

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref : .....

**Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila**

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques et Agricoles

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de  
Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité: Biochimie appliquée**

**Thème :**

**Analyse des effets insecticides potentiels de l'huile essentielle de  
*Crithmum maritimum* sur des insectes nuisibles**

**Présenté par :**

- **ABDICHE Nabila**
- **BOUAFINA Madiha**

**Devant le jury :**

- **Présidente** : RABHI Nour Elhouda (MCB) Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila
- **Examinatrice** : RIHANI Lamia (MCA) Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila
- **Promotrice** : MENAKH Mouna (MCB) Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila

**Année Universitaire : 2023/2024**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ تَعَالَى

﴿وَقُلِ أَعْمَلُوا فَمَا يَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ

وَالْمُؤْمِنُونَ ۖ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ

وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ﴿١٠٥﴾

التوبة





## REMERCIEMENT

*Avant toute chose, nous remercions **ALAH** tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce mémoire.*

*Au moment de mettre un point final de ce travail nos remerciement vont d'abord à mon encadreur **Dr.MENAKH Mouna**. Qui a largement contribué à l'élaboration de ce travail, on est très sensible à sa disponibilité, son aide et ses conseils.*

*Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance aux membres de jury qui ont accepté la lourde charge d'être examinateurs de ce travail : **Dr. RABHI Nour Elhouda et Dr. RIHANI Lamia***

*Qui nous ont fait l'honneur de présider le jury de la soutenance.*

*Nous sincères remerciements aux tous les enseignants du département de science de la nature et de vie.*

*Et nous remercions aussi les techniciens de laboratoire.*

# Dédicace

*C'est beau quand une personne est heureuse, mais c'est encore plus beau quand ceux qu'elle aime partagent sa joie.*

*Premièrement, je tiens à remercier le bon **Dieu** tout puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, à travers cette humble recherche je présente mes sincères salutation à :*

*"À celle qui a été à mes côtés dans les moments les plus difficiles, à la vie et à l'intégrité, à celle qui possède un cœur épris, à la parole la plus chère sur mes lèvres, à la lumière de mes yeux et au battement de mon cœur, à toi, ma chère mère« **Zoulaikha**»*

*À le plus généreux, le plus doux, celui qui m'a toujours poussé vers le succès, à l'être le plus cher dans l'existence, à celui qui m'a enseigné le sens de l'honneur, de la vérité, de la fidélité, à celui qui m'a abreuvé du calice de la moralité, et après cela, je ne connaîtrai jamais la soif, à la source de ma fierté, mon précieux père« **Abdelmadjid**»*

*À l'âme de ma chère sœur «**Razika**» si la mort nous sépare de toi, tu resteras toujours vivante dans nos cœurs. Que Dieu t'accorde le paradis éternel et transforme ta tombe en un jardin parmi les jardins du paradis.*

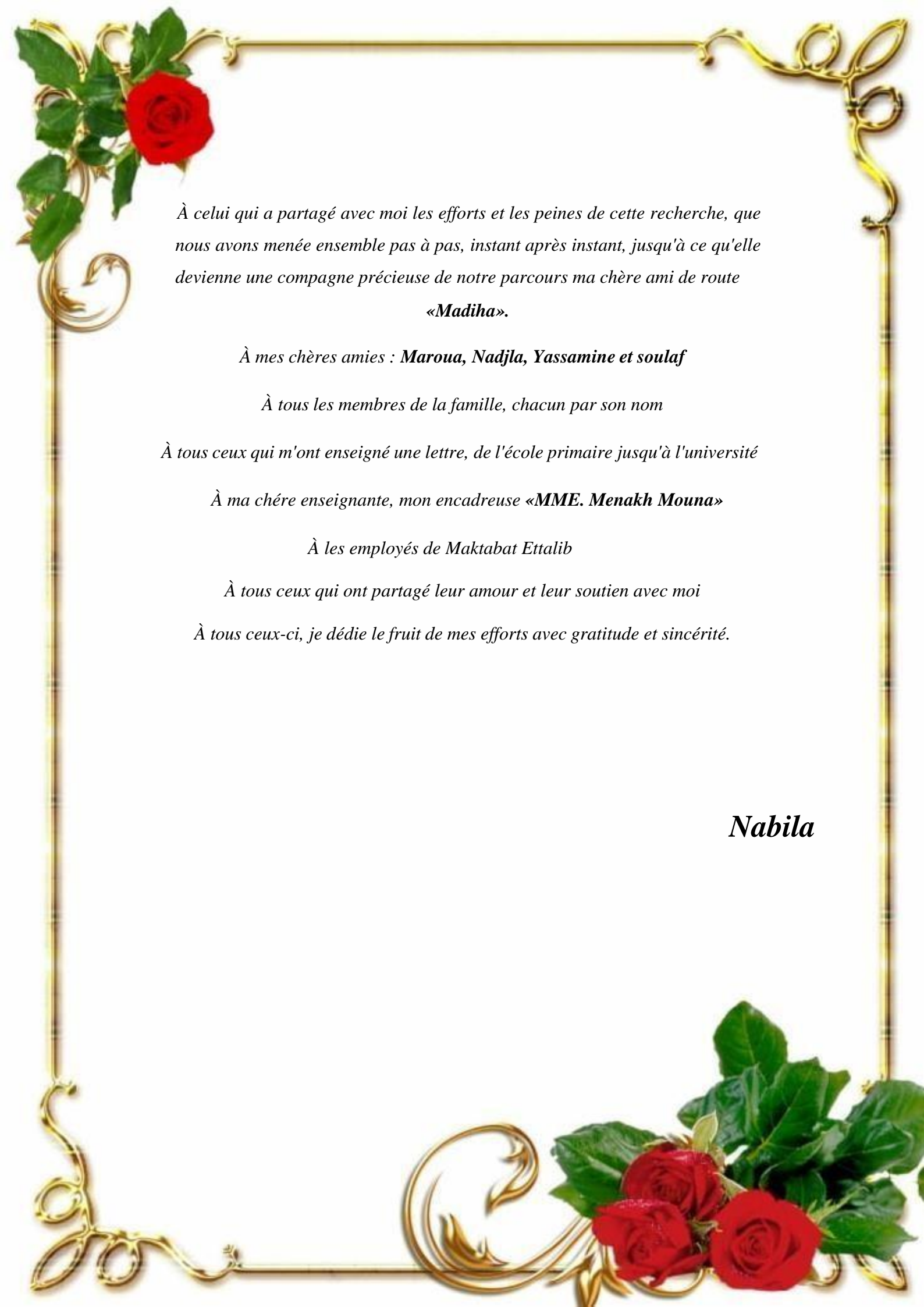
*À mes sœurs les plus chères et les plus précieuses: **Moufida, Sameh et Chahira***

*À mes chères frères : **Aymen, Lazhar, Fateh, Amar** et je tiens particulièrement à mentionner **Moussa et Yahya***

*À mes belles-sœurs : **Soumia, Souad et Zainab***

*" À la fille de ma chère nièce : **Khaoula***

*À mes neveux : **Adem, Oussaim, Batoul, Marya et sanad***



*À celui qui a partagé avec moi les efforts et les peines de cette recherche, que nous avons menée ensemble pas à pas, instant après instant, jusqu'à ce qu'elle devienne une compagne précieuse de notre parcours ma chère ami de route*

*«Madiha».*

*À mes chères amies : **Maroua, Nadjla, Yassamine et soulaf***

*À tous les membres de la famille, chacun par son nom*

*À tous ceux qui m'ont enseigné une lettre, de l'école primaire jusqu'à l'université*

*À ma chère enseignante, mon encadreuse «**MME. Menakh Mouna**»*

*À les employés de Maktabat Ettalib*

*À tous ceux qui ont partagé leur amour et leur soutien avec moi*

*À tous ceux-ci, je dédie le fruit de mes efforts avec gratitude et sincérité.*

***Nabila***



# Dédicace

*Aujourd'hui, j'ai atteint le bout du chemin, où la lumière de mon succès brille  
Le chemine ne sera pas sans défis, mais plutôt jalonné d'embûches et d'obstacles  
Parce que le chemin vers le succès n'est pas orné de roses, mais plutôt parsemé d'épines.*

*Aujourd'hui, je me tiens sur le seuil de ma graduation, récoltant les fruits de mes années  
d'efforts, et je soulève fièrement mon chapeau*

*Louanges à Dieu, avec amour, gratitude et reconnaissance, grâce à lui, je contemple aujourd'hui la  
réalisation d'un rêve longtemps attendu dont je suis fier.*

*Louanges à Dieu, qui ne laisse pas le travail être en vain et ne laisse pas l'effort soit futile.*


*Je suis profondément reconnaissante envers Allah, car mes efforts, mon travail acharné, mes sacrifices  
et mes nuits blanches n'ont pas été vains. Au contraire, ils ont été récompensés par le succès et la joie  
chaque année de mes études.*

**JE DÈDIE CE MODESTE TRAVAIL EN SIGNE DE RESPECT ET DE RECONNAISSANCE À :**

*À ceux sans qui la vie ne serait ni douce ni agréable, à ceux dont l'amour surpasse tout autre amour,  
ceux qui ont éclairé ma route vers le savoir et m'ont soutenu dans mes épreuves, à ceux qui ont fait des  
sacrifices pour moi, aux personnes les plus tendres, aimantes et précieuses.*

*À mon cher père, à l'homme grandiose, **Messaoud**, mon pilier et guide, à mon abri et ma force, à celui  
qui m'a soutenu sans condition et offert sans contrepartie, à celui qui m'a enseigné que la vie exige  
Persévérance et patience, à ma source de fierté*

*À ma chère mère et tendre, à la femme formidable, **Malika** à l'amour de mon cœur, à celle que Dieu a  
placée le paradis sous ses pieds, à ma mère qui m'a soutenu et a séché mes larmes, à celle qui m'a  
donné espoir et force dans mes moments de faiblesse, à celle qui a sacrifié pour moi, à celle qui ne m'a  
jamais oublié dans ses prières, à mon modèle ultime dans la vie.*



À ma chère sœur, **Hassina** qui est toujours à mes côtés, à celle qui a parcouru mon chemin avec moi, à celle qui m'inspire, à celle qui me soutient lorsque je tombe et me donnent des doses d'espoir, à ma moitié et mon double.

À mon beau-frère **Said**

À ma chère sœur, ma grande sœur, et ma tendre **Jahida**, merci aussi pour votre soutien

À ma grand-mère, **Dahbia** et mon oncle **Abd El-Ghani**

Merci infiniment, car vous avez toujours été mon plus grand soutien. Si je vivais toute ma vie, j'exprimerais ma gratitude et ma reconnaissance envers vous sans jamais pouvoir rendre pleinement justice à votre générosité.

Je vous aime de tout mon cœur

À tous les membres de la familles **Bouafina** et de la famille **kouider**.

À ma chère amie et compagne, mon binôme aussi, **Nabila** avec qui j'ai partagé les haut et les bas de mon parcours, traversé les jours d'études ensemble et partagé les plus beaux souvenirs à l'université et en dehors. Nous sommes reconnaissantes à Dieu qui nous a permis de compléter ce mémoire ensemble et de réaliser notre rêve.

À mes chères amies, **Yassamine, Nadjla et Maroua**

À ma chère enseignante, mon encadreuse, **MME. Menakh Mouna**.

À Tous les enseignants qui ont transmis leur savoir avec intégrité, à tous ceux qui m'ont appris une lettre, merci.

À les employés de **Maktabat Ettalib**

Pour tous ceux qui m'aiment et me souhaitent du succès, et pour tous ceux qui m'ont encouragé et soutenu avec un mot, un conseil ou un sourire.

**Madiha**



## Sommaire

<b>Résumé en français</b>	
<b>Résumé en anglais</b>	
<b>Résumé en arabe</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	
<b>Introduction</b>	
<b>Partie I: Etude bibliographique</b>	
<b>Chapitre 01 : Les insecticides végétaux</b>	
1. Historique	3
2. Définition	3
3. Classification des insecticides végétaux	3
3.1.Huiles essentielles	3
3.2.Extraits végétaux	4
3.3.Huiles fixes	5
4. Mode d'action des insecticides végétaux	6
4.1.Action sur les estérases	6
4.2.Action sur les synapses inhibitrice	6
4.3.Action sur les récepteurs octopaminergique	6
4.4.Action sur l'activité électrique neuronale	7
5. Les caractéristiques des insecticides végétaux	7
5.1.Spécificité	7
5.2.Biodégradabilité	7
5.3.Résistance	7
5.4.Sélectivité	8
6. Avantages et inconvénients	8
6.1.Avantages	8
6.2.Inconvénients	8
<b>Chapitre 02 : Généralité sur la plante <i>Crithmum maritimum</i></b>	
1. Description de la plante de <i>Crithmum maritimum</i>	10
2. Taxonomie d'espèce <i>Crithmum maritimum</i>	11
2.1.Classification	11



2.2.Nomenclature	11
3. Etude phytochimique	12
3.1.Composés phénoliques	12
3.2.Flavonoïdes	12
3.3.Terpènes	13
3.4.Alcaloïdes	13
3.5.Huiles essentielles	13
4. Utilisation traditionnelle	14
4.1.Cuisine	14
4.2.Médecine populaire	14
4.3.Cosmétique	14
5. Activité biologique	14
5.1.Insecticide	15
5.2.Anticancéreuse	15
5.3.Stimulation de la production de lait	15
5.4.Antioxydant	15
5.5.Anti-inflammatoire	15
5.6.Antibactérienne et antifongique	15
5.7.Hypoglycémiant	15
<b>Chapitre 03 : Les insectes nuisibles</b>	
1. Généralité	17
2. Les insectes nuisibles pour la santé humaine	17
2.1.Les moustiques <i>Culex pipiens</i>	17
3. Les insectes nuisibles à intérêt économique	18
3.1.La pyrale indienne <i>Plodia interpunctella</i>	19
3.2.Le charançon des grains <i>Rhyzopertha dominica</i>	20
3.3.Le charançon de la farine <i>Tribolium castaneum</i>	22
<b>Partie II : Partie expérimentale</b>	
<b>Chapitre 01 : Matériel et Méthodes</b>	
Objectif	24
1. Matériel végétal	24
1.1.Récolte de la plante	24
1.2.Présentation de la zone d'étude	25
1.3.Extraction des huiles essentielles	25

1.4.Détermination du rendement	26
2. Matériel entomologique	27
2.1.Le moustique <i>Culex pipiens</i>	27
2.2.Les ravageurs des denrées stockés	32
3. Calculs statistique	37
<b>Chapitre 02 : Résultats et discussion</b>	
1. Rendement des huiles essentielles des grains et feuilles de <i>Crithmum maritimum</i>	38
2. Effet larvicide des huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Culex pipiens</i> après 24h	40
3. Doses létal (LD <sub>50</sub> -LD <sub>95</sub> ) des huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Culex pipiens</i>	41
4. Effet larvicide de l'huile essentielle de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Plodia interpunctella</i>	43
5. Dose létale (LD <sub>50</sub> -LD <sub>95</sub> ) des huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Plodia interpunctella</i>	45
6. Effet répulsif des huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Tribolium castaneum</i> et <i>Rhyzopertha dominica</i>	46
7. Dose répulsif (RD <sub>50</sub> -RD <sub>95</sub> ) des huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Tribolium castaneum</i> et <i>Rhyzopertha dominica</i>	48
<b>Conclusion</b>	51
<b>Références bibliographiques</b>	52
<b>Annexes</b>	

# *Résumés*

---

## Résumé

Le but de l'étude est d'appliquer une méthode naturelle et efficace pour lutter contre les insectes nuisibles sans nuire à la santé humaine et à l'environnement. Pour cela, nous avons utilisé l'huile essentielle des graines et des feuilles de fenouil marin *Crithmum maritimum* L. comme larvicides contre les larves de *C. pipiens* et de *P. interpunctella*, ainsi comme répulsif contre les insectes des denrées stockées *T. castaneum* et *R. dominica*. Les activités larvicides et répulsives ont été menées conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé. Selon les résultats obtenus l'huile essentielle des graines de fenouil marin présentait une activité larvicide intéressante contre *C. pipiens* et *P. interpunctella*, où les valeurs DL étaient respectivement de  $DL_{50} = 55,43$  ;  $DL_{95} = 89,89$  ppm et  $DL_{50} = 78,02$  ;  $DL_{95} = 251,36$  ppm. On outre, cette huile montrait un effet répulsif très important ou les valeurs  $DR_{50} = 8,15$  ppm et  $DR_{95} = 221,8$  ppm contre *T. castaneum* et  $DR_{50} = 53,54$  ppm ;  $DR_{95} = 124$  ppm contre *R. dominica*. Quant à l'huile essentielle des feuilles, les résultats montrait une activité larvicide moins efficace contre *C. pipiens* et *P. interpunctella*, où les valeurs DL étaient respectivement de  $DL_{50} = 88,37$  ppm ;  $DL_{95} = 167,24$  ppm et  $DL_{50} = 113,19$  ppm,  $DL_{95} = 264,12$  ppm. Par contre, cette huile montrait un effet répulsif plus important ou les valeurs  $DR_{50} = 32,28$  ppm,  $DR_{95} = 122,44$  ppm contre *T. castaneum* et  $DR_{50} = 25,77$  ppm,  $DR_{95} = 109,55$  ppm contre *R. dominica*. Ainsi, les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de cette plante est efficace contre les insectes nuisibles et peut être utilisée comme alternative aux pesticides chimiques.

**Mots Clés:** Activité larvicide, effet répulsif, insecticides, *Culex pipiens*, *Crithmum maritimum*, *Plodia interpunctella*, *Tribolium castaneum*, *Rhyssopertha dominica*

## Abstract

The aim of this study is to apply a natural and effective method to combat harmful insects without harming human health and the environment. To achieve this, we used the essential oil from the seeds and leaves of sea fennel *Crithmum maritimum* L. as larvicides against larvae of *C. pipiens* and *P. interpunctella*, as well as a repellent against stored food insects *T. castaneum* and *R. dominica*. Larvicidal and repellent activities were conducted according to the recommendations of the World Health Organization. According to the results obtained, the essential oil from sea fennel seeds exhibited interesting larvicidal activity against *C. pipiens* and *P. interpunctella*, with DL<sub>50</sub> values of 55.43 and 78.02 ppm, and DL<sub>95</sub> values of 89.89 and 251.36 ppm respectively. Additionally, this oil showed a very significant repellent effect with DR<sub>50</sub> values of 8.15 ppm and 53.54 ppm against *T. castaneum* and *R. dominica* respectively, and DR<sub>95</sub> values of 221.8 ppm and 124 ppm respectively. As for the essential oil from the leaves, the results showed less effective larvicidal activity against *C. pipiens* and *P. interpunctella*, with DL<sub>50</sub> values of 88.37 ppm and 113.19 ppm, and DL<sub>95</sub> values of 167.24 ppm and 264.12 ppm respectively. However, this oil exhibited a higher repellent effect with DR<sub>50</sub> values of 32.28 ppm and 25.77 ppm against *T. castaneum* and *R. dominica* respectively, and DR<sub>95</sub> values of 122.44 ppm and 109.55 ppm respectively. Thus, the results obtained demonstrate that the essential oil of this plant is effective against harmful insects and can be used as an alternative to chemical pesticides

**Key words:** Larvicidal activity, repellent effect, insecticides, *Culex pipiens*, *Crithmum maritimum*, *Plodia interpunctella*, *Tribolium castaneum*, *Rhyssopertha dominica*

تهدف هذه الدراسة إلى تطبيق طريقة طبيعية وفعالة لمكافحة الحشرات الضارة دون الإضرار بصحة الإنسان والبيئة. ولتحقيق هذا ، استخدمنا الزيت الطيار من بذور وأوراق الشمر البحري *Crithmum maritimum L*. كمبيدات لليرقات ضد اليرقات الخاصة بالبعوض *C. pipiens* والعثة الهندية *P. interpunctella* ، بالإضافة إلى الفعل الطارد للحشرات الخاصة بالمواد المخزنة خنفساء الدقيق .. *T. castaneum* وخنفساء القمح . . *R.dominica* تم إجراء الأنشطة المبيدة والطاردة للحشرات وفقا لتوصيات منظمة الصحة العالمية. ووفقا للنتائج المحصل عليها، فإن الزيت الطيار من بذور الشمر البحري يظهر نشاطا مبيدا مثيرا للاهتمام ضد *C. pipiens* و *P. interpunctella* ، مع قيم  $DL_{50}$  تبلغ 55.43 و 78.02 ppm ، وقيم  $DL_{95}$  تبلغ 89.89 و 251.36 ppm على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، أظهر هذا الزيت تأثيرا طاردا ملحوظا للغاية بقيم  $DR_{50}$  تبلغ 8.15 و 53.54 ppm ضد *T. castaneum* و *R.dominica* على التوالي، وقيم  $DR_{95}$  تبلغ 221.8 و 124 ppm على التوالي. أما بالنسبة للزيت الطيار من الأوراق، فأظهرت النتائج نشاطا مبيدا أقل فعالية ، مع قيم  $DL_{50}$  تبلغ 88.37 و 113.19 ppm ، وقيم  $DL_{95}$  تبلغ 167.24 و 264.12 ppm على التوالي ، ومع ذلك أظهر هذا الزيت تأثيرا طاردا أعلى مع قيم  $DR_{95}$  تبلغ 122.44 و 109.55 ppm ضد *T.castaneum* و *R.dominica* على التوالي ، وقيم  $DR_{95}$  تبلغ 122.44 و 109.55 ppm على التوالي ، بالتالي تظهر النتائج المحصل عليها أن الزيت الطيار لهذا النبات فعال ضد الحشرات الضارة ويمكن استخدامه كبديل للمبيدات الكيميائية .

