanins sont une autre classe de composés bioactifs trouvés dans *laurus nobilis*. Les tanins sont des polyphénols qui ont la capacité de former des complexes avec des protéines et des polysaccharides, ce qui peut conduire à une réduction de la digestibilité des aliments (Hagerman, 1992). Les tanins peuvent également affecter la croissance et la survie des insectes ravageurs en perturbant leur débit et leur système digestif (Amaral, 2017). Les flavonoïdes sont une autre classe importante de composés bioactifs trouvés dans *Laurus nobilis*. Ces composés ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes (Russo, 2014). Les flavonoïdes peuvent également jouer un rôle important dans la protection des plantes contre les ravageurs en inhibant leur alimentation et leur reproduction (Moura, 2014).

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés trouvés dans de nombreuses plantes et ont souvent des propriétés toxiques pour les insectes et autres organismes nuisibles. Cependant, les alcaloïdes peuvent également avoir des effets bénéfiques sur les humains et les animaux lorsqu'ils sont utilisés à des doses appropriées. La plante de *laurus nobilis* contient une variété d'alcaloïdes tels que la laurine, la nobiline et la béléline (De Feo, 2002). Ces alcaloïdes ont des propriétés insecticides, antifongiques et antiparasitaires (Karapinar, 2015 ; Park, 2006).

Les acides phénoliques sont une autre classe de composés bioactifs trouvés dans *Laurus nobilis*. Ces composés ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et

antimicrobiennes (Zhang, 2015). Les acides phénoliques peuvent également avoir des effets bénéfiques sur la santé animale en améliorant la qualité des produits alimentaires et en requérant la performante des aliments (Ahmed, 2018).

1.5. Les ravageurs et leur impact sur les éléments nutritifs :

Pour lutter contre les ravageurs, les agriculteurs et les jardiniers peuvent utiliser des méthodes de lutte intégrée des ravageurs qui combinent différentes méthodes de lutte, notamment l'utilisation de plantes résistantes, la rotation des cultures, la lutte biologique, l'utilisation de pièges et d'appâts et l'utilisation d'insecticides et d'acaricides. L'utilisation de plantes résistantes est une méthode efficace pour réduire les dommages causés par les ravageurs, car ces plantes ont une résistance naturelle aux ravageurs. La rotation des cultures peut également aider à réduire les populations de ravageurs en perturbant leur cycle de vie et en réduisant leur accès à leur source de nourriture habituelle.

Les ravageurs sont des organismes nuisibles qui attaquent les cultures, les plantes ornementales et les arbres. Ils peuvent causer des dommages importants aux cultures, entraînant des pertes de rendement et de qualité des cultures. Les ravageurs peuvent être des insectes, des acariens, des nématodes, des mollusques et des vertébrés tels que les oiseaux et les rongeurs.

Les insectes sont les ravageurs les plus courants dans les cultures. Ils peuvent endommager les plantes de différentes manières, notamment en mangeant les feuilles, les tiges, les fleurs et les fruits, en suçant les sèves ou en creusant des galeries dans les racines et les tiges. Les acariens sont également des ravageurs courants qui sucent la sève des plantes et causent des déformations et des taches sur les feuilles. Les nématodes sont des vers microscopiques qui vivent dans le sol et attaquent les racines des plantes. Ils peuvent causer des dommages considérables aux cultures.

Les mollusques, tels que les escargots et les limaces, sont des ravageurs qui mangent les feuilles et les tiges des plantes, laissant des trous et des bords irréguliers sur les feuilles. Les oiseaux et les rongeurs peuvent également causer des dommages aux cultures en mangeant les graines et les fruits ou en creusant des tunnels dans les racines et les tubercules.

En plus de réduire la disponibilité des nutriments, les ravageurs peuvent également endommager directement les tissus végétaux, entraînant une réduction de la photosynthèse et du rendement. Par exemple, les foreurs de tiges sont des insectes qui pénètrent dans les tiges

des plantes, perturbant le transport de l'eau et des nutriments, et provoquant le flétrissement et le rabougrissement de la plante (Johnson, 2018). De même, les insectes broyeur de feuilles tels que les chenilles peuvent consommer de grandes quantités de feuillage, ce qui réduit la capacité de la plante à photosynthétiser et à produire de l'énergie (Bernays et Chapman, 1994).

Outre ces impacts directs sur la croissance des plantes, les ravageurs peuvent également induire des changements physiologiques dans la plante qui affectent l'absorption et l'utilisation des nutriments. Par exemple, la présence de ravageurs peut déclencher la production de composés défensifs tels que les composés phénoliques, les alcaloïdes et les terpénoïdes, qui peuvent se lier et immobiliser les nutriments dans la plante, les rendant moins disponibles pour l'absorption (Orians & Ward, 2010). Ces composés peuvent également réduire l'activité des enzymes digestives chez les ravageurs, ce qui rend plus difficile pour eux de décomposer les tissus végétaux et d'accéder aux nutriments (Bernays et Chapman, 1994).

De plus, les infestations de ravageurs peuvent altérer le microbiome du sol, réduisant l'activité des micro-organismes bénéfiques qui jouent un rôle crucial dans le cycle et l'absorption des nutriments (Bakker, 2018). Par exemple, les ravageurs qui se nourrissent des racines peuvent provoquer des changements dans les schémas d'exsudation des racines, modifiant la composition et la diversité des micro-organismes dans la rhizosphère, ce qui peut affecter la disponibilité des nutriments essentiels (Mendes, 2013). Les ravageurs peuvent affecter les éléments nutritifs des plantes de différentes manières. Voici quelques exemples :
Pucerons : Les pucerons se nourrissent de la sève des plantes en insérant leur stylet dans les feuilles et les tiges. Ce faisant, ils épuisent les nutriments de la plante, ce qui peut entraîner une croissance ralentie et une production de fruits réduite (Gould, 2015).

- **Thrips** : Les thrips se nourrissent des tissus des plantes, ce qui peut entraîner une décoloration et une déformation des feuilles. De plus, les thrips peuvent transmettre des virus aux plantes, ce qui peut affecter leur croissance et leur production (Morse et Hoddle, 2006).
- **Charançons** : Les charançons endommagent les racines des plantes, ce qui peut réduire leur capacité à absorber les nutriments du sol. De plus, les charançons peuvent transmettre des maladies aux plantes, ce qui peut affecter leur croissance et leur production (Moorman et Zondag, 2015).

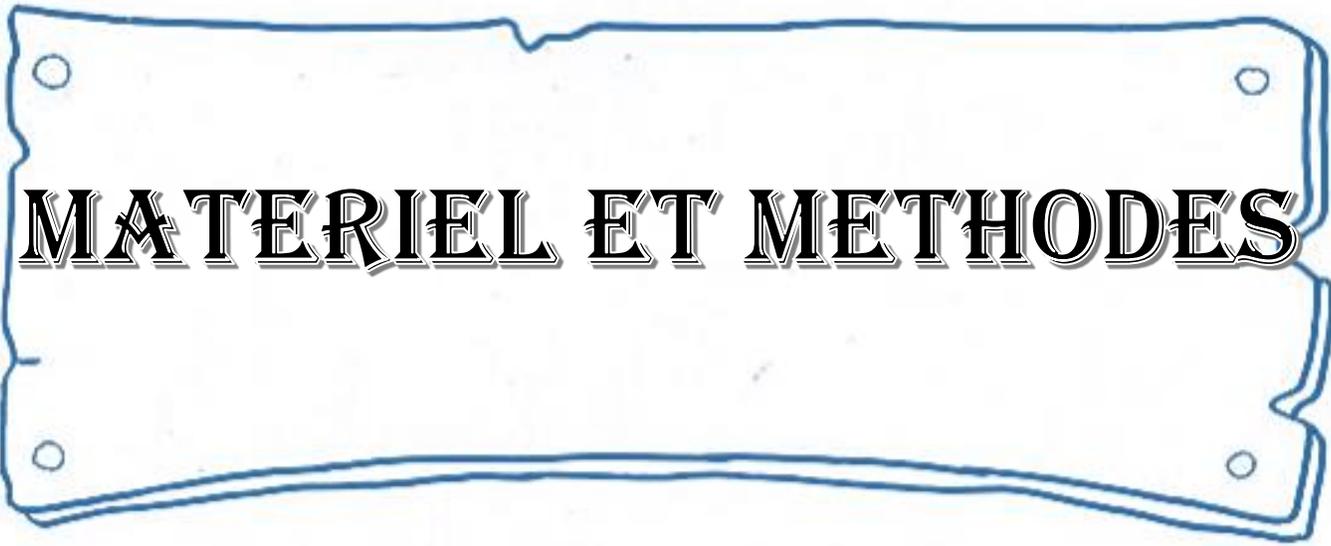
- **Chenilles** : Les chenilles se nourrissent des feuilles des plantes, ce qui peut entraîner une réduction de la photosynthèse. De plus, les chenilles peuvent endommager les bourgeons floraux, ce qui peut réduire la production de fruits (Koul 2008).
- **Nématodes** : Les nématodes endommagent les racines des plantes, ce qui peut réduire leur capacité à absorber les nutriments du sol. De plus, les nématodes peuvent transmettre des virus aux plantes, ce qui peut affecter leur croissance et leur production (McSorley et Gallaher, 1994). En plus de ces exemples, de nombreux autres ravageurs peuvent affecter la nutrition des plantes. Par exemple, les cochenilles peuvent se nourrir des tissus de la plante et réduire la photosynthèse, tandis que les acariens peuvent endommager les feuilles et les tiges, ce qui peut réduire la croissance de la plante (Grafton-Cardwell, 2013). Les moyens de prévention et de lutte contre les ravageurs : Il existe plusieurs moyens de prévenir et de lutter contre les ravageurs. Voici quelques exemples : Rotation des cultures : La rotation des cultures peut aider à réduire les populations de ravageurs. En effet, en changeant les cultures chaque saison, on empêche les ravageurs de s'installer et de se reproduire (Nguyen, 2016).
- **Utilisation de plantes répulsives** : Certaines plantes ont des propriétés répulsives qui peuvent éloigner les ravageurs. Par exemple, l'utilisation de la menthe poivrée, du romarin et du basilic peut aider à éloigner les insectes nuisibles tels que les mouches, les moustiques et les pucerons (Isman, 2019). De plus, l'utilisation de certaines plantes comme le thym, la lavande et la tanaisie peut aider à éloigner les chenilles, les mythes et les coléoptères (Koul *et al.*, 2008).
- **Utilisation de pièges** : Les pièges peuvent être utilisés pour capturer les ravageurs et réduire leur population. Les pièges collants sont particulièrement efficaces pour capturer les insectes volants tels que les mouches blanches, les pucerons et les moucheron (Perez, 2019). Les pièges à phéromones, qui utilisent des hormones sexuelles pour attirer les insectes mâles, peuvent également être utilisés pour capturer les insectes nuisibles (Stark et Banks, 2003).
- **Utilisation de nématodes** : Les nématodes sont des vers microscopiques qui peuvent être utilisés pour contrôler les ravageurs du sol tels que les chenilles, les scarabées et les pucerons (Grewal, 2005). Les nématodes parasitent les larves des ravageurs et les tuent en libérant des bactéries symbiotiques dans leur corps. Les nématodes sont inoffensifs pour les humains, les animaux et les plantes et sont donc considérés comme une alternative écologique aux pesticides chimiques (Grewal 2005).

- **Utilisation d'enzymes** : Les enzymes peuvent être utilisées pour décomposer les déchets organiques et les matières végétales mortes qui sont des habitats pour les ravageurs tels que les mouches des fruits et les coléoptères (Roh et Choi, 2013). L'utilisation d'enzymes peut aider à réduire la population de ravageurs en éliminant leur habitat et en réduisant la disponibilité des nutriments nécessaires à leur survie.

En conclusion, les ravageurs sont des organismes nuisibles qui causent des dommages considérables aux cultures, plantes ornementales et arbres. Ils affectent directement la qualité et la quantité des récoltes, ce qui peut avoir des conséquences économiques graves pour les agriculteurs et les producteurs de plantes ornementales. Les ravageurs peuvent également affecter la santé des plantes en affaiblissant leur système immunitaire et en augmentant leur sensibilité à d'autres stress environnementaux. Cela peut entraîner une réduction de la valeur nutritionnelle des plantes, car elles sont incapables d'absorber et de transporter les nutriments essentiels de manière optimale.

La lutte contre les ravageurs est essentielle pour préserver la qualité et la quantité des cultures et des plantes ornementales. Les méthodes de lutte contre les ravageurs peuvent être chimiques, biologiques ou physiques. Les méthodes chimiques sont les plus couramment utilisées, mais elles ont des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine. Les méthodes biologiques et physiques, quant à elles, sont plus respectueuses de l'environnement et peuvent être tout aussi efficaces.

En fin de compte, la prévention est la meilleure méthode de lutte contre les ravageurs. Les agriculteurs et les producteurs de plantes ornementales peuvent prévenir les infestations en utilisant des pratiques agricoles durables telles que la rotation des cultures, la sélection de variétés résistantes aux ravageurs, la pratique de l'agriculture biologique, la plantation de haies et la mise en place de nichoirs pour les prédateurs naturels. En utilisant ces méthodes, les producteurs peuvent minimiser l'impact des ravageurs sur les cultures et les plantes ornementales, tout en maintenant la qualité et la quantité de leur production.



MATERIEL ET METHODES

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation des plantes étudiées

2.1.1. *Laurus nobilis* L., 1753

Le nom latin laurus signifiant « toujours vert » fait allusion au feuillage persistant de la plante et nobilis du latin « fameux » (Pariante, 2001). Son nom et aussi symbole du succès dans nos jours à travers le baccalauréat du latin « Bacca Lauri » soit baies de laurier (Zhiri *et al.*, 2005). Le laurier est un arbuste ou arbre aromatique de 2 à 10m de hauteur à croissance lente, et au tronc droit ramifié à rameaux dressés, bois arborescents portent des feuilles denses, pointues, elliptiques (Julve, 2017), dès la base avec un sommet conique, et s'arrondissant en fil du temps. L'écorce est noire à gris foncé et lisse. Ces branches remontent en oblique avec des jeunes pousses fines, glabres et brun rougeâtre dont les bourgeons sont étroits, verts rougeâtres et longs de 0,2 à 0,4 cm (Quezel et Santa, 1963). fleurs dioïques, blanchâtres ou jaune, odorantes, en petites ombelles axillaires pédonculées et involuquées - périanthe pétaloïde, caduc, à un divisions obovales égales 8-12 étamines sur deux rangs, à anthères 5 ouvrant de la base au sommet par des valvules - 1 style court et épais, à stigmate subcapité-ovaire libre, entouré de 2-4 staminodes tripartites - drupe ellipsoïde, noire, à une seule graine (Godron, 1909 ; Brown, 1956 ; Nicolir & Glanures, 1969). Dans les zones chaudes, les baies portent des fleurs peluches jaunes et des petits fruits noirs violacé et nue. Les baies cultivées en pot sont rarement des fleurs et des fruits drupe ovoïde, noir. (Grieve, 1931 ; Foster *et al.*, 1980 ; Ruth, 1992 ; Tucker *et al.*, 1995).



Figure 01. *Laurus nobilis* L., 1753 (Guenez, 2015).

✚ La position systématique de *Laurus nobilis* (L., 1753) est la suivante :

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lurales
Famille	Lauraceae
Genre	Laurus
Espèce	<i>Laurus nobilis</i> L., 1753.

2.2. Collecte des plantes et extraction

La floraison et les feuilles des parties aériennes de *L. nobilis* ont été recueillies de l'est de l'Algérie (Tébessa) à la fin du mois de février 2023 à Bekaria à 10 km au sud-est de Tébessa. Les coordonnées: Latitude: 35 ° 24 ° 5058 ° N; Longitude: 8 ° 05 32096E; altitude: 843 m; le climat était semi-aride. Une biomasse de 50g du matériel végétal (partie aérienne de *L. nobilis*) et 500 ml d'eau distillée est soumise à une hydrodistillation en utilisant un montage de type CLEVANGER durant 3 heures (Fig. 3). Les huiles essentielles recueillies par décantation à la fin de la distillation sont ensuite conservées à 4°C dans de petits flacons bien fermés en verre ombré jusqu'à l'utilisation.

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante. Le rendement exprimé en pourcentage est calculé selon la formule suivante:

$$R = P_B / P_A \times 100$$

$$R = [\Sigma P_B / \Sigma P_A] \times 100$$

R : Rendement en huile en %

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g

PB : Poids

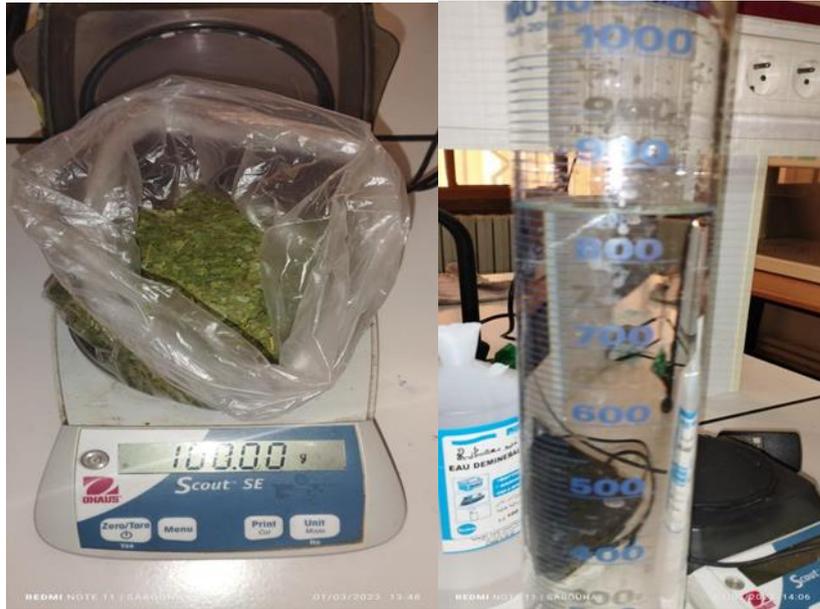


Figure02 : Méthode extraction des huiles essentielles (photos original, 2023).



Figure03 : Montage d'hydrodistillation (photos originales).

2.3. Analyse de la composition chimique des HEs

Les huiles de *L. nobilis* ont été analysées au Laboratoire de Pharmacognosie, Département de Pharmacie, Faculté de médecine de Batna. L'analyse chromatographique en

phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/SM) est faite sur un chromatographe de type Perkin Elmer. La colonne capillaire utilisée est de type HP-5 (30 m x 0,25 mm ; épaisseur du film 0,25 µm). Le gaz vecteur qui constitue la phase mobile est l'Hélium, réglé à un débit de 1,1 ml/min. La température de l'injecteur est de 250°C, et l'injection se fait en mode Split. Initialement, la température du four est maintenue à 60°C en isotherme pendant 1 min, puis son augmentation se fait graduellement à raison de 3°C par min jusqu'à 200°C. Pour le spectromètre de masse, la température de détection est de 250°C. L'appareil est relié à un système informatique gérant une bibliothèque de spectres de masse. Les constituants de chaque huile essentielle sont identifiés par comparaison de leurs spectres de masses avec ceux des produits de référence de bases de données Willey (McLafferty & Stauffer, 1994), NIST (NIST, 1999) aussi bien que par leurs indices de rétention calculés à l'aide d'alcane C5-C18 comparés aux indices des produits de référence et des données de la littérature (Kondjoyan & Berdagué, 1996 ; Adams, 2001).

2.4. Présentation de l'insecte étudié

2.4.1. Présentation des Arthropode

Le mot "arthropode" provient du grec "arthron", qui signifie "articulé" et "podos", pied ; donc "arthropode" signifie littéralement "pied articulé". L'embranchement des arthropodes, animaux invertébrés, est de loin celui qui comprend le plus d'espèce du règne animal, recouvrant plus de 80% des espèces connues.

Mais l'histoire des arthropodes est très ancienne.... Autant dire que votre ancêtre qui s'habillait en peau de bête et qui vivait dans une grotte n'était pas assez vieux pour les voir naître ! Pour vous donner une petite idée, les tout premiers arthropodes sont apparus il y a 543 millions d'années, les dinosaures sont apparus il y a 230 millions d'années et votre ancêtre lui n'est apparu qu'il y a 4 millions d'années environ ! Revoyons cette histoire

2.4.2. Présentation de *Sitophilus granarius*

Sitophilus granarius, dit également « charançon du blé », « calandre des grains », « calandre des greniers » est une espèce d'insectes coléoptères de la famille des Curculionidae, ou selon d'autres auteurs, de la famille des Dryophthoridae, à répartition quasi-cosmopolite. Ce charançon est un insecte ravageur des céréales stockées, dont les larves se développent à l'intérieur des grains. Il attaque non seulement le blé, mais également la plupart des céréales : avoine, seigle, orge, maïs, entre autres, ainsi que les produits dérivés (farine) et d'autres

graines, notamment de Fabaceae (légumineuses). C'est un vorace et un parasite des cultures. Après avoir séjourné comme nymphes, c'est en tant qu'adultes qu'ils sortent et laissent un trou caractéristique dans le grain.

Adulte, il mesure de 2 mm à 3 mm de long. Il est de couleur brun noir. Il ne vole pas (élytres collés). La larve est généralement cachée dans le grain où elle forme une nymphe. Il préfère le blé et le seigle, mais peut infester d'autres céréales quelle que soit la présentation, c'est-à-dire sous forme de semoule ou farine. Le charançon du blé est nuisible aux cultures céréalières et provoque de véritables ravages. La femelle peut pondre jusqu'à 150 à 200 œufs.