**الكلمات المفتاحية :** نشاط مبيد لليرقات, تأثير طارد, مبيدات الحشرات, الشمر البحري, البعوض, خنفساء القمح, خنفساء الدقيق العبة الهندية.

## Liste des figures

Figure N°	Titre	Page N°
Figure 01	Les fleurs et les feuilles de <i>Crithmum maritimum</i>	10
Figure 02	<i>Crithmum maritimum</i> L	11
Figure 03	Structure chimique de certains composés phénoliques trouvés dans la plante <i>Crithmum maritimum</i>	13
Figure 04	Les principaux composants détectés dans les huiles essentielles du fenouil marin	14
Figure 05	Adulte et larve de <i>C. pipiens</i>	18
Figure 06	Adulte et larve de <i>P. interpunctella</i>	19
Figure 07	Adulte et larve de <i>R. dominica</i>	20
Figure 08	Adulte et larve de <i>T. castaneum</i>	22
Figure 09	Région de la récolte (La plage de Rochet Noir)	24
Figure 10	Localisation géographique de la zone d'étude (Wilaya de Mila)	25
Figure 11	Montage d'hydrodistillation	26
Figure 12	Huile essentielle de <i>C. maritimum</i>	26
Figure 13	Gîte de collecte des larves de <i>C. pipiens</i>	28
Figure 14	Les larves de <i>C. pipiens</i> qui ont été récoltées	29
Figure 15	Identification morphologique de la larve de <i>Culex pipiens</i>	30
Figure 16	Tubes contiennent des solutions diluées d'huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i>	31
Figure 17	Teste larvicide de l'huile essentielle de <i>Crithmum maritimum</i> sur les larves de <i>Culex pipiens</i> .	31
Figure 18	Adulte de <i>Tribolium castaneum</i>	32
Figure 19	Adulte de <i>Plodia interpunctella</i>	33
Figure 20	Larve de <i>Plodia interpunctella</i>	33
Figure 21	Adulte de <i>Rhyzopertha dominica</i>	34
Figure 21	Elevage de <i>Tribolium castaneum</i> au laboratoire	35
Figure 23	Teste répulsif d'huile de <i>Crithmum maritimum</i> sur les adultes de <i>Tribolium castaneum</i> .	37
Figure 24	Rendement d'HE de grains et feuilles de <i>C. maritimum</i>	38
Figure 25	Pourcentages de mortalité des larves L3 de <i>C. pipiens</i> , traitées par différentes concentrations d'HE de <i>C. maritimum</i> après 24h.	41

<b>Figure 26</b>	Effet larvicide d'huile essentielle des feuilles et grains de <i>C. maritimum</i> contre les larves de <i>P. interpunctella</i>	44
<b>Figure 27</b>	Effet répulsive d'HE des feuilles et grains de <i>C. maritimum</i> contre <i>T. castaneum</i> et <i>R. dominica</i>	48



## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page N°
<b>Tableau 01</b>	Taxonomie de <i>Crithmum maritimum</i>	11
<b>Tableau 02</b>	Noms vernaculaires de <i>Crithmum maritimum</i>	12
<b>Tableau 03</b>	Activités biologiques de <i>Crithmum maritimum</i>	16
<b>Tableau 04</b>	Position systématique de <i>Culex pipiens L</i>	18
<b>Tableau 05</b>	Position systématique de <i>Plodia interpunctella</i>	20
<b>Tableau 06</b>	Position systématique de <i>Rhyzopertha dominica</i>	21
<b>Tableau 07</b>	Position systématique de <i>Tribolium castaneum</i>	23
<b>Tableau 08</b>	Pourcentage de répulsion selon le classement de (Mc Donald et al., 1970)	36
<b>Tableau 09</b>	Rendement des grains et des feuilles de <i>Crithmum maritimum</i>	38
<b>Tableau 10</b>	Effet larvicide des huiles essentielles de <i>C. maritimum</i> contre les larves de <i>C. Pipiens</i> après 24h	40
<b>Tableau 11</b>	Doses létales (DL <sub>50</sub> et DL <sub>95</sub> ) des huiles essentielles de <i>Crithmum maritimum</i> contre les larves de <i>Cx. Pipiens</i> après 24h	42
<b>Tableau 12</b>	Effet larvicide d'huile essentielle des feuilles et des grains de <i>C. maritimum</i> contre les larves de <i>P. interpunctella</i>	44
<b>Tableau 13</b>	Doses létales (LD <sub>50</sub> et LD <sub>95</sub> ) des huiles essentielles des feuilles et des grains de <i>C. maritimum</i> contre les larves de <i>P. interpunctella</i>	45
<b>Tableau 14</b>	Effet répulsif de l'huile essentielle des feuilles et des grains de <i>C. maritimum</i> contre <i>T. castaneum</i> et <i>R. dominica</i>	47
<b>Tableau 15</b>	Doses répulsives (RD <sub>50</sub> et RD <sub>95</sub> ) des huiles essentielles des feuilles et des grains de <i>C. maritimum</i> contre <i>T. castaneum</i> et <i>R. dominica</i>	49

## Liste des abréviations

- ❖ **AMPC** : Adénosine-monophosphate cyclique.
- ❖ ***C. maritimum*** : *Crithmum maritimum*.
- ❖ ***C. pipiens*** : *Culex pipiens*.
- ❖ ***C. quinquefasciatus*** : *Culex quinquefasciatus*.
- ❖ **GABA** : Acide gamma amino-butérique.
- ❖ **H.E** : Huile essentielle.
- ❖ **H.E.G** : Huile essentielle des graines.
- ❖ **H.E.F** : Huile essentielle des feuilles.
- ❖ **L3** : Larves du troisième stade.
- ❖ **LD<sub>50</sub>** : Doses létales tuent 50%.
- ❖ **LD<sub>95</sub>** : Doses létales tuent 95%.
- ❖ **M** : La masse de la matière végétale utilisé.
- ❖ **M'** : La masse de résidu sec obtenue après l'extraction.
- ❖ **MO** : Mortalité observé.
- ❖ **NC** : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque sèche.
- ❖ **NT** : Nombre d'insecte présents sur le demi-disque traité avec l'huile.
- ❖ **OMS** : organisation mondial de la santé.
- ❖ **P** : valeur signifiante.
- ❖ ***P. interpunctella*** : *Plodia interpunctella*.
- ❖ **PPM** : Partie par million.
- ❖ **PR** : Pourcentage de répulsion.
- ❖ ***R. dominica*** : *Rhyzopertha dominica*.
- ❖ **RD<sub>50</sub>** : Doses répulsives repoussent 50%.
- ❖ **RD<sub>95</sub>** : Doses répulsives repoussent 95%.
- ❖ **RHE** : Rendement d'huile essentielle.
- ❖ **SPSS** : Statistical Package for the Social Sciences.
- ❖ ***T. castaneum*** : *Tribolium castaneum*.
- ❖ **T.Normal** : Témoin normal.
- ❖ **T.Solvant** : Témoin solvant.
- ❖ **X<sup>2</sup>** : Khi-deux.

# Introduction

---

## *Introduction*

---

Les insectes représentent incontestablement le groupe taxonomique animal le plus diversifié, avec une estimation de 5 à 10 millions d'espèces (Elbah, 2017). Les insectes nuisibles, tels que *Culex pipiens* et les ravageurs des denrées stockées, représentent une menace significative pour la santé humaine, l'agriculture et la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale (Trichi, 2020 ; Aouinty et al., 2006). Leur capacité à se reproduire rapidement et à causer des dommages considérables aux cultures et aux stocks alimentaires les positionne au cœur des préoccupations en matière de gestion des ressources naturelles (Banga et al., 2018).

Ces insectes entraînent également la contamination des denrées par leurs larves, leurs excréments, leurs toiles de soie et leurs cadavres, pouvant occasionnellement déclencher des réactions allergiques chez les consommateurs (Stejskal et al., 2003). Les insectes des denrées stockées, parmi eux *Tribolium castaneum* et *Plodia interpunctella* représentent une partie très importante des ravageurs des céréales stockées (Lallali et al., 2023).

La lutte contre ces insectes a longtemps reposé sur des méthodes chimiques, souvent associées à des inconvénients environnementaux et des risques pour la santé humaine (Ben abied et al. 2023). Cependant, avec une prise de conscience croissante des impacts néfastes des produits chimiques, l'intérêt pour des approches alternatives, notamment la lutte biologique et l'utilisation d'extraits naturels, a gagné en importance (Mahdia, 2013).

En effet, les substances naturelles, notamment les huiles essentielles, sont considérées comme une alternative prometteuse dans la lutte pour la protection des denrées stockées (Mahdia, 2013). L'étude des huiles essentielles demeure d'un intérêt brûlant, même avec son ancienneté, face aux progrès exponentiels des biotechnologies végétales (Boukhatem et al., 2010). Les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection contre les insectes ravageurs (Lahlou, 2004).

Dans cette étude, les huiles essentielles, extraites de plantes telles que *Crithmum maritimum*, ont émergé comme une solution prometteuse. *Crithmum maritimum*, communément appelé "fenouil marin" ou "perce-pierre", est une plante côtière connue pour ses propriétés médicinales et répulsives contre les insectes (Boutellaa, 2020). Son potentiel dans la lutte contre les ravageurs des cultures et les insectes vecteurs de maladies, combiné à sa disponibilité et à sa faible toxicité, en fait un candidat idéal pour des études plus approfondies. Cette recherche cherche à fournir des insights précieux pour le développement de pratiques de gestion intégrée des ravageurs, favorisant à la fois la protection des cultures et la préservation de l'écosystème.

Notre présent travail a pour l'objectif principal l'évaluation de l'activité larvicide par l'utilisation de l'huile essentielle des feuilles et des grains de la plante aromatique *Crithmum*

## *Introduction*

---

*maritimum* contre les larves de moustique *Culex pipiens* et *Plodia interpunctella*, et l'activité répulsive contre les ravageurs *Tribolium castaneum* et *Rhyzopertha dominica*.

Ce travail se compose de trois parties précédées d'une introduction générale.

- La première partie est théorique et se compose de trois chapitres. Le premier chapitre aborde les insecticides végétaux, le deuxième chapitre étudie les caractéristiques de la plante de *Crithmum maritimum*, ses composants chimiques et les principales revues où ils sont utilisés. Quant au troisième chapitre, il porte sur l'étude des insectes nuisibles, notamment : les moustiques de *Culex pipiens*, *Plodia interpunctella*, *Tribolium castaneum*, et *Rhyzopertha dominica*.
- La deuxième partie comprend les substances animales et végétales utilisées, ainsi que les méthodes adoptées pour effectuer les tests de l'activité larvicide et répulsive dans cette étude.
- La troisième partie a présenté les résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, ce travail se termine par une conclusion générale résumant toutes les résultats obtenus.

***Partie I:***  
***Etude Bibliographique***

---

***Chapitre 01:***  
***Les insecticides végétaux***

---

## **1. Historique**

Les premières méthodes de lutte contre les insectes nuisibles ont émergé de l'observation des effets néfastes des composés naturels sur ces ravageurs, inspirant ainsi l'utilisation de ces mêmes composés dans la vie quotidienne (**Volodyrovyche, Obermok et al., 2015**)

Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient reconnus et largement employés comme répulsifs ou agents toxiques. Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, l'utilisation des composés insecticide les plus efficaces issus des végétaux, le Neem (*Azadirachta india*), son principe composé actif, l'azadirachtine, a été identifié en Inde, (**Hadj Benrezig, 2016**) et l'utilisation du Neem comme insecticide est ancrée dans les pratiques traditionnelles de lutte contre *Heliothis armigera* (**Brahmachari, 2004**)

## **2. Définition**

Un insecticide est un produit destiné à lutter contre les insectes en les éliminant. Les insecticides végétaux sont des substances dérivées de plantes qui ont la capacité de tuer ou de repousser les insectes (**Schmutterer, 1990**). Ils sont souvent utilisés comme une alternative plus respectueuse de l'environnement aux insecticides chimiques (**Appolinaire et al., 2018**)

## **3. Classification des insecticides végétaux**

### **3.1. Huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des extraits de plantes qui contiennent des composés volatils ayant des propriétés insecticides (**Sengül Demirak et Canpolat, 2022**). Par exemple :

- Huile de Neem : est reconnue depuis longtemps comme un répulsif naturel contre les insectes, les parasites et les acariens. Elle est particulièrement efficace contre les moustiques (**Mahrouche et Nekhili, 2020**).
- Huile essentielle de *Cuminum cyminum* (Cumin) : Les huiles essentielles de cette plante ont montré des bio-activités larges et variées contre les insectes des produits stockés (**Ghebbi\_Sismail et al., 2015**)
- Huile essentielle de *Syzygium aromaticum* (Girofle) : Les huiles essentielles de cette plante ont également démontré une activité insecticide sur les insectes des denrées stockées (**Hassaine, 2021**).
- Huile essentielle de *Lavandula stockas* (Lavande) : Les huiles essentielles de cette plante ont montré des bio-activités larges et variées contre les insectes des produits stockés (**Fatma Zohra, 2016**).



➤ Huile essentielle de *Citrus aurantium* (Orange amère) : Les formulations des huiles essentielles à base de *C. aurantium* pourraient être considérées comme des alternatives efficaces aux insecticides chimiques pour la lutte contre les ravageurs des denrées stockées (**Baba-Aissa et al., 2017**).

Ces huiles essentielles peuvent être utilisées en diffusion ou à appliquer directement sur la peau pour repousser les moustiques. Pour les insectes des denrées stockées, elles peuvent être appliquées directement sur les denrées ou dans les zones de stockage. Cependant, il est important de noter que l'utilisation de ces huiles doit être faite avec précaution, car certaines peuvent être toxiques si elles sont mal utilisées (**Korangi et al., 2021**).

### **3.2. Extraits végétaux**

Les extraits de plantes sont des substances obtenues en extrayant certaines parties de la plante (comme les feuilles, les racines, les fleurs, etc.) avec un solvant approprié (**Korangi et al., 2021**). Par exemple, les pyrèthrine sont des composés insecticides naturels dérivés du chrysanthème insecticide ou pyrèthre de Dalmatie (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) (**Oubellil, 2022**).

Ces extraits sont largement utilisés dans le domaine de la protection des cultures, avec une attention particulière portée aux acariens, aux nématodes, ainsi qu'aux insectes tels que les acridiens et les lépidoptères. Les plantes aromatiques ont également été employées depuis des millénaires par nos pour protéger leurs cultures). Par exemple :

- **Extrait de Neem** : exemple de l'azadirachtine est un composé de neem, agit comme un insecticide en perturbant le développement des insectes, les empêchant ainsi d'atteindre l'âge adulte (**Gauvin et al., 2003**)
- **Extraits de pyrèthre** : exemple du pyrèthrine est un insecticide naturel dérivé de la fleur de pyrèthre, la pyrèthrine agit en perturbant le système nerveux des insectes, les paralysant et les tuant (**Deravel et al., 2014**).
- **Extraits de piments** : exemple de la capsaïcine, un composé trouvé dans les piments, agit comme un répulsif contre de nombreux insectes. Son goût et son odeur forts les tiennent à distance. (**Korangi et al., 2021**).
- **Extraits de plantes à tanins** : exemple des Tanins de chêne qui sont présentés dans le chêne agissent comme des insecticides en perturbant le métabolisme des insectes, les affaiblissant et les tuant (**Aitlounis et Ben Younes, 2019**).

- **Autres alcaloïdes et extraits d'origine végétale :** exemple de la nicotine un alcaloïde extrait du tabac, la nicotine agit comme un poison cardiaque et neurotrope, offrant une grande toxicité aux insectes. Cependant, elle est extrêmement toxique pour les humains, les mammifères et les poissons.
- Exemple de l'anabasine, un autre alcaloïde dérivé de la nicotine, il possède des propriétés insecticides, bien qu'elle soit moins efficace contre certaines espèces comme les larves de moustiques (**Hadj Benrezig, 2016**).
- Exemple de la vératrine, extraite de *Veratrum album* L., la vératrine a été utilisée comme insecticide, bien qu'elle présente des problèmes de toxicité pour les abeilles, limitant ainsi son utilisation comme produit phytosanitaire (**Rgnault-Roger et al., 2008**).

### **3.3. Huiles fixes**

Les huiles fixes, également appelées huiles végétales, sont des huiles obtenues à partir de graines ou de fruits de plantes (**Oulad Mir et Ben Achour, 2019**). Elles sont utilisées comme insecticides en formant une pellicule qui va recouvrir les insectes, les priver d'air et les asphyxier. Ces huiles fixes sont souvent utilisées dans des formulations diluées et appliquées de manière ciblée pour repousser ou éliminer les insectes sans recourir à des produits chimiques plus agressifs (**Korangi et al., 2021**).

- **Huile de menthe poivrée :** L'huile essentielle de menthe poivrée est parfois utilisée comme insecticide répulsif. Son odeur forte repousse certains insectes, comme les mites et les fourmis, les tenant ainsi à distance (**Alloune et Belalit, 2023**).
- **Huile d'eucalyptus :** L'huile d'eucalyptus est connue pour ses propriétés insecticides. Elle est souvent utilisée pour repousser les moustiques et d'autres insectes volants.
- **Huile de citronnelle :** L'huile essentielle de citronnelle est une répulsive efficace contre les moustiques. Son odeur fraîche et citronnée éloigne ces insectes (**Fanny, 2008**).
- **Huile d'ail :** L'huile d'ail est parfois utilisée comme insecticide naturel dans le jardinage. Elle peut être pulvérisée sur les plantes pour repousser les insectes nuisibles (**Chergui, 2018**).
- **Huile de thym :** L'huile de thym possède des propriétés insecticides et peut être utilisée pour lutter contre les insectes comme les mouches et les moustiques (**El-Akhal, 2015**).

## **4 .Mode d'action des insecticides végétaux**

### **4.1. Action sur les estérases**

Les composés appelés monoterpènes présents dans les huiles essentielles ont la capacité d'agir sur diverses cibles neurologique, en fonction de leur structure chimique spécifique, comme indiqué dans l'étude, **(Huignard et al., 2008)**. Certains de ces composés, tels que le citral, la pulégone, le linalol, le bornyl acétate et le cinéol, agissent comme des inhibiteurs réversibles compétitifs, se liant au site actif de l'enzyme acétylcholinestérase, comme décrit par **(Ryan et Byrne, 1988)**.

Les estérases des insectes jouent un rôle crucial dans divers processus physiologiques tels que la production hormonale, le métabolisme des hormones, digestion et la neurotransmission. Elles sont principalement présentes dans le cytoplasme et le réticulum endoplasmique des cellules de tube digestif, des tubes Malpighi, du système reproducteur et des corps gras **(Haubruge et Alichot, 1998)**.

### **4.2. Action sur les synapses inhibitrices**

Les biopesticides agissent en se liant aux récepteurs de l'acide gamma-amino butyrique, ce qui bloque le fonctionnement du canal chlore associé. L'activation de ce canal entraîne une hyperpolarisation de la membrane des cellules nerveuses, les rendant inactives.

Une prolongation de cette inactivation peut entraîner des perturbations dans le fonctionnement global du système nerveux comme souligné par **(Priestley et al. ,2003)**. L'impact sur les synapses inhibitrices a été observé lors de l'étude de l'action de thymol. Ce composé perturbe l'activité régulatrice des neurones en se liant aux récepteurs du neurotransmetteur acide gamma-amino butyrique (GABA) associés aux canaux chlorés situés sur la membrane des neurones post-synaptiques **(Priestley et al.,2003)**.

### **4.3. Action sur les récepteurs octopaminergique**

L'octopamine, à la fois neurohormone et un neuromédiateur chez les invertébrés **(Roeder, 1999)**, est influencée par certains monoterpènes comme le thymol, la carvacrol et le alpha-terpinéol, ces composés, en se liant aux récepteurs de la tyramine (un récepteur de l'octopamine), modulent la production d'AMPC et de calcium au niveau cellulaire ou intracellulaire comme démontre par **(Enane, 2005)**. L'eugénol agit en se fixant sur les

récepteurs de l'octopamine, et son efficacité se manifeste par le biais du système octopaminergique **(Huignard et al., 2008)**.

#### **4.4. Action sur l'activité électrique neuronale**

L'eugénol agit comme un biopesticide en entraînant une inhibition presque totale de l'activité électrique neuronal, tandis que le citral et le géraniol induisent une réponse biphasique chez les neurones en fonction de la dose administrée. Ces deux monoterpènes provoquent une augmentation de l'activité électrique spontanée suivie d'une diminution à des doses élevées **(Price et Berry, 2006)**.

### **5. Les caractéristiques des insecticides végétaux**

#### **5.1. Spécificité**

Les études sur l'efficacité des fractions de plantes aromatiques révèlent une variabilité importante dans la réaction des espèces à une même huile essentielle ou un même composé **(Regnault-Roger, 1999 ; Shaaya et al., 1991)**. De même, il a été observé qu'une molécule allélochimique donne peut ne pas avoir la même efficacité à différents stades du cycle de reproduction d'un insecte, ce qui signifie que la sensibilité de l'insecte peut évoluer en fonction de son développement physiologique **(Regnault-Roger, 2005)**.

#### **5.2. Biodégradabilité**

Les molécules allélochimiques végétales, autrefois désignées sous le nom des composés secondaires des plantes, font partie du métabolisme secondaire comprenant des polyphénols, des terpènes, des alcaloïdes et des glucides cyanogénitiques. Ces composés se dégradent facilement grâce à des enzymes, et leur durée de vie est relativement courte, ne durant que quelques jours **(Kleeberg et Ruch, 2008)**.

#### **5.3. Résistance**

Les insecticides phytochimiques peuvent provoquer des cas de résistance similaires à ceux observés avec les antibiotiques, lorsque leur application est systématique, répétée et sans discernement. Pour éviter cela, il est essentiel de limiter la fréquence des épandages et d'opter pour des formulations variées, combinant plusieurs composés ayant des modes d'action différents **(Regnault- Roger, 2008)**.

#### **5.4. Sélectivité**

Les végétaux et les insectes ont évolué conjointement de manière étroitement liée. Les pollinisateurs jouent un rôle crucial dans la reproduction des plantes supérieures, tandis que la présence d'insectes phytophages est directement liée à la disponibilité de plantes dont ils se nourrissent. Parfois des adaptations ont été observées, notamment des modifications nutritionnelles (**Streblor, 1989**).

Les substances chimiques produites par les plantes ont divers effets sur les insectes, tels que la défense, la toxicité, répulsion, l'inhibition de la digestion, l'attraction ou l'induction de comportements spécifiques comme la ponte (**Regnault-Roger, 2008**).

#### **6. Avantages et inconvénients**

L'utilisation des insecticides végétaux en agriculture comporte des avantages et des inconvénients. Voici une liste non exhaustive des bienfaits d'une telle lutte et les inconvénients qui s'y rattachent (**Brodeur et Caron ,2006**).

##### **6.1. Avantages**

- Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques.
- Moins nocifs que les insecticides chimiques.
- Encourage leur utilisation dans les serres (cultures sous serres à haute valeur économique)
- Réduire les chances d'apparition résistance.
- promouvoir l'utilisation restreinte d'insecticides homologués en serre.
- Plus grande spécificité d'action.
- Améliorer les conditions de vie des travailleurs agricoles.
- Prévoir aucun délai avant ne récolte.
- Proposer aux consommateurs des produits alimentaires sains.
- Gagner une meilleure réputation auprès des consommateurs.
- La biodégradation rapide des biopesticides réduit les risques de pollution.
- Maintenir la biodiversité des biotopes.

##### **6.2. Les inconvénients**

- La lutte est souvent plus efficace en prévention qu'en guérison.

- Les effets des méthodes de lutte sont moins radicaux que ceux pesticides, nécessitant souvent plus d'application.
- Le seuil de tolérance aux ravageurs est très bas.
- L'efficacité des méthodes de lutte peut varier d'une récolte à l'autre.
- L'activité de lutte est souvent limitée en cas de forte pression des ravageurs.
- Les produits biologiques nécessitent des conditions de stockage spécifiques, notamment une température plus fraîche pour prolonger leur demi-vie.
- Une connaissance approfondie de la dynamique proie-prédateur.

***Chapitre 02:***  
***Généralité sur la plante***  
***Crithmum maritimum L.***

---

**1. Description de la plante de *Crithmum maritimum* L.**

Le fenouil de mer ou perce-pierre (*Crithmum maritimum* L.) est une plante vivace appartenant à la famille des Apiacées (Piatti et al., 2023). Originaires des régions côtières d'Europe, d'Afrique du Nord et d'Asie occidentale (Senatore et al., 2000), elle pousse dans les fissures des rochers et sur les falaises côtières, souvent à proximité de la mer (Generalic Mekinić et al., 2018).

Fenouil marin est une plante herbacée vivace de petite taille, mesurant généralement entre 20 et 40 centimètres de hauteur. Elle présente des tiges charnues, ramifiées et de couleur vert bleuté (Renna, 2018).

Cette plante est à tige herbacée, généralement très simple et non ramifiée, courbée et cannelée, avec une ombelle au sommet. Les feuilles succulentes et vertes (Dumont et Mazzacurati, 2013). Elles sont lancéolées, charnues et alternes (Brisseau-Mirbel et Jolyclerc, 2014). Elles se distinguent par la présence d'une gaine à leur base, avec un court pétiole se terminant par une lame composée généralement divisée en trois folioles (Wolfgang, 1982). Les fleurs forment des ombelles composées, très petites et jaunes (Males et al., 2003).

Fruit est un akène, un fruit sec qui ne s'ouvre pas, dont la paroi est plus ou moins soudée au grain qu'il contient, dispersé tel quel (Dumont et Mazzacurati, 2013).



**Figure 01 :** Les fleurs et les feuilles de *Crithmum maritimum* L. (Alloun, 2019)





Figure 02 : *Crithmum maritimum* L (Karaouia et al., 2023)

## 2. Taxonomie d'espèce *Crithmum maritimum*

### 2.1. Classification

*Crithmum maritimum* également connu sous le nom de fenouil de mer ou perce-pierre, est une plante herbacée de la famille des *Apiacées* (ombellifères). Voici une classification plus détaillée :

Tableau 01 : Taxonomie de *Crithmum maritimum* (Alloun, 2019)

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnolopsida
Ordre	Apiales
Famille	Apiacées
Genre	<i>Crithmum</i>
Espèce	<i>Crithmum maritimum</i> L.

### 2.2. Nomenclature

*Crithmum maritimum*, communément appelé "fenouil marin", est une plante vivace appartenant à la famille des *Apiaceae*. Elle est également connue sous les noms de "perce-

Pierre" ou "crithme de mer". Le nom générique, *Crithmum*, trouve son origine dans le mot grec "krithe", signifiant "orge", en référence à la forme de ses graines. Quant à l'épithète spécifique, "*maritimum*", elle évoque son habitat côtier, la plante étant principalement présente sur les falaises et les rochers des côtes méditerranéennes et atlantiques (**Kraouia et al., 2023**).

**Tableau 02:** Noms vernaculaires de *Crithmum maritimum* (**Kraouia et al., 2023**)

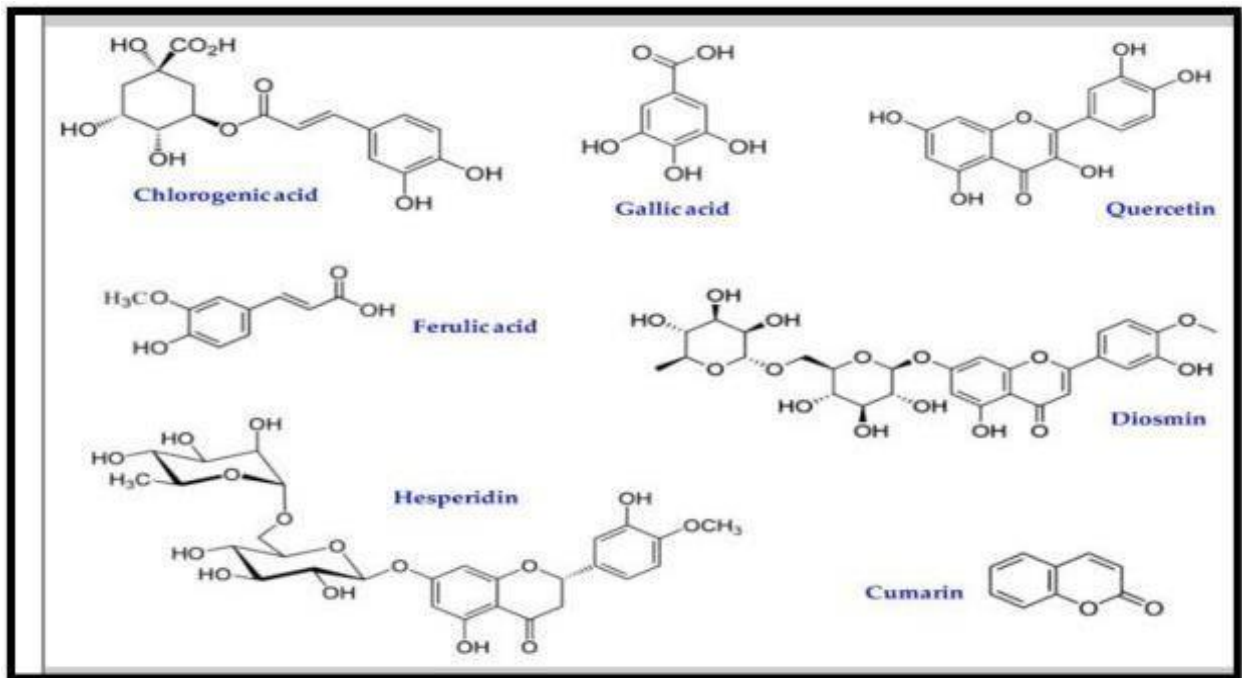
Grèce	Kritamo, Rock Samphire
Angleterre	Peter's herb
Portugal	Funcho do mar
Espagne	Hinojo marino
France	Criste marine
Italie	Finocchio marino
Croatie	Motar
Turquie	deniztersi
Arabie	Shanar bahariya

### 3. Etude phytochimique

L'étude phytochimique de *Crithmum maritimum*, également connu sous le nom de perce-pierre ou fenouil marin, révèle la présence d'une variété de composés bioactifs. Cette plante, qui pousse sur les côtes rocheuses, est reconnue pour ses propriétés médicinales et culinaires. Voici quelques-uns des composés phytochimiques identifiés dans cette plante :

**3.1. Composés phénoliques:** Les phénols sont des composés antioxydants présents dans de nombreuses plantes. Dans *Crithmum maritimum*, on trouve des acides phénoliques tels que l'acide caféique, l'acide férulique et l'acide chlorogénique, qui ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (**Jallali et al., 2024**).

**3.2. Flavonoïdes:** Les flavonoïdes sont des composés présents dans de nombreuses plantes qui ont des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et vasoprotectrices (**Emeraux, 2019**). Quercétine, kaempférol et rutine sont quelques exemples de flavonoïdes identifiés dans Perce de pierre (**Maleš et al., 2003**).

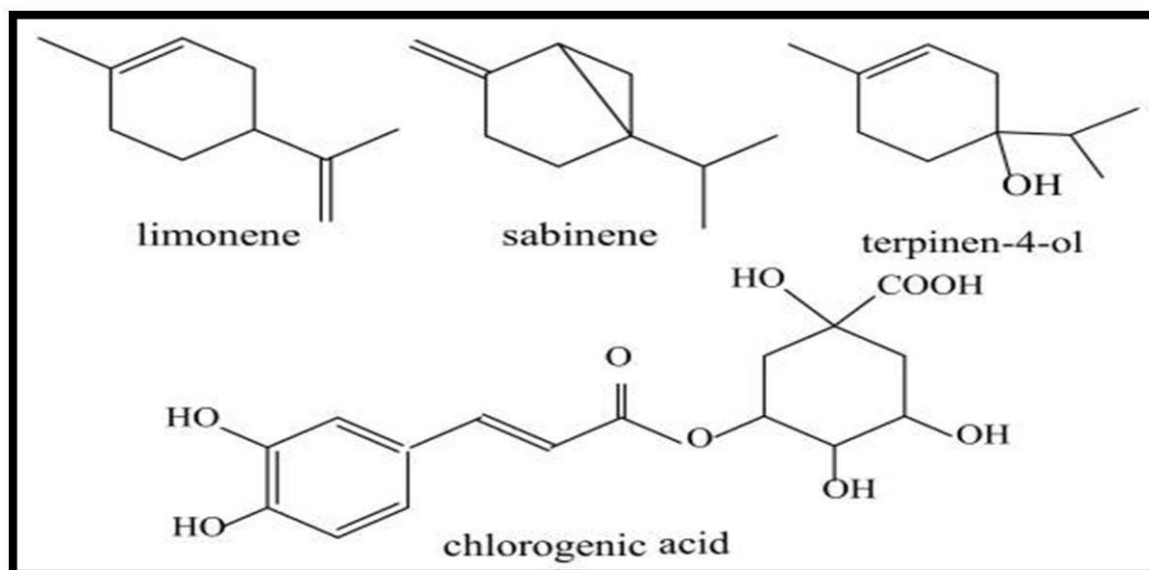


**Figure 03 :** Structure chimique de certains composés phénoliques trouvés dans le *Crithmum maritimum* (Renna, 2018).

**3.3. Terpènes:** Les terpènes sont des composés volatils présents dans de nombreuses plantes qui ont diverses propriétés biologiques. Les terpènes trouvés dans cette plante comprennent le limonène, le pinène et le camphène (Özcan et al., 2006).

**3.4. Alcaloïdes:** Bien que présents en quantités moindres, certains alcaloïdes ont été identifiés dans *Criste marine*. Ces composés peuvent avoir des propriétés pharmacologiques variées, y compris des effets analgésiques et anti-inflammatoires (Houta et al., 2012).

**3.5. Huiles essentielles:** *Fenouil de mer* contient également des huiles essentielles riches en composés volatils tels que les monoterpènes et les sesquiterpènes, qui peuvent contribuer à ses propriétés aromatiques et médicinales (Porrello et al., 2024).



**Figure 04 :** Les principaux composants détectés dans les huiles essentielles du *fenouil marin* (Politeo et al., 2023)

#### 4. Utilisation traditionnelle

**4.1. Cuisine :** Le *Crithmum maritimum* a une longue histoire d'utilisation culinaire, en particulier dans les régions côtières. Ses feuilles charnues et ses jeunes pousses sont très appréciées pour leur goût salé et leur texture croquante, souvent comparée à celle des câpres. Elles ajoutent une touche de fraîcheur et de saveur aux plats, en particulier aux salades, aux sauces, aux soupes et comme condiment pour accompagner les fruits de mer et les plats de poisson. Leur utilisation dans la cuisine remonte à l'Antiquité, où elles étaient consommées pour leurs valeurs gustatives et nutritionnelles (Renna, 2018).

**4.2. Médecine populaire:** Dans la médecine traditionnelle, Cette plante a été utilisée pour diverses affections. Ses propriétés diurétiques, digestives et toniques en ont fait une plante populaire pour soulager les troubles gastro-intestinaux, stimuler la digestion et même traiter les rhumatismes et les douleurs articulaires. Les anciens croyaient en ses vertus purifiantes et fortifiantes pour le corps. Cependant, ces utilisations traditionnelles n'ont pas été pleinement validées par des études scientifiques modernes, et il est recommandé de consulter un professionnel de la santé avant d'utiliser le *Crithme de mer* à des fins médicinales (Pedriero et al., 2023).

**4.3. Cosmétique :** En cosmétique, l'extrait de *Crithmum maritimum* est souvent utilisé pour ses propriétés antioxydantes et hydratantes. On le retrouve dans divers produits de soins de la

peau, tels que les crèmes hydratantes, les lotions pour le corps et les produits anti-âge. Ses composants nutritifs et ses capacités à protéger la peau contre les radicaux libres en font un ingrédient attractif pour ceux qui cherchent des solutions naturelles pour maintenir la santé et la jeunesse de la peau (Halla et al., 2018).

## **5. Activité biologique**

**5.1. Insecticide :** Certaines études ont suggéré que la *Crithmum maritimum* pourrait avoir des propriétés insecticides, bien que cela nécessite davantage de recherche pour être confirmé (Polatağlu et al., 2016).

**5.2. Anticancéreuse:** Des recherches préliminaires suggèrent que des extraits de *Criste marine* pourraient avoir un potentiel anticancéreux en inhibant la croissance des cellules tumorales, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour comprendre pleinement cet effet (Meot-Duros et al., 2009 ).

**5.3. Stimulation de la production de lait :** Traditionnellement, elle a été utilisée dans certaines cultures pour stimuler la production de lait chez les mères allaitantes. Bien que les mécanismes exacts ne soient pas entièrement compris, certaines propriétés de la plante pourraient jouer un rôle dans l'augmentation de la production de lait (Viegi et al., 2003).

**5.4. Antioxydant :** Cette plante est riche en antioxydants, ce qui peut aider à protéger les cellules contre les dommages oxydatifs et à promouvoir une santé globale (Loizzo et al., 2011).

**5.5. Anti-inflammatoire :** Les propriétés anti-inflammatoires de la *Fenouil marine* peuvent contribuer à réduire l'inflammation dans le corps, ce qui est bénéfique pour la santé générale (Zhang et al., 2015).