✚ La position systématique de *Sitophilus granarius* (Linnaeus, 1758) est la suivante :

Classification	
Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embr.	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra-classe	Neoptera
Ordre	Coleoptera
Sous-ordre	Polyphaga
Famille	Curculionidae
Sous-famille	Dryophthorinae
Genre	<i>Sitophilus</i>

Espèce

Sitophilus granarius
(Linnaeus, 1758)

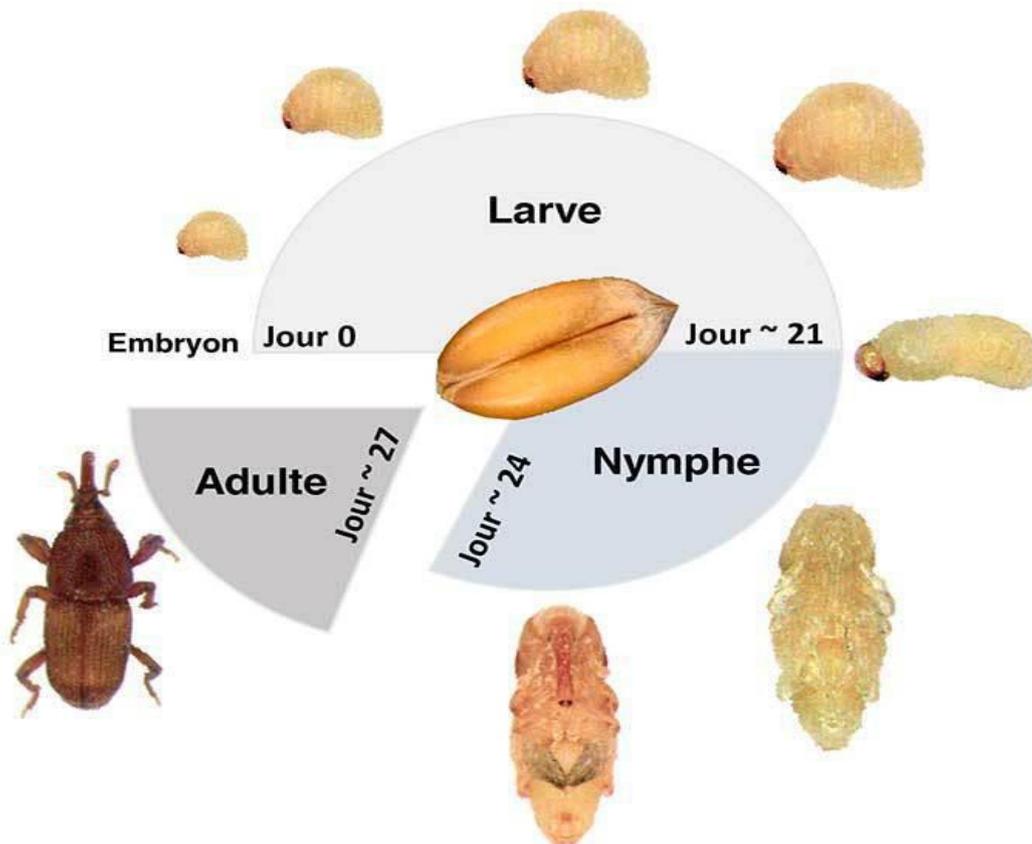


Figure 04 : Cycle de développement de *Sitophilus granarius*.

2.5. Cycle de vie

Le cycle de vie de *Sitophilus granarius* peut varier en fonction de différents facteurs tels que la température, l'humidité et la disponibilité de la nourriture. En général, le cycle de vie complet de cet insecte dure de 2 à 4 mois.

Le développement des œufs de *Sitophilus granarius* se produit à l'intérieur du grain, où ils passent par une série de stades avant de devenir des adultes. Les œufs éclosent en larves, qui se nourrissent de l'intérieur du grain. Les larves de *Sitophilus granarius* passent par trois stades de croissance avant de se transformer en nymphe.

La nymphe est le stade de transition entre la larve et l'adulte. Au cours de cette phase, les organes génitaux se développent et les ailes commencent à se former. La nymphe ne se nourrit pas et reste cachée à l'intérieur du grain pendant environ 2 semaines avant de devenir adulte.

L'adulte émerge de l'enveloppe de la nymphe et sort du grain. Les adultes de *Sitophilus granarius* ont une durée de vie moyenne de 6 mois à 1 an. Ils sont capables de se reproduire dès qu'ils atteignent l'âge adulte et peuvent pondre jusqu'à 300 œufs pendant leur vie.

Le développement de *Sitophilus granarius* peut être accéléré à des températures élevées et à une humidité élevée, tandis qu'il peut être ralenti ou arrêté à des températures inférieures à 10 °C.

2.6. Techniques d'élevage

Les insectes proviennent des moulins de Tébessa. L'élevage a été conduit au laboratoire dans une étuve sous des conditions optimales de développement, caractérisées par une température de 27°C, une humidité relative voisine à 70% et à l'obscurité. Les adultes ont été déposés dans des jarres en verre, recouvertes d'un morceau de tulle maintenu par un élastique, contenant de la farine. Un suivi quotidien de l'élevage a permis de sexer et prélever des larves mâles ou femelles dans des boîtes contenant de la farine et du papier plissé, permettant aux larves de se nymphose



Figure 05 : Techniques d'élevage (photos original, 2023)

2.7. Traitement et tests de toxicité

Après un test de Screening, on a pu déterminer la gamme de concentrations des huiles essentielles de *Laurus nobilis* qui sont de l'ordre de 12,5 ; 25 ; 50 ; 70 ; 80 ; 90 et 100ppm. Ces concentrations ont été appliquées dans des boîtes de pétrie contenant 25 espèces de *Sitophilus granarius* nouvellement exuviées. Après 24H de traitement, selon les recommandations de l'organisation mondiale de la santé (Anonyme, 1983), *Sitophilus*

granarius sont placées dans des boîtes de pétrie contenant de la nourriture. Le témoin négatif ne contenait que de la nourriture tandis que le témoin positif renfermait 1ml de solvant (éthanol). Le suivi de mortalité des larves a été réalisé à 24 heures après traitement. Trois répétitions comportant chacune 25, ont été réalisées pour chaque concentration.

Le pourcentage de mortalité observée est corrigé par la formule d'Abbott (1925) qui permet d'éliminer la mortalité naturelle et de déterminer la toxicité réelle des HEs. La détermination des concentrations létales (CL_{50} et CL_{90}) ainsi que leurs intervalles de confiance (95% IC) ont été faite grâce à un logiciel GRAPH PAD PRISM 7.

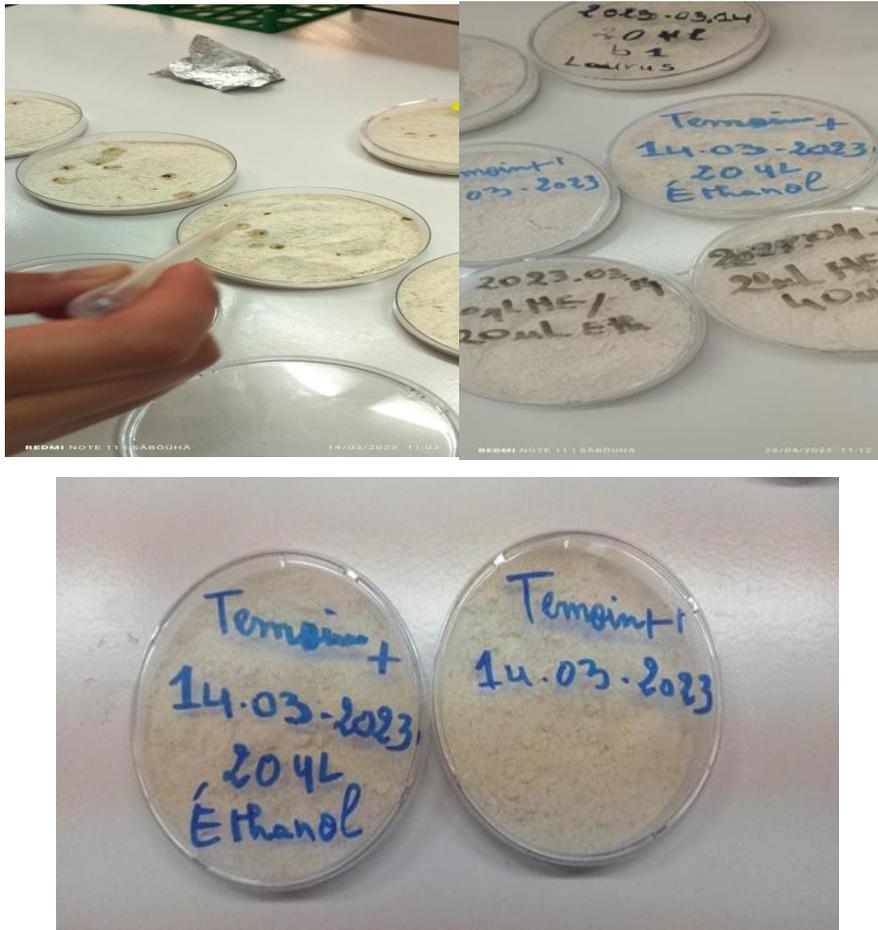


Figure 06 : Traitement (photos original)

2.8. Extraction et dosage des principaux constituants biochimiques

Les individus témoins et traités (CL_{50} et CL_{90}) ont été prélevés à différentes périodes (24, 48 et 72 heures) et conservés dans 1 ml de TCA (acide trichloracétique) à 20%. L'extraction des principaux constituants biochimiques (protéines, glucides et lipides) a été réalisée selon le procédé de Shibko et *al.* (1966) (Fig. 14). Après homogénéisation aux ultrasons, puis centrifugation (5000 tours/min à 4°C pendant 10 min), le surnageant I obtenu servira pour le

dosage des glucides totaux selon la méthode de Duchateau & Florkin (1959). Au culot I, on ajoute 1 ml de mélange éther/chloroforme (1V/1V) et après une seconde centrifugation (5000 trs/min, 10 mn), on obtient le surnageant II et le culot II, le surnageant II sera utilisé pour le dosage des lipides (Goldsworthy et *al.*, 1972) et le culot II, dissout dans de la soude (0,1 N), servira au dosage des protéines selon Bradford (1976).



Figure 07 : La conservation des échantillons dans 1ml de TCA avant la centrifugeuse (photos originales).

2.8.1. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de Bradford (1976), dans une fraction aliquote de 100 μ l à laquelle on ajoute 4 ml de réactif du bleu brillant de commassie (BBC) G 250 (Merck). Celui-ci révèle la présence des protéines en les colorants en bleu. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm. La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution d'albumine de sérum de bœuf (BSA) titrant 1 mg/ml (Tableau 01).

Tableau 01. Dosage des protéines totales chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des protéines.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de BSA (μ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (μ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4



Figure 08 : Dosage de protéine (Photo originale).

2.8.2. Dosage des lipides totaux

Les lipides totaux ont été déterminés selon la méthode de Goldsworthy et *al.* (1972), en utilisant le réactif sulfophosphovanillinique. Le dosage des lipides se fait sur des prises aliquotes de 100 μl des extraits lipidiques ou de gamme étalon auxquelles on évapore totalement le solvant puis on ajoute 1ml d'acide sulfurique concentré, les tubes sont agités, et mis pendant 10 min dans un bain de sable à 100 °C. Après refroidissement, on prend 200 μl de ce mélange auquel on ajoute 2,5 ml de réactif sulfophosphovanillinique. Après 30 min à l'obscurité, la densité optique est lue dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 530 nm. Les lipides forment à chaud avec l'acide sulfurique, en présence de la vanilline et d'acide orthophosphorique, des complexes roses. La solution mère des lipides est préparée comme suit : on prend 2,5 mg d'huile de table (tournesol, 99% triglycérides) dans un tube eppendorf et on ajoute 1 ml d'éther chloroforme (1V/1V) (Tableau 02).

Tableau 02. Dosage des lipides totaux chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipides (μl)	0	20	40	60	80	100
Solvant (éther /chloroforme) (1V/1V) (μl)	100	80	60	40	20	0
Réactif de vanilline (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

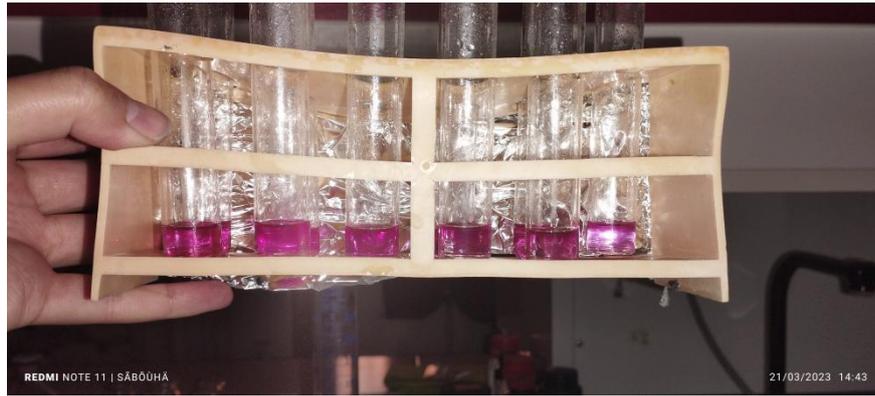


Figure 09 : Dosage de lipide (Photo originale).

2.8.3. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon la méthode de Duchateau & Florkin (1959). Cette méthode consiste à additionner 100 μ l du surnageant contenu dans un tube à essai, 4 ml du réactif d'anthrone et de chauffer le mélange à 80°C pendant 10 min, une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucides présentes dans l'échantillon. La lecture de l'absorbance est faite à une longueur d'onde de 620 nm. La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de glucose (1mg/ml) (Tableau 03).

Tableau 03. Dosage des glucides totaux chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides.

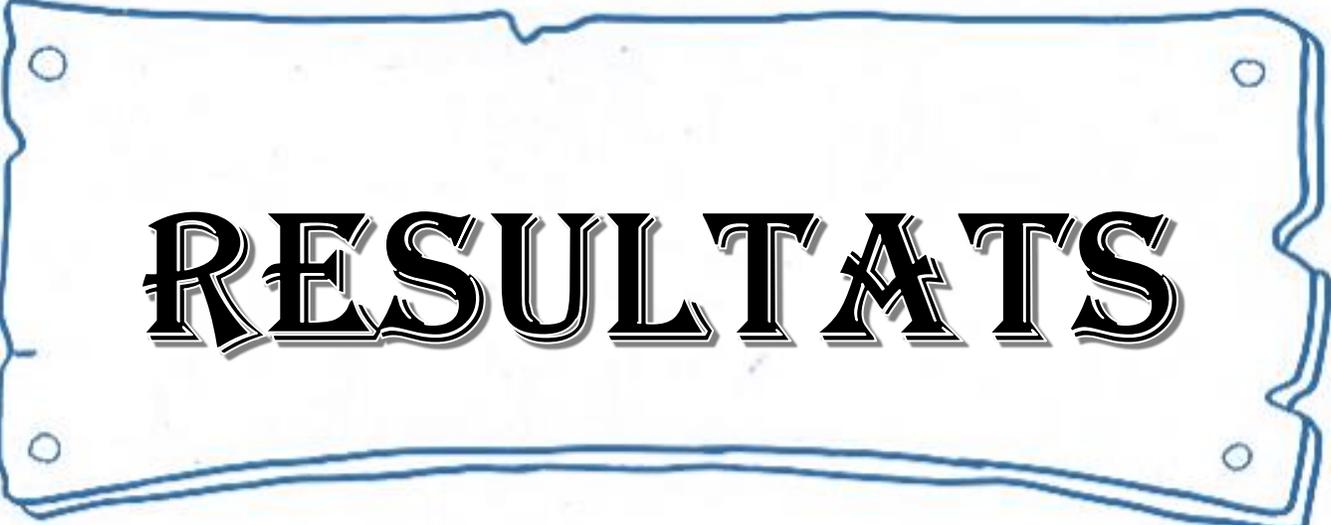
Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de glucose (μ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (μ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif d'anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4



Figure 10 : dosage de glucide (Photo originale).

2.9. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel MINITAB (version 17, Penn State College, PA, USA) et GRAPH PAD PRISM 7. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne \pm l'écart-type (SD). Les quantités des métabolites (protéines, glucides et lipides) sont déterminées à partir des courbes d'étalonnage dont l'équation de la droite de régression exprime l'absorbance en fonction de la quantité du standard utilisé (albumine, glucose et l'huile de tournesol). Le test t de Student et l'analyse de la variance à un et deux critères de classification, ont été utilisés.



RESULTATS

III. Résultats

3.1. Caractéristiques organoleptiques et rendement des huiles essentielles

Les huiles essentielles obtenues par hydrodistillation de la partie aérienne de la plante appartenant à la famille *Lauraceae*, *Laurus nobilis* marquent un rendement de $2,06 \pm 2,04$ % respectivement. Ces huiles sont de couleur jaune pour la menthe et transparent pour le laurier avec une odeur agréable (Tableau. 04).

Tableau 04. Caractéristiques organoleptiques et rendement des huiles essentielles extraites de *Laurus nobilis*.

Caractéristiques des HEs	<i>Laurus nobilis</i>
Odeur	Agréable
Couleur	Transparent
Rendement (%)	$2,06 \pm 2,04$

3.2. Composition chimique des huiles essentielles

Les composants des huiles essentielles de *Laurus nobilis*, ont été identifiés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

3.2.1. Composition chimique de *Laurus nobilis*

Les composants de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* représentent 99,83% de la totalité de l'huile (Tableau.05). Les monoterpènes constituent le groupe chimique majoritaire. Cette huile comprend dix-neuf composants, avec la prédominance d'oxydes terpénique (1,8-cinéole) (47,35%), du monoterpène bicyclique (35,81%) avec composant majoritaire, 1- β -pinène (31,14%). Le reste des constituants représentent des pourcentages considérables tels que : l'ester (cyclopentene,3-isopropenyl-5,5-dimethyl) (0,13%) ; le phénol (eugénol) (1,92%) ; l'éther (eugénol méthyl éther et cinnamaldéhyde) (4,91%) ; les monoterpènes oxygénés cétones (p-menth-1-en 4-ol et α -terpinéol) (2,17%) ; Les hydrocarbures isomériques (sylvestrène et β -terpinène) (6,75%) et les monoterpènes oxygénés alcools (β -thujène, terpinolène, α -thujène, γ - terpilène et pulégone) (0,79%)(Guenez, 2020) (Tableau. 06).

Tableau 05 : Composition chimique de l'huile essentielle de *L. nobilis* : temps de rétention (TR) et concentrations (%) des différents constituants (Guenez, 2020).

Pic	Composants	TR	%
1	α -Thujène	6,248	0,08
2	3-Carène	7,564	2,19
3	α - Pinène	7,673	0,75
4	Terpinolène	8,915	0,17
5	Eucalyptol	9,529	47,35
6	γ - Terpilène	10,395	0,30
7	β -Terpinène	10,743	0,16
8	L- β -Pinène	12,1	31,14
9	α -Terpinéol	14,679	0,31
10	P-Menth-1-en 4-ol	15,129	2,04
11	2-Methyl bicyclo [4, 3, 0] non -1(6) -ene	15,681	1,57
12	Cyclopentène, 3-isopropenyl-5,5-Dimethyl	17,25	0,13
13	Pulégone	17,714	0,03
14	β - Thujène	18,41	0,21
15	Cinnamaldéhyde, (E)	18,949	0,02
16	Pseudolimonène	21,016	0,16
17	D-Sylvestrène	22,414	6,59
18	Eugénol	22,694	1,92
19	Eugénol méthyl éther	24,699	4,89
Total			99,98%

Tableau 06 : Principales familles chimiques de l'HE de *Laurus nobilis*(Guenez, 2020).

Groupes chimiques	Total (%)	Composants
Monoterpènes cycliques (oxydes terpéniques)	47,35	Eucalyptol (1,8-Cinéole)
Monoterpènes bicycliques	35,81	L-β- Pinène 3-Carène 2-Methyl bicyclo [4, 3, 0] non -1(6)-ene α- Pinène Pseudolimonène
Ester	0,13	Cyclopentène, 3-isopropenyl-5,5-Diméthyl
Phénol	1,92	Eugénol
Ether	4,91	Eugénol méthyl éther Cinnamaldéhyde
Monoterpènes oxygénés cétones	2,17	P-Menth-1-en 4 -ol α-Terpinéol
Monoterpènes oxygénés alcools	0,79	β- Thujène Terpinolène α-Thujène γ- Terpilène Pulégone
Hydrocarbures Isomériques	6,75	Sylvestrène β-Terpinène
Total		99,83%

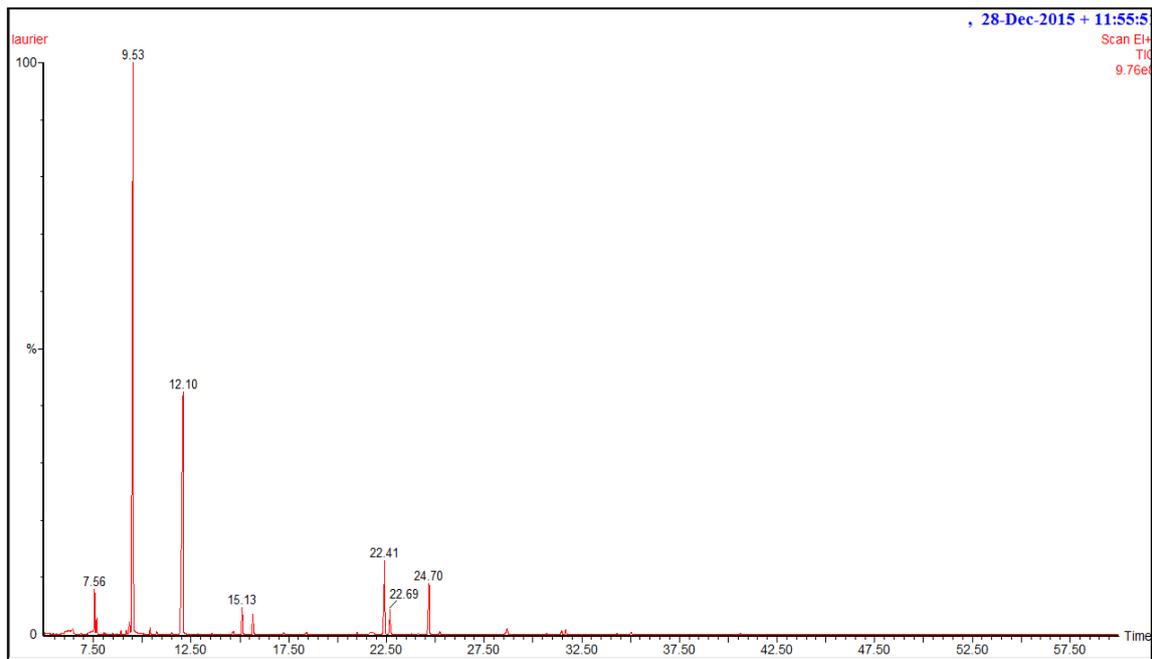


Figure 11 : Chromatogramme CPG-SM de l'HE de *L. nobilis* (Abondance en fonction du temps en min) (Guenez, 2020).