**5.6. Antibactérienne et antifongique :** Ces propriétés peuvent aider à combattre les infections bactériennes et fongiques, soutenant ainsi le système immunitaire (Meot-Duros et al., 2008).

**5.7. Hypoglycémiant :** La régulation de la glycémie peut également être influencée par la *Crithmum maritimum*, offrant ainsi des avantages potentiels pour les personnes atteintes de diabète ou de prédiabète (Giordano et al., 2021).

Tableau 03 : Activités biologiques de *Crithmum maritimum* (Renna, 2018)

Activité biologique	Type de produit
Antibactérienne	Huile essentielle+ Extrait de plante
Antifongique	Huile essentielle+ Extrait de plante
antioxydant	Huile essentielle+ Extrait de plante
Cytotoxique contre les cellules tumorales	Extrait de plante
Insecticide	Huile essentielles
Stimulant la production de lait	Plante entière
Effet vasodilatateur	Extrait de plante

# ***Chapitre 03:*** ***Les insectes nuisibles***

---

## 1. Généralité

Les insectes nuisibles se présentent sous différentes formes et tailles, et comprennent un large éventail d'espèces qui ont un impact négatif sur les plantes, les animaux et les êtres humains. Ces insectes représentent une menace importante pour l'agriculture, l'environnement et la santé publique, provoquant d'énormes pertes économiques et propageant des maladies. Les insectes nuisibles incluent ceux qui se nourrissent des cultures agricoles tels que les vers de terre, les blattes, les chenilles et les larves (Taffer, 2022). Ils comprennent également ceux qui transmettent des maladies comme les moustiques porteurs du paludisme et les moustiques transmettant le virus du Nil occidental (Filali et al., 2021). Les insectes nuisibles causent également la contamination des aliments et des denrées alimentaires ainsi que la destruction des biens stockés tels que les insectes qui se nourrissent du bois et des tissus. La lutte contre les insectes nuisibles est un défi majeur, nécessitant l'utilisation de stratégies multiples, notamment la prévention, la pulvérisation chimique, le contrôle biologique et les techniques génétiques, tout en tenant compte de leurs effets sur l'environnement et la santé (Mbacké, 2018).

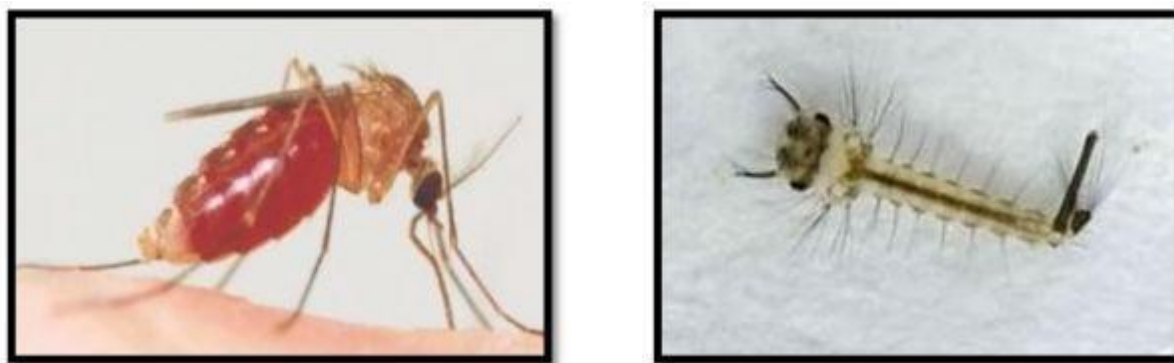
## 2. Les insectes nuisibles pour la santé humaine

Les insectes nuisibles peuvent agir comme vecteurs de maladies graves telles que le paludisme et la dengue, tout en déclenchant des réactions allergiques sévères par leurs piqûres (El Kady et al 2008 ; Anupan et al., 2012). Les insectes nuisibles peuvent également avoir un impact indirect sur la santé en compromettant la sécurité alimentaire. Leur présence dans les denrées alimentaires et les cultures peut entraîner une contamination, augmentant ainsi le risque de maladies d'origine alimentaire et de carences nutritionnelles (Selmani Meskache, 2014).

### 2.1. Les moustiques *Culex pipiens* L.

*Culex pipiens* est une espèce de moustique communément appelé "moustique commun" (Bouaounae et Cherayette, 2022). Il est réparti à l'échelle mondiale dans les zones tempérées et tropicales. Ce moustique a un cycle de vie complet, comprenant les stades d'œuf, de larve, de nymphe et d'adulte (Guenez, 2020). Les femelles sont hématophages et peuvent transmettre des maladies telles que la fièvre du Nil occidental. Les larves se développent dans des eaux stagnantes, comme les étangs, les fossés ou les récipients d'eau stagnante, et les adultes sont souvent considérés comme casaniers, ce qui signifie qu'ils restent généralement près des endroits où les larves se développent. (Sehili et Boualleg, 2021 ; Resseguire, 2011).





**Figure 05 :** Adulte et larve de *C. pipiens* (Gunez, 2020 ; Kharoubi, 2021)

### 2.1.1. Classification de *Culex pipiens*

La classification systématique, largement reconnue aujourd'hui, suit la proposition de Linnée (1758) et elle s'est modifiée au cours de temps (Bouhmara et Khanfar, 2021)

**Tableau 04 :** position systématique de *Culex pipiens* L. (Bouderhem, 2015)

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Sous règne</b>	Metazoa
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous embranchement</b>	Antennata
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Sous classe</b>	Pterygota
<b>Ordre</b>	Diptera
<b>Sous ordre</b>	Nematocera
<b>Famille</b>	Culicidae
<b>Sous famille</b>	Culicinae
<b>Genre</b>	<i>Culex</i>
<b>Espèce</b>	<i>Culex pipiens</i>

### 3. Les insectes nuisibles à intérêt économique

Les insectes nuisibles peuvent causer des dommages importants à l'économie, que ce soit dans l'agriculture, la sylviculture, l'industrie alimentaire ou même les infrastructures (Trikmét, 2015). Par exemple, les ravageurs agricoles comme les pucerons, les chenilles et les criquets peuvent dévaster les cultures, entraînant des pertes financières importantes pour

Les agriculteurs et des répercussions sur la disponibilité des produits alimentaires (**Battinger, 2004**). De même, les insectes qui endommagent les structures humaines, tels que les termites et les charançons des grains, peuvent causer des dégâts considérables aux bâtiments, aux stocks de nourriture et aux infrastructures, nécessitant des investissements importants pour la prévention et l'éradication de ces ravageurs (**Maamar et Hmaizia, 2020**). La gestion efficace de ces insectes nuisibles est donc essentielle pour protéger l'économie et assurer la sécurité alimentaire (**Bellaoucha et Saidi, 2020**).

### 3.1. La pyrale indienne *Plodia interpunctella*

La pyrale indienne, *Plodia interpunctella*, est une espèce de papillon nuisible répandue dans le monde entier, souvent trouvée dans les entrepôts et les cuisines domestiques où elle infeste les aliments stockés tels que les céréales, les fruits secs et les noix (**Adarkwah et Schölle, 2012 ; Balachowsky, 1971**). Ce petit insecte de couleur brunâtre possède des ailes ornées de taches caractéristiques. Son cycle de vie comprend quatre stades distincts : œuf, larve, nymphe et adulte. Elle se trouve sur tous les territoires dans les habitats tropicaux (**Aissaoui, 2022**). Il représente un prédateur majeur des produits stockés en raison de son régime alimentaire varié, en particulier sur les fruits secs et les grains (**Doumandji, 1978**).



**Figure 06** : Adulte et larve de *P. interpunctella* (**Aissaoui, 2022 ; Sedira et Ramdani, 2018**)

#### 3.1.1. Classification de *Plodia interpunctella*

Selon **Sedira et Ramdani (2018)**, la position systématique de *Plodia interpunctella* est la suivante :

Tableau 05 : La position systématique de *Plodia interpunctella* (Sedira et Ramdani, 2018)

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Embrenchement</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Sous-classe</b>	Pterygota
<b>Super-ordre</b>	Holometabola
<b>Ordre</b>	Lepidoptera
<b>Famille</b>	Pyralidae
<b>Genre</b>	<i>Plodia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Plodia interpunctella</i> (Hubner, 1813)

### 3.2. Le charançon des grains *Rhyzopertha dominica*

*Rhyzopertha dominica*, communément appelé le charançon du riz, est un insecte ravageur qui infeste principalement les produits céréaliers stockés tels que le riz, le blé et le maïs. Ce petit coléoptère de couleur brun rougeâtre foncé mesure environ 2 à 3 millimètres de longueur et possède un museau distinctif (Benlameur, 2016). Originaire d'Asie, il est actuellement répandu dans l'ensemble des zones tropicales, subtropicales et tempérées chaudes. Son cycle de vie compose de quatre étapes : œuf, larve, pupa et adulte (Allane, 2020). Les adultes et les larves forment des galeries à l'intérieur des grains de céréales non endommagés, laissant seulement la coque externe (Ncibi, 2020).



Figure 07 : Adulte et larve de *R. dominica* (Oppert et al., 2022 ; Allane, 2020).

3.2.1. Classification de *Rhyzopertha dominica*

En 1792 Fabricius in Frappe (1938) a décrit *Rhyzopertha dominica*, sa classification est la suivant :

**Tableau 06** : La position systématique de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792), selon (Rechededdine et Messali, 2022).

<b>Régne</b>	Animal
<b>Embranchement</b>	Arthropode
<b>Sous embranchement</b>	Antennates ou Mandibulates
<b>Classe</b>	Insecte
<b>Sous classe</b>	Ptérygote
<b>Ordre</b>	Coléoptère
<b>Famille</b>	Bostrychidae
<b>Genre</b>	<i>Rhyzopertha</i>
<b>Espèce</b>	<i>Rhyzopertha dominica</i>

### 3.3. Le charançon de la farine *Tribolium castaneum*

*Tribolium castaneum*, également connu sous le nom de charançon de la farine, est un coléoptère de la famille des Tenebrionidae. Ce ravageur est particulièrement préjudiciable aux produits stockés, tels que la farine les céréales et les produits dérivés, en raison de sa capacité à se nourrir de ces matériaux (**Rahabi et al., 2023**). Originaire d'Asie mais désormais répandu dans le monde entier (**Kabri, 2022**). Son cycle de vie comprend quatre stades distincts : l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte (**Mbacké, 2018**). Leur présence peut entraîner des pertes considérables en réduisant à la fois la qualité et la quantité des produits stockés (**Boukhalifa et Merabet, 2023**).



**Figure 08 :** Adulte et larve de *T. castaneum* (**Khan et al., 2016**).

#### 3.3.1. Classification de *Tribolium castaneum*

La position systématique de *Tribolium castaneum* est la suivant, selon (**Haddad et al., 2017**)

Tableau 07 : La position systématique de *Tribolium castaneum* (Haddad et al., 2017).

<b>Régne</b>	Animalia
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Ordre</b>	Coleoptera
<b>Sous-ordre</b>	Polyphaga
<b>Super-famille</b>	Tenebrionoidea
<b>Famille</b>	Tenebrionidae
<b>Sous-famille</b>	Tenebrioninae
<b>Genre</b>	<i>Tribolium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Tribolium castaneum</i>

***Partie II :***  
***Partie Expérimentale***

---

# ***Chapitre01: Matériel et Méthodes***

---



Notre recherche a été menée au laboratoire pédagogique du département de science de la nature et de la vie, situé au centre universitaire Abdel Hafid Boussouf à Mila.

## **Objective**

Cette étude a pour but d'évaluer l'activité insecticide de l'huile essentielle de la plante *Crithmum maritimum* contre les larves de moustique *Culex pipiens*, et *Plodia interpunctella*, ainsi que son effet répulsif contre les insectes des denrées stockées *Tribolium castaneum* et *Rhyzopertha dominica*.

### **1. Matériel végétal**

#### **1.1 Récolte de la plante**

Notre matériel végétal a été constitué des feuilles et des grains de *Crithmum maritimum*. Cette plante a été récoltée de la plage Rocher Noir, Wilaya de Jijel Nord –Est de l'Algérie (36° 48 nord, 5° 46 est).

Les feuilles et les grains de *Crithmum maritimum* fraîchement cueillies ont été séchés pendant environ 20 jours dans un lieu sec, à l'abri de la lumière, avant d'être réduites en poudre végétale à l'aide d'un broyeur électrique. Ensuite, la poudre a été conservée à température ambiante



**Figure 09** : Région de la récolte (La Plage de Rocher Noir).

## 1.2 Présentation de la zone d'étude

La wilaya de Mila est située au nord-est de l'Algérie, dans la partie est de l'Atlas tellien. Elle culmine 464 m d'altitude et est distante de 33 km de la mer Méditerranée. Elle occupe une superficie de l'ordre de 3407 km, soit 0,13 % de la superficie du pays pour une population de 1006.199 habitants.

La wilaya de Mila est limitée :

- Au nord, par la wilaya de Jijel
- A l'est, par la wilaya de Constantine
- Au nord-est, par la wilaya de Skikda
- A l'ouest, par la wilaya de Sétif
- Au sud, par la wilaya de Batna
- Au sud-est, par la wilaya d'Oum El Boughi.



**Figure 10 :** Localisation géographique de la zone d'étude (wilaya de Mila).

## 1.3 Extraction des huiles essentielles

L'extraction de l'huile essentielle a été faite par la méthode d'hydrodistillation des feuilles et des grains sèches de *Crithmum maritimum* durant 3 heures à l'aide d'un appareil de type Clévenger. Un ballon de 500 ml est utilisé dans lequel on place 250 ml d'eau distillé et 250 g de matière végétale. L'eau est chauffée dans le chauffe-ballon jusqu'à ébullition, produisant de la vapeur qui transporte les composantes volatiles. Cette vapeur est ensuite dirigée

vers le réfrigérant maintenu entre 15°C et 18°C pour condenser les vapeurs. Une fois évaporées, les produits obtenus sont conservés dans des flacons en verre opaque à une température de 4°C (Merabet, 2018). L'huile essentielle a été déshydratée par le sulfate de sodium (Abed, messadia et al., 2021).



**Figure 11 :** Montage d'hydrodistillation (Clévenger)



**Figure 12 :** Huile essentielle de *C.maritimum*

#### **1.4 Détermination du rendement**

Selon la norme (AFNOR, 1999), le rendement en huile essentielle (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction ( $M'$ ) et la masse de la matière végétale utilisée ( $M$ ). Le rendement est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante:

$$\text{RHE (\%)} = \text{M}' / \text{M} * 100$$

**RHE** : Rendement en huile essentielle.

**M'** : Masse d'huile essentielle en gramme.

**M** : Masse de la matière végétale utilisée en gramme

## 2. Matériel entomologique

Dans le but d'étudier les propriétés insecticides et répulsives d'huile essentielle de la plante *Crithmum maritimum*, nous avons choisi les larves des moustiques : *Culex pipiens* et trois principaux ravageurs des denrées stockées : *Plodia interpunctella*, *Tribolium castaneum* et *Rhyzopertha dominica*.

### 2.1. Le moustique *Culex pipiens* L.

#### 2.1.1. Gîte prospecté

Durant la période du mois de février 2024, Une exploration préliminaire pour la collecte des larves de moustique a été menée dans la zone de l'Université Abd Alhafid Boussouf dans la wilaya de Mila, où un gîte artificiel a été sélectionné. Le choix du gîte s'est basé sur la présence de larves de culicidés dans un lot des gîtes, l'accessibilité et l'absence de traitement par les insecticides (**Hamaidia et Berchi, 2017**).



**Figure 13 :** Gite de collecte des larves de *C. pipiens*.

### 2.1.2. Technique d'échantillonnage

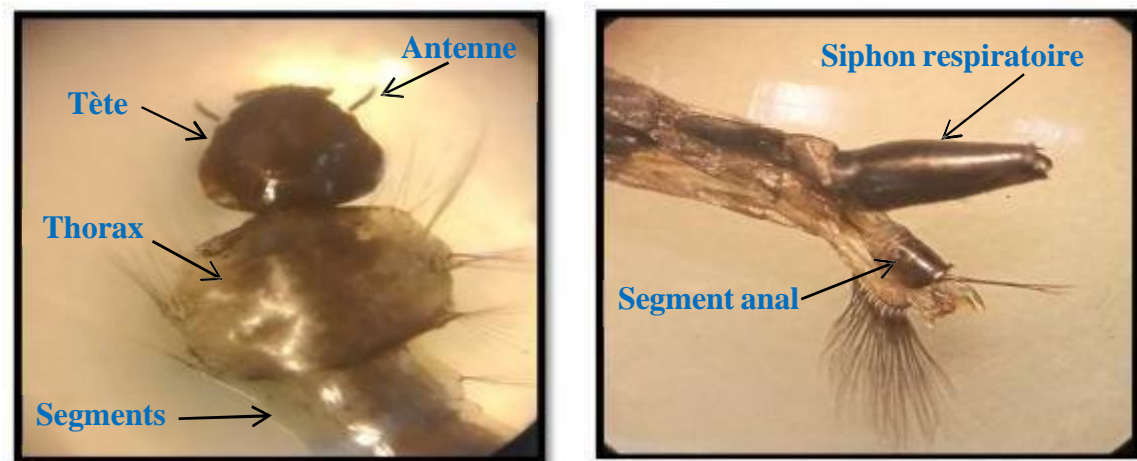
L'échantillonnage des larves est réalisé en utilisant la méthode du coup de louche ou "dipping" (Messai et al., 2011). Cette méthode implique d'immerger délicatement la louche dans l'eau, en veillant à ne pas perturber les larves, ce qui pourrait les inciter à se précipiter vers le fond. Si les larves ont été dérangées, il est conseillé d'attendre une minute ou deux jusqu'à ce qu'elles remontent à la surface, puis de reprendre la collecte (OMS, 2014), le contenu de la louche est vidé dans des récipients à chaque fois, qui seront ensuite transportés directement au laboratoire. Une partie des larves a été identifiée, tandis qu'une autre partie a été placée en élevage pour atteindre le stade adulte (Merabti et al., 2015).



**Figure 14 :** les larves de *C. pipiens* qui ont été récoltées.

### 2.1.3. Identification

Les spécimens ont été identifiés après avoir été traités dans une solution de potasse (KOH) à 10% pendant 10 minutes, suivis d'un rinçage à l'eau distillée (bains de 2 à 5 minutes). Ensuite, ils ont été déshydratés en passant à travers une série d'alcools de concentration croissante (70°, 90°, 100°) pendant 15 minutes pour éliminer toute l'eau résiduelle. Enfin, le montage a été effectué en plaçant les spécimens entre une lame et une lamelle dans une goutte de Baume de Canada. Les clés d'identification des larves ont été utilisées pour déterminer les spécimens (**Rioux, 1958 ; Messai et al., 2011**). La larve de *C.pipiens* se distingue par la présence d'un siphon bien développé, dont le bord inférieur sert de point d'attache pour les soies siphoniques, qui sont insérées par paires symétriques (**Rioux, 1958**), La larve de *C.pipiens* possède une tête munie d'antennes longues avec une touffe antennaire ramifiée, ainsi qu'une brosse buccale plus longue et plus touffue.