3.3. Toxicité des huiles essentielles

3.3.1. Toxicité de l'HE de *Laurus nobilis*

Après un test de screening, différentes concentrations de l'HE de *L. nobilis* (12,5, 25, 50, 75 et 100 ppm) ont été appliquées sur *Sitophilus granarius*. Des séries témoins négatifs et témoins positifs sont réalisées en parallèles. Aucune mortalité n'a été observée dans les deux séries pour les trois espèces testées. Les mortalités corrigées enregistrées au cours des tests de toxicité augmentent en fonction des concentrations appliquées avec une relation dose-réponse (Figure 11).

Le classement des doses par le test HSD de Tukey révèle l'existence de groupes, chacun est représenté par un traitement et cela pour *Sitophilus granarius* (Figure 12.).

La courbe dose-réponse exprimant les pourcentages de mortalité en fonction du logarithme des doses appliquées (Fig.) a permis l'estimation des concentrations létales (CL₅₀ et CL₉₀) ainsi que leurs intervalles de confiance (Tableau).

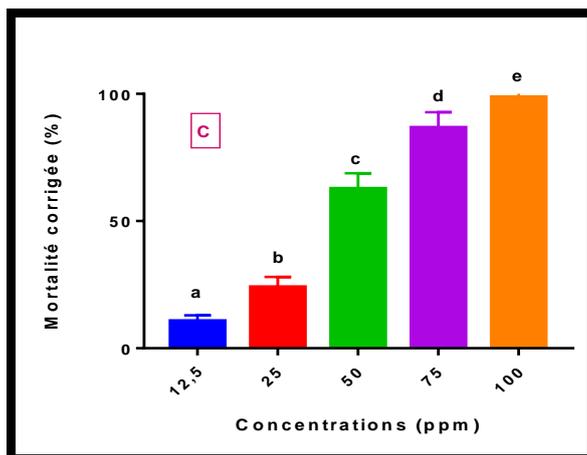


Figure 12 : Toxicité de l’HE de *L. nobilis* (ppm), appliquée sur *Sitophilus granarius* nouvellement exuviées : Mortalité corrigée (%) ($m \pm SD$, $n=3$ répétitions de 25 individus chacune). Les lettres représentent le classement des doses selon le test HSD de Tukey.

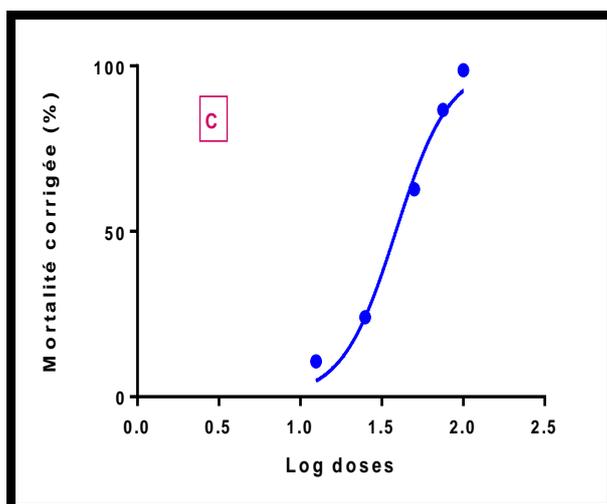


Figure 13 : Effets de l’HE de *L. nobilis*, appliquée sur *Sitophilus granarius* Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses. $R^2= 96\%$, 96% et 98% respectivement.

Tableau 07. Toxicité de l’HE de *L. nobilis*, appliquée sur des *Sitophilus granarius* nouvellement exuviées Détermination des doses létales et leurs intervalles de confiance (95%).

Espèces	R^2	Hill slope	Concentrations létales (ppm)	
			LC ₅₀ (95% IC)	LC ₉₀ (95% IC)
<i>Sitophilus granarius</i>	0,98	2,64	39,60 [30,83 – 47,29]	90,56 [63,82 – 135,70]

3.4. Impact des HEs sur la composition biochimique des moustiques

L'effet des HEs (CL₅₀ et CL₉₀) du laurier a été testé sur les réserves énergétiques *Sitophilus granarius* de 24, 48 et 72H.

3.4.1. Effet sur le contenu en protéines totales

Les HEs extraites *L. nobilis* ont été appliquées sur des *Sitophilus granarius* nouvellement exuviées à deux concentrations : 39,60 ; 90,56 ppm correspondant à la CL₅₀ et la CL₉₀ respectivement. L'effet de ces huiles a été évalué à différentes périodes (24, heures) et les résultats du dosage sont présentés dans les tableaux

Chez *S. granarius*, le test HSD met en évidence deux groupes de moyennes à 24 et 72 h, le premier formé uniquement de témoins et un second constitué des traités avec les deux doses testées du laurier. A 48 h, trois groupes ont été également signalés, le premier groupe renferme les témoins le deuxième présenté par et les traités à la CL₅₀ et le dernier groupe formé et les traités à la CL₅₀.

En comparant les temps dans la même série, on constate deux groupes de moyennes pour les témoins et les traités de CL₅₀ à 24 et 48 h le second groupe à 72 h,

Pour les traités à la CL₉₀ du laurier, deux groupes de moyennes ont été signalés, chacun étant représenté par *S. granarius* au cours des périodes testées (24, 48 et 72 heures).

On peut conclure que le contenu en protéines chez *S. granarius* est plus affecté à la CL₉₀ a 48 et 72H par rapport à CL₅₀

Tableau 08. Effet des HEs extraites de *L. nobilis* (CL₅₀ et CL₉₀) sur le contenu en protéines totales (µg/individu) chez *Sitophilus granarius* à différentes périodes (m ± SEM, n=3 répétitions comportant chacune 25 individus) : Test HSD de Tukey.

Temps (Heures)	Espèces	Témoins	<i>Laurus nobilis</i>	
			CL ₅₀	CL ₉₀
24	<i>S. granarius</i>	186,82 ± 0,41 Aa	169,02 ± 0,32Ab	166,96 ± 0,04 Ab
48	<i>S. granarius</i>	184,17 ± 2,27 Aa	167,82 ± 0,02 Ab	160,55 ± 3,40 Bc
72	<i>S. granarius</i>	173,21 ± 0,03 Ba	158,43 ± 1,69 Bb	151,85 ± 1,99 Bb

Les lettres majuscules représentent la comparaison dans la même série entre les différents temps. Les lettres minuscules représentent la comparaison dans la même espèce et entre les différentes séries

3.4.2. Effet sur le contenu en glucides

Le Tableau 08 présente le classement des différents traitements appliqués selon leurs effets sur le contenu en glucides totaux grâce au test HSD de Tukey.

Les résultats ont permis de mettre en évidence 3 groupes distincts à 24 et 48 heures : le premier groupe est constitué des témoins, le deuxième est représenté par les traités à la CL₅₀ et le troisième englobe les traités à la CL₉₀ des HEs du Laurier. A 72 heures, 2 groupes sont également constatés, le premier groupe englobe les témoins et les traités à la CL₅₀ et le deuxième formé des traités à la CL₉₀ des HEs du laurier.

En comparant les temps dans la même série, on constate trois groupes de moyennes pour les témoins à 24, 48 et 72 h, chacun étant représenté par *Sitophilus granarius*.

On peut conclure que le laurier affecte le plus ce contenu a 24 et 48 H avec les deux doses étudiées

Tableau 09. Effet des HEs extraites du *L. nobilis* (CL₅₀ et CL₉₀) sur le contenu en glucides totaux ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez *Sitophilus granarius* à différentes périodes ($m \pm \text{SEM}$, $n=3$ répétitions comportant chacune 25 individus) : Test HSD de Tukey.

Temps (Heures)	Espèces	Témoins	<i>Laurus nobilis</i>	
			CL ₅₀	CL ₉₀
24	<i>S. granarius</i>	213,55 \pm 3,29 Aa	152,72 \pm 2,70 Ab	132,55 \pm 1,81 Ac
48	<i>S. granarius</i>	211,94 \pm 2,92 Aa	148,94 \pm 2,96 Ab	139,16 \pm 0,66 Ac
72	<i>S/ granarius</i>	197,72 \pm 2,74 Aa	139,00 \pm 1,22 Ab	130,66 \pm 5,66 Ab

Les lettres majuscules représentent la comparaison dans la même série entre les différents temps

Les lettres minuscules représentent la comparaison dans la même espèce et entre les différentes séries

3.4.3. Effet sur le contenu en lipides

Les résultats du dosage des lipides totaux sont mentionnés dans le Tableau 29. Chez *Sitophilus granarius* ce contenu marque 2 groupes de moyennes à 24 heures : le premier groupe composé des témoins un second groupe formé des traités à la CL₅₀ et la plus forte concentration (CL₉₀). Par contre, 3 groupes sont signalés à 48 et 72 heures : un groupe composé des témoins, un second groupe formé des traités à la CL₅₀ et un dernier groupe englobe les traités à la CL₉₀.

En comparant les temps dans la même série, on constate deux groupes de moyennes pour les témoins et CL₉₀ le premier groupe représenté à 24 et 48 h, alors qu'à 72 H forme le deuxième groupe à 72 h.

Pour les traités à la CL₅₀ deux groupes de moyennes ont été signalés : un groupe composé les témoins et un deuxième groupe formé à 48 et 72 heures.

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que le contenu en lipides chez *Sitophilus granarius* est plus affecté à 72H pour les espèces traitées à la DL₉₀ qui perturbe le plus ce paramètre biochimique.

Tableau 10. Effet des HES extraites *L. nobilis* (CL₅₀ et CL₉₀) sur le contenu en lipides totaux (µg/individu) chez *Sitophilus granarius* à différentes périodes (m ± SEM, n=3 répétitions comportant chacune 25 individus) : Test HSD de Tukey.

Temps (Heures)	Espèces	Témoins	<i>Laurus nobilis</i>	
			CL ₅₀	CL ₉₀
24	<i>S. granarius</i>	123,67 ± 6,38 Aa	111,39 ± 0,58 Ab	103,32 ± 0,29 Ab
48	<i>S. granarius</i>	122,54 ± 2,98 Aa	107,83 ± 1,60 Bb	103,88 ± 1,61 Ac
72	<i>S. granarius</i>	112,49 ± 0,93 Ba	105,06 ± 0,42 Bb	101,81 ± 0,23 Bc

Les lettres majuscules représentent la comparaison dans la même série entre les différents temps

Les lettres minuscules représentent la comparaison dans la même espèce et entre les différentes séries

4. Rendement des huiles essentielles

Les résultats du rendement des huiles essentielles extraites de *L. nobilis* est de l'ordre de 2,06 % de la matière sèche de la partie aérienne de ces plantes. Ces résultats sont supérieurs à ceux signalés dans certaines régions de l'Algérie, El Bouira (1,45%) (Abdelli et al., 2016) ; El Oued (2,34%) (Ouakouak et al., 2015), Oran (4,97%) (Kambouche & El-Abed, 2003) et Sétif (1%) (Boukhebti et al., 2011). En outre, la différence de rendement des huiles essentielles de *Laurus* par rapport aux régions géographiques a été rapportée (Abdullah, 2009). Ce rendement présente des variations d'un pays à un autre, il est de 2-5,2% au Maroc (El Ouariachi et al., 2011 ; Amalich et al., 2016 ; Cherrat et al., 2014 ; Zantar et al., 2015), de 2,8% en Iran (Khajeh et al., 2004), de 3,5 à 5,2% au Pakistan (Ashraf & Batty 1975), de 2,54% au Brésil (Silva et al., 2015), de 2,3% au Chili (Montes et al., 1986) et de 1,6 à 2% en Grèce (Sivropoulou et al., 1995), de 1,45 au Bulgarie (Stoyanova et al., 2005). Par contre, de faibles rendements ont été signalés chez la même espèce collectée au Brésil (0,42%) (Teixeira-Duarte et al., 2005), et en Iran (0,27%) (Mahboubi & Haghi, 2008). Ces faible rendement et liées pourrait être liée au processus de tarissement, aux facteurs édaphiques et climatiques ou alors à l'état physiopathologique de la plante. On note que notre plante a été récoltée durant la période de floraison (mois de juin), les meilleures rendements (1,6-1,8%) sont obtenus durant la période de floraison (juin-juillet) (Brada et al., 2006). Le rendement de nous huile prouve que quantitativement cette plante renferme plus d'essences que d'autres plantes, il est plus élevé que celui de la rose (0,1-0,35%), de la menthe poivrée (0,5-1%), du néroli (0,5-1%) et moins élevé que celui de l'anis (1-3%) et le thym (1-2,75%) (El Ajjouri Koba et al., 2008 ; Benqroun et al., 2012).

Le rendement maximal en huile essentielle est de l'ordre de 2,37%, il a été obtenu pour les feuilles séchées tandis que le minimum a été observé pour le produit frais collecté dans les hauteurs d'Alger (Ouafi et al., 2017). Le rendement en huile du laurier collecté dans 3 différentes régions, Tunisie, Algérie et Maroc, étaient respectivement de 0,584%, 0,46% et 0,655% de la matière sèche des feuilles (Mediouni Ben Jemâa et al., 2012).

Cette variabilité du rendement peut être liée aux plusieurs facteurs tels que l'espèce, l'origine, le stade phénologique, les influences environnementales et le patrimoine génétique (Senatore, 1996 ; Kokkini et al., 1997 ; Boira et al., 1998 ; Russo et al., 1998 ; Thompson et al., 2003 ; Karousou et al., 2005). Les conditions de croissance et de développement de la plante (Maffei & Sacco, 1987 ; Bruneton, 1999).

De plus, elle peut être liée à la technique de conservation du matériel végétal d'extraction et de récupération (Granger *et al.*, 1973 ; Rosua & Granados, 1987 ; Fournier *et al.*, 1989 ; khajeh *et al.*, 2004 ; 2005 ; Viljoen *et al.*, 2006 ; Sefidkon *et al.*, 2007 ; Wogiatzi *et al.*, 2011). La méthode d'extraction par Soxhlet a permis d'obtenir une huile extraite du laurier avec un rendement de 11% contre 8,29% pour l'extraction à froid (Chaaben *et al.*, 2015). Ce résultat est comparable à celui de Mouden (2012) qui a signalé un rendement de 3,47% à 8,08% suite à une extraction par pression à froid et de 7,79% à 11,86% suite à une extraction par solvant. Par ailleurs, le rendement élevé en HE obtenu pendant la période de floraison est probablement dû à son rôle écologique pour attirer les insectes pollinisateurs et servir de mécanisme de défense antifongique (Verma *et al.*, 2010).

4.1. Composition chimique des HEs

L'analyse de la composition chimique des HEs extraites de *M. pulegium* par la CPG/SM révèle la présence de quatorze composants avec le pulegone (72,50%), l'eucalyptol (10,44%) suivi de la P-Menthone 2.éthyl -5-probyle (5,46%) comme constituants majoritaires. le pulegone (72,50%) a été rapporté comme constituant majoritaire de l'huile essentielle de *M. pulegium*, parmi les études réalisées jusqu'à présent, étant le pulegone, la menthone, la pipéritone, la pipériténone et l'isomenthone parmi leurs principales composantes (tableau ; par exemple, Muller-Reibau *et al.*, 1995 ; Aghel *et al.*, Reis-Vasco *et al.*, 1999 (2004) ; Agnihotri *et al.*, 2005 ; El GHorab, 2006 ; Bghidja *et al.*, 2007 ; Makhedem *et al.*, 2007 ; Mata *et al.*, 2007 ; Hajlaoui *et al.*, 2009 ; Petrakis *et al.*, 2009 ; Kamkar *et al.*, 2010 ; Abdeli *et al.*, 2016 ; Diaz-maroto *et al.*, 2016). Une telle variabilité peut être liée aux différentes phases végétatives de la plante, ainsi qu'aux conditions environnementales (par exemple, variations saisonnières et géographiques, composition du sol (Müller-Riebau *et al.*, 1997), Néanmoins, il existe une grande variabilité dans la composition chimique des études ont été signalés le pipéritone comme constituants majoritaires de l'huile essentielle de *M. pulegium* (Mahboubi & haggi, 2008 ; Petrakis *et al.*, 2009b).

Les monoterpènes oxygénés représentent la famille des composés chimiques la plus importante (80,59%) et elle caractérise l'huile de certains chimiotypes de *Mentha sp.* (Bigo & Moyna, 1985 ; Lorenzo *et al.*, 2002). La composition de l'huile de la menthe diffère selon la région de collecte, elle est de 38 composants en Tunisie (Hajlaoui *et al.*, 2009), 16 au Maroc (Benayad, 2008) et 38 en Iran (Sardashti & Adhami, 2013). Cette variation est observée d'une espèce à une autre dans le même genre. Dris (2018) a révélé la présence de 65 constituants avec la carvone (52,58%), dl-limonène (17,40%) et dihydro-carvéol (6,50%) comme

composants majoritaires. Pavela et al. (2014) ont analysé 20 espèces du genre *Mentha* et ils ont trouvés que les HEs extraites de *M. villosa* a un chémotype de carvone (67,9%) et celles extraites de *M. spicata* sont de type carvone/piperitenone oxyde. Par contre, les HEs de 8 échantillons de *M. piperita* montrent une variation du taux de monoterpènes selon le génotype de la plante : menthol (20,5%- 57,3%), carvone (0-56,8%) et piperiténone oxyde (0-31,8%). Par ailleurs, l'analyse de l'huile extraite de *Laurus nobilis* met en évidence la présence de dix-neuf composants, avec la prédominance d'eucalyptol (1,8-Cinéole) (47,35%), L- β -Pinène (31,14%) et D-Sylvestrène (6.59%). Le composant principal de l'huile essentielle de laurier (1, 8-cinéole) se trouve dans les huiles essentielles de nombreuses plantes et est utilisé dans les aliments comme édulcorant, en aromathérapie comme stimulant pour la peau et dans le traitement de la bronchite et de l'asthme (Santos et al., 2013) Dans des études antérieures, les principaux composants de l'huile essentielle de laurier étaient les suivants: 1, 8-cinéole, sabinène, α -pinène, linalol et acétate de terpinyle (Caredda et al., 2002; Ozcan et al., 2005 ; Sahin Basak & Candan, 2013). Plusieurs études ont montré que le pulégone est le constituant principal de l'huile du laurier (Lorenzo et al., 2002 ; Benayad, 2008 ; Boukhebti et al., 2011), d'autres ont trouvé le menthone (35,9%) (Teixeira et al., 1971) et la pipéritone (35,56%) (Derwich et al., 2010). Mediouni Ben Jemaa et al. (2012) ont mentionné que les HEs de *L. nobilis* collecté dans 3 différentes régions, Algérie, Tunisie et Maroc présentaient des différences aussi bien quantitatives que qualitatives dans leur composition chimique, qui dépendaient du lieu de collecte. Les principaux composés communs étaient 1,8-cinéole, linalool et isovaleraldéhyde. Les constituants des huiles étaient présents dans des proportions variables. Néanmoins, certains composants n'étaient présents que dans certaines huiles et absents dans d'autres. À cet égard, le 2-carène (5,62%), le 4-terpiénol (1,52%) et l'acétate de 1-bornyle (0,52%) n'étaient présents que dans l'huile marocaine tandis que le pentane (2,14%), le phénol (1,73%) et le terpinène (0,92%) étaient à un niveau élevé uniquement dans l'essence algérien. L'huile tunisienne se caractérise par la présence du camphre (2,66%), terpinène-1-ol (1,47%), 2-norbornanone (1,20%) et éremophilène (0,67%). Vingt-six composés ont été identifiés au niveau de l'huile de cette même espèce collectée au Brésil dont la fraction prédominante, est les monoterpènes oxygénés avec le 1,8-cinéole (35,50%) et le linalool (14,10%) comme composés majoritaires (Da Silveira et al., 2014). Ces résultats corroborent les données déjà publiées (Caredda et al., 2002 ; Di Leo Lira et al., 2009 ; Flamini et al., 2007). 56% de l'HE du laurier est formé par l'eucalyptol, (9%) terpinyl acétate et (5.2%) 4-terpiénol avec 29 composés et la prédominance des monoterpènes hydrocarbonnés (32%) (Snuossi et al., 2016). L'huile essentielle extraite des feuilles fraîches

du laurier a été dominée par le Linalool (18,48%), α - Terpinyl acétate (12,56%), 1,8-Cinéole (9,02%), Méthyl eugénol (9,06 %) et Linalool acétate (3,76 %). Ces résultats sont compatibles avec ceux trouvés dans la littérature (Dadalioglu et al., 2004 ; Ozcan et al., 2005 ; Dahak et al., 2014; Flamini et al., 2007) avec quelques différences dans le composé majoritaire et dans les pourcentages des constituants. La comparaison avec la littérature la plus récente concernant la composition chimique de l'huile essentielle de provenant d'autres régions méditerranéennes a montré des différences substantielles (voir tableau) : le pourcentage de 1,8 cinéole trouvé (31,9%) est inférieur aux valeurs enregistrées dans d'autres études: Turquie 44,97% (Ekren et al., 2013) Tunisie 56,0% (Snuossi et al., 2016), Chypre 58,59% (Yalcin et al., 2007), Maroc 52,43% (Derwich et al., 2009), mais similaire au pétrole algérien (34,62%) (Jemâa et al., 2012).

Tableau. 4 : Constituants majoritaires des HES de *L. nobilis* collectée dans différentes régions.

Constituants majoritaires	Pays	Références
1,8-cineole (35.7%), trans-sabinene hydrate (9.7%), α -terpinyl acetate (9.3%), methyl eugenol (6.8%), sabinene (6.5%) et eugenol (4.8%)	Iran	Verdian-rizi& Hadjiakhoondi (2008)
1,8-cinéole (31,9 %), sabinène (12,2%) et linalol (10,2%)	Italie	Capito et al. (2017)
1,8 cinéol (24,658%) et le linalol (18,563%)	Algérie	Miliani et al. (2012)
1,8-cineole (52.43%), α -terpinyl acetate (8.96%), sabinene (6.13%), Limonene (5.25%), α -pinene (3.72%),	Maroc	Derwich et al. (2009)
1,8-Cineole (56)	Tunis	Snuossi et al. (2016)
1,8-cineol (50.3%), dihydrocarvone (5%), α -terpinenyl acetate (11.4%), sabinene (9.2%), spathulenol (3.4 %) and α -pinene (3.2%)	Syrie	Tayoub et al. (2012)
Eugénol (42,50%), myrcène (28,09%), chavicol (10,21%), limonène (6,00%), linalol (4,95%) et 1,8-cinéole (2,87%).	Brésil	Jacob et al. (2016)
1,8-Cineole (59,95), Sabinene 7,8 alpha-Terpinyl acetate (16,33%)	Turquie	Sangun et al. (2007)
1, 8-cineole (48.01, 31.78 et 17.64%), α -pinene (7.69, 11.69 et 17.96%), β - pinene (3.91, 6.91 et 9.51%), sabinene (2.93, 4.49 et 3.37%), limonene (1.43, 2.42 et 2.89%) et linalool (0.40, 0.24 et 0.24%)	Inde	Chahal et al. (2017)

4.2. Toxicité des HEs à l'égard des

Les tests toxicologiques ont pour intérêt de caractériser le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, ils sont nécessaires d'évaluer les doses ou les concentrations létales (DL₅₀ ou CL₅₀ et DL₉₀ ou CL₉₀). Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke & Kaufman 1999). Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, leur mécanisme d'action est méconnu et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Isman, 2000). La toxicité est évaluée à partir du taux de mortalité enregistrés après traitement et qui dépend des doses administrées. Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de *Laurus nobilis* à l'égard *Sitophilus granarius* de dont les résultats montrent une activité larvicide avec une relation dose-réponse.

D'après la composition chimique des huiles essentielles de *L. nobilis*, on remarque la présence des composants majoritaires connus pour leurs propriétés insecticides, ce qui explique les résultats obtenus. Les mécanismes d'action des huiles essentielles sont méconnus et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Isman, 2000).

Les résultats obtenus dans notre présente étude corroborent les expérimentations menées par Fernandez et Gazim (2018) les résultats présentent une nouvelle perspective de l'utilisation de *L. nobilis* en tant qu'agent larvicide *A. aegypti*. L'huile essentielle de laurier a été testée pour son activité insecticide contre *Tribolium castaneum* à cinq concentrations différentes allant de 4 à 12 mg/g. La fraction polaire de l'huile essentielle de laurier s'est révélée plus active comme insecticide que la fraction non polaire et l'huile essentielle. De plus, le potentiel insecticide dépendait à la fois de la concentration et du temps (Chahal et al., 2016). Jemaa et al. (2011) ont rapporté la composition chimique et l'activité répulsive de l'huile essentielle de *L. nobilis* contre des adultes âgés de 7 à 10 jours de *Lasioderma serricornis*. Les résultats ont révélé que l'action répulsive dépendait fortement de la concentration en huile et du temps d'exposition et que son efficacité était élevée pour les doses élevées et la période d'exposition courte. Ainsi, l'huile essentielle de *L. nobilis* pourrait avoir un potentiel en tant qu'agent de lutte contre le coléoptère Cigarette. L'huile essentielle de *L. nobilis* du Maroc a montré une meilleure activité insecticide par rapport aux huiles tunisiennes et algériennes avec des valeurs de RD50 de 0,013 ; 0,036 et 0,033 $\mu\text{l} / \text{cm}^2$ pour *Rhyzopertha dominica*, tandis que 0,045, 0,139 et 0,096 $\mu\text{l} / \text{cm}^2$ pour *T. castaneum* (Jemaa et al., 2012) ; Salehi et al. (2014) ont rapporté les effets répulsifs de l'huile essentielle de *L. nobilis* contre les adultes d'*Ephesia*

kuehniella Zeller, l'huile essentielle de laurier ayant présenté un taux de répulsion de 82,4% à la concentration la plus élevée testée, soit 2,00 µl / l. Andronikashvili et Reichmuth (2003) ont rapporté des propriétés de répulsion et de toxicité. La concentration de 1%, le thym et la menthe pouliot éradiquent la totalité des adultes de l'acarien alors que l'origan provoque une mortalité de 84,99%. Sur les larves, le taux de mortalité engendré par le thym, la menthe pouliot et l'origan sont respectivement 97,7 ; 89,47 et 57,89% respectivement (Aissaoui et al., 2018). La toxicité rapide des huiles essentielles et leurs monoterpènes sur les insectes et les autres arthropodes laissent suggérer un mode d'action. Les travaux de Macedo et al. (1997) sur l'activité larvicide des extraits brut de *Tagetes minuta*, recueillie du Brésil, contre les larves du quatrième stade du moustique *Aedes ochlerotatus fluviatilis* (Diptera : Culicidae) ont montré une CL₉₀ et une CL₅₀ respectivement de 1,5 et de 1,0 mg/L. Cette plante a entraîné une mortalité de 100% à 10 mg/L après 48h d'exposition. Les travaux d'Arivoli et al. (2011) ayant évalué les effets de différents extraits d'*A. vernonia cinerea* collectées en Inde contre les L₃ de *Culex quinquefasciatus*, ont mis en évidence une bonne activité insecticide des extraits testés avec une relation mortalité-concentration. Une étude menée par Kishk et ses collègues (2017) a évalué l'efficacité de l'huile essentielle de chénopode contre *Sitophilus granarius* et a mesuré la DL₅₀ et la DL₉₀ de cette substance sur les insectes. Les résultats ont montré que la DL₅₀ de l'huile essentielle de chénopode était de 2,31 %, tandis que la DL₉₀ était de 5,18 %. Cela indique que l'huile essentielle de chénopode est toxique pour *Sitophilus granarius* et peut être utilisée efficacement comme insecticide. Cependant, il est important de noter que la toxicité d'une substance peut varier en fonction de différents facteurs tels que la concentration, le mode d'application et la durée d'exposition. Par conséquent, il est important de suivre les instructions d'utilisation recommandées pour assurer une utilisation efficace et sûre des produits à base de chénopode. En outre, l'utilisation de produits à base de chénopode peut avoir des effets non ciblés sur l'environnement. Par exemple, l'utilisation excessive de cette substance peut affecter négativement les populations d'autres insectes bénéfiques dans l'écosystème. Par conséquent, il est important d'utiliser ces produits avec prudence et de considérer les impacts environnementaux potentiels. En conclusion, l'utilisation de la substance active chénopode peut être efficace pour le contrôle de *Sitophilus granarius*. Cependant, il est important de prendre en compte les risques potentiels associés à l'utilisation de cette substance et de suivre les instructions d'utilisation recommandées pour assurer une utilisation efficace et sûre.

4.3. Impact des HEs sur les réserves énergétiques

Dans les études physiologiques, la détermination des protéines totales et de nombreuses macromolécules chimiques, telles que les lipides et les glucides, est important. Les protéines sont des composants biochimiques importants nécessaires au développement de l'organisme, à sa croissance et à ses activités vitales (Lodish et al., 2005). Les résultats du dosage après traitement révèlent une réduction du contenu en protéines au cours des temps testés et pour les deux espèces étudiées. Les mêmes observations ont été faites chez *Cx. pipiens* traité à l'*Ocimum basilicum* (Dris et al., 2017), *Thymus vulgaris* (Bouguerra et al., 2018), *Origanum vulgare* (Bouguerra, 2019) et chez *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata* traités à la Lavande et à la Menthe (Dris, 2018). La réduction significative de la quantité de protéines chez *Glyphodes pyloalis* traitées par des doses létales et sublétales d'HE de *Lavandula angustifolia* a été également rapportée par Yazdani et al. (2013). Nos résultats concordent avec un nombre important de recherches où le traitement par les huiles essentielles provoque la réduction du taux des protéines chez les insectes (Smirle et al., 1996 ; Caballero et al., 2008 ; War et al., 2011 ; Khosravi & Sendi, 2013). Il a été rapporté que la réduction de ce contenu est un phénomène fréquent chez les insectes après traitement avec les composés toxiques (Nathan et al., 2008). La réduction de la teneur en protéines chez les larves a été attribuée à un ou plusieurs facteurs, tels que la réduction de leurs synthèse ou augmentation de leurs dégradations pour détoxifier les principes actifs présents dans les extraits de plantes ou les huiles essentielles (Vijayaraghavan et al., 2010). De plus, cette diminution pourrait être due à une dégradation des protéines en acides aminés afin de s'insérer dans le cycle de Krebs comme acides cétoniques pour compenser les dépenses d'énergie causées par le stress (Nath et al., 1997). Par ailleurs, la réduction de ces réserves protéiques peut être également due à l'adaptation physiologique de l'insecte à cet état de stress causé par ces insecticides (Ribeiro et al., 2001) ou des mécanismes de synthèse des lipoprotéines indispensables pour former et renouveler les cellules et les tissus (Raisonnier, 2003). Les huiles essentielles peuvent engendrer des perturbations biochimiques exprimées sur le plan quantitatif par une augmentation ou un déclin en différents métabolites (protéines, carbohydrates, lipides) (Yazdani et al., 2013 ; Dris et al., 2017 b ; Gnan Amani & Dhanasekaran, 2017). La baisse de ces réserves a été justifiée dans des travaux antérieurs : 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 (Smaghe et al., 1999) ou encore chez *Spodoptera littoralis* après traitement avec le RH-5849 (Smaghe & Deggheele, 1992b). Chez *T. molitor*,

l'application du KK-42 *in vivo* réduit les concentrations des protéines hémolymphatiques (Soltani-Mazouni *et al.*, 2001).

Les glucides, en tant qu'éléments énergétiques jouent un rôle crucial dans la physiologie des insectes. Ils sont convertis en graisses et participent à la synthèse des protéines (Kaufmann & Brown, 2008 ; Chapman, 1998). Nos résultats indiquent une réduction du taux de glucides chez *Sitophilus granarius* après traitement aux HEs de la plante étudiée. Les mêmes observations ont été faites chez *Cx. pipiens* traité à l'*Ocimum basilicum* (Dris *et al.*, 2017), *Thymus vulgaris* (Bouguerra *et al.*, 2018), *Origanum vulgare* (Bouguerra, 2019), et chez *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata* traités à la Lavande et à la Menthe (Dris, 2018). D'autres régulateurs de croissance, comme le DFB, appliqué aux nymphes de *T. molitor* (Soltani, 1990), ou aux femelles adultes de *T. molitor* (Soltani-Mazouni & Soltani, 1992) ou encore chez un crustacé *P. kerathurus* (Morsli, 1994), affecte les concentrations des glucides hémolymphatiques. Des effets similaires sont observés chez deux espèces de moustiques, *Cx. pipiens* et *Cs. Longiareolata* traitées par le méthoxyfénazole et l'halofénazole (Tine-Djebbar, 2009). Cet épuisement est dû à une demande excessive d'énergie et d'un métabolisme accru en raison de l'effet du traitement (Sancho *et al.*, 1998 ; Olga *et al.*, 2006).

Les lipides représentent la principale source d'énergie chez les insectes (Beenakers *et al.*, 1985). Ils sont transportés du corps gras, site de leurs synthèses et stockage vers les organes utilisateurs via l'hémolymphe surtout lors de la vitellogénèse (Downer, 1985 ; Keely, 1986 ; Van Hensden & Law, 1989). Les résultats obtenus au cours de notre étude révèlent une perturbation du contenu en lipides chez *Sitophilus granarius* traitées aux huiles du Laurier. Les mêmes observations ont été faites chez *Cx. pipiens* traité à l'*Ocimum basilicum* (Dris *et al.*, 2017), *Thymus vulgaris* (Bouguerra *et al.*, 2018), *Origanum vulgare* (Bouguerra, 2017), et chez *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata* traités à la Lavande et à la Menthe (Dris, 2019). Des résultats similaires ont été obtenus avec divers groupes d'insecticides. Chez *Blattella germanica*, une diminution des taux de lipides ovariens a été obtenue après traitement avec l'acide borique, un insecticide inorganique (Kilani-Morakchi *et al.*, 2009) et avec l'halofénazole (agoniste des ecdystéroïdes) ou le méthoprène (mimétique de l'hormone de mue) (Maiza *et al.*, 2004) ainsi qu'avec l'indoxacarbe (groupe des oxadiazines) (Maiza *et al.*, 2010).

L'épuisement des lipides après traitement pourrait être dû à une altération de leur synthèse (Klowden, 2007), à un dysfonctionnement hormonal indispensable pour le contrôle du métabolisme lipidique (Steel, 1985) et à la consommation accrue de cette réserve métabolique (Sak *et al.*, 2006). En général, la teneur en lipides du corps gras augmente continuellement

pendant la période larvaire des insectes holométaboles pour être utilisée pendant la métamorphose ainsi que pour fournir les réserves aux adultes pour soutenir le vol et l'embryogénèse (Arrese et *al.*, 2001, Canavoso et *al.*, 2001).

La diminution des lipides tissulaires sous l'effet du stress d'un insecticide pourrait être due à la formation de lipoprotéines utilisées pour réparer les dommages cellulaires et à l'augmentation de la lipolyse (Steele, 1985 ; Lohar & Wright, 1993). Des résultats différents sont observés chez *B. germanica* après traitement à l'azadirachtine (Saci-Messiad, 2006) et à l'halofénoside, un analogue de l'hormone de mue (Rouibi, 2002). Le benfuracarbe, un carbamate, l'acétamipride, un néonicotinoïde (Maiza et *al.*, 2004) et l'acide borique, un insecticide inorganique (Kilani-Morakchi et *al.*, 2009b) réduisent également le contenu en lipides ovariens chez la même espèce. Les travaux de Daas (2006) ont également démontré que l'application de plusieurs mimétiques de l'hormone de mue tels que le RH-2485, le RH-5992 et le RH-0345 sur les femelles de *Eupolybothrus nudicornis* (myriapode) réduisent les concentrations de lipides dans l'hémolymphe et dans les tissus ovariens.

L'effet répulsif et insecticide de l'huile essentielle de menthe poivrée peut être attribué à la présence de composés bioactifs tels que le menthol, le menthone et le pulegone, qui ont été identifiés comme ayant des propriétés insecticides et répulsives (Isman 2006; Pavela 2015). De plus, l'huile essentielle de menthe poivrée a également des propriétés antifongiques et antimicrobiennes, ce qui peut aider à prévenir les infections fongiques et bactériennes des grains stockés (Oussalah 2007).

L'utilisation d'huiles essentielles pour contrôler les ravageurs présente plusieurs avantages par rapport aux méthodes de lutte conventionnelles. Tout d'abord, les huiles essentielles sont d'origine naturelle et ne laissent pas de résidus toxiques dans l'environnement. Deuxièmement, les huiles essentielles sont sélectives et n'ont pas d'effet sur les insectes bénéfiques tels que les pollinisateurs. Enfin, les huiles essentielles sont moins susceptibles de provoquer la résistance des ravageurs, car elles ont un mode d'action complexe qui implique plusieurs mécanismes.

Cependant, il est important de noter que l'utilisation d'huiles essentielles pour le contrôle des ravageurs peut avoir des limitations. Tout d'abord, l'effet répulsif et insecticide des huiles essentielles peut varier en fonction de la qualité, de la composition et de la concentration des huiles utilisées (Park 2017). De plus, certaines huiles essentielles peuvent avoir des effets négatifs sur la croissance et le développement des plantes, ainsi que sur la qualité des récoltes

(Dhingra et Dubey, 2018). Par conséquent, il est important de mener des études approfondies sur l'utilisation d'huiles essentielles pour le contrôle des ravageurs, en évaluant à la fois leur efficacité et leur impact sur les plantes et l'environnement.



**CONCLUSION ET
PERSPECTIVES**

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les produits naturels restent toujours une source inépuisable de structures complexes et diverses, qui peuvent avoir beaucoup d'applications, à savoir l'industrie pharmaceutique, l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique, la parfumerie, etc... Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules exercent plusieurs effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc...

Le travail réalisé, nous a permis d'évaluer chez *Sitophilus granariu*, l'effet des huiles essentielles extraites de *Laurus nobilis*, sur la mortalité, la composition biochimique.

Les HEs extraites de la plantes, *Laurus nobilis* (Lauraceae) présentent des rendements de 2,06 %. L'analyse chimique de l'huile du laurier contient dix-neuf composants, dominés par l'oxyde terpénique, 1,8-Cinéole (47,35 %).

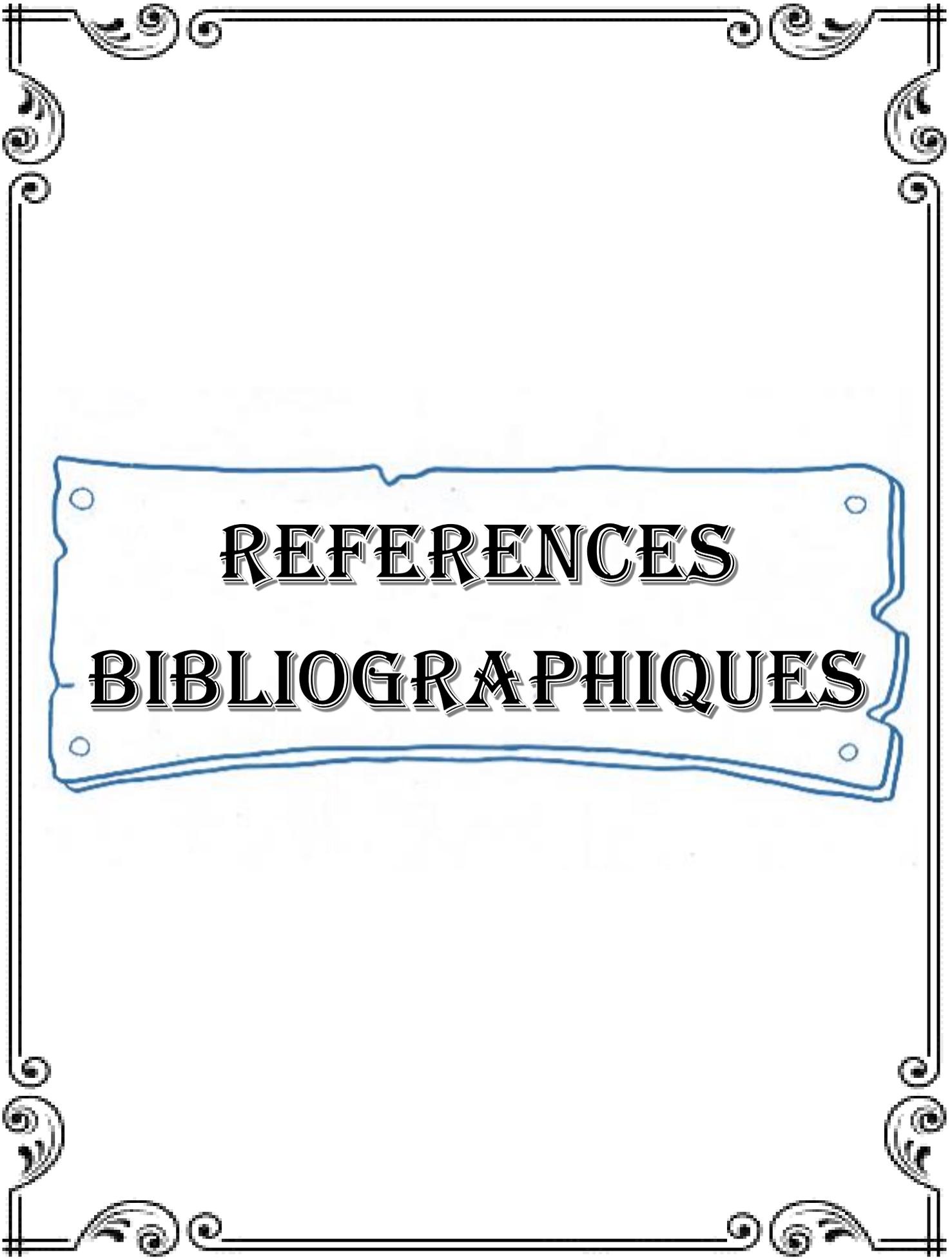
Ces HEs ont été testées sur *Sitophilus granarius*, leurs actions ont été évaluées sur deux aspects : toxicologique, et biochimique.