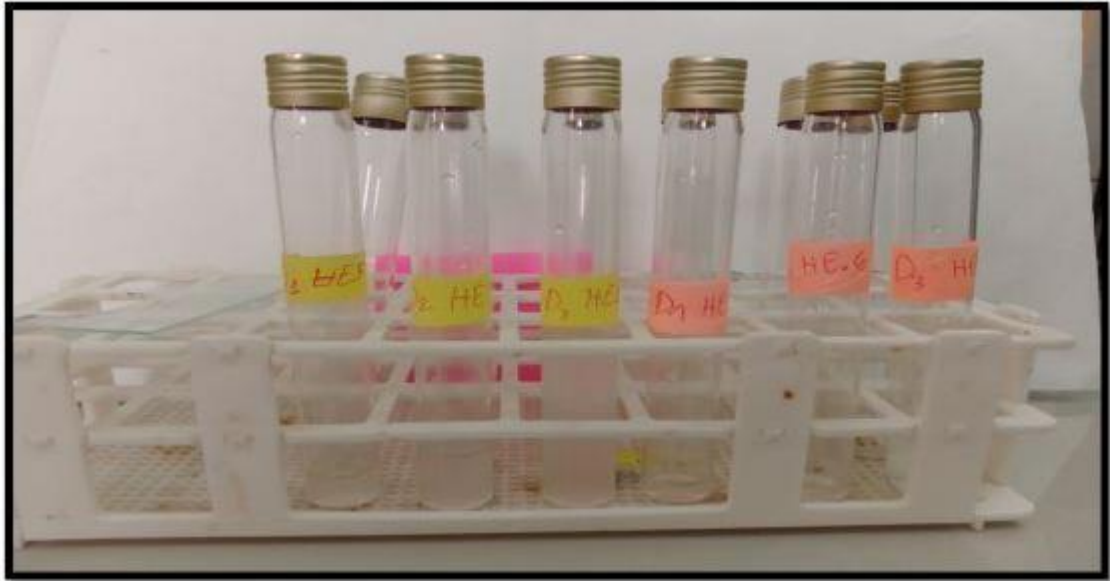
**Figure 15** : Identification morphologique de la larve de *Culex pipiens*

#### 2.1.4. Teste larvicide

Notre méthodologie de test est basée sur la technique des tests de sensibilité normalisés par l'Organisation mondiale de la santé pour évaluer la sensibilité des larves aux insecticides utilisés dans les campagnes de lutte (OMS, 2005 ; Aouinty et al., 2006). Nous avons préparé une solution mère contenant 10 mg d'huile essentielle de *Crithmum maritimum* avec 1 ml d'éthanol. Ensuite, en réalisant une série de dilutions, nous avons obtenu les concentrations suivantes : 25, 50 et 100 ppm. Chaque solution préparée, à raison de 1 ml, a été ajoutée à des gobelets contenant 99 ml d'eau distillée. Ensuite, 20 larves au stade L3 de *Culex pipiens* ont été placées en contact avec chaque solution. Un nombre égal de larves a été placé dans des gobelets témoins (El- Akhal et al., 2015).

- **Témoin du solvant** : 1ml éthanol est ajouté à 99 ml d'eau distillé + 20 larves.
- **Témoin normale** : 1ml eau est ajouté à 99 ml d'eau distillé + 20 larves.

Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque dilution ainsi que pour les témoins. Après 24h de contact nous avons dénombré les larves mortes et vivantes.



**Figure16 :** Tubes contiennent des solutions diluées d'huiles essentielles de *C.maritimum*.



**Figure17 :** Teste larvicide de l'huile essentielle de *C. maritimum* sur les larves de *Culex pipiens*.

### 2.1.5. Calcule des taux de la mortalité

Le pourcentage de mortalité constatée chez les larves de *Culex pipiens*, a été calculé à l'aide de la formule suivante (Baba Aissa et al., 2021) :

$$\text{MO (\%)} = (\text{Nombre d'individus morts} / \text{Nombre total des individus}) \times 100$$



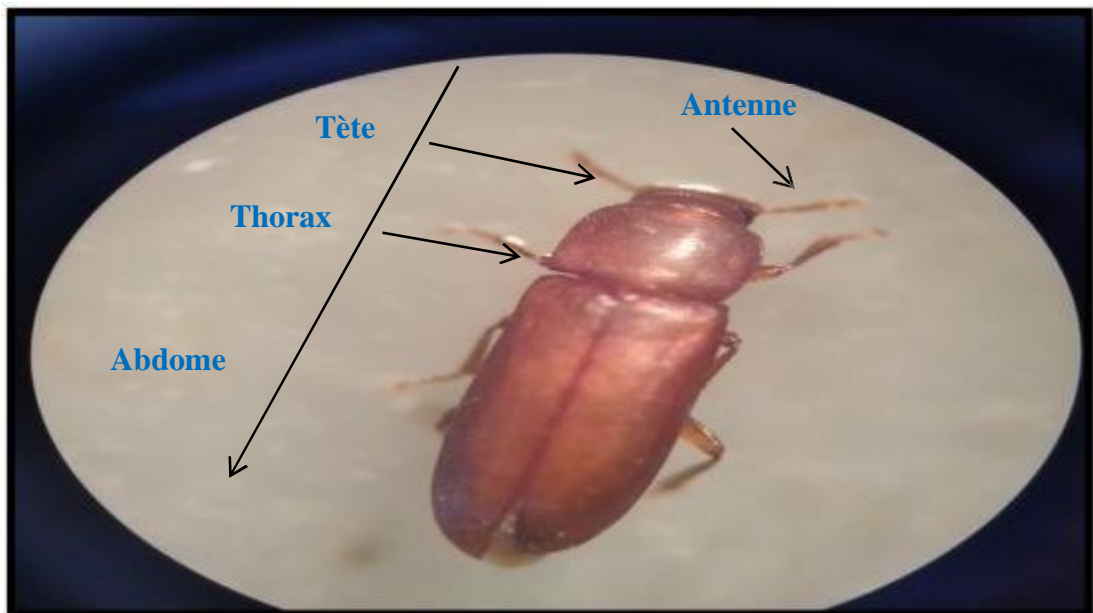
## 2.2. Les ravageurs des denrées stockées

### 2.2.1. Identification

Nous avons étudié des échantillons de blé tendre infestés par des insectes. Après les avoir tamisés, nous avons trié les insectes récupérés en fonction de leur ressemblance morphologique à l'aide d'une pince entomologique, puis nous les avons identifiés à l'aide d'une loupe binoculaire. L'identification implique de classer chaque insecte trouvé en déterminant sa famille, son genre et, si possible, son espèce, en se référant aux clés d'identification des principales espèces nuisibles dans les denrées stockées, appartenant aux familles des *Tenebrionidae* et des *Pyralidae* (Georg, 2017).

#### ❖ *Tribolium castaneum*

*Tribolium castaneum* adulte est en effet reconnaissable par sa couleur brun rougeâtre et par la distinction très nette des trois parties du corps : la tête, le thorax et l'abdomen. Les antennes de *T. castaneum* sont en forme de massue, et les trois derniers articles (segments) sont plus gros et forment une masse distincte à l'extrémité de chaque antenne, la larve de *T. castaneum* à deux urogomphes à extrémité très aigüe et brun foncé. Cette caractéristique est souvent utilisée pour distinguer *T. castaneum* d'autres espèces de coléoptères.



**Figure18** : Adulte de *Tribolium castaneum*

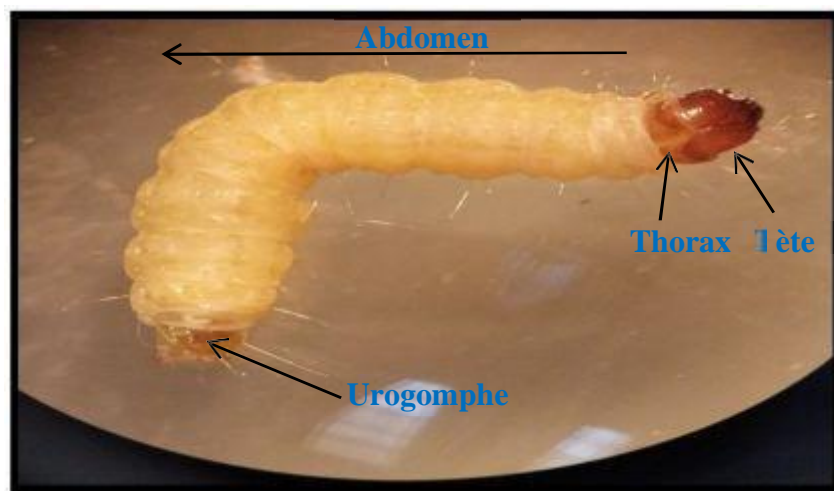
❖ *Plodia interpunctella*

Les adultes de *Plodia Interpunctella* mesurent généralement environ 10 mm de long, avec une envergure pouvant atteindre jusqu'à 30 mm. Leurs ailes antérieures affichent une intéressante dichotomie de couleur : la partie basale est d'un blanc délicat tandis que l'autre moitié revêt une teinte brun cuivré.



**Figure19:** Adulte de *Plodia interpunctella*

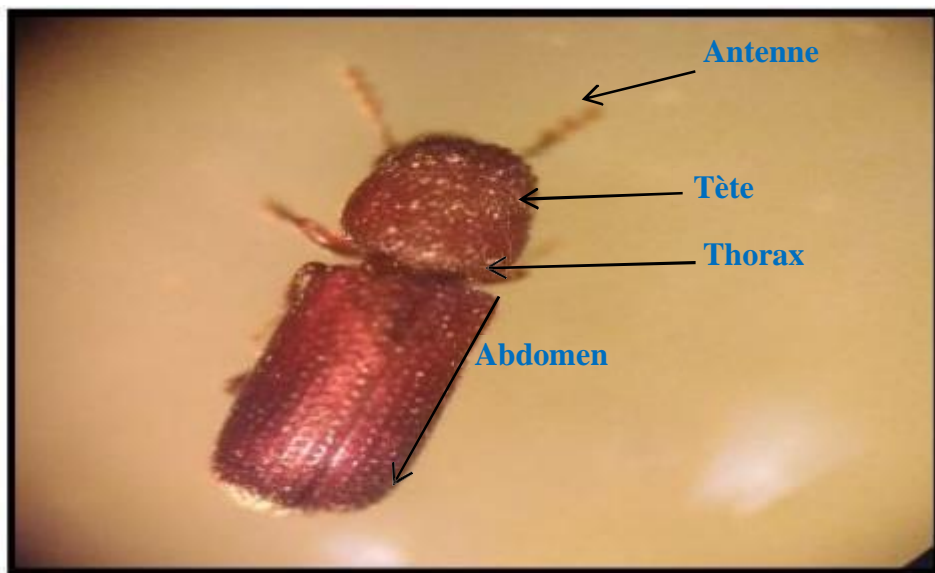
Les larves de *Plodia interpunctella* se caractérisent par leur teinte ivoire et leur tête brunâtre. Leur taille, lorsqu'elles parviennent à maturité, varie entre 9 et 19 mm. Elles ont la particularité de tisser des fils de soie pour retenir leurs excréments, ce qui peut entraîner la contamination des produits alimentaires, les rendant ainsi impropres à la consommation.



**Figure 20:** Larve de *Plodia interpunctella*

❖ *Rhyzopertha dominica*

*Rhyzopertha dominica* est un insecte de petite taille, mesurant généralement entre 2 et 3 millimètres de longueur. Son corps est allongé et segmenté, avec une tête bien différenciée portant des antennes composées de onze articles. Les yeux sont généralement petits et situés de chaque côté de la tête. Le thorax est composé de trois segments distincts, chacun portant une paire de pattes articulées. Les élytres peuvent être courts et ne couvrir qu'une partie de l'abdomen ou peuvent être absents chez certaines populations. L'abdomen est composé de neuf segments visibles. La coloration varie du brun au noir, parfois avec des nuances de rougeâtre. Cette espèce est connue pour être un ravageur des grains stockés, se nourrissant principalement des parties internes des céréales.



**Figure 21:** Adulte de *Rhyzopertha dominica*

### 2.2.2. Elevage des insectes

Nous avons élevé en masse les deux espèces de ravageurs étudiées dans de la semoule de blé, à une température d'environ 32,8°C et une humidité de 60% dans l'obscurité du laboratoire. Ces élevages de masse ont été réalisés dans des récipients en plastique ayant une hauteur variant de 15 cm et un diamètre allant jusqu'à 25 cm. Les récipients ont été remplis aux trois quarts de semoule fine saine, dans laquelle ont été introduits des centaines d'insectes d'âge indéterminé. Ensuite, ces récipients ont été recouverts d'un tissu à mailles fines pour

assurer une aération adéquate. L'objectif de cet élevage était de maintenir et d'obtenir plusieurs générations d'insectes afin d'augmenter le nombre d'individus pour notre étude (Hamidouche, 2020).

Par la suite, nous avons effectué un tamisage pour séparer les larves et les adultes de chaque espèce de l'élevage en masse. Ces spécimens ont ensuite été placés dans des boîtes de Pétri mesurant 9 cm de diamètre et 1,5 cm de hauteur pour les tests de contact.



**Figure22:** Elevage de *Tribolium castaneum* au laboratoire

### **2.2.3. Teste larvicide**

Une solution mère contenant 10 mg d'huile essentielle a été préparée en le dissolvant dans 1 ml d'éthanol. Différentes doses (25, 50 et 100 ppm) ont été préparées dans de l'éthanol et appliquées sur des disques de papier filtre circulaire (Whatman n°1). Après évaporation de solvant pendant 5 à 10 min, les disques de papier traités ont été placés dans les boîtes de Pétrie. Un témoin positif de 1ml de solvant seul a été utilisé. Chaque boîte de Pétrie contenait 20 larves de *P. interpunctella*. Il y avait quatre répétitions pour chaque concentration des extraits, ainsi que pour le contrôle positif et le contrôle non traité. Après 24 heures d'exposition aux extraits, la mortalité des larves a été enregistrée.

#### 2.2.4. Teste répulsif

Une solution mère contenant 15 mg d'huile essentielle de *C. maritimum* a été préparée en le dissolvant dans 1 ml d'éthanol. Différentes doses (35,5 , 75 et 150 ppm ) ont été préparées dans de l'éthanol. Des disques de papier filtre d'un diamètre de 9 cm sont divisés en deux parties égales. Une moitié du papier est imprégnée avec l'huile essentielle (1 mL) afin d'assurer une répartition homogène, tandis que l'autre moitié est laissée sans traitement. Ensuite les moitiés du papier imprégnées sont séchées à l'air libre pendant 5 à 10 minutes avant d'être reconstituée en disques et placée dans des boîtes de Pétri. Dans chaque boîte, 20 individus de *Rhyzopertha dominica* sont disposés au centre du papier filtre, avec quatre répétitions pour chaque dose. Le même protocole est répété pour le *Tribolium castaneum*, avec 20 insectes par boîte. Après un traitement de 2 heures, le dénombrement de ces insectes sur les demi-disques est effectué.

Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisée par (Nerio et al., 2009) et classé selon (Donald et al., 1970).

$$\text{Pourcentage de répulsion (\%)} = (\text{NC} - \text{NT}) / (\text{NC} + \text{NT}) \times 100$$

**NC** : Nombre d'insectes présents sur le demi-disque sèche.

**NT** : Nombre d'insecte présents sur le demi-disque traité avec l'huile de *Crithmum maritimum*.

**Tableau 08** : Pourcentage de répulsion selon le classement de (Mc Donald et al., 1970)

Classes	Taux de répulsion	Propriétés
<b>0</b>	<0 ,1%	N'est pas répulsive
<b>I</b>	0,1%-20,0%	Très faiblement répulsive
<b>II</b>	20,1%-40,0%	Faiblement répulsive
<b>III</b>	40,1%-60,0%	Modérément répulsive
<b>IV</b>	60,1-80,0%	Répulsive
<b>V</b>	80,1%-100,0%	Très répulsive



**Figure 23:** Teste répulsif d'huile de *Crithmum maritimum* sur les adultes de *Tribolium castaneum*.

### 3. Calculs statistiques

L'analyse statistique a été réalisée au moyen du logiciel SPSS Statistics version 22.0. Toutes les données ont été représentées en termes de moyennes  $\pm$  écart-types. Les valeurs de  $DL_{50}$  et  $DL_{95}$  ont été déterminées à l'aide d'un graphique log-probit.

# ***Chapitre 02:*** ***Résultats et Discussion***

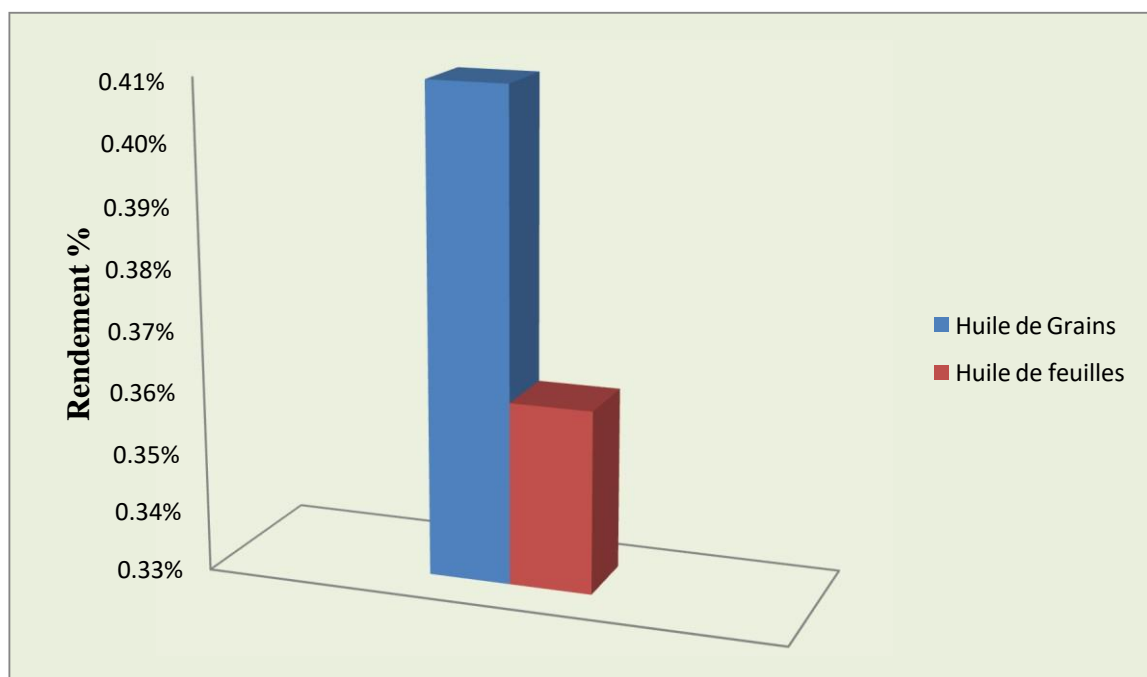
---

### 1. Rendement des huiles essentielles des grains et feuilles de *Crithmum maritimum*

L'hydro-distillation des grains et feuilles de la plante *C. maritimum* a abouti à l'obtention d'une huile essentielle liquide, présentant une texture huileuse et dégageant une forte odeur. Les grains ont produit une huile de couleur jaune pâle avec un rendement de 0,41%, tandis que les feuilles ont donné une huile de couleur jaune verdâtre avec un rendement de 0,36%.

**Tableau 09** : Rendement des grains et des feuilles de *Crithmum maritimum*

	Huile de Grains	Huile de feuilles
<b>Rendement</b>	0,41%	0,36%



**Figure24**: Rendement d'HE des grains et feuilles de *C. maritimum*

Les résultats obtenus dans notre étude révèlent un rendement en huile essentielle (HE) de *C. maritimum* de 0,41% pour les grains et de 0,35% pour les feuilles. Cette étude offre une contribution significative à la compréhension de la production d'HE dans cette espèce, mais nécessite une mise en contexte avec les résultats antérieurs pour une interprétation complète.

Comparativement, les résultats obtenus dans notre étude sont cohérents avec plusieurs recherches précédentes. Par exemple, (Alloun, 2019) a rapporté un rendement de 0,45% pour la même espèce, tandis que (Senatore et al., 2000), ont observé des rendements variant de



0,17% à 0,19% pour des échantillons de différentes régions de Turquie (Antalya et Mersin). Ces variations peuvent être attribuées à des différences géographiques, génétiques et méthodologiques entre les études.