Les essais toxicologiques ont permis de déterminer les concentrations létales (CL₅₀ et CL₉₀) de ces huiles à l'égard des *Sitophilus granarius* nouvellement exuviées. Ces huiles révèlent un effet insecticide avec une relation dose-réponse. L'HE du laurier présente un pouvoir larvicide très élevé contre cette espèce.

* De plus, une perturbation de la composition biochimique (contenu en protéines, glucides et lipides) chez *Sitophilus granarius*, a été enregistrée après traitement au laurier.

A l'avenir, il serait intéressant de compléter cette recherche en :

- ✓ Evaluant ces huiles essentielles sur d'autres mécanismes de résistance, essentiellement les enzymes de détoxications tels que les estérases, les monooxygénases à cytochrome P 450 et le lactate déshydrogénase (LDH).
- ✓ Elucidant le mode d'action de ces substances sur la reproduction de ces insectes.
- ✓ Evaluant leur efficacité dans le milieu naturel en interaction avec les facteurs biotiques et abiotiques
- ✓ Comparer l'efficacité de ces huiles par rapport aux différents extraits, éthanolique, méthanolique, éther de pétrole et extrait aqueux.



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ✚ **Abdelgaleil, S. A. M., Mohamed, M. I. E., Badawy, M. E. I. & El-Arami, S. A. A.** (2009). Fumigant and contact toxicities of monoterpenes to *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst) and their inhibitory effects on acetylcholinesterase activity. *Journal of Chemical Ecology*. **35** : 518-525.
- ✚ **Abdelli, M., Moghrani, H., Aboun, A. & Maachi, R.** (2016). Algerian *Mentha pulegium* L. leaves essential oil: Chemical composition, antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities. *Industrial Crops and Products*. **94** :197-205.
- ✚ **Abbott, W. S.** (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. **18** : 265-267.
- ✚ **Adams, R. P.** (2001). Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Carol Stream, IL., USA: Allured Publishing Corp.
- ✚ **Adeyi, A. O., Akozil, G. O., Adeleke, M. A., Agbaogun, B. K. O. & Idowu A. B.** (2014). Induction and activity of glutathione S-transferases extracted from *Zonocerus variegatus* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) exposed to insecticides. *International Journal of Tropical Insect Science*. 1-7.
- ✚ **AFNOR.** (1987). Huiles essentielles, recueil dans des normes française. 5ème Ed.1. échantillonnage et méthodes d'analyses, 2. Spécifications, AFNOR, Paris.
- ✚ **Aghel, N., Yamini, Y., Hadjiakhoondi, A. & Pourmortazavi, S. M.** (2004). Supercritical carbon dioxide extraction of *Mentha pulegium* L. essential oil. *Talanta*. **62** : 407-411.
- ✚ **Agnihotri, V. J., Lattoo, S. K., Thappa, R. K., Kaul, P., Qazi, G. N., Dhar, A. K., Saraf, A., Kapahi, B. K., Saxena, R. K. & Agarwal, S. G.** (2005). Chemical variability in the essential oil components of *Achillea millefolium* Agg. from different Himalayan habitats (India). *Planta Medica Journal*. **71** : 278-280.
- ✚ **Aitken T. H. G.** (1954). The culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). *Bulletin of Entomological Research*. **45** (3) : 437-494.
- ✚ **Ait-Ouazzou, A., Lorán, S., Arakrak, A., Laglaoui, A., Rota, C., Herrera, A., Pagán, R. & Conchello, P.** (2012). Evaluation of the chemical composition and antimicrobial activity of *Mentha pulegium*, *Juniperus phoenicea*, and *Cyperus*

- longus* essential oils from Morocco. Food Research International Journal. **45** : 313-319.
- ✚ Akacha, M., Chaieb, I., Laarif, A., Haouala & R., Boughanmi, N. (2017). Effects of *Melia azedarach* leaf extracts on nutritional behavior and growth of *Spodoptera littoralis*. Tunisian. Journal of Plant Protection. **12** : 61-70.
- ✚ Ali, M. U. Liu, G. Yousaf, B. Abbas, Q. Ullah, H. Munir, M. A. M. & Fu, B. (2017). Pollution characteristics and human health risks of potentially (eco) toxic elements (PTEs) in road dust from metropolitan area of Hefei. China. Chemosphere Journal. **181** : 111-121.
- ✚ Al-Sarar, A. S. (2010). Insecticide resistance of *Culex pipiens* (L) populations (Diptera: Culicidae) from Riyadh city, Saudi Arabia: status and overcome. Saudi Journal of Biological Sciences. **17** : 95-100.
- ✚ Al-Sarar, A. S., Hussein, H. I., Abobakr, Y., Bayoumi, A. E. & Al-Otaibi, M. T. (2014). Fumigant toxicity and antiacetylcholinesterase activity of Saudi *Mentha longifolia* and *Lavandula dentata* Species against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Turkish Journal of Entomology- Dergi Park. **38 (1)**: 11-18.
- ✚ Amalich, S., Fadili, K., Fahim, M., El Hilali, F. & Zaïr, T. (2016). Polyphenols content and antioxidant power of fruits and leaves of *Juniperus phoenicea* L. from Tounfite (Morocco). Moroccan Journal of Chemistry. **4 (1)** : 177-186.
- ✚ Amer, A. & Mehlhorn, H. (2006). Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex larvae* (Diptera, Culicidae). Parasitology Research. **99** : 466-472.
- ✚ Andreo, S. (2003). L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampoing à 0,07 % d'ltamethrine sur un moustique du complexe *Culex pipiens*. Thèse en Medecine Vétérinaire Toulouse, 128 p.
- ✚ Andres, M., Gonzalez-Coloma, A., Sanz, J., Burillo, J. & Sainz P. (2012) Nematicidal activity of essential oils: a review. Phytochemistry Reviews. **11 (4)** : 371-390.
- ✚ Anonym, 1983. Informal consultation on insect growth regulators. WHO/VBC/83.
- ✚ Ansari, M.A., Vasudevan, P., Tandon, M. & Razdan, A. (1999). Larvicidal and mosquito repellent action of peppermint (*Mentha piperita*) oil. Bioresource Technology Journal. **71 (3)** : 267-271.

- ✚ **Anupam, G., Nandita, C. & Goutam, C.** (2012). Plant extracts as potential mosquito larvicide. *Indian Journal of Medical Research*. **135** : 581- 598.
- ✚ **Anwar, F., Ali, M., Hussain, A.I. & Shahid, M.** (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. *Flavour and Fragrance Journal*. **24** : 170-176.
- ✚ **Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., Mahari, S.** (2006). Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologie Agronomie Société et Environnement Journal*. **10 (2)** : 67- 71.
- ✚ **Arrese, E. L., Canavoso, L. E., Jouni, Z. E., Pennington, J. E., Tsuchida, K. & Wells, M. A.** (2001). Lipid storage and mobilization in insects: current status and future directions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology Journal*. **31** : 7-17.
- ✚ **Ashraf, M. & Bhatti, M. K.** (1975). Studies on the essential oils of the Pakistan species of the family umbelliferae .1. *Trachyspermum Ammi* (L) .Spargue (Ajowan) seed oil. *Pakistan. Journal of Scientific and Industrial Research*. **18** : 232-235
- ✚ **Askar, S. I., Al-Assaal, M. S. & Nassar, A. M. K.** (2016). Efficiency of some essential oils and insecticides in the control of some *Sitophilus* insects (Coleoptera: Curculionidae). *Egyptian Journal of Plant Protection Research*. **4 (2)** : 39-55.
- ✚ **Badiou, A.** (2007). Caractérisation cinétique et moléculaire du biomarqueur Acétylcholinestérase chez l'Abeille, *Apis mellifera*. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat Université de Paul Cezanne Aix-Marseille III. 147 p.
- ✚ **Bainy, A. C. D.** (2000). Biochemical responses in penaeids caused by contaminants. *Aquaculture*. **191**: 163-168.
- ✚ **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M.** (2008). Biological effects of essential oils- a review. *Food and Chemical Toxicology*. **46** : 446-475.
- ✚ **Barbaro, G., Di Lorenzo, G., Soldini, M., Bellomo, G., Belloni, G. & Grisorio B.** (1997). Glutathion. *Scandinavian. Journal of Gastroenterology*. **32 (12)** : 1261-6.
- ✚ **Beenakers, A. M. T. H., Vander Host, D. G. & Van Marrewijk, W. J. A.** (1985). Insect lipids and lipoproteins and their role in physiological process. *Progress in Lipid Research*. **24** : 19-67.

- ✚ **Beghidja, N., Bouslimani, N., Benayache, F., Benayache, S. & Chalchat, J. C.** (2007). Composition of the oils from *Mentha pulegium* grown in different areas of the east of Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*. **43** : 481-483.
- ✚ **Benayad, N.** (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V-Agdal. Rabat, 63p.
- ✚ **Bendali, F.** (1989). Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène, Systématique et lutte bactériologique (*Bacillus thuringiensis israeliensis* serotype H14. *B. sphaericus* (1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de magister en Arthropodologie. Université d'Annaba. Algérie.
- ✚ **Berchi, S.** (2000). Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse de doctorat es Sciences, Université de Constantine. 133p.
- ✚ **Boira, H., Blanquer, A.** (1998). Environmental factors affecting chemical variability of essential oils in *Thymus piperella* L. *Biochemical Systematics and Ecology Journal*. **26** : 811-822.
- ✚ **Bonde, J. P., Toft, G., Rylander, L., Rignell-Hydbom, A., Giwercman, A., Spano, M., Manicardi, G. C., Bizzaro, D., Ludwicki, J. K., Zvyezday, V., Bonefeld-Jorgensen, E. C., Pedersen, H. S., Jonsson, B. A. & Thulstrup, A. M.** (2008). Fertility and markers of male reproductive function in Inuit and European populations spanning large contrasts in blood levels of persistent organochlorines. *Environmental Health Perspectives Journal*. **116** : 269-277.
- ✚ **Borah, R., Kalita, M. C., Kar, A., Talukdar, A. K.** (2010). Larvicidal efficacy of *Toddalia asiatica* (Linn.) Lam against two mosquito vectors *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *African Journal of Biotechnology*. **9 (16)** : 2527-2530.
- ✚ **Borzoui, E., Naseri, B., Abedi, Z & Sadegh, M.** (2016). Lethal and Sublethal effects of essential oils from *Artemisia khorassanica* and *Vitex pseudo-negundo* against *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Environmental Entomology Journal*. **45 (5)** : 1220-1226.
- ✚ **Bouabida, H.** (2014). Inventaire des moustiques de la région de Tébessa et bioactivité du spiromesifène sur la reproduction de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* : aspects écologique et biochimique. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba. 134p.

- ✚ **Bouguerra, N., Tine Djebbar, F. & Soltani, N.** (2017). Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: chemical composition and larvicidal activity against the mosquito *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*. **4 (1)** : 37-42.
- ✚ **Bouguerra, N.** (2019). Efficacité comparée des extraits de deux plantes, *Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens* Composition chimique, Toxicité, Biochimie et Biomarqueurs. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat LMD, Université Chikh Larbi Tbessi de Tebessa. P : 65 ; 67; 68 69 ; 73 ; 74. 80 ; 82 ; 83.
- ✚ **Boukhebti, H., Chaker, A. N., Belhadj, H., Sahli, F., Ramdhani, M., Laouer, H. & Harzallah, D.** (2011). Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha pulegium* L. and *Mentha spicata* L. essential oils. *Der Pharmacia Letters*. **3** : 267-275.
- ✚ **Boulkenafet, F.** (2006). Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Magister en Entomologie (Option : Application Agronomique et Médicale). 191p.
- ✚ **Bounous, G.** (2000). Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Research Journal*. **20** : 4785-4792.
- ✚ **Boyer, S.** (2006). Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat. Université Joseph Fourier - Grenoble I. 78 p.
- ✚ **Brada, M., Mohamed B., Michel M. & Annabelle, C.** (2007). Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifoliadu* Nord de L'Algérie. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment Journal*. **11 (1)** : 3-7.
- ✚ **Bradford, M. M.** (1976). A rapid and sensitive method of the quantitation microgram quantities of Protein utilising the principale dye binding. *Analytical Biochemistry Journal*. **72** : 248-254.
- ✚ **Braquenier, J. B.** (2009). Etude de la toxicité développementale d'insecticides organophosphorés: Analyse comportementale de la souris CD1. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat Université de Liege. 217 p.
- ✚ **Bruneton, J.** (1999). Pharmacognosie, Phytochimie -Plantes médicinales - 3ème Ed Techniques et documentations. Paris. P : 165-178.

- ✚ **Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P.** (1999). Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).
- ✚ **Bucker, N., Bucker, C. F., Souza, A. Q. L., Gama, A. M. D., Rodrigues-Filho, E., Costa, F. M. D., Nunez, C. V. & Tadei, W. P.** (2013). Larvicidal effects of *endophytic* and *basidiomycete fungus* extracts on *Aedes* and *Anopheles* larvae (Diptera, Culicidae). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. **46** : 411-419.
- ✚ **Bussiéras, J. & Chermette, R.** (1991). Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. Service de parasitologie Service de parasitologie, Ecole nationale vétérinaire, Abrégé de parasitologie vétérinaire: Parasitologie générale.
- ✚ **Caballero, C., Lopez-Olguin, J., Ruiz, M., Ortego, F. & Castanera, P.** (2008). Antifeedant activity and effect of terpinoids on detoxification enzymes of the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hubner). *Spanish Journal of Agricultural Research*. **6** : 177-84.
- ✚ **Canavoso, L. E., Jouni, E. J., Karnas, K. J., Pennington, J. E. & Wells, M. A.** (2001). Fat metabolism in insects. *The Annual Review of Nutrition*. **21** : 23-46.
- ✚ **Caputo, L., Nazzaro, F., Souza, L. F., Aliberti, L., Martino, L. D., Fratianni, F., Coppola, R. & Feo, V. D.** (2017). *Laurus nobilis*: Composition of essential oil and its biological activities. *Molecules Journal*. **22** (6) : 930.
- ✚ **Caredda, S., Franca, A. & Seddaiu, G.** (2002). Fire breaks over-sowing : An alternative tool for the wildfire risk reduction in Sardinia. In: Proc. of the 19 th General Meeting of the EGF, La Rochelle, France. P : 908-909.
- ✚ **Caroci, A. S., Li, Y. & Noriega, F. G.,** (2004). Reduced juvenile hormone synthesis in mosquitoes with low teneral reserves reduced ovarian previtellogenic development in *Aedes aegypti*. *Journal of Experimental Biology*. **207** : 2685-2690.
- ✚ **Carvalho, P., Tirnauer, J. S. & Pellman, D.** (2003). Surfing on microtubule ends. *Trends in Cell Biology*. **13** : 229-237.
- ✚ **Cassier, P., Lafont, R., Descamps, M. & Soyeux, D.** (1997). La reproduction des invertébrés : stratégies, modalités et régulation. Edition Masson, 354 p.
- ✚ **Cavalcanti, F. R., Oliveira, J. T. A., Martins-Miranda, A. S., Viégas, R. A. & Silveira, J. A. G.** (2004). Superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities do not confer protection against oxidative damage in salt-stressed cowpea leaves. *New Phytologist*. **163** : 563-571.

- ✚ **Celiktas, O. Y., Hames Kocabas, E. E., Bedir, E., Verdar Sucan, O. & Baser, K. H. C.** (2007). Antimicrobial activities of methanolic extract and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. Food Chemistry Journal. **100** : 553-559.
- ✚ **Chahal, K. K., Kaur, M., Bhardwaj, U., Singla, N. & Kaur, A.** (2017). A review on chemistry and biological activities of *Laurus nobilis* L. essential oil. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. **6** : 1153-1161.
- ✚ **Charpentier, E., Novak, R. & Tuomanen, E.** (2000). Regulation of growth inhibition at high temperature, autolysis, transformation and adherence in *Streptococcus pneumoniae* by Clp C. Mol. Journal of Microbiol. **37** : 717-726.
- ✚ **Chapman, R. F.** (1998). The Insects Structure and Function. Cambridge University Press: New York.
- ✚ **Cherrat, L., Espina, L., Bakkali, M., Pagan, R., Laglaoui, A.** (2014). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of *Mentha pulegium*, *Lavandula stoechas* and *Satureja calamintha* Scheele essential oils and an evaluation of their bactericidal effect in combined processes. Innovative Food Science and Emerging Technologies Journal. **22** : 221-229.
- ✚ **Chopa, C. S. & Descamps, L. R.** (2012). Composition and biological activity of essential oils against *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) cereal crop pest. Pest Management Science. **68 (11)** :1492-500.
- ✚ **Clark, A. G.** (1989). The comparative enzymology of GST from non-vertebrate organisms. Comparative Biochemistry and Physiology Journal. **92** : 419-446.
- ✚ **Clements, A. N.** (1999). The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction. CAB International Publishing, Eastbourne.
- ✚ **Charles Vincent e Bernard Panneton**, Les méthodes de lutte physique comme alternatives aux pesticides, 1992,p213.
- ✚ **Dadalioglu, G., Evrendilek, A.** (2004). Chemical composition and antibacterial effect of essential oils of turkish oregano (*Origanum minutifolium*), Bay Laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavander (*Lavandula stoechas* L.) and Fennel (*Foeniculum vulgare*), on common food borne pathogen. Journal of Agricultural and Food Chemistry. **52** : 8255 -8260.
- ✚ **Dahak, K., Bouamama, H., Benkhalti, F. & Taourirte, M.** (2014). Drying methods and their implication on quality, quantity and antimicrobial activity of the

- essential oil of *Laurus nobilis* L. from Morocco. Journal of Biological Sciences. **14 (2)** : 94-101.
- ✚ **Dannau, M., Leenaers, L., Amichot, M. & Haubruge, E.** (2003). Biomarqueurs d'exposition en milieu terrestre : impact d'hydrocarbures halogénés sur l'activité de trois systèmes enzymatiques chez *Drosophila pseudoobscura*. Environnement, Risque et Santé. **2 (6)** : 344-349.
- ✚ **Da Silveira, S. M., Luciano, F. B., Fronza, N., J. R., A. C., Scheuermann, G. N. & Vieira, C. R. W.** (2014). Chemical composition and antibacterial activity of *Laurus nobilis* essential oil towards foodborne pathogens and its application in fresh *Tuscan sausage* stored at 7°C. Food Science and Technology Journal. **59** : 86-93.
- ✚ **De Barjac, H., Veron M. & Cosmao-Dumanoir V.** (1980). Caractérisation biochimique et sérologique des souches de *Bacillus sphaericus* pathogènes ou non pour les moustiques. Annals of Microbiology (Institut Pasteur). **131 (b)** : 91-201.
- ✚ **Derwich, E., Benziane, Z., Boukir, A.** (2009). Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus nobilis* from Morocco. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. **3 (4)** : 3818-3824.
- ✚ **Derwich, E., Benziane, Z., Taouil, R., Senhadji, O. & Touzani, M. A.** (2010). Comparative Study of The Chemical Composition of The Leaves Volatil Oil of *Juniperus phoenicea* and *Juniperus oxycedrus*. Middle-East Journal of Scientific Research. **5 (5)** : 416-424.
- ✚ **Diaz-Maroto, M. C., Castillo, N., Castro-Vazquez, L., Gonzalez-Vinas, M. A., Perez-Coello, M. S.** (2007). Volatile composition and olfactory profile of pennyroyal (*Mentha pulegium* L.). Flavour and Fragrance Journal. **5 (5)** : 416-424.
- ✚ **Di Leo Lira, P.** Gianninoto, H., Bandoni, A. (2009). Essential oil and by-products of distillation of bay leaves (*Laurus nobilis* L.) from Argentina. Industrial Crops and Products. **30** : 259-264.
- ✚ **Dohi, S., Terasaki, M. & Makino, M.** (2009). Acetylcholinesterase inhibitory activity and chemical composition of commercial essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry. **57 (10)** : 4313-4318.
- ✚ **Downer, R.** (1985). Lipid metabolism. In Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology 10, G.A. Kerkut and L.I. Gilbert, eds. (Oxford: Pergamon Press). P : 77-113.

- ✚ **Dris D., Tine-Djebbar, F. & Soltani, N.** (2017a). *Lavandula dentata* essential oils: chemical composition and larvicidal activity against *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *African Entomology Journal*. **25 (2)** : 387-394.
- ✚ **Dris D., Tine-Djebbar, F., Bouabida, H. & Soltani, N.** (2017b). Chemical composition and activity of an *Ocimum basilicum* essential oil on *Culex pipiens* larvae: Toxicological, biometrical and biochemical. *South African Journal of Botany*. **113** : 362-369.
- ✚ **Dris, D.** (2018). Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Mentha piperita*, *Lavandula dentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken). Thèse de doctorat. Université Badji Moktar - Annaba. 140p.
- ✚ **Duchateau, G. & Florkin, M.** (1959). Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. **67** : 306-314.
- ✚ **Ebadollahi, A., Khosravi, R., Sendi, J. J., Honarmand, P. & Amini, R. M.** (2013). Toxicity and Physiological Effects of Essential Oil from *Agastache foeniculum* (Pursh) Kuntze Against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) Larvae. *Annual Review & Research in Biology*. **3 (4)** : 649-658.
- ✚ **El Aissaoui, O., El Alami El Madani, Y., Oughdir, L. & El Alloui, Y.** (2018).
- ✚ **Aissaoui, A., Amrani, A., Said, Z., Toukour, L.** (2018). Activité acaricide des huiles essentielles du *Mentha pulegium*, *Origanum compactum* et *Thymus capitatus* sur l'acarien phytophage *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). *European Scientific Journal*. DO- 10.19044/esj.2018.v14n3p118.
- ✚ **El-Ghorab, A. H.** (2006). The chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil from Egypt and its antioxidant activity. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. **9** : 183-195.
- ✚ **El-Kady, R. I., Abou-Zeina, H. A. A., Omer, H. A. A., Salman, F. M., Shoukry, M. M. & Ahmed, S. M.** (2008). Response of growing Ossimi lambs to diets containing different levels of defatted *Jojoba meal*. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. **4 (1)** : 34-43.
- ✚ **El Ouariachi E., Paolini J., Bouyanzer A., Tomi P., Hammouti B., Salghi R., Majidi L. & Costa J.** (2011). Chemical composition and antioxidant activity of essential oils and solvent extracts of *Thymus capitatus* (L.) Hoffmanns and link from Morocco. *Journal of Medicinal Plants Research*. **5 (24)** : 5773-5778.