D'après (**Baser et al., 2000**), l'hydrodistillation des parties aériennes de *C. maritimum* récoltées dans la région de Bolu Abant en Turquie a produit un rendement en huile essentielle de 0,18%.

Selon l'étude de (**Ruberto et al., 2000**), réalisée sur un échantillon de *C. maritimum* provenant de Sicile, en Italie, le rendement en huile essentielle était de 0,18%.

En outre, (**Boutellaa, 2020**), a observé des rendements plus élevés pendant les stades de végétative floraison et de fructification sont 0,51%, 0,56% et 0,71% successivement, ce qui suggère que le moment de la récolte peut influencer considérablement les rendements en HE. Ces observations soulignent l'importance de prendre en compte le stade de croissance de la plante lors de la collecte des échantillons pour l'extraction d'HE.

Selon (**Pateira et al., 1999**), des rendements oscillants entre 0,2% et 0,5% ont été obtenus pour la même espèce collectée au Portugal, en fonction du stade de croissance. Les rendements les plus élevés ont été observés pendant les stades de floraison et de fructification.

Selon (**Generalic et al., 2016**), des rendements de l'ordre de 0,19%, 0,55% et 2,44% ont été enregistrés pour les tiges, les feuilles et les fleurs respectivement de la variété croate de *C. maritimum*.

Il est également intéressant de noter que la composition chimique de l'HE peut varier en fonction de divers facteurs, tels que le génotype de la plante, les conditions environnementales et les méthodes d'extraction. Ainsi, même si les rendements peuvent être comparables entre différentes études, la composition et les propriétés de l'HE peuvent différer considérablement (**Bakkali et al., 2008**).

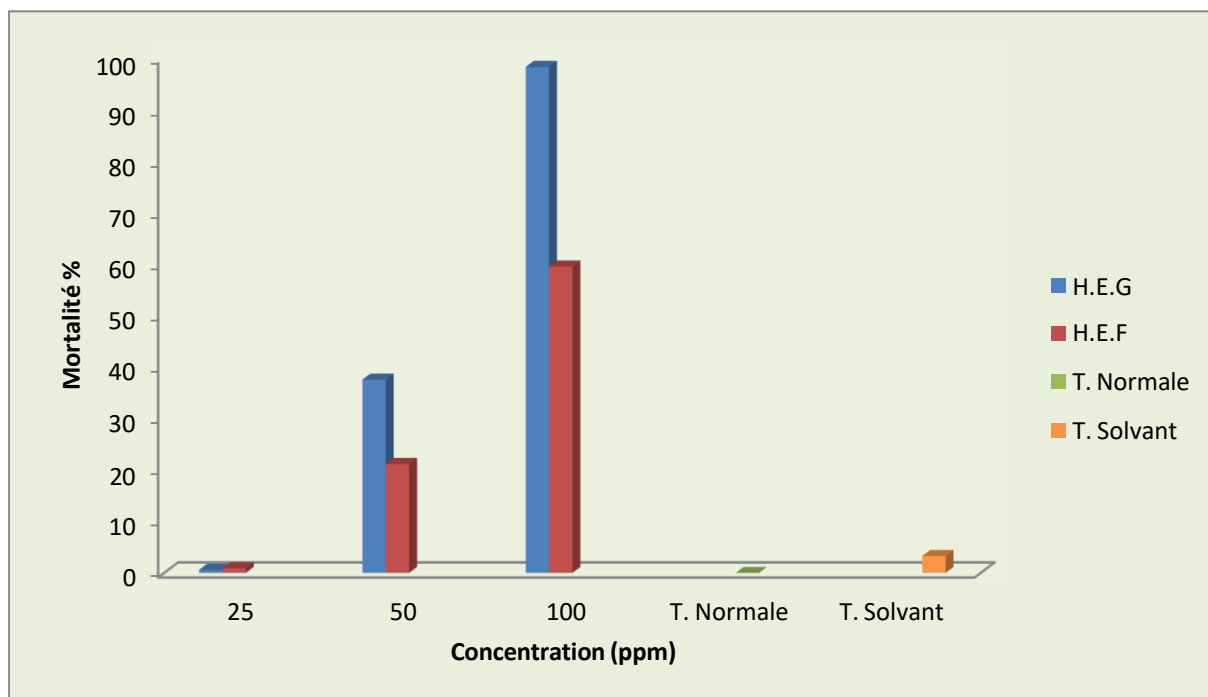
Notre étude apporte une contribution significative à la littérature sur la production d'HE de *C. maritimum*, en fournissant des données précieuses sur les rendements dans cette espèce. Cependant, une comparaison approfondie avec les résultats antérieurs met en lumière la complexité de ce processus et souligne la nécessité de considérer plusieurs facteurs pour une interprétation précise des données.

**2. Effet larvicide des huiles essentielles de *Crithmum maritimum* contre les larves de *C. pipiens* après 24h**

Selon les résultats, on observe que le pourcentage de mortalité augmente avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle. Cependant, il y a une observation intrigante : à une concentration de 25 ppm, le taux de mortalité est faible (0,61% pour les grains et 0,93% pour les feuilles), puis il augmente à des concentrations plus élevées. À 50 ppm, la mortalité est de 37,61% pour les grains et 21,2% pour les feuilles. À une concentration de 100 ppm, la mortalité est très élevée (98,4% pour les grains et 59,6% pour les feuilles).

**Tableau10 :** Effet larvicide des huiles essentielles de *C. maritimum* contre les larves de *C. pipiens* après 24h

	<b>Concentration (ppm)</b>	<b>Mortalité (%)</b>
<b>H.E.de grains</b>	25	0,61±0
	50	37,6±0,7
	100	98,4±0
<b>H.E de feuille</b>	25	0,93±4,5
	50	21,2±1,52
	100	59,6±1
<b>T. Normale</b>	0	0±0
<b>T. Solvant</b>	0	3,3±0,57



**Figure 25 :** Pourcentages de mortalité des larves L3 de *C. pipiens*, traitées par différentes concentrations d'HE de *C. maritimum* après 24h.

### 3. Doses létale (DL<sub>50</sub>-DL<sub>95</sub>) des huiles essentielles de *Crithmum maritimum* contre les larves de *Culex pipiens*

Les données présentées dans le tableau ci-dessous mettent en évidence les propriétés insecticides des huiles essentielles de grain et de feuilles de *C. maritimum* contre les larves de *C. pipiens*.

L'huile essentielle de grain démontre une toxicité supérieure, avec une DL<sub>50</sub> de 56,43 ppm, comparativement à l'huile essentielle de feuilles qui présente une DL<sub>50</sub> de 88,37 ppm.

Cela suggère que les larves de *Culex pipiens* sont plus sensibles à l'huile essentielle de grain. Par ailleurs, les valeurs de DL<sub>95</sub>, qui représentent les doses nécessaires pour tuer 95% de la population de larves, sont nettement plus élevées, indiquant une résistance accrue à des concentrations plus élevées d'huiles essentielles. Ces résultats soulignent la variabilité de la sensibilité des larves à différentes concentrations d'HE et mettent en lumière le potentiel des huiles essentielles de *C. maritimum* comme alternative naturelle et respectueuse de l'environnement aux pesticides conventionnels dans la lutte contre les larves de *C. pipiens*.

**Tableau11** : Doses létales (**DL<sub>50</sub>** et **DL<sub>95</sub>**) des huiles essentielles de *Crithmum maritimum* contre les larves de *Cx. Pipiens* après 24h

	LD <sub>50</sub> (ppm)	LD <sub>95</sub> (ppm)	X <sup>2</sup>	P
<b>H.E. Grains</b>	56,43	89,89	0,06	0,002
<b>H.E. Feuilles</b>	88,37	167,24	0,01	0,01

**LD<sub>50</sub>-LD<sub>95</sub>** : La dose létale pour tuer 50% et 95% des larves après 24h respectivement

**X<sup>2</sup>** : Khi-deux

**P** : Valeur signifiante

### Discussion :

La variation de l'efficacité des extraits botaniques contre les populations de moustiques peut être influencée par des facteurs tels que la spécificité des espèces végétales, le stade de développement, les organes végétaux utilisés, les propriétés physico-chimiques et la composition chimique des huiles essentielles, les conditions environnementales, les méthodes d'extraction, les processus de séchage, la période et le milieu de culture, ainsi que les pratiques agronomiques (**Sukumar et al., 1991**).

Les huiles essentielles peuvent être présentes et stockées dans divers organes végétaux, notamment les feuilles, les fleurs, les écorces, les racines, les rhizomes, les fruits et les grains (**Hernandez Ochoa, 2005**). L'efficacité larvicide des huiles essentielles sur diverses espèces d'insectes est associée à l'action de leurs principaux composants (**Badalamenti et al., 2021 ; Dris et al., 2017**).

Nos résultats indiquent que l'HE de grain de *C. maritimum* a une toxicité supérieure contre *C. pipiens*, par rapport à l'huile essentielle de feuilles. Cela suggère que l'HE de grain pourrait être plus efficace pour contrôler cette espèce de moustique. Cependant, l'étude de **Pavela et al., (2017)** rapporte des valeurs de DL<sub>50</sub> plus basses (13,7 µL/Larve pour l'huile des grains et 15,6 µL/L pour l'huile des parties aériennes) pour l'efficacité des HE de *C. maritimum* contre les larves de *C. quinquefasciatus*. Ces différences pourraient être dues à des variations dans la sensibilité des différentes espèces de moustiques aux huiles essentielles de *C. maritimum*.

Il est également possible que les différences dans les méthodes d'extraction et de préparation des HE puissent influencer leur efficacité. Par exemple, les huiles essentielles peuvent varier en fonction de la partie de la plante utilisée, du moment de la récolte, des conditions de croissance de la plante, et des méthodes d'extraction et de distillation (**Benelli et al., 2018 ; Trichi, 2020**).

En ce qui concerne les propriétés chimiques des huiles essentielles de *C. maritimum*, elles contiennent des composés tels que le gamma terpinène, le beta phèllandrène, le para cymène, le dillapiole et le thymol méthyl éther (**Boutellaa, 2020**). Ces composés sont connus pour leurs propriétés insecticides et pourraient contribuer à l'efficacité des huiles essentielles contre les moustiques (**Grison et Moderc, 2019**).

Les résultats de cette étude ajoutent à la compréhension de l'efficacité des huiles essentielles de *Crithmum maritimum* contre les moustiques et soulignent la nécessité de poursuivre les recherches pour optimiser leur utilisation en tant qu'alternatives naturelles aux pesticides conventionnels. Il serait intéressant d'explorer davantage les facteurs qui peuvent influencer l'efficacité des huiles essentielles, tels que les variations dans la composition chimique des huiles et la sensibilité des différentes espèces de moustiques.

#### **4. Effet larvicide de l'huile essentielle de *C. maritimum* contre les larves de *P. interpunctella***

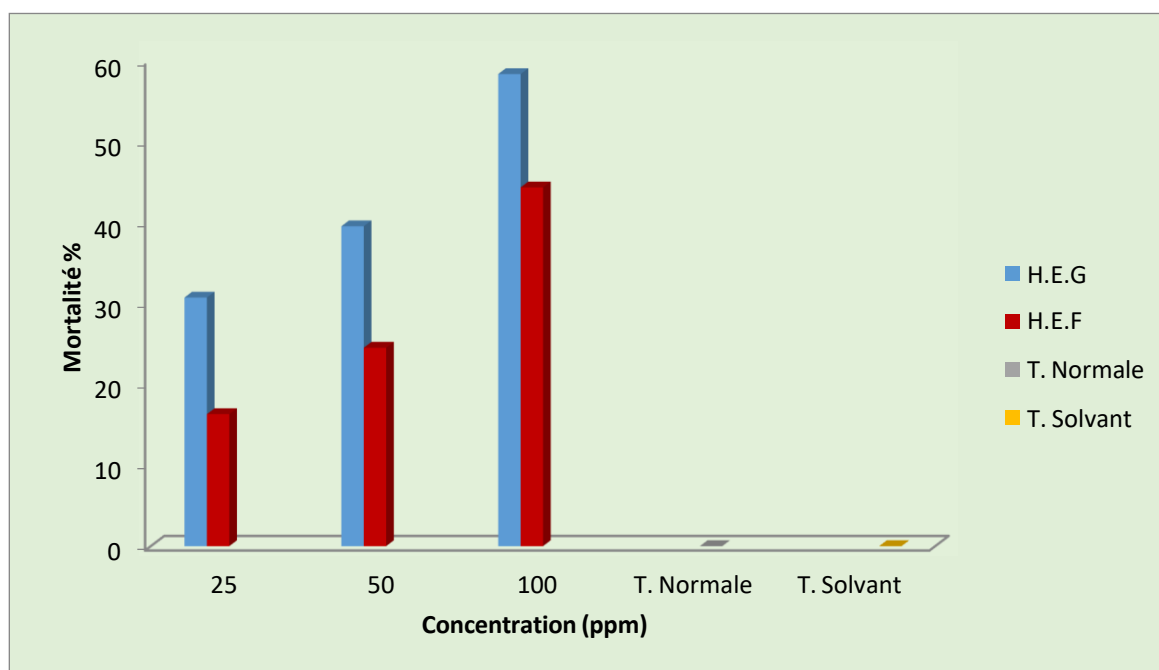
Les résultats de notre recherche, sont présentés dans le tableau et le graphique ci-dessous, obtenus sur une période de 24 heures, démontrent que les huiles essentielles extraites à la fois des feuilles et des grains de *C. maritimum* ont une activité larvicide contre *P. interpunctella*. Une tendance dose-dépendante significative est observée, où l'augmentation de la concentration d'huile essentielle entraîne une augmentation significative de la mortalité des insectes.

À une concentration de 25 ppm, l'huile essentielle des feuilles a provoqué une mortalité de 16,3 %, tandis que celle des grains a montré une mortalité de 30,7 % à la même concentration. En augmentant la concentration à 50 ppm, la mortalité augmente à 24,5 % pour l'huile des feuilles et à 39,5 % pour l'huile des grains. À la concentration la plus élevée testée (100 ppm), la mortalité atteint 44,3 % pour l'huile des feuilles et 58,3 % pour l'huile des grains.

L'huile essentielle des grains semble être plus efficace que celle des feuilles, avec des pourcentages de mortalité plus élevés observés à toutes les concentrations testées.

**Tableau 12 :** Effet larvicide d'huile essentielle des feuilles et des grains de *C. maritimum*. Contre les larves de *P. interpunctella*.

Extraits	Concentration (Ppm)	Mortalité %
H.E. F	25	16,3±0,01
	50	24,5±0,1
	100	44,3±0,3
H.E. G	25	30,7±0,2
	50	39,5±0,6
	100	58,3±0,01
T. normale	0	0
T. solvant	0	0



**Figure 26 :** Effet larvicide d'huile essentielle des feuilles et des grains de *C. maritimum* contre les larves de *P. interpunctella*.

### 5. Dose létale (DL<sub>50</sub>) et (DL<sub>95</sub>) des huiles essentielles de *C. maritimum* contre les larves de *P. interpunctella*.

La méthode des probits est utilisée pour estimer la dose létale pour 50 % de la population des insectes, lorsqu'on compare la toxicité des huiles essentielles testées. Les taux de mortalité sont convertis en probits, puis une régression logarithmique de la dose est réalisée en fonction des probits de mortalité à l'aide du logiciel SPSS pour déterminer la DL<sub>50</sub> de chaque huile essentielle à tester.

Les données indiquent que l'huile essentielle des grains de *C. maritimum* présente une toxicité plus élevée que celle des feuilles, avec une LD<sub>50</sub> de 78,02 par rapport à 113,19 pour les feuilles. Cependant, en ce qui concerne la LD<sub>95</sub>, l'huile essentielle des feuilles a une valeur plus élevée de 264,12 par rapport à 251,36 pour les grains, ce qui suggère que les feuilles pourraient être légèrement plus toxiques à des doses plus élevées. Ces résultats soulignent la nécessité de prendre en compte à la fois la partie de la plante utilisée et les doses lors de l'évaluation de la toxicité des huiles essentielles de *C. maritimum*.

**Tableau 13 :** Doses létale (LD<sub>50</sub>) et (LD<sub>95</sub>) des huiles essentielles des feuilles et des grains de *C. maritimum* contre les larves de *P. interpunctella*.

Huile	LD <sub>50</sub>	LD <sub>95</sub>	X <sup>2</sup>	P
H.E. F	113,19	264,12	0,09	0,25
H.E. G	78,02	251,36	0,05	0,29

**LD<sub>50</sub>-LD<sub>95</sub> :** La dose létale pour tuer 50% et 95% des larves après 24h respectivement

X<sup>2</sup> : Khi-deux

P : valeur signifiante

#### Discussion

Les résultats de cette étude indiquent que l'huile essentielle extraite des grains de *C. maritimum* présente une toxicité plus élevée contre les larves de *P. interpunctella* par rapport à celle extraite des feuilles. Ces résultats sont cohérents avec d'autres recherches qui ont montré une variabilité dans l'activité insecticide des huiles essentielles en fonction de leur source et de leurs composants (Shojaaddini, 2008).

En examinant d'autres études, il est intéressant de noter que l'huile essentielle de *C. maritimum* a également montré une activité significative contre d'autres insectes. Par exemple, dans une étude antérieure menée par **Polatoglu et al., (2016)**, l'huile essentielle de *C. maritimum* a démontré une activité élevée au contact contre *Sitophilus oryzae*, suggérant une efficacité variable de cette huile selon les espèces cibles. De plus, des recherches antérieures ont souligné l'importance des composants spécifiques des huiles essentielles dans leur efficacité insecticide. Par exemple, des huiles riches en  $\alpha$ -terpinène et en  $\beta$ -phellandène ont montré une forte activité contre *S. oryzae* (**Kedia et al., 2015 ; Prieto et al., 2011**).

Selon **Boutellaa (2020)** l'huile essentielle de *C. maritimum* est riche en  $\alpha$ -terpinène et  $\beta$ -phellandène. Cette constatation est pertinente dans le contexte de notre étude, où l'activité de l'huile essentielle de *C. maritimum* contre *Plodia interpunctella* pourrait être attribuée à ses composants spécifiques.

Ces résultats mettent en lumière l'importance de comprendre la variabilité de l'activité insecticide des huiles essentielles en fonction de leur source, de leurs composants et des espèces cibles. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour élucider les mécanismes sous-jacents à ces différences d'efficacité et pour exploiter pleinement le potentiel des huiles essentielles comme agents de lutte contre les ravageurs agricoles.

#### **6. Effet répulsif des huiles essentielles de *C. maritimum* contre les larves de *T. castaneum* et *R. dominica*.**

Les résultats de notre étude sur l'effet de l'huiles essentielle des feuilles et des grains de plante *C. maritimum* sur *T. castaneum* et *R. dominica*, ce qui nous avons pris après 24 h. indiqués dans le tableau et le graphique ci-dessous, tendent à l'huile essentielle des feuilles et des grains de *C. maritimum* présente un effet répulsif significatif contre *T. castaneum* et *R. dominica* à différentes concentrations.

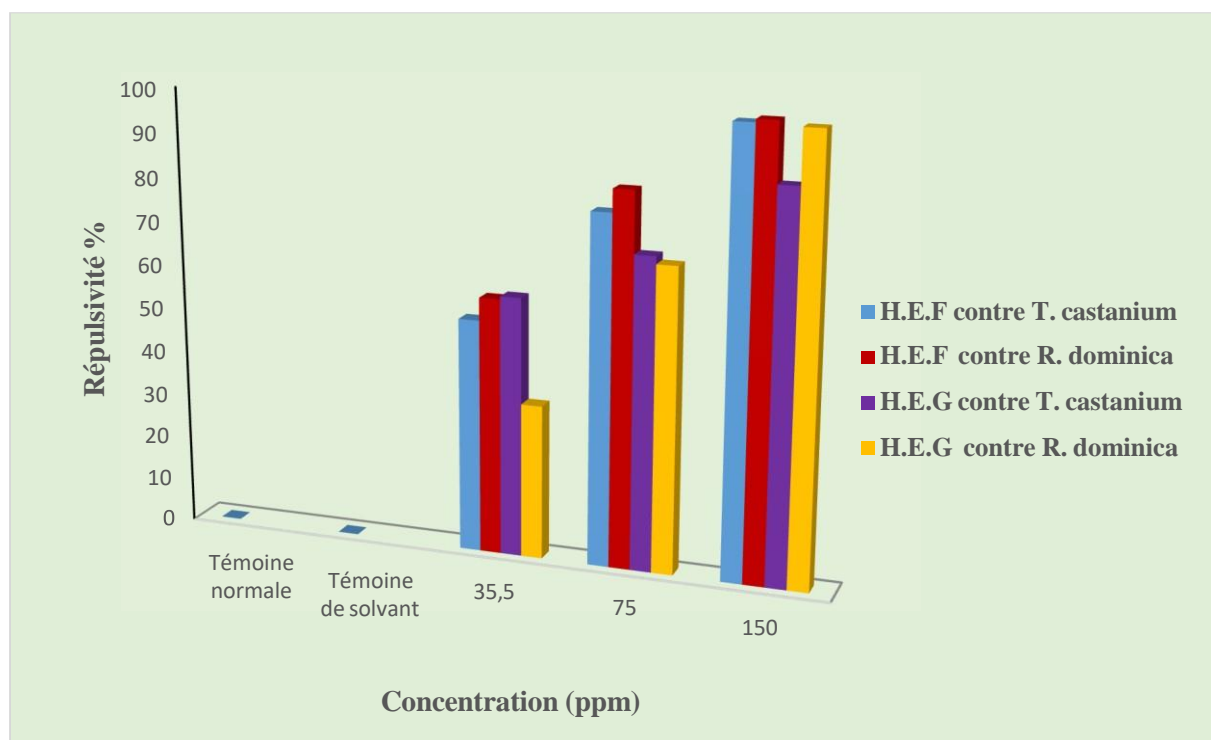
Pour l'huile essentielle des feuilles, on observe une augmentation de la répulsivité avec l'augmentation de la concentration, atteignant jusqu'à 98,6 % et 99,3 % respectivement pour les deux types d'insectes à une concentration de 150 ppm. Quant à l'huile des grains, elle présente également une augmentation de la répulsivité avec l'augmentation de la concentration, mais à des pourcentages légèrement inférieurs, atteignant jusqu'à 86,3 % et 98,2 % respectivement pour *T. castaneum* et *R. dominica* à une concentration de 150 ppm.



Ces résultats signalent que les deux types d'huile essentielle peuvent être efficaces pour repousser ces ravageurs, bien que l'huile des feuilles apparaisse être légèrement plus performant à des concentrations élevées.

**Tableau 14 :** Effet répulsif de l'huile essentielle des feuilles et des grains de *C. maritimum* contre *T. castaneum* et *R. dominica*.

<b>Huiles</b>	<b>Insectes</b>	<b>Concentration (ppm)</b>	<b>Répuulsivité (%)</b>
<b>H.E. F</b>	Les Adultes de <i>T. castaneum</i>	35.5	52,5±0
		75	78,2±1,41
		150	98,6±0
	Les Adultes de <i>R. dominica</i>	35.5	57.6±2,1
		75	83,3±0,7
		150	99,3±0,8
<b>H.E. G</b>	Les Adultes de <i>T. castaneum</i>	35.5	58,3±0,7
		75	69,7±0,3
		150	86,3±0,05
	Les Adultes de <i>R. dominica</i>	35.5	34,7±1,4
		75	68±0,7
		150	98,2±0,9
<b>T. normale</b>		0	0
<b>T. solvant</b>		0	0



**Figure 27 :** Effet répulsif d'huile essentielle des feuilles et des grains de *C. maritimum* contre *T. castaneum* et *R. dominica*.

### 7. Dose répulsif ( $RD_{50}$ ) et ( $RD_{95}$ ) des huiles essentielles de *C. maritimum* contre les larves de *R. dominica* et *T. castaneum*.

La valeur  $RD_{50}$  représente la dose qui repousse 50% des insectes. Ainsi, une valeur  $RD_{50}$  plus faible indique une plus grande efficacité de l'huile essentielle. D'après les résultats présentés dans le tableau ci-dessous, on peut observer que l'efficacité des huiles essentielles varie en fonction de l'insecte et de la partie de la plante à partir de laquelle l'huile est extraite.

Pour *R. dominica*, l'huile essentielle extraite des feuilles semble être plus efficace ( $RD_{50}$  de 25,77 ppm) que celle extraite des grains ( $RD_{50}$  de 53,54 ppm). Cela suggère que les feuilles peuvent contenir des composés plus toxiques pour *R. dominica*.

En revanche, pour *T. castaneum*, l'huile essentielle extraite des feuilles semble être moins efficace ( $RD_{50}$  de 32,28 ppm) que celle extraite des grains ( $RD_{50}$  de 8,15 ppm). Cela pourrait indiquer que les grains contiennent des composés plus toxiques pour *T. castaneum*.

Il est également intéressant de noter que les valeurs de RD<sub>50</sub> sont généralement plus élevées, ce qui indique une plus grande résistance à des concentrations plus élevées d'huiles essentielles.

**Tableau 15** : Dose répulsive (RD<sub>50</sub>) et (RD<sub>95</sub>) des huiles essentielles des feuilles et des grains de *C. maritimum* contre *R. dominica* et *T. castaneum*.

Insectes	Huiles	RD <sub>50</sub> (ppm)	RD <sub>95</sub> (ppm)	X <sup>2</sup>	P
<i>R. dominica</i>	H.E. F	25,77	109,20	0,08	0,19
	H.E.G	53,54	129,20	0,29	0,08
<i>T. castaneum</i>	H.E.F	32,28	122,44	0,33	0,096
	H.E.G	8,15	221,8	0,01	0,24

**RD<sub>50</sub>- RD<sub>95</sub>** : La dose répulsive pour repousser 50% et 95% des insectes après 2h respectivement

**X<sup>2</sup>** : Khi-deux

**P** : valeur signifiante

### Discussion

Les résultats de cette étude révèlent une augmentation significative de la répulsivité des huiles essentielles extraites des feuilles et des grains de *C. maritimum* en fonction de la concentration contre les insectes de *T. castaneum* et *R. dominica*.

Ces résultats sont cohérents avec d'autres études qui ont montré que la répulsivité des huiles essentielles peut varier en fonction de leur concentration et de la composition spécifique des composants actifs. Par exemple, dans une recherche antérieure menée par **Ben Mustapha et al., (2020)**, l'huile essentielle des feuilles fraîches de *C. maritimum* et ses fractions contre *T. castaneum* a montré des propriétés répulsives plus marquées à des concentrations plus élevées.

L'observation que l'huile essentielle des feuilles présente une répulsivité plus élevée que celle des grains est également intéressante. Cela peut indiquer que les composants actifs responsables de la répulsivité sont plus concentrés dans les feuilles que dans les grains de *C. maritimum*. Cependant, même avec des pourcentages légèrement inférieurs, l'huile des grains a néanmoins montré une répulsivité significative, notamment contre *T. castaneum* et *R.*

*dominica*. Il est important de noter que la répulsivité des huiles essentielles peut varier en fonction de nombreux facteurs, y compris la concentration de l'huile, la composition spécifique des composants actifs, l'espèce cible, et d'autres conditions environnementales (Nouri Ganbalani et al., 2023 ; Elimem et al., 2019). Par conséquent, il est essentiel de réaliser des recherches supplémentaires pour comprendre pleinement l'efficacité et les mécanismes d'action des huiles essentielles comme répulsifs. Ces constatations fournissent des informations précieuses pour explorer davantage l'utilisation de ces huiles essentielles comme agents de lutte contre les ravageurs agricoles, en particulier en ce qui concerne leur potentiel de répulsion contre les insectes nuisibles.

# Conclusion

---

## Conclusion

---

L'utilisation des produits chimiques synthétiques dans la lutte contre les insectes peut causer des effets mutagènes sur la santé et l'environnement. Il est nécessaire d'utiliser des alternatives naturelles. Notre étude met en lumière l'efficacité variable des huiles essentielles de *C. maritimum* dans la lutte contre les insectes nuisibles *C. pipiens*, *P. interpunctella*, *T. castaneum* et *R. dominica*, offrant ainsi une alternative prometteuse aux insecticides chimiques.

D'après les résultats que nous avons fournis, il est clair que les huiles essentielles de *C. maritimum* ont un effet significatif sur les insectes nuisibles étudiés. Elles présentent une activité insecticide et répulsive variable selon les concentrations et les espèces d'insectes. Plus précisément, l'huile des grains semble plus efficace que l'huile des feuilles contre certaines espèces comme *P. interpunctella* et *C. pipiens*, tandis que l'inverse est observé pour *T. castaneum* et *R. dominica*. De plus les doses létales et répulsives fournissent des preuves tangibles de leur efficacité dans le contrôle des ravageurs.

Enfin, ces résultats indiquent que les huiles essentielles de *C. maritimum* possèdent un potentiel réel pour être utilisées comme alternative aux insecticides chimiques dans la lutte contre les insectes nuisibles.

L'avenir de cette recherche réside dans la compréhension approfondie des mécanismes d'action des huiles essentielles, ainsi que dans l'exploration de leur utilisation dans d'autres contextes, tels que la protection des cultures ou la lutte antiparasitaire dans les entrepôts. Des études supplémentaires pourraient également se pencher sur l'optimisation des formulations pour une application pratique sur le terrain. En outre, des recherches sur d'autres ravageurs potentiels et la durabilité à long terme de l'utilisation de ces huiles dans le contrôle des nuisibles pourraient ouvrir de nouvelles voies pour une agriculture plus écologique et respectueuse de l'environnement.

# *Références bibliographiques*

---

- **Adarkwah C., Schöller M., 2012.** Biological control of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) by single and double release of two larval parasitoids in bulk stored wheat. *Journal of Stored Products Research*, 51: 1-5.
- **Aissaoui F., 2022.** *Biologie et lutte contre trois pyrales des denrées stockées*. Thèse de Doctorat, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 20,21-23p.
- **Aitlounis M., Ben Younes., C., 2019.** *Activité bio-insecticide des extraits de feuilles du chêne liège (Quercus suber L) sur les larves s'Andricus grossulariae*. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou,11p.
- **Allane S., 2020.** *Activité insecticide de l'huile essentielle de bigaradier (Citrus aurantium L.) à l'égard du petit capucin des grains de blé Rhyzopertha dominica F. (Coleoptera : Bostrychidae)*. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 8-9p.
- **Alloun K., 2019.** *Composition et activités biologiques de métabolites secondaires de Crithmum maritimum L., de Melissa officinalis L. et de Thymus palleescens de Noé et effet de l'irradiation gamma sur les huiles essentielles du thym*. Thèse de doctorat, Ecole National Supérieure Agronomique El-Harrach- Alger, 34-35p.
- **Alloune M.A., Belalit A., 2023.** *L'effet insecticide des huiles de Genévrier de phénicie (Juniperus phoenicea) et la Menthe poivrée (Mentha piperita) sur les pucerons noirs de la fève (Aphis fabae)*. Mémoire de Master, Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.BA, 26-29p.
- **Anupam G., Nadita C., Goutam C., 2012.** Plant extracts as potential mosquito larvicide. *Indian Journal of Medical Research*, 135(5): 581-598.
- **Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Mahari S., 2006.** Preliminary evaluation of larvicidal activity of aqueous extracts from leaves of *Ricinus communis L.* and from wood of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. On the larvae of four mosquito species: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) and *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Journal article of Biotechnologie, Agronomie, Société and Environnement*, 10(2): 67-71.
- **Appolinaire T., Pierre S., Pierre M., Xavie N.F., Maurice T., Fabrice F.B et al., 2018.** Usages des plantes à effet pesticide au cameroun. *Natural Products and Biocontrol* : 47.



## Références

---

- **Baba Aissa K., Remini L., Moussaoui K., Hammad M.W., Verdeguer M., Djazouli Z.E, 2021.** Activité larvicide de l'huile essentielle formulée de *Thymus Vulgari* L. (1753) sur *Culex pipiens* (Linnaeus, 1758) (Diptera : Culicidae). *Revue Agrobiologia*, 11(2): 2725-2733p.
- **Baba-Aissa K., Moussaoui K., Berahal S., Verdeguer Sancho M., Djazouli Z.E, 2017.** Effet biocide de l'huile essentielle formulée du bigaradier *Citrus aurantium* L. (1753) sur le puceron noir de la fève *Aphis fabae*. (Scopoli, 1763). *Revue Agrobiologia*, 7(2): 512-522.
- **Badalamenti N., Iardi V., Bruno M., Pavela R., Boukouvala M.C, 2021.** Chemical Composition Broad-Spectrum Insecticidal Activity of the Flower essential oil from an Ancient Sicilian Food Plant, *Ridolfia segetum*. *Agriculture*, 11(4): 304.
- **Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M., 2008.** Biological effects of essential oils- a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2): 446-475.
- **Balachowsky A.S, 1971.** Sur un nouveau genre de *Coccoidea diaspidinae* du sud de Madagascar. *Bulletin de société entomologique de France*, 76 (3): 102-106.
- **Banga K.S., Kotwaliwale N., Mohapatra D., Giri S.K., 2018.** Technique for Insect Detection in Stored Food Grains. *An Overview Food Control*, 94: 167-176.
- **Baser K.H.C, Ozek T., Demirci B., Saritas Y., 2000.** Essential oils of *Crithmum maritimum* L. From Turkey. *Journal of essential oil research*. 12(4): 424-426.
- **Battinger R., 2004.** *Chaine alimentaire et écosystèmes*. Edition educagri : 65p.
- **Bellaoucha W., Saidi A., 2020.** *Activité biocide de l'extrait méthanolique de Melia azedarach vis-à-vis Tribolium castaneum (Coléoptère : Tenebrionidae)*. Mémoire de Master, Université Saad Dahlab Blida, 12-13p.
- **Benabied K., Zaouani R., Ainousse A., 2023.** *Eude préliminaire de l'effet larvicide des huiles essentielles de la plante Pistacia lentiscus L. à l'égard de Culex pipiens L.* Mémoire de Master, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila, 25-51 p.
- **Ben Mustapha M., Zaridi-Bergaoui A., Chaieb I., Flamini G., Ascrizzi R., Ben Jannet H, 2020.** Chimicale composition and insecticidal activity of *Crithmum maritimum* L. Essential oil against stored-product beetle *Tribolium castaneum*, *Chemistry and Biodiversity*, 17(3).
- **Benelli G., Pavela R., Petrelli R., Cappellacci L., Canale A., Senthil-Nathan S., Maggi F, 2018.** Not just popular spices! Essential oils from *Cuminum cyminum* and

## Références

---

- Pimpinella anisum* are toxic to insect pests and vectors without affecting non-target invertebrates. *Industrial Crops and Products*, 124: 236-243.
- **Benlameur Z, 2016.** *Les ravageurs des denrées stockées et leur impact sur la santé humaine*. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harach, 22-24p.
  - **Bouaoune D., Cherayette H., 2022.** *Activité biologique d'huile essentielle de Salvia officinalis chez deux espèces de moustiques Culex pipiens et Culiseta longiareolata*. Mémoire de Master, Université de Larbi Tébessi-Tébessa, 21p.
  - **Bouderhem A., 2015.** *Effet des huiles essentielles de la plante Lourus nobilis sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (Culex pipiens et Culiseta longiareolata)*. Mémoire de Master, Université Echahid Hamma Lakhdar D'El-Oued, 10p.
  - **Bouhhalfa R., Merabet K., 2023.** *Essai de formulation d'un insecticide à base d'huiles essentielles*. Mémoire de Master, université Echahid Hamma Lakhdar El Oud, 6p.
  - **Bouhmara D., Khanfar N., 2021.** *Inventaire des moustiques (Dptera : Culcidae) de la région de Laghouat*. Mémoire de Master, Université Amar Telidji Laghouat, 5p.
  - **Boukhatem M.N., Ferhat A., Kameli A., 2019.** Méthode d'extraction et de distillation des huiles essentielles. *Revue de littérature agrobiologia*, 9(2): 1653-1659.
  - **Boutellaa S, 2020.** *Etude des biomolécules végétales de la flore des zones humides et subhumides à vise thérapeutique : Anti Alzheimer, antioxydante et antimicrobienne*. Thèse de doctorat. Université L'arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. 54p.
  - **Brahmachari G, 2004.** Neem-an ompipoten plant : à retrospection. *Chem Biochem*, 5(4): 40.
  - **Brisseau- Mirbel C. F.B., Jolyclerc N.M.T, 2014.** *Traité d'anatomie et de physiologie végétale, suivie de la nomenclature méthodique ou raisonnée des parties extérieures des plantes et un exposé succinct des systèmes de botanique les plus généralement adoptés*. Ed. National Library of the Netherlands, Pays-Bas, 18p.
  - **Brodeur J., Caron J ,2006.** Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Ministère de développement durable, de l'environnement et des Parcs du Québec, 13p.

## Références

---

- **Chergui E. K., 2018.** *Effets insecticides de deux huiles essentielles Organum vulgare et Allium sativum sur un ravageur des denrées stockées Ephestia kuehniella.* Mémoire de Master, Université Larbi Tébessi, 15-24p.
- **Deravel J., Krier F., Jacques P., 2014.** Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agrun. Soc. Environ*, 18(2): 220-232.
- **Doumandji S., 1978.** Contribution à l'étude biologique de la pyrale des caroubes, *Ectomyelois ceratoniae*. Extrait des comptes rendus des journées du CERAG .12p
- **Dumont G., Mazzacurati A., 2013.** *Crithmum maritimum* la succulante des tempêtes. *Acta Succulenta*, 1 : 23-51.
- **El Akhal F., Greche H., Ouazzani-Chahdi F., Guemmouh R., El Ouali Lalami A., 2015.** Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc. Chemical Composition and larvicidal activity against *Culex pipiens* of essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(1): 214-219p.
- **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-Akhal F., Greche H., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R., El Ouali Lalami A., 2015.** Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc Chemical composition and larvicidal activity of *Culex pipiens* essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Morocco. *Environmental Science*, 6(1) : 214-219
- **Elbah D., 2017.** *Etude de deux modèles d'insectes nuisibles coloniaux des milieux urbains : Balattela germanica (L) et drosophila melanogastre : Aspect toxicologique et comportemental.* Thèse de doctorat en Neurosciences. Université de Badji Mokhtar Annaba. 1p, 9P.
- **Elimem M., Soltani R., Dhahri W., 2019.** Evaluation of insecticidal efficiency of essential oils from *Foniculum vulgare* va. Dulce waste to control *Tribolium castaneum* Herbst 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Trogoderma granarium* Everts 1898 (Coleoptera: Dermestidae) under laboratory conditions. *Journal for New Generation Sciences*, 65(8): 4125-4135.