- ✚ **Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V. & Featherstone, R. M.** (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology Journal*. **7** : 88-95.
- ✚ **El Zayyat, E.A., M. I. Elleboudy, N. A. & Ofaa, S. E.** (2015). *Musca domestica* laboratory susceptibility to three ethnobotanical culinary plants. *Environmental Science and Pollution Research Journal*. **22** : 15844-15852
- ✚ **Enan, E. E.** (2001). Insecticidal activity of essential oils: Octopaminergic sites of action. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part C: Toxicology Journal*. **130** : 325-337.
- ✚ **Erler, J. T., Bennewith, K. L., Nicolau, M., Dornhöfer, N., Kong, C., Le, Q. T., Chi, J. T. A., Jeffrey, S. S. & Giaccia, A. J.** (2006). Lysyl oxidase is essential for hypoxia-induced metastasis. *Nature Journal*. **440** : 1222-1226.
- ✚ **Estrada-Mandaca, S., Lougarre, A. & Fournier, D.** (1998). *Drosophila* acetylcholinesterase : Effect post-traditional modifications on the production in the baculovirus system and substrate metabolism. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. **38** : 84-90.
- ✚ **Ekström, G. & Ekbohm, B.** (2011). Pest Control in Agro-ecosystems: An Ecological Approach. *Critical Reviews in Plant Sciences*. **30** : 74-94.
- ✚ **Etang, J., Chouaibou, M., Toto, J. C., Faye, O., Manga, L., Same-Ekobo, A., Awono-Ambene, P. & Simard, F.** (2007). A preliminary test of the protective efficacy of permethrin-treated bed nets in an area of *Anopheles gambiae* metabolic resistance to pyrethroids in north Cameroon. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. **101 (9)** : 881-884.
- ✚ **Euzeby, J.** (2008). Grand dictionnaire illustre de parasitologie médicale et vétérinaire. Editions Tec & Doc, Paris. 818p.
- ✚ **Fernandez, C. M. M., Aparecida, M. R. A. C. & Fernandez, M.** (2018). Larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oil of *Laurus nobilis* leaves obtained at different seasons. *Journal of Essential oil Research*. DOI: 10.1080/10412905 ; 1473294.
- ✚ **Field, L. M., Blackman, R. L., Tyler-Smith, C. & Devonshire, A. L.** (1999). Relationship between amount of esterase and gene copy number in insecticide-resistance *Myzus persicae* (Sulzer). *Biochemical Journal*. **339** : 737-742.
- ✚ **Flamini, G., Tebano, M., Cioni, P. L., Ceccarini, L., Ricci, A. S. & Longo, I.** (2007). Comparison between the conventional method of extraction of essential oil

- of *Laurus nobilis* L. and a novel method which uses microwaves applied in situ, without resorting to an oven. *Journal of Chromatography A*. **11 (43)** : 36-40.
- ✚ **Foko, D. G. A., Nyegue, M. A., Tsila, H.G., Awono, A. P. H., Ndong, M. P. & Tamesse, J. L.** (2016). Chemical composition and ovicidal, larvicidal and pupicidal activity of *Ocimum basilicum* essential oil against *Anopheles gambiae*. (Diptera: Culicidae). *European Journal of Medicinal Plants*. **16 (3)** : 1-13.
 - ✚ **Francis, F., Haubruge, E. & Gaspar, C.** (2000). Influence of host plants on specialist/generalists aphids and on the development of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*. **97** : 481-485.
 - ✚ **Franciosa, H. & Bergé, J. B.** (1995). Glutathione S-transferases in housefly (*Musca domestica*): location of GST-1 and GST-2 families. *Insect Biochemistry and Molecular Biology Journal*. **25** : 311-317.
 - ✚ **Gannagé-Yared, M., Khneisser, I., Salem, N., Gouyette, A., Loiselet, J. & Halaby, G.** (1998). Glutathion et glutathion S-transférase sanguins et leucocytaires : relation avec la cholestérolémie chez des volontaires sains. *Annales de Biologie Clinique*. **56 (3)** : 321-327.
 - ✚ **Gauthier, R.** (1997). GSH complex pour votre système immunitaire. *Nutraxis*. 38 p.
 - ✚ **George, S. G.** (1994). Enzymology and molecular biology of phase II xenobiotic conjugating enzymes in fish. *In: Malins, D.C., Ostrander, G. K. Aquatic Toxicology, molecular, biochemical and cellular perspectives* Lewis, Boca Raton, FL. P : 37-85.
 - ✚ **Georghiou, G. P., Ariaratnam, V., Pasternak, M. E. & Lin, C. S.** (1975). Organophosphorus multiresistance in *Culex quinquefasciatus* in California. *Journal of Economic Entomology*. **68** : 461-467.
 - ✚ **Ghosh, A., Chowdhury, N. & Chandra, G.** (2012). Plant extracts as potential mosquito larvicides. *Indian Journal of Medical Research*. **135** : 581-598.
 - ✚ **Gnanamani, R. & Dhanasekaran, S.** (2017). Efficacy of *Azadirachta indica* leaf extract on the biochemical estimation of a Lepidopteran pest *Pericallia ricini* (Lepidoptera: Arctiidae). *World Journal of Agricultural Sciences*. **13 (2)** : 63-67
 - ✚ **Gnamkoulamba, A.** (1999). Mémoire d'Ingénieur Agronome ESA. Univ. Bénin Lomé, 74p.
 - ✚ **Gobbo-Neto, L. N. P.** (2007). *Lopes Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários*. *Química Nova*. **30 (2)** : 374,

- ✚ **Goldsworthy, A. C., Mordue, W. & Guthkelch, J.** (1972). Studies on insect adipokinetic hormone. *General and Comparative Endocrinology Journal*. **18** : 306-314.
- ✚ **Govindarajan, M., Rajeswary, M. & Sivakumar, R.** (2012). Mosquito larvicidal and ovicidal activity of *Delonix elata* (L.) Gamble against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. **2** : 571-573.
- ✚ **Grainge, M. & Armed, S.** (1988). Handbook of plants with pest control properties. John Wiley & Sons, NewYork. 470p.
- ✚ **Granger M. M. R., Passet J., Arbousset G.** (1973). L'essence de *Rosmarinus officinalis*, influence du mode de traitement du matériel végétal. *Common Fragrance and Flavor Materials*. **3 (3)** : 133- 137.
- ✚ **Gratz, N. G.** (1999). Emerging and resurging vector-borne diseases. *Annual Review of Entomology*. **44** : 51-75.
- ✚ **Grieve, M.** (1931). A Modern Herbal réimpression par Dover, (1982). T. M. Pasca, L'importance des plantes médicinales, FAO, 62 p.
- ✚ **Grundy, D. L. & Still, C. C.** (1985). Inhibition of acetylcho-linesterases by pulegone-1,2-epoxide. *Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology*. **23** : 383-388.
- ✚ **Guarrera, P. M.** (1999). Traditional antihelminthic, antiparasitic and repellent uses of plants in Central Italy. *Journal of Ethnopharmacology*. **68 (1-3)** : 183-192.
- ✚ **Guitsevitch, A.V., Monchadski, A. & Sktakel'Berg, A. A.** (1974). Fauna of Diptera. U.S. Departement of Commerce Natiolal Technical Inforamation. Va. pp: 22-51.
- ✚ **Guimarães, J. H.** (1997). Systematic Database of Diptera of the Americas South of the United States (Family Culicidae). Fundação de Am paro a Pesquisa do Estado de São Paulo. São Paulo, Brazil, ix, 286p.
- ✚ **Habig, W. H., Pabst, M. J. & Jakoby, W. B.** (1974). Glutathione S-Tranferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of Biological Chemistry*. **249** : 7130-7139.
- ✚ **Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Noumi, E., Snoussi, M., Fallah, H., Ksouri, R. & Bakhrouf, A.** (2009). Biological activities of the essential oils and methanol extract of tow cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. **25** : 2227-2238.

- ✚ **Harold, J. A. & Ottea, J. A.** (2000). Characterization of Esterases associated with profenofos resistant in the tobacco budworm *Heliothis virescens* (F.). Archives of Insect Biochemistry and Physiology Journal. **45** : 47- 59.
- ✚ **Haubrue, É. & Amichot, M.** (1998). Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. France. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement Journal. **2 (3)** : 161-174.
- ✚ **Hoet, S. Caroline, S. Herent, M. F. & Quetin-Leclercq, J.** (2006) Antitrypanosomal Compounds from the Leaf Essential Oil of *Strychnos spinosa*. Planta Medica Journal. **72 (5)** : 480-2.
- ✚ **Hongoh, V., Berrang-Ford, L., Scott M. E. & Lindsay L. R.** (2012). Expanding geographical distribution of the mosquito, *Culex pipiens*, in Canada under climate change. Applied Geography Journal. **33 (1)** : 53-62
- ✚ **Hosoi, T.** (1954). Egg production in *Culex pipiens pallens* coquillett. IV. Influence of breeding conditions on wing length, body weight and follicle production. Japanese Journal of Medical Science & Biology. **7** : 129-134.
- ✚ **Howes, M. J. R. & Houghton, P. J.** (2003). Plants used in Chinese and Indian traditional medicine for improvement of memory and cognitive function. Pharmacology Biochemistry & Behavior. **75** : 513-527.
- ✚ **Hu, X., Antony, J. W., Creery, J. D., Vargas, I. M., Bodenhausen, G. V. & Paller, K. A.** (2015). Unlearning implicit social biases during sleep. Science. **348** : 1013-1015.
- ✚ **Huang, D. J., Lin, C. D., Chen, H. J. & Lin, Y. H.** (2004). Antioxidant and antiproliferative activities of sweet potato (*Ipouroea batatas*) Lam «Tamong 57» constituents. Botanical Bulletin of Academia Sinica. **45** : 175-186.
- ✚ **Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H & Przybylski, R.** (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depend on seasonal variations. Food Chemistry Journal. **108** : 986-995.
- ✚ **Hoddle M.S., Grandgirard J., Petit J., Roderick G.K., Davies N.,** (2006) « Glassy-winged sharpshooter Ko'ed - First round - in French Polynesia ». Biocontrol News and Information 27(3), 47N-62N.
- ✚ **Host finding of Choetospila elegans Westw.** (Hym. Chalcid.) a parasite of Sitophilus Granarius L. (Coleopt. Curcul.). J. Van Den Assen and D.J.

- Kuenen, *Entomologia Experimentalis et Applicata*, August 1958, Volume 1, Issue 3, pages 174–180.
- ✚ **Imelouane, B., El Bachiri, A., Ankit, M., Benzeid, H. & Khedid, K.** (2009). Physicochemical compositions and antimicrobial activity of essential oil of eastern Moroccan *Lavandula dentata*. *International Journal of Agriculture and Biology*. **11** : 113-118.
- ✚ **Isman, M. B.** (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*. **19** : 603-608.
- ✚ **Isman, M. B.** (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*. **51** : 45-66.
- ✚ **Jacoby, W. B. & Habig, W. H.** (1980). Glutathion transferase. *In* : Jacoby, W.B (Eds). *Enzymatic basis of detoxification*. Academic press. New York. **2** : 63-94.
- ✚ **Jemaa, E., Saida, A. & Sadok, B.** (2011). Impact of indole-3-butyric acid and indole-3-acetic acid on the lateral roots growth of *Arabidopsis* under salt stress conditions. *American Journal of Agricultural Economics*. **2 (1)** :18-24.
- ✚ **Jukic, M., Politeo, O., Maksimovic, M., Milos, M. & Milos, M.** (2007). In vitro acetylcholinesterase inhibitory properties of thymol, carvacrol and their derivatives thymoquinone and thymohydroquinone. *Phytotherapy Research Journal*. **21** : 259-261.
- ✚ **Julve, PH.** (2017). Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 09 février 2017. <https://www.tela-botanica.org>.
- ✚ **Kalaivani, S., Priya, N. P. & Arunachalam, S.** (2012). Schiff bases: Facile synthesis, spectral characterization and biocidal studies. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. **3 (1)**: 219-223.
- ✚ **Kambouche, N. & El-Abed, D.** (2003). Composition of the volatile oil from the aerial parts of *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague from Oran (Algeria). *Journal of Essential Oil Research*. **15** : 10-11.
- ✚ **Kamkar, A., Monfared, M., Jebelli-Javan, A., Asadi, F. & Akhondzadeh, A.** (2010). Antioxidative effects of liquid and organic extracts from Iranian nettle (*Urtica dioica*). *As. Journal of Agricultural & Food Industrial*. **3** : 491-497.
- ✚ **Kanakis, C. D., Petrakis, E. A., Kimparis, A. & Polissiou, M. G.** (2012). Classification of Greek *Mentha pulegium* L. (Pennyroyal) Samples, According to

- Geographical Location by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Phytochemical Analysis Journal*. **23 (1)** : 34-43.
- ✚ **Karousou, R., Koureas, D. N. & Kokkini S.**, (2005). Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochemistry Journal*. **66** : 2668-2673.
- ✚ **Kassis J. A.** (1994). Unusual properties of regulatory DNA from the *Drosophila engrailed* gene: three pairing-sensitive sites within a 1.6-kb region. *Genetics Journal*. **136** : 1025-1038.
- ✚ **Kaufmann, C. & Brown, M. R.** (2008). Regulation of carbohydrate metabolism and flight performance by a hypertrehalosaemic hormone in the mosquito *Anopheles gambiae*. *Journal of Insect Physiology*. **54 (2)** : 367-377.
- ✚ **Kebede, L., Worku, S. Bultosa, G. & Yetnebere, S.** (2010). Effect of extrusion operating conditions on the physical and sensory properties of teff (*Eragrostis teff*) [Zucc.] Trotter) flour extrudates. *Ethiopian Journal of Applied Science and Technology*. **1 (1)** : 27-38.
- ✚ **Keeley, L. L.** (1985). Physiology and biochemistry of fat body. In: Kerkut GA, Gilbert L (Eds.), *Comprehensive Insect Biochemistry, Physiology and Pharmacology*. Pergamon Press, Oxford. **3** : 211-248.
- ✚ **Kettle, D. S.** (1995). *Medical and Veterinary Entomology*, 2^{ème} Ed, Wallingford: CAB international. 725 p.
- ✚ **Khajeh, M., Yamini, Y., Sefidkon, F. & Bahrafimar, N.** (2004). Comparison of essential oil of *Carom copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry Journal*. **86 (4)** : 587-591.
- ✚ **Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifar, N., Sefidkon, F. & Pirmoradei, M. R.** (2005). Comparison of essential oil composition of *Ferula assa-Foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry Journal*. **91** : 639-644.
- ✚ **Khosravi, R., Jalali Sendi, J., Ghadamyari, M. & Yezdani, E.** (2011). Effect of sweet worm wood *Artemisia annua* crude leaf extracts on some biological and physiological characteristics of the lesser mulberry pyralid, *Glyphodes pyloalis*. *Journal of Insect Science*. **11** : 156.
- ✚ **Khosravi, R. & Sendi, J. J.** (2013). Toxicity, development and physiological effect of *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* essential oils on

- Xanthogaleruca luteola* (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of King Saud University-Science. **25** (4) : 349-355.
- ✚ **Khosravi-Zanjani, M. A. Mohammadi, N. Zojaji, M. & Bakhoda, H.** (2015). Chemical Composition of the Essential Oil of *Mentha pulegium* L. and its Antimicrobial Activity on *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis* and *Zygosaccharomyces rouxii*. Journal of Food Biosciences and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch. **5** (2) : 31-40.
- ✚ **Kilani-Morakchi, S., Aribi, N., Farine, J. P., Everaerts, C. & Soltani, N.** (2005). Effets de l'acide borique sur les profils d'hydrocarbures cuticulaires chez un insecte à intérêt médical, *Blattella germanica* (Dictyoptera : Blattellidae). Journal de la Société Algérienne de Chimie. **15** (2) : 225-231.
- ✚ **Kim, K. S., Chung, B. J. & Kim, H. K.** (2000). DBI-3204: A new benzoylphenyl urea insecticide with particular activity against whitefly. Proceedings of the British Crop Protection Council Conference. Pests and Diseases. **1** : 41-46.
- ✚ **Kiran, S. & Prakash, B.** (2015). Assessment of toxicity, antifeedant activity, and biochemical responses in stored-grain insects exposed to lethal and sublethal doses of *Gaultheria procumbens* L. essential oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. **63** (48) : 10518-10524.
- ✚ **Kiran, S., Kujur, A., Patel, L., Ramalakshmi, K. & Prakash, B.** (2017). Assessment of toxicity and biochemical mechanisms underlying the insecticidal activity of chemically characterized *Boswellia carterii* essential oil against insect pest of legume seeds. Pesticide Biochemistry and Physiology Journal. **139** : 17-23.
- ✚ **Kisek, R., Vacek, J., Trnkova, L. & Jelen, F.** (2004). Cyclic voltammetric study of the redox system of glutathione using the disulfide bond reductant tris (2-carboxethyl) phosphine. Bioelectrochemistry Journal. **63** : 19-24.
- ✚ **Klowden, M. J.** (1990). The endogenous regulation of mosquito reproductive behavior. Experientia Journal. **46** : 660-670.
- ✚ **Klowden, M. J.** (2007). Physiological systems in insects, Amsterdam : Elsevier, Academic Press. pp. 688.
- ✚ **Kokkini, S., Karoussou, R., Dardiotis, A., Krigas, N. & Lanaras, T.** (1997). Autumn essential oils of Greek oregano. Phytochemistry Journal. **44** : 883-886
- ✚ **Knezevic, S. Z., Jhala, A., Kruger, G. R. Sandell, L., Oliveira, M. C., Golus, J. A. & Scott, J. E.** (2014). Volunteer Roundup Ready soybean control in Roundup Ready corn. Proceedings 2014 North Central Weed Science Society, **69**: 50.

- ✚ **Kondjoyan, N. & Berdagué, J. L.** (1996). A Compilation of Relative Retention Indices for the Analysis of Aromatic Compounds. Laboratoire Flaveur, Station de recherches sur la Viande, INRA Theix.
- ✚ **Konstantopoulou, I., V. Assilopoulou, L. M. Avragani-Tsipidou, P. & Scouras, Z. G.** (1992). Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auraria*. *Experientia Journal*. **48 (6)** : 616-619.
- ✚ **Koraytem, A. M. S., Hasabo, A. & Ameen, H. H.** (1993). Effects and mode of action of some plant extracts on certain plant parasitic nematodes. *Anz. Schäd. Pflanzenschutz, Umweltschutz*. **66** : 32-36.
- ✚ **Kostyukovsky, M., Chen, B., Atsm, S. & Shaaya, E.** (2000). Biological activity of two juvenoids and two ecdysteroids against three stored product insects. *Insect Biochemistry and Molecular Biology Journal*. **30** : 891-897.
- ✚ **Kouassi, B. P.** (2004). Pêche, aquaculture et développement en Côte d'Ivoire .Thèse de Doctorat, Univ. De Cocody, Côte d'Ivoire, 197p.
- ✚ **Lagadic, L., Caquet, T., Amiard, J.C. & Ramade, F.** (1997). Biomarqueurs en écotoxicologie « Aspects fondamentaux ». Masson. Paris. 419 p.
- ✚ **Linné, C.** (1758). *Systema naturae per regna tria naturae*. 10^{ème} Ed. Vol. 1. Holmiae: 824p.
- ✚ **Lodish, H., Berk, A., Matsudaira, P., Kaiser, C., Krieger, M., Scott, M., Zipursky, S. & Darnel, L.** (2005). In : *Molecular biology of the cell*. 5th Edition. Chapter 15: Respuestas de las células frente a influencias ambientales. 619-620.
- ✚ **Lohar, M. K. & Wright, D. J.** (1993). Changes in the lipid content in haemolymph, fat body and oocytes of malathion treated *Tenebrio molitor* L. adult females. *Pakistan Journal of Zoology*. **25** : 57-60.
- ✚ **López, M. D. & Pascual-Villalobos, M. J.** (2010). Mode of inhibition of acetylcholine sterase by monoterpenoids and implications for pest control. *Industrial Crops and Products Journal*. **3** : 284-288.
- ✚ **López, M. D., Campoy, F. J., Pascual-Villalobos, M. J., Muñoz-Delgado, E. & Vidal, C. J.** (2015). Acetylcholinesterase activity of electric eel is increased or decreased by selected monoterpenoids and phenylpropanoids in a concentration-dependent manner. *Chemistry and Biological Interaction Journal*. **229** : 36-43.