## Références

---

- **Emeraux E., 2019.** *Propriétés biologiques des Flavonoïdes : étude bibliographique et évaluation de l'activité antioxydante.* Thèse de doctorat. Université De Lorraine.9P.
- **Enan E.E, 2005.** Molecular and pharmacological analysis of an octopamine receptor from American cockroach and fruit fly in response to essential oils. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 59(3): 161-171.
- **F.A.O, 2014.** Graines pour les Agricultures à petite Échelle système Appropriés de stockage des Semences et des Grains pour les Agricultures à petite Échelle. 3p.
- **Fanny B., 2008.** *Effet larvicide des huiles essentielles sur stomoxys calcitrans a la reunion.* Thèse pour obtenir le grade de Docteur Veterinaire, Université Paul-Sabatier de Toulous, 35-36, 52-53p.
- **Fatma Zohra A., 2016.** *Extraction et dosage de trois classes de flavonoïdes de la lavande (Lavandula stoechas L). Estimation de l'effet insecticide de la poudre des feuilles sur les adultes de Tribolium castaneum (Coleoptera : Tenebrionidae).* Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 39-41p.
- **Filali Mouatasssem T., El Ouali Lalami A., Faraj C., Rais N., Guemmouh R, 2021.** Culicidae Larvae and Their Seasonal Dynamics in the Region of Fez-Meknes, Morocco. *Medecine Tropicale et Sante Internationale*, 1(2): 89.
- **Gauvin M.J., Bélanger A., Nébié R., Bovin G, 2003.** Azadirachta indica : l'azadirachtine est -elle le seul ingrédient actif ? *Phytoprotection*, 84(2): 115-119.
- **Generalic Mekinic I., Blazevic I., Mudnic I., Burčul F., Grga M., Skroza D., Jerčić I., Ljubenkov I., Boban M., Miloš M., Katalinić V, 2016.** Sea Fennel (*Crithmum maritimum* L): Phytochemical profile, antioxidative cholinesterase inhibitory and vasodilatory activity. *Journal of Food Science and Technology*, 53: 3104-3112.
- **Generalić Mekinić I., Šimat V., Ljubenkov I., Burčul F., Grga M., Mihajlovski M., Lončar R., Katalinić V., Skroza D, 2018.** Influence of the vegetation period on sea fennel, *Crithmum maritimum* L. (Apiaceae), phenolic composition, antioxidant and anticholinesterase activities. *Industrial Crops and Products*, 124: 947-953.
- **Georg G, 2017.** Petite manuel d'identification des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique de l'ouest. 10p.
- **Ghebbi-Sismail K., Rabahi E., Ouzir N., Kellouche A, 2015.** Insecticide effect of the essential oil of cumin and cinnamon on the weevil. *5th Conférence internationale sur les méthodes Alternatives de Protection des plantes* : 193-201p.

## Références

---

- **Giordano R., Saii Z., Fredsgaard M., Hulkko L.S.S., Poulsen T.B.G., Thomsen M.E., Henneberg N., Zucolotto S.M., Arendt-Nielsen L., Papenbrock J., Thomsen M.H., Stensballe A, 2021.** Pharmacological Insights into Halophyte Bioactive Extract Action on Anti-Inflammatory, Pain Relief and Antibiotics-Type Mechanisms. *Molecules*, 26(11): 3140.
- **Grison C., Moderc A, 2019.** Regards rationnels de chimistes sur l'usage des huiles essentielles contre les moustiques. *L'actualité Chimique. Ffhal-02390361*.
- **Guenez R, 2020.** Contribution à l'étude de l'activité larvicide des extraits de certaines plantes sur les larves de trois espèces de moustiques *Culex pipiens (Linné)*, *Aedes caspius (Pallas)* et *Culiseta longiareolata (Aitken)*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba, 9-12,11,15p.
- **Haddad S., Khiri I, 2017.** Etude de l'activité insecticide de l'extrait d'*Inula viscosa* à l'égard de deux espèces d'insectes *Ceratitis capitata* et *Tribolium castaneum*. Mémoire de Master, Université Akli Mohamed Oulla-Bouira, 11p.
- **Hadj Bebrezig M, 2016.** L'effet bio-insecticide de l'Extrait méthanoïque du *Ricinus communis L.* Sur les larves de *Tuta absoluta*. Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 28p.
- **Hadj Benrezig M, 2016.** L'effet bio-insecticide de l'extrait méthanoïque du *Ricinus communis L.* Sur les larves de *Tuta absoluta*. Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 28-31p.
- **Halla N., P. fernandes I., A.Helena S., Costa P., Boucherit-Otmani Z., Boucherit K., E.Rodrigues A., C.F.R.Ferreiro I., Barreiro M.F, 2018.** Cosmetics Preservation: A Review on Present Strategies. *Molecules*, 23: 1571.
- **Hamaidia H., Berchi S, 2017.** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie).71 : 2). *Entomologique Faunistique- Faunistic Entomology*, 71: 2- 8p.
- **Hamidouche S, 2021.** Activité de deux huiles essentielles sur un insecte ravageur des denrées stockées : *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 15p.
- **Hassaine N, 2021.** Effet bio-insecticide de l'huile essentielle de Clous de Girofle (*Syzygium aromaticum*) à l'égard de *Tenebrio molitor (L)* (Coleoptera : Tenebrionidae). Mémoire de Master, Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen, 32-40p.

## Références

---

- **Haubruge E., Allichot M., 1998.** Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 2(3): 161-174.
- **Hermondez Ochoa L.R, 2005.** *Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine «Solvant/actif» d'origine végétale.* Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Toulouse. 15p.
- **Houta O., Chouaeb H., Neffati M., Amri H, 2012.** Criblage chimique des protéines et caroténoïdes présents dans un *Crithmum maritimum* cultivé en Tunisie. *Journal de la société chimique de Tunisie*, 14: 77-82.
- **Huignard J., Lapied B., Dugravot S., Magnin-Robert M., Ketoh K.G, 2008.** Modes d'actions neurotoxiques des dérivés soufrés et de certaines huiles essentielles et risques liés à leur utilisation. *Biopesticides d'origine végétale*: 219-230.
- **Jallali I., Benabdearrahim M.A., Medini F., Ben Ahmed H., Abdely C., Ksouri R, 2024.** Phytochemical Diversity and Related Bioactivity of Ethyl Acetate Fraction from Different Organs and Provenances of the Edible Halophyte *Crithmum maritimum L.* *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 68(1): 61-71.
- **Kabri L, 2022.** *Lutte biologique de Tribolium rouge de la farine Tribolium castaneum par deux huiles essentielles ; l'huile d'Orange doux Citrus sinensis et l'huile de géranium rosat Pelargonium graveolens.* Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 24p.
- **Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P.K., Dwivedy, A.K., Dubey, N.K., 2015.** Biological activities of Cuminum cyminum seed oil and its major components against *Callosobruchus chinensis* and *Sitophilus oryzae*. *J. Asia-Pacific Entomol.* 18(3): 383–388.
- **Khan M., Prakash A., Agashe D, 2016.** Divergent immune priming responses across flour beetle life stages and populations. *Wiley Ecology and Evolution*, 6(21): 2.
- **Kharoubi R, 2021.** *Méthodes alternatives de lutte contre les moustiques : Efficacité des extraits d'une plante médicinale la menthe (Mentha sp) et effets secondaires sur Gambusia affinis.* Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba, 13p
- **Kleeberg H., Ruch B., 2006.** Standardization of neem-extracts. *Proceedings of International Neem Conference*, 1: 11.

## Références

---

- **Korangi V., Kubindana G., Fingu-Mabola J.C., Sulu A., Kasereka G., Matamba A et al., 2021.** Utilisation des biopesticides pour une agriculture durable en République Démocratique du Congo (Synthèse bibliographique). *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, (2) : 53-67.
- **Kraouia M., Nartea A., Maoloni A., Osimani A., Garofalo C., Fanesi B., Ismaiel L., Aquilanti L., Pacetti D., 2023.** Sea Fennel (*Crithmum maritimum L.*) as an Emerging Crop for the Manufacturing of Innovative Foods and Nutraceuticals. *Molecules*, 28(12): 4741.
- **Lahlou M., 2004.** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils, phytotherapy Research: *An International Journal Devoted to Pharmacological and toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(6): 435-448.
- **Lallali B., Ben Moubarek A., Ancer W., 2023.** *Etude de l'activité larvicide des produits naturels*. Mémoire de master. Centre Universitaire Abdelhafid Bousouf-Mila. 30-41p.
- **Lichtenstein E.P., 1966.** Insecticides occurring naturally in corps. *Advances in Chemistry*, 53: 34-35.
- **Loizzo M.R., Tundis R., Bonesi M., Menichini F., Mastellone V., avallone L., Menichini F., 2012.** Radical scavenging, antioxidant and metal chelating activities of Annona cherimola Mill. (Cherimoya) peel and pulp in relation to their total phenolic and total flavonoid contents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 25(2): 179-184.
- **Maamar A., Hmaizia I., 2020.** *Etude théorique de la systématique des Culicidae dans la région de Tébessa (Hamammet, Morsott, Bir-El-Ater, Bir-Moukadem)*. Mémoire de Master, Université de Laarbi Tébessi-Tébessa, 1-2, 27p.
- **Mahdia K., 2013.** *Evaluation de l'efficacité d'une formulation solide d'huile essentielle sur les insectes des denrées stockées impact des conditions de stockage sur la formulation*. Mémoire de master. Université de Saad Dahleb. Blida (Algerie), 23-25p.
- **Mahrouche K., Nekhili S., 2020.** *Evaluation de l'activité de l'huile essentielle d'Azadirachta indica vis-à-vis d'Aspergillus flavus des noix du Juglans regia*. Mémoire de Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 24-26p.

## Références

---

- **Males E., Nigovic B., Plazibat M., Bilus I., Vundac V., 2003.** Quantitative analysis of the polyphenols of the aerial parts of rock samphire- *Crithmum maritimum L.* *Acta pharmaceutica*, 53: 139-144.
- **Maleš Ž., Žuntar I., Nigović B., Plazibat M., Vundać V., 2003.** Quantitative analysis of the polyphenols of the aerial parts of rock samphire- *Crithmum maritimum L.* *Acta pharm*, 53: 139-144.
- **Mbacké D., 2018.** *Caractérisation morphogénétique des populations Ouest-africaines de Tribolium castaneum Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae), ravageurs des céréales stockées : différenciation en races hôtes et écotypes.* Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale Sciences de la Santé, de l'Environnement et de la Vie, 27p.
- **Mc Donald L.L., Guy R.H., Speirs R.D., 1970.** Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored-product insects. *United States Department Agriculture Marketing Research Report*, 882p.
- **Meot-Duros L., Le Floch G., Magné C., 2008.** Radical scavenging, antioxidant and antimicrobial activities of halophytic species. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(2): 258-262.
- **Meot-Duros L., Magné C., 2009.** Antioxidant activity and phenol content of *Crithmum maritimum L.* leaves. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47: 37-41.
- **Merabti B., Lebouz I., Adamou a., Ouakid M.L., 2015.** Effet toxique de l'extrait aqueux des fruits de *Citrullus colocynthis (L.) Schrad* sur les larves des Culicidae. *Revue des Bio Ressources*, 5: 120-130p.
- **Messai N., Berchi S., Boulknaft F., Louadi K., 2011.** Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologique Faunistique- Faunistic Entomology*, 63(3): 203-206.
- **Ncibi S., 2020.** *Potentiel bio insecticide des huiles essentielles sur deux ravageurs des céréales stockées Rhyzopertha dominica (Fabricus, 1792) et Tribolium castaneum (Herbst, 1797) et Identification de leurs ennemis naturels.* Thèse de Doctorat, Ecole Doctorale Sciences et Techniques de L'Agronomie et de l'Environnement, 24p.
- **Nerio L.S., Olivero-verbel J., Stashenko E.E., 2009.** Repellent activity of essential oils from seven aromatics plants grown in Colombia against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera). *Journal of Stored Products Research*, 45(3): 212-214.
- **Nouri Ganbalani G., Abedi Z., Mottaghinia L., Nouri A., 2023.** Lethal and sublethal effects of essential oils of Ajwain (*Carum copticum*) and fennel (*Foeniculum vulgare*



## Références

---

- Mill) along with diatomaceous earth on some life table parameters of the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* F). *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 53(2): 209-224
- **Obermok V.V., Laikova K.V., Gninenko Y.I., Zaitsev A.S., Nyadar P.M., Adeyemi T.A, 2015.** A short history of insecticides. *Journal of Plant Protection Research*, 55(3) :221-226
  - **Oppert B., Muszewska A., Steczkiewicz K., Satovic-Vuksic E., Plohl M., Fabrick J.A et al., 2022.** The Genome of *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae): Adaptation for Success. *Journal genes*, 13(3): 446.
  - Organisation mondial de la santé, **2014.**
  - Organisation mondial de santé, **2005.**
  - **Oubellil Z.Y, 2022.** *Enquête d'évaluation et de caractérisation des pesticides actuellement utilisés en viticulture dans les wilayas de Boumerdès et de Tizi-Ouzou.* Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 6p.
  - **Oulad Mir H., Ben Achour N, 2019.** *Etude comparative de l'extraction des huiles fixes de la plante Zizyphus Spina- Christi de la région Metlili et Djamoura.* Mémoire de Master, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 1p.
  - **Özcan M.M., Pedro L.G., Figueiredo C., Barroso J.G, 2006.** Constituents of the Essential oil of Sea Fennel (*Crithmum maritimum* L.) Growing Wild in Turkey. *Journal of medicinal food*, 9(1): 128-130.
  - **Pateira L., Nogueira T., Antunes A., Venâncio F., Tavares R, 1999.** Two chemotypes of *Crithmum maritimum* L. From Portugal. *Flavour and Fragrance Journal*, 14(5): 333-343.
  - **Pavela R., Maggi F., Lupidi G., Cianfaglione K., Dauvergne X., Bruno M., Benelli G, 2017.** Efficacy of sae fennel (*Crithmum maritimum* L., Apiaceae) essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say and *Spodoptera littoralis* (Boisd). *Industrial Crops and Products*, 109: 603-610.
  - **Pedreiro S., Figueirinha A., Cavaleiro C., Cardoso O., Manuel Donato M., Salgueiro L., Ramos F, 2023.** Exploiting the *Crithmum maritimum* L. Aqueous Extracts and Essential Oil as Potential Preservatives in Food, Feed, Pharmaceutical and Cosmetic Industries. *Antioxidants*, 12(2): 252.
  - **Piatti D., Angeloni S., Maggi F., Caprioli G., Ricciutelli M., Arnoldi L., Bosisio S., Mombelli G., Drenaggi E., Sagratini G, 2023.** Comprehensive characterization of

- phytochemicals in edible sea fennel (*Crithmum maritimum* L., Apiaceae) grown in central Italy. *Journal of Food Composition and Analysis*, 115: 104884.
- **Polatağlu K., Cem Karakoç Ö., Yücel Yücel Y., Gücel S., Demirci B., Hüsnü Can Başer K., Demirci F, 2016.** Insecticidal activity of edible *Crithmum maritimum* L. essential oil against Coleopteran and Lepidopteran insects. *Industrial Crops and Products*, 89: 383-389.
  - **Polatoglu J., Karakoç O.C., Yucel Y.Y., Gucel S., Demirci B., Baser K.H.C., Demirci F, 2016.** Insecticidal activity of edible *Crithmum maritimum* L. essential oil against Coleopteran and lepidopteran insects. *Industrial Crops and Products*, 89: 383-389.
  - **Politeo O., Popović M., Veršić Bratinčević M., Koceić P., Ninčević Runjić T., Generalić Mekinić, 2023.** Conventional vs. Microwave-assisted Hydrodistillation: Influence on the Chemistry of Sea Fennel essential oil and Its By-Products. *Plants*, 12(7): 1466.
  - **Porrello A., Valiga A., Savoca D., Bruno M., Sotille F, 2024.** Variability in *Crithmum maritimum* L. Essential oils chemical composition: PCA Analysis, Food Safety and Sustainability. *Sustainability*, 16(6): 2541.
  - **Price D.N., Berry M.S, 2006.** Comparison of effects of octopamine and insecticidal essential oils on activity in the nerve cord, Foregut and dorsal unpaired median neurons of cockroaches. *Journal of insect physiology*, 52(3): 309-319.
  - **Priestley C.M., Williamson E.M., Wafford K.A., Satelle D.B, 2003** .Thymol, a constituent of thyme essential oils, is a positive modulator of human GABA and a homooligosteric GABA receptor from *Drosophila melanogaster*. *Br. J. Pharmacol*, 140: 1363-1372.
  - **Prieto, J.A., Patino, ~ O.J., Delgado, W.A., Moreno, J.P., Cuca, L.E., 2011.** Chemical composition, insecticidal, and antifungal activities of fruit essential oils of three Colombian *Zanthoxylum* species. *Chil. J. Agr. Res*, 71 (1): 73–82.
  - **Rahabi A., Gherib B., Belaifa A.A, 2023.** *Activité biologique de l'huile essentielle d'une plante aromatique sur deux insectes ravageurs des denrées stockées.* Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 Guelma, 10p.

## Références

---

- **Rechededdine M., Messali M, 2022.** *Etude theorique des methods de stockage des denrées cas de l'OACIC TEBESSA.* Mémoire de Master, Université de Larbi Tébessi-Tébessa, 11p
- **Regnault-Roger C, 1999,** Diversification des stratégies de protection des plantes: intérêt des monoterpènes *Acta botanica gallica*, 146(1): 35-43.
- **Regnault-Roger C, 2005.** Recherche de nouveaux pesticides d'origine végétal à caractères insecticides. *Biopesticides d'origine végétale*: 33.
- **Regnault-Roger C, 2008.** Recherche de nouveaux biopesticides d'origine végétale à caractères insecticides: démarche méthodologique et application aux plantes aromatiques méditerranéennes. *Biopesticides d'origine végétale* : 25-49.
- **Regnault-Roger C., Vincent C., Philogène B, 2008.** Biopesticides d'origine végétale : bilan et perspectives. *Deuxième Édition, Edition Tec et Doc, Paris.* 1-24p.
- **Renna M, 2018.** Reviewing the prispects of Sea Fennel (*Crithmum maritimum L.*) as Emerging Vegetable crop. *Plants*, 7(4): 92.
- **Resseguire P, 2011.** *Contribution à l'étude du repas sanguin de Culex pipiens.* Thèse pour obtenir le grade de Docteur Viterinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse, 19p.
- **Rioux J.A, 1958.** Les Culicidés du «midi méditerranéen». *Paris, Le chevallier*, 303p.
- **Roeder T, 1999.** Octopamine in invertebrates. *Progress in Neurobiology*, 59(5): 533-561.
- **Ruberto G., Baratta M.T, 2000.** Antioxidant activity of selected components in two lipid model systems. *Food Chemistry*, 69(2): 167-174.
- **Ryan M.F., Byrne O, 1988.** Plant-insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase. *Journal of Chemical Ecology*, 14: 1965-1975.
- **Schmutterer H, 1990.** Properties and Potential of Natural Pesticides from the Neem Tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 271-297.
- **Sedira F., Ramdani L, 2018.** *Activité répulsive et larvicide de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba sur Plodia interpunctella et Ephestia kuehniella, deux espèces ravageuses des denrées stockées.* Mémoire de Master, Université Larbi Tébessi Tebessa, 6p.
- **Sehili N., Boualleg A, 2021.** *Activité larvicide de l'huile essentielle d'Artemisia campestris à l'égard d'une espèce de moustique, Culex pipiens.* Mémoire de Master, Université Larbi Tébessi-Tébessa, 4-6, 14p.

## Références

---

- **Selmane Meskache R, 2014.** *Impact des mimétiques de l'hormone de mue (RH-5849, RH-0345 et RH-2485) sur la reproduction d'un modèle de laboratoire Ephestia kurhniella (Lepidoptera : Pyralidae) après traitement des mâles.* Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, 1-6p.
- **Sengül Demirak M., Canpolat E, 2022.** Plant-Based Bioinsecticides for Mosquito Control : Impact on Insecticide Resistance and Disease Transmission. *Insects*, 13: 162.
- **Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Lisman U., Pissarev U, 1991.** Fumigant toxicity of essential oils against four major stored product insects. *Journal of chemical ecology*, 17: 499-504.
- **Shojaaddini M., Moharramipour S., Sahaf B, 2008.** Fumigant toxicity of essential oil from *Carum