- ✚ **Lorenzo, D., Paz, D., Dellacassa, E., Davies, P., Vila, R. & Canigueral, S.** (2002). Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. Brazilian Archives of Biology and Technology Journal. **45** : 519-524.
- ✚ **Lydie Suty, La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques**, Dijon/Versailles, Éditions Quae, coll. « Sciences en partage », 2010, 323 p.
- ✚ **Lhoste Jean, Les Entomologistes français, 1750-1950**, Guyancourt, OPIE/INRA, 1987, 355 p.
- ✚ **Macedo, G. A., Park, Y. K. & Pastor, G. M.** (1997). Partial purification and characterization of an extracellular lipase from a newly isolated strain of *Geotrichum* sp. Reviews in Microbiology. **28** : 90-5.
- ✚ **Madaci, B., Merghem, R., Doumandji, B. & Soltani, N.** (2008). Effet du *Nerium oleander*, laurier-rose, (Apocynacées) sur le taux des protéines, l'activité de l'AchE et les mouvements des vers blancs rhizotrogini, (Coleoptera : Scarabaeidae). Science et Technologie Journal. **27** : 73-78.
- ✚ **Maffei, M. & Sacco, T.** (1987). Chemical and morphometrical comparison between two pepper mints nothomorphs. Planta Medica Journal. **53** (2) : 214-216.
- ✚ **Mahboubi, M. & Haghi, G.** (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil. Journal of Ethnopharmacology. **119** (2) : 325-327
- ✚ **Manal, A., Abd El-razik, A. & Gamal, M. M.** (2013). Efficacy of some plant products and two conventional insecticides and their residual activities against *Callosobrochus maculatus* (F.). American Journal of Biochemistry and Molecular Biology. **3** (4) : 356-368.
- ✚ **Marotti, M., Piccaglia, R., Giovanelli, E., Deans, S. G. & Eaglesham, E.** (1994). Effects of variety and ontogenic stage on the essential oil composition and biological activity of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Essential Oil Research. **6** : 57-62.
- ✚ **Mata, A. T., Proenc, C., Ferreira, A. R., Serralheiro, M. L. M., Nogueira, J. M. F., Araujo, M. E. M.** (2007). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. Food Chemistry Journal. **103** : 778-786.

- ✚ **Mclafferty, F. W. & Stauffer, D. B.** (1994). Wiley Registry of Mass Spectral Data, 6th edn. Mass Spectrometry Library Search System Bench-Top/PBM version 3.10d. Palisade: Newfield.
- ✚ **Mediouni Ben Jemâa, J., Haouel, S., Bouaziz, M. & Khouja, M. L.** (2012). Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five Eucalyptus essential oils against three moth pests of stored dates in Tunisia. *Journal of Stored Products Research*. **48** : 61-67.
- ✚ **Meister, A. & Anderson, M. E.** (1983). Glutathione. *Annual review of biochemistry*. **52** : 711-760.
- ✚ **Michaelakis, A., Papachristos, D., Kimbaris, A., Polissiou, M.** (2011). Larvicidal evaluation of three *Mentha* species essential oils and their isolated major components against the West Nile virus mosquito. *Hellenic Plant Protection Journal*. **4** : 35-43.
- ✚ **Miloš, M., Radonić, A., Bezić, N. & Dunkić, V.** (2001). Localities and seasonal variations in the chemical composition of essential oils of *Satureja montana* L. and *S. cuneifolia* Ten. *Flavour and Fragrance Journal*. **16** : 157-160.
- ✚ **Mishra, A. Swain, R. K. Mishra, S. K. Panda, N. & Sethy, K.** (2014). Growth performance and serum biochemical parameters as affected by nano zinc supplementation in layer chicks Indian. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. **31** : 384-388.
- ✚ **Mkaddem, M., Bousaid, M., Ben Fadhel, N.** (2007). Variability of volatiles in Tunisian *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Research*. **19** : 211-215.
- ✚ **Mojarab-Mahboubkar, M., Sendi, J. J. & Aliakbar, A.** (2015). Effect of *Artemisia annua* L. essential oil on toxicity, enzyme activities, and energy reserves of cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Plant Protection Research*. **55** (4) : 1-7.
- ✚ **Montes, L. Valenzuela, T. Wilkomirsky & Niedmann, C.** (1986) Determination of pulegone in the essential oil of *Mentha pulegium* L. from Chile. *Annales pharmaceutiques françaises*. **44** (2) : 133.
- ✚ **Morakchi-Kilani, S.** (2007). Effet de trois groupes de pesticides sur différents aspects physiologiques des adultes de *Blattella germanica* : reproduction, biomarqueurs enzymatiques et hydrocarbures cuticulaires. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat Université Badji Mokhtar de Annaba. P : 45-68.

- ✚ **Mukherjee, P. K., Rai, S., Kumar, V., Mukherjee, K., Hylands, P. J. & Hider, R. C.** (2007). Plants of Indian origin in drug discovery. *Expert Opinion on Drug Discovery*. **2** : 633-657.
- ✚ **Muller-Riebau, F., Berger, B. & Yegen, O.** (1995). Chemical composition and fungitoxic properties to phytopathogenic fungi of essential oils of selected aromatic plants growing wild in Turkey. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **43** : 2262-2266.
- ✚ **Nath, S. & Kumar, R. S. S.** (1999). Toxic impact of organophosphorus insecticides on acetylcholinesterase activity in the silkworm, *Bombyx mori* (L). *Ecotoxicology and Environmental Safety Journal*. **42** : 157-162.
- ✚ **Nathan, S. S., Choi, M. Y., Seo, H. Y., Paik, C. H., Kalaivani, K. & Kim, J. D.** (2008). Effect of azadirachtin on acetylcholinesterase activity and histology of brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal). *Ecotoxicology and Environmental Safety Journal*. **70** : 244-250.
- ✚ **National Institute Of Standards And Technology** (1999). PC Version 1.7 Of The NIST/EPA/NIH Mass Spectra Library. Perkin-Elmer Corp: Norwalk, CT.
- ✚ **Nyamador, W. S., Ketoh, G. K., Amévoïn, K., Nuto, Y., Koumaglo, H. K. & Glitho I. A.** (2010). Variation in the susceptibility of two *Callosobruchus* species to essential oils. *Journal of Stored Products Research*. **46** : 48-51.
- ✚ **Nentwig, W., T. Frank, et C. Lethmayer** (1998) Sownweed strips: Artificial ecological compensation areas as an important tool in conservation biological control, p. 133- 153. In P. Barbosa (ed.), *Conservation biological control*. Academic, San Diego, CA.
- ✚ **Obeng-Ofori, D., Torto, B., Njagi, P. G. N, Hassanali, A. & Amiani, H.** (1994) Faecal volatiles as part of the aggregation pheromone complex of the desert locust, *Schistocerca gregaria*. *Journal of Chemical Ecology*. **20** : 2077-2087.
- ✚ **Oehmichen, M. & Besserer, K.** (1982). Forensic significance of acetylcholine esterase histochemistry in organophosphate intoxication. Original investigations and review of the literature. *Z. Rechtsmed.* **89** : 149-165.
- ✚ **Oliveira, F. A. Vieira-Júnior, G. M. Chaves, M. H. Almeida, F. R. Florêncio, M. G. Lima R. C. J. R., Silva, R. M. Santos, F. A. & Rao, V. S.** (2004). Gastroprotective and anti-inflammatory effects of resin from *Protium heptaphyllum* in mice and rats. *Pharmacological Research*. **49** :105-111.

- ✚ **Olmedo, R., Herrera, J. M., Lucini, E. I., Zunino, M. P., Pizzolitto, R. P., Dambolena, J. S., Zygadlo, J. A.** (2015). Essential oil of *Tagetes filifolia* against the flour beetle *Tribolium castaneum* and its relation to acetylcholinesterase activity and lipid peroxidation. *Agriscientia Journal*. **32 (2)** : 113-121.
- ✚ **Orhan, I. E., Senol, F. S., Gülpinar, A. R., Kartal, M., Sekeroglu, N., Deveci, M., Kan, Y. & Sener, B.** (2009). Acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant properties of *Cyclotrichium niveum*, *Thymus praecox* subsp. *caucasicus* var. *caucasicus*, *Echinacea purpurea* and *E. pallida*. *Food Chemistry and Toxicology Journal*. **47** : 1304-1310.
- ✚ **Orhan, I. E., Senol, F. S., Ozturk, N., Celik, S.A., Pular, A. & Kan, Y.** (2013). Phytochemical contents and enzyme inhibitory and antioxidant properties of *Anethum graveolens* L. (dill) samples cultivated under organic and conventional agricultural conditions. *Food Chemistry and Toxicology Journal*. **59** : 96-103.
- ✚ **Ouafi, N., Moghrani, H., Benaouda, N., Yassaa, N. & Maachi, R.** (2017). Evaluation qualitative et quantitative de la qualité des feuilles de Laurier noble Algérien séchées dans un séchoir solaire convectif. *Revue des Energies Renouvelables*. **20 (161)** :168-161.
- ✚ **Ouakouak, H., Chohra, M. & Denane, M.** (2015). Chemical composition, antioxidant activities of the essential oil of *Mentha pulegium* L. South East of Algeria. *International Letters of Natural Sciences*. **39** : 49-55.
- ✚ **Ouibrahim, A.** (2015). Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat LMD, Université Badji Mokhtar de Annaba. 36p.
- ✚ **Ozcan, A. S., Erdem, B. & Ozcan, A.** (2005). Adsorption of Acid Blue 193 from aqueous solutions on to BTMA-bentonite. *Colloids and Surfaces*. **266** : 73-81.
- ✚ **Papachristos, D. P. & Stamopoulos, D. C.** (2002). Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapors on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product Research*. **38 (2)** : 117-128.
- ✚ **Parapanthadara, L., Promtet, N., Koottathep, S., Somboon, P. & Ketterman, A. J.** (2000). Isoenzymes of glutathion S-transferase from mosquito *Anopheles dirus* species B : the purification, partial characterization and interaction with

- various insecticides. *Journal of Insecticide Biochemistry Molecular Biology*. **30** : 395-403.
- ✚ **Pariente, L.** (2001). Dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologiques. 2^{ème} ed Académie Nationale de Pharmacie. Paris. 1643p.
- ✚ **Pascual-Villalobos, M. J. & Ballesta-Acosta M. C.** (2003). Chemical variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. *Biochemical Systematic and Ecology Journal*. **31** : 673-679.
- ✚ **Pasteur, N. & Raymond, M.** (1996). Insecticide resistance genes in mosquitoes: their mutations, migration and selection in field population. *Journal of Heredity*. **87** : 444- 449.
- ✚ **Patz, J. A., Epstein, P. R. Burke, T. A. & Balbus, J. M.** (1996). Global climate change and emerging infectious diseases. *Journal of the American Medical Association*. **275** (3): 217-223.
- ✚ **Pavela, R., Kaffková, K. & Kumšta, M.** (2014) Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from different *Mentha Pulegium* species against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Plant Protection Science*. **50** (1) : 36-42.
- ✚ **Perry, N. S. L., Houghton, P. J., Jenner, P., Keith, A., & Perry, E. K.** (2002). *Salvia lavandulifolia* essential oil inhibits cholinesterase *in vivo*. *Phytomedicine*. **9** : 48-51.
- ✚ **Petrakisi, E., Grysbolaki, E., Paraskakis, S., Lagoudis, T., Filis, D., Chalkiadakis, G.** (2009). Pseudotumoral hydatid cyst: report of a case. *HPB Surgery*, doi:10.1155/2009/137956.
- ✚ **Pinho, A. I., Wallau, G. L., Nunes, M. E. M., Leite, N. F., Tintino, S. R., Cruz, L. C., Cunha, F. A. B., Costa, J. G. M., Coutinho, H. D., Posser, T. & Franco, J. L.** (2014). Fumigant Activity of the *Psidium guajava* Var. Pomifera (Myrtaceae) Essential Oil in *Drosophila melanogaster* by Means of Oxidative Stress. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 1-8.
- ✚ **Prakash, K. S. B.** (2015). Toxicity and biochemical efficacy of chemically characterized *Rosmarinus officinalis* essential oil against *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis*. *Industrial Crops and Products Journal*. **74** : 817-823.
- ✚ **Paillet André,** « Les microorganismes parasites des insectes, leur emploi en agriculture », *Annales du Service des Epiphyties*, tome 2, 1915, p. 188-232.

- ✚ **Qin, W., Huang, S., Li, C., Chen, S., Peng, Z.** (2010). Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispidae). *Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology*. **96** : 132-139.
- ✚ **Quezel, P., Santa, S.** (1963). Nouvelle Flore d'Algérie et de régions désertiques Méridionales. Tomes I et II. CNRS.
- ✚ **Raisonnier, A.** (2003). Lipides et lipoprotéines. Faculté de Medecine. P : 40-42.
- ✚ **Ramar, M., Gabriel P., M. & Ignacimuthu, S.** (2013). Preliminary screening of plant essential oils against larvae of *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *African Journal of Biotechnology*. **12 (46)** : 6480-6483.
- ✚ **Regnault-Roger, C. & Hamraoui, A.** (1994 a). Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*. **13 (8)** : 624-628.
- ✚ **Regnault-Roger C., Vincent C. & Arnason J. T.** (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology*. **57** : 405-424.
- ✚ **Rehimi, N. & Soltani, N.** (1999). Laboratory evaluation of alsystine. A chitin synthesis inhibitor agonist *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae). Effects on development and cuticle secretion. *Journal of Applied Entomology*. **123** : 437 - 441.
- ✚ **Reis-Vasco, E. M. C., Coelho, J. A. P. & Palavra, A. M. F.** (1999). Comparison of pennyroyal oils obtained by supercritical CO₂ extraction and hydrodistillation. *Flavour and Fragrance Journal*. **14 (3)** : 156-160.
- ✚ **Rhodain, F. & Perez, C.** (1985). Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Maloine. SA Editeur 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris .443p.
- ✚ **Ribeiro, S., Guilhermino, L., Sousa, J. P. & Soares, A. M. V. M.** (1999). Novel bioassay based on acetylcholinesterase and lactate dehydrogenase activities to evaluate the toxicity of chemicals to soil isopods. *Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety*. **44** : 287-293.
- ✚ **Ribeiro, M., Bernardo-Gil, M. & Esquivel, M.** (2001). *Melissa officinalis* L: study of antioxidant activity in supercritical residues. *Journal of Supercritical Fluids*. **21** : 51-60.

- ✚ **Rosua J. L. & Granados A.G.** (1987). Analyse des huiles essentielles d'espèces du genre *Rosmarinus L.* et leur intérêt en tant que caractère taxonomique. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*, XXI. 2 : 138-143.
- ✚ **Rueda, L., Peyton, M. & EL Manguin, S.** (2004). *Anopheles (Anopheles) pseudopunctipennis* Theobald (Diptera: Culicidae) : neotype designation and description. *Journal of Medical Entomology*. 41(1) :12-22.
- ✚ **Rufingier, C., Pasteur, N., Lagnel, J., Martin, C. & Navajas, M.** (1999). Mechanisms of insecticide resistance in the aphid *Nasonovia ribisnigri* (Mosley) (Homoptera : Aphididadae) from France. *Insect Biochemistry and Insect Molecular Biology Journal*. 29 : 385-391.
- ✚ **Russo, M., Galletti, G. C., Bocchini, P. & Carnacini, A.** (1998). Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link)) : a preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46 : 3741-3746.
- ✚ **Ryan, M.F. & Byrne, O.** (1988). Plant-insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase. *Journal of Chemical Ecology*. 14 : 1965-1975.
- ✚ **Raymond Gimilio**, « L'inule visqueuse et la lutte biologique en oléiculture », *Ann. Soc. Horti.&Hist. Nat. Hérault*, vol. 150, no 2, p. 70-76, 2010 .
- ✚ **Revenir plus haut en :a b et c Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture**, Outils de formation pour la production de semences: Module 6: Entreposage des semences, Food & Agriculture Org., 29 octobre 2019 .
- ✚ **Saci-Messiad, R.** (2006). Effet d'un régulateur de croissance, l'azadirachtine chez *Blattella germanica* (Dictyoptera : Blattellidae) : physiologie, activité enzymatique et comparaison de la détoxification avec d'autres groupes de pesticides. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master Université de Badji Mokhtar- Annaba. 94 p.
- ✚ **Sahin Basak, S. & Candan, F.** (2013). Effect of *Laurus nobilis L.* essential oil and its main components on alpha-glucosidase and reactive oxygen species scavenging activity. *Iranian Journal of Pharmacy Research*. 12 : 367-379.
- ✚ **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.

- ✚ **Saleem, M. A. & Shakoori, A. R.** (1987). Joint effects of Dimilin and Ambush on enzyme activities of *Tribolium castaneum*. Pesticide Biochemistry and Physiology. **29** : 127-137.
- ✚ **Samuel, O. & Laurent, L. S.** (2005). Profil toxicologique des insecticides retenus pour le contrôle des insectes adultes impliqués dans la transmission du virus du Nil occidental au Québec. Institut national de santé publique du Québec. Canada. **378 (86)**.
- ✚ **Sancho, E., Ferrando, M. D., Fernández, C., Andreu, E.** (1998). Liver energy metabolism of *Anguilla anguilla* after exposure to fenitrothion. Journal of Ecotoxicology and Environmental Safety. **41(2)** : 168-175.
- ✚ **Sanda K., Koba, K. Nambo, P. & Flavour, F. J.** (1998). Chemical investigation of *Ocimum* species growing in Togo. Flavour and Fragrance Journal. **13** : 226-232.
- ✚ **Sangun, L., Akamca, E. & Akar, M.** (2007). Length–weight relationships for 39 fish species from North- Eastern Mediterranean Coasts of Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **7** : 37-40.
- ✚ **Sardashti, A. & Adhami, Y.** (2013). Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* L. from Taftan Area by means of gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). Journal of medicinal plant research. **7 (40)** : 3003-3007.
- ✚ **Schaffner, F., Angel, G., Geoffroy, B., Hevry, J. P., Rhaïem, A. & Brunhes, J.** (2001). Moustiques d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification. Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement. Paris (FRA) ; Montpellier. ISBN 2-7099-1485-9.
- ✚ **Schoeters, G. & Hoogenboom, R.** (2006). Contamination of free-range chicken eggs with dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls. Molecular Nutrition and Food Research Journal. **50** : 908-914.
- ✚ **Scott, J. G.** (1999). Cytochrome P450 and insecticide resistance. Insect Biochemistry and Insect Molecular Biology Journal. **29** : 757-777.
- ✚ **Sefidkon, F., Abbasi, K., Jamzad, Z. & Ahmadi, S.** (2007). The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja Rechingerz jamzad*. Food Chemistry Journal. **100** : 1054-1058.

- ✚ **Senatore, F.** (1996). Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Campania (Southern Italy). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **44** : 1327-1332.
- ✚ **Seo, S. M., Kim, J., Kang, J. S., Koh, S. H., Ahn, Y. J., Kang, K. S. & Park, I. K.** (2014). Fumigant toxicity and acetylcholinesterase inhibitory activity of 4 *Asteraceae* plant essential oils and their constituents against Japanese termite (*Reticulitermes speratus* Kolbe). *Pesticides Biochemistry and Physiology Journal*. **113** : 55-61.
- ✚ **Shaalán, E. A. S., Canyon, D., Younes, M. W. F., Abdel-Wahab, H. & Mansour, A. H.** (2005). A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. *Environment International Journal*. **31 (8)** : 1149-1166.
- ✚ **Shadduck, J. A., Singer, S & Lause, S.** (1980). Lack of mammalian pathogenicity of entomocidal isolates of *Bacillus sphaericus*. *Environmental Entomology Journal*. **9** : 403-407.
- ✚ **Shahriari, M., Sahebzadeh, N., Zibae, A.** (2017). Effect of *Teucrium polium* (Lamiaceae) essential oil on digestive enzyme activities and energy reserves of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *International Science Journal*. **14** : 182-189.
- ✚ **Sharma, P., Mohan, L., Srivastava, C. N.** (2006). Phytoextract-induced developmental deformities in malaria vector. *Bioresource Technology Journal*. **97 (14)** : 1599-1604.
- ✚ **Sharma, P., Mohan, L., Srivastava, C. N.** (2009). Anti-juvenile activity of *Azadirachta indica* extract on the development and morphometry of *filaria vector*, *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) Say. *Parasitology Research Journal*. **105 (5)** : 1193-1203.
- ✚ **Shojaei, I., Salt, E.G., Hooker, Q., Van Dillen, L. R. & Bazrgari, B.** (2017). Comparison of lumbopelvic kinematics during trunk forward bending and backward return between patients with acute low back pain and asymptomatic controls. *Clinical Biomechanics Journal*. **41**: 66-71.
- ✚ **Siegfried, B. D. & Scharf, M. E.** (2001). Mechanisms of organophosphate resistance in insects. *Departement of Entomology, 202 Plant Industry Bldg, University of Nebreska. Lincoln NE, USA*. P : 269-291.

- ✚ **Singh, K. & Singh, D. K.** (2000). Toxicity to the snail *Limnaea acuminata* of plant-derived molluscicides in combination with synergists. *Pest Management Science Journal*. **56**: 889-898.
- ✚ **Shibko, S., Koivistoinen, P., Tratnyneck, C., Hall, N. & Feidman, L.** (1966). A method for the sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, DNA, lipid and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. *Analytical Biochemistry Journal*. **19** : 415-528.
- ✚ **Silva, L. F., Cardoso, M. G., Batista, L. R., Gomes, M. S., Rodrigues, L. M. A., Rezende, D. A. C. S, Teixeira, M. L., Carvalho, M. S. S. Santiago, J. A. & Nelson, D. L.** (2015). Chemical characterization, antibacterial and antioxidant activities of essential oils of *Mentha viridis* L. and *Mentha pulegium* L. (L). *Amer. Journal of Plant Sciences*. **6** : 666-675.
- ✚ **Sinegre, G., Jilien, J. L., Gaven, B.** (1977). Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* (L.) dans le Midi de la France. *Parasitologia*. **19 (1/2)** : 79-94.
- ✚ **Singh, K. & Singh, D. K.** (2000). Toxicity to the snail *Limnaea acuminata* of plant-derived molluscicides in combination with synergists. *Pest Management Science Journal*. **56** : 889-898.
- ✚ **Singh, C., Glaab, E., Linster, C.L.** (2017). Molecular Identification of d-Ribulokinase in Budding Yeast and Mammals. *Journal of Biological Chemistry*. **292 (3)** :1005-1028.
- ✚ **Siramon, P., Ohtani, Y. & Ichiura, H.** (2009). Biological performance of Eucalyptus camaldulensis leaf oils from Thailand against the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. *The Japan Wood Research Society*. **55 (1)** : 41-46.
- ✚ **Sirivanakarn, S.** (1977). Medical entomology studies - VI. A revision of the subgenus *Lophoceraomyia* of the genus *Culex* in the oriental region (Diptera: Culicidae). *Contributions of the American Entomological Institute*. **13** : 1-247.
- ✚ **Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M.** (1995). Antimicrobial activity of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **43 (9)** : 2384-2388.
- ✚ **Smirle, M. J., Lowery, D.T. & Zurowski, C. L.** (1996). Influence of neem oil on detoxication enzyme activity in the obliquebanded leafroller, *Choristoneura rosaceana*. *Pesticide Biochemistry and Physiology Journal*. **56** : 220-230.

- ✚ **Snuossi, M., Trabelsi, N., Taleb, S.B., Dehmeni, A., Flamini, G. & De Feo, V.** (2016). *Laurus nobilis*, *Zingiber officinale* and *Anethum graveolens* essential oils: Composition, antioxidant and antibacterial activities against bacteria isolated from fish and shellfish. *Molecules Journal*. **21 (10)**.
- ✚ **Soderlund, D. M.** (1997). Molecular mechanisms of insecticide resistance. *In situ* V (Ed). Molecular mechanisms of resistance to agrochemicals, Chemistry of plant protection. Berlin Heidelberg New York. **13** : 21-56.
- ✚ **Soreq, H. & Zakut, H.** (1993). Human Cholinesterase and Anticholinesterase. Academic Press, New York.
- ✚ **Souto-Bachiller, F. A., DeJesus-Echevarria, M., Cardenas-Gonzalez, O., Acuna-Rodriguez, M. F., Melendez, P. A., Romero-Ramsey, L.** (1997). Terpenoid composition of *Lippia dulcis*. *Phytochemistry Journal*. **44** : 1077-1086.
- ✚ **Steele, J. E.** (1981). The role of carbohydrate metabolism in physiological function. In: Downer, R. G .H. (Ed.), Energy Metabolism in Insects. Plenum, New York, P : 101-133.
- ✚ **Steele, J. E.** (1985). Hormonal modulation of Carbohydrate and lipid metabolism in fat body. In: Locke M, Smith DS (ed). Insect Biology in future, Academic press, New York. P : 253-271.
- ✚ **Sturm, A., Worgam, J., Segner, H. & Liess, M.** (2000). Different sensitivity to organophosphate of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase from three-spined stickleback (*Gasterosteus vaculeatus*): application on biomonitoring. *Environmental Toxicology and Chemistry Journal*. **19** : 1607- 1617.
- ✚ **Stoyanova, A., Georgie, V., Kula, J. & Majda, T.** (2005). Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* from Bulgaria. *Journal of Essential Oil Research*. **17** : 475-477.
- ✚ **Sukumar, K., Perich, M. J. & Boobar L. R.** (1991). Botanical derivatives in mosquito control: a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*. **7** : 210-237.
- ✚ **Sutour, S.** (2010). Etude de la composition chimique d'huiles essentielles et d'extraits de menthes de corse et de kumquats. Thèse de doctorat, l'Université de Corse.
- ✚ **Suzanne Amigues, Théophraste,** *Recherches sur les plantes. À l'origine de la botanique*, 2010, p. 319.

- ✚ **Sitophilus granarius** (grain weevil) » [archive], Invasive Species Compendium (ISC) (consulté le 26 octobre 2013).
- ✚ **Talukder, F. A.** (2006). Plant products as potential stored product insect management agents-A mini review. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. **18** (1) : 17-32
- ✚ **Taoudiat, A., Djenane, A., Ferhat, D. & Spigno, Z. G.** (2018). The effect of *Laurus nobilis* L. essential oil and different packaging systems on the photo-oxidative stability of Chemlal extra-virgin olive oil. *Journal of Food Science and Technology –Mysore*. **55** (7).
- ✚ **Tarigan, S.I., Dadang, D. & Sakti Harahap, I.** (2016). Toxicological and physiological effects of essential oils against *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae) and *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Biopesticides*. **9** (2) : 135-147.
- ✚ **Taylor, M. & Feyereisen, R.** (1996). Molecular biology and evolution of resistance to toxicants. *Molecular Biology and Evolution*. **13** : 719-734.
- ✚ **Tayoub, G., Alnaser, A. A. & Ghanem, I.** (2012). Fumigant activity of leaf essential oil from *Myrtus communis* L. against the Khapra glycosides conjugated with gallic acid from the leaves of *Eucalyptus globulus*. *Phytochemistry Journal*. **69** (3) : 747-753.
- ✚ **Teixeira-Duarte, M. C., Mara-Figueira G., Sartoratto A., Rehder V. L. G. & Delarmelina, C.** (2005). Anti-candida activity of Brazilian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*. **97** : 305-311.
- ✚ **Teixeira, P. J., Carraca, E. V., Markland, D., Silva, M. N., & Ryan, R. M.** (2012). Exercise, physical activity, and self-determination theory : a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. **9** : 78. doi: 10.1186/1479-5868-9-78.
- ✚ **Tel, G., Öztürk, M., Duru, M. E., Harmandar, M. & Topçu, G.** (2010). Chemical composition of the essential oil and hexane extract of *Salvia chionantha* and their antioxidant and anticholinesterase activities. *Food and Chemical Toxicology Journal*. **48** : 3189-3193.
- ✚ **Thompson, J. D., Chalchat, J. C., Michet, A., Linhart, Y. B. & Ehlers, B.** (2003). Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and

- composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotype. Journal of Chemical Ecology. **29** (4) : 859-880.
- ✚ **Timmermann, S. E. & Briegel, H.**, (1999). Larval growth and biosynthesis of reserves in mosquitoes. Journal of Insect Physiology. **45** : 461-470.
- ✚ **Tine-Djebbar, F.** (2009). Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateurs de croissance (halofenozide, méthoxyfenozide) à l'égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* : toxicologie, morphométrie, biochimie et reproduction. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba. 168p.
- ✚ **Tine-Djebbar, F., Bouabida, H. & Soltani, N.** (2016). Répartition spatio-temporelle des Culicidés dans la région de Tébessa. Editions Universitaires Européennes.
- ✚ **Tomita, T., Hidoh, O. & Kono, Y.** (2000). Absence of protein polymorphism attributable to insecticide-insensitivity of acetylcholinesterase in the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps*. Insect Biochemistry and Molecular Biology. **30** : 325-333.
- ✚ **Tong, F. & Coats, J. R.** (2010). Effects of monoterpenoid insecticides on [3H]-TBOB binding in house fly GABA receptor and ³⁶Cl⁻uptake in American cockroach ventral nerve cord. Pesticide Biochemistry and Physiology Journal. **98** : 317-324.
- ✚ **Traboulsi, A. F., Taoubi, K., El-Haj, S., Bessiere J. M. & Rammal S.** (2002). Insecticidal properties of essential plant oils against the mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera: Culicidae). Pesticide Biochemistry and Physiology Journal. **58** (5) : 491-5.
- ✚ **Tripathi, L., Mwangi, M., Abele, S., Aritua, V., Tushemereirwe, W.K. & Bandyopadhyay, R.** (2009). Xanthomonas Wilt : A Threat to Banana Production in East and Central Africa. Plant Disease Journal. **93** : 440-451.
- ✚ **Tucker, K. D., Tomasevich, G. R., & Thaddeus, P.** (1970). "Laboratory measurement of interstellar formaldehyde". The Astrophysical Journal. **161** (485) : 153.
- ✚ **Tucker, D. L., Beresford, C. H., Sigler, L. & Rogers, K.** (2004). Disseminated Beauveria bassiana infection in a patient with acute lymphoblastic leukemia. Journal of Clinical Microbiol. **42** : 5412-5414.

- ✚ **Uribe-Hernandez, C. J., Hurtado-Ramos, J. B., Olmedo-Arcega, E. R., Martinez-Sosa, M. A.** (1992). The essential oil of *Lippia graveolens* H.B.K. from Jalisco, Mexico. *Journal of Essential Oil Research*. **4** : 647-649.
- ✚ **Urquhart, G. M., Armour, J., Duncan J. L.** (1996). *Veterinary Parasitology*, 2^{ème} Ed, Oxford: Black well sciences, 307p.
- ✚ **Valizadeh, B., Sendi, J. J., Zibae, A. & Oftadeh, M.** (2013). Effect of Neem based insecticide Achook on mortality, biological and biochemical parameters of elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* (Col.: Chrysomelidae). *Journal of Crop Protection*. **2 (3)** : 319-330.
- ✚ **Vanhaelen, N., Haubruge, E., Lognay, G. & Francis, F.,** (2001). Hoverfly glutathioneS-transferases and effect of Brassicaceae secondary metabolites. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. **71** : 170-177.
- ✚ **Van Hensden, H. C. & Law, J. H.** (1989). An insect transport particule promoteslipid loading from fat body to lipoprotein. *Journal of Biochemistry*. **246** : 17287-17292.
- ✚ **Van Vuuren, D. P., Van Ruijven, B., Hoogwijk, M. M., Isaac, M. & De Vries, H. J. M.** (2006). TIMER 2: model description and application. In: Bouwman AF, Kram T, Klein Goldewijk K (eds) *Integratedmodelling of global environmental change. An overview of IMAGE 2.4*. Netherlands Environ-mental Assessment Agency (MNP), publication number 500110002/2006, Bilthoven.
- ✚ **Varo, I., Navarro, J. C., Amat, F. & Guilhermino, L.** (2001). Characterization of cholinesterases and evaluation of the inhibitory potential of chlorpyrifos and dichlorvos to *Artemia salina* and *Artemia parthenogenetica*. *Chemosphere Journal*. **48** : 563- 569.
- ✚ **Verdian-Rizi, M. & Hadjiakhoondi, A.** (2008). Essential oil composition of *Laurus nobilis* L. of different growth stages growing in Iran. *Journal for Nature Research : Zeitschrift für Naturforschung C*. **63** : 11-12
- ✚ **Verma, N., Tripathi, S. K., Sahu, D., Das, H. R. & Das, R. H.** (2010) Evaluation of inhibitory activities of plant extracts on production of LPS-stimulated pro-inflammatory mediators in J774 murine macrophages. *Molecular and Cellular Biochemistry*. **336** : 127-135.
- ✚ **Van Den Heuvel, M. J.** (1963). The effect of rearingtemperature on the wing length, thorax length, leg length and ovariole number of the adult mosquito, *Aedes aegypti* (L.). *Transactions of the Entomological Society of London*. **5** :197-216.

- ✚ **Vignesh, A., Elumalai, D., Rama, P., Elangovan, K. & Murugesan, K.** (2016). Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Glycosmis pentaphylla* (Retz.) against three mosquito vectors. *International Journal of Mosquito Research*. **3 (2)** : 62-67.
- ✚ **Vijoen, A. M., Denirci, B., Baser, K. H. C., Potgieter, C. J., Edwards, T. J.** (2006). Micro distillation and essential oil chemistry- a useful tool for detecting hybridisation in *Plectranthus (lamiaceae)*. *South African Journal of Botany*. **72** : 99-104.
- ✚ **Vijayaraghavan, K., Karthik, R. & Nalini, S. P. K.** (2010). Hydrogen generation from algae: A review. *Plant Science*. **5** : 1-19.
- ✚ **Vinogradova, E. B.** (2003). Ecophysiological and morphological variations in mosquitoes of the *Culex pipiens complex* (Diptera: Culicidae). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*. **67** : 41-50.
- ✚ **Vinogradova, E. B. & Oda T.** (1990). The study of *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) in Leningrad. *Entomology Journal*. **69 (4)** : 782-785.
- ✚ **Vinogradova, E. B., Fedorova, M. V., Shaikevich, E. V. & Zakharov, I. A.** (2003). Endosymbiotic bacteria *Wolbachia pipientis* in synanthropic populations of mosquito *Culex pipiens pipiens* L. (Diptera, Culicidae) *Dokl. Russian Academy of Sciences*. **389 (6)** : 1-5.
- ✚ **Vokou, D., Kokkini, S. & Bessiere, J. M.** (1993). Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochemical Systematics and Ecology Journal*. **21**: 287-295.
- ✚ **Vincent C., Coderre D.** (1992), **La Lutte biologique**, Québec, Gaëtan Morin, 671 p.
- ✚ **V. Stejskal et Z. Kučerová**, « **The effect of grain size on the biology of *Sitophilus granarius* L.** (Col., Curculionidae). I. Oviposition, distribution of eggs and adult emergence », *Journal of Applied Entomology*, vol. 120, nos 1-5, 12 janvier 1996, p. 143–146 (DOI 10.1111/j.1439-0418.1996.tb01581.x, lire en ligne [archive], consulté le 25 février 2023).
- ✚ **Wall, R. & Shearer, D.** (1997). *Veterinary entomology*. London : Chapman & Hall, 439 pp.
- ✚ **Walla, B.** (1996). *Mémoire d'Ingénieur Agronome*. ESA, Univ. Bénin, Lomé, 54p.

- ✚ **Wang, J. J., Cheng, W. X., Ding, W. & Zhao, Z. M.** (2004). The effect of the insecticide dichlorvos on esterase activity extracted from the psocids, *Liposcelis bostrychophila* and *L. entomophila*. *Journal of Insect Science*. **4** : 1-5.
- ✚ **War, A. R., Paulraj, M. G. & Ignacimuthu, S.** (2011). Synergistic activity of endosulfan with neem oil formulation against tobacco caterpillar *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Entomology*. **8** : 530-538.
- ✚ **War, A. R., Michael, G. P., Barkat, H., Tariq, A., Mohd, Y. W. & Savarimuthu, I.** (2013). Efficacy of a combined treatment of Neem oil formulation and endosulfan against *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *International Journal of Insect Science*. **6** : 1-7.
- ✚ **Warholm, M., Gutenberg, C., Mannervick, B. & Von Bahr, C.** (1981). Glutathione-s-transferases from human liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. **98** : 512-517.
- ✚ **Weaver, D. K., Dunkel, F. V., Ntezurubanza, L., Jackson, L. L. & Stock, D. T.** (1991). The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by certain stored product Coleoptera. *The Journal of Stored Products Research*. **27 (4)** : 213-220.
- ✚ **Weckberker, G., Cory, J. G.** (1988). Ribonucleotide reductase activity and growth of glutathione-depleted mouse leukemial 1210 cells in vitro. *Cancer lettres*. **40** : 257-264.
- ✚ **WHO-World Health Organization.** (1991). Control of Chagas Disease, Technical Report Series, 811, Geneva, 91 pp.
- ✚ **Wigglesworth, W.** (1972). The principal of Insect physiology. Seventh Edition. Chapman and Hall, 827 p.
- ✚ **Windley, M. J., Herzig, V., Dziemborowicz, S. A., Hardy, M. C., King, G. F. & Nicholson, G. M.** (2012). Spider-venom peptides as bioinsecticides. *Toxins (Basel)*. **4 (3)** : 191-227.
- ✚ **Wogiatzi, E., Papachatzis, A., Kalorizou, H. & Tzalahani, A.** (2011). Analysis of *Lavandula* hybrid essential oils growing in Greece, University of Craiova. **16** : 488-491.
- ✚ **Yalçın, H., Akın, M., Sanda, M. A. & Çakır, A.** (2007). Gas chromatography/mass spectrometry analysis of *Laurus nobilis* essential oil composition of Northern Cyprus. *Journal of Medicinal Food*. **10** : 715-719.

- ✚ **Yazdani, E., Sendi, J. J., Aliakbar, A. R. & Senthil Nathan, S.** (2014a). Effect of *Lavandula angustifolia* essential oil against lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lep: Pyralidae) and identification of its major derivatives. Pesticide Biochemistry Physiology Journal. **107** : 250-257.
- ✚ **Yazdani, E., Sendi, J. J. & Hajizadeh, J.** (2014b). Effect of *Thymus vulgaris* L. and *Origanum vulgare* L. essential oils on toxicity, food consumption, and biochemical properties of lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Plant Protection Research. **54 (1)** : 53-61.
- ✚ **Yu, S. J.** (1982). Host plant induction of glutathione S-transferase in the fall armyworm. Pesticide Biochemistry and Physiology Journal. **18** : 101-106.
- ✚ **Yu, B. P.** (1994). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. Physiological Reviews. **74** : 139-162.
- ✚ **Yu, S. J. & Abo-Elghar, G. E.** (2000). Allelochemicals as inhibitors of Glutathion-S-transferase in the fall armyworm. Pesticide Biochemistry and Physiology Journal. **68** : 173-183.
- ✚ **Zamani, S., Sendi, J. J. & Ghadamyari, M.** (2011). Effect of *Artemisia Annua* L. (Asterales: Asteraceae) essential oil on mortality, development, reproduction and energy reserves of *Plodia interpunctella* (Hübner). (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Biopesticides and Biofertilizers. **2 (105)** :1-6.
- ✚ **Zantar, S. El Garrouj, D. Pagán, R. Chabi, M. Laglaoui, A. Bakkali, M., Zerrouk, M. S.** (2016). Effect of harvest time on yield, chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris* and *Mentha pulegium* essential oils. European Journal of Medicinal Plants. **8 (2)** : 69-77.
- ✚ **Zehnálek, J., Adam, V. & Kizek, R.** (2004). Application of higher plants in phytoremediation of heavy metals. Listy Cukrov. **120** : 222-224.
- ✚ **Zhu, K. Y., Dowdy, A. K. & Barker, J. E.** (1999). Detection of single- base substitution in an esterase gene and its linkage to malathion resistance in parasitoid *Anisoptromalus calandreae* (Hymenoptera : Pteromalidae). Journal of Pest Science. **55** : 398-404.
- ✚ **Zibae, A. & Bandani, A. R.** (2010). A study on the toxicity of a medicinal plant, *Artemisia annua* L. (Asteraceae) extracts to the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera:Scutelleridae). Journal of Plant Protection Research. **50 (1)** : 79-85.



RÉSUMÉ

ملخص:

تهدف دراستنا لتقييم نشاط المضاد للحشرات لمستخلص نبات (*Laurus nobilis*) من سوسة الفريضة الضارة للتخزين *Sitophilus granarius*.

في الجزء الأول تم التركيز على (*Laurus nobilis*) من خلال استخلاص أوراق الغار باستعمال جهاز Cleuener ودراسة التركيب الكيميائي و النشاط البيولوجي للزيوت الأساسية المستخلصة.

-مردود الزيوت متغير من نوع نباتي الى آخر حيث سجلنا مردود بنسبة 6% م.2.

وكشف التحليل الكيميائي لهذه الزيوت عن طريق CPo/SM عن سيادة مركبات monoterpene مع Cineole (47.35%) باعتبارها المكونات الرئيسية لنبته الرند.

بمجرد تحديد الجرعات المميئة (CL₅₀ et CL₉₀) يتم تطبيقها على الحشرة تأثير هذه الجرعات تم فحصها على المعايير البيوكيميائية في فترات مختلفة 48.42 و 72 ساعة بعد المعالجة.

نكشف اختبارات السمية التي أجريت أن هذه الزيوت لها خصائص مبيدات حشرية.

استخدام هذه الزيوت الاساسية يسبب اضطراب في النمو والمحتوى الطاقوي لدى الأفراد وهذا يحتمل أن يكون راجع الى احتياجاتهم الاضافية لطاقة يبين ظروف الأجسام التي توفرها المعالجة على هذه الحشرات والتي تتطلب طاقة اضافية من استقلاب السكر والدهون .

الكلمات المفتاحية: سوسة الفريضة / سمية / المحتوى / طاقوية / *Laurus nobilis*.

RESUME

L'objectif du présent travail est d'étudier la composition chimique et l'activité biologique des huiles essentielles de la plante, *Laurus nobilis* à l'égard de *Sitophilus granarius*.

Le rendement des HEs varie d'une plante à une autre et affiche des valeurs de 2,06 %. L'analyse chimique de ces huiles par CPG/SM, a révélé la prédominance des composés monoterpéniques avec 1,8-Cinéole (47,35 %) comme constituants majoritaires.

Les essais toxicologiques réalisés, ont révélé le pouvoir insecticide de ces HEs à l'égard de *Sitophilus granarius*

Une fois les concentrations létales (CL₅₀ et CL₉₀) sont déterminées, elles sont appliquées sur *Sitophilus granarius* nouvellement exuviées, et leurs effets ont été évalués sur les réserves énergétiques chez les individus traités à différentes périodes, 24, 48 et 72 heures après traitement.

Le traitement par ces HEs provoque une perturbation de la croissance et des réserves énergétiques des individus. Cela est probablement dû aux conditions de stress imposées à ces insectes par le traitement et qui ont besoin d'un apport supplémentaire d'énergie provenant du métabolisme glucidique et lipidique.

Mots clés : Huiles essentielles, *Sitophilus granarius*, Toxicité, Réserves énergétiques.

SUMMARY

The objective of this work is to study the chemical composition and the biological activity of the essential oils of the plant, *Laurus nobilis* with regard to *Sitophilus granarius*.

The yield of HEs varies from one plant to another and displays values of 2.06%. The chemical analysis of these oils by GC/MS revealed the predominance of monoterpene compounds with 1,8-Cineole (47.35%) as major constituents.

The toxicological tests carried out revealed the insecticidal power of these essential oils against *Sitophilus granarius*

Once the lethal concentrations (LC50 and LC90) are determined, they are applied to newly exuviated *Sitophilus granarius*, and their effects were evaluated on energy reserves in treated individuals at different periods, 24, 48 and 72 hours after treatment.

Treatment with these EOs causes a disturbance in the growth and energy reserves of individuals. This is probably due to the stress conditions imposed on these insects by the treatment and which require an additional supply of energy from carbohydrate and lipid metabolism.

Keywords: Essential oils, *Sitophilus granarius*, Toxicity, Energy reserves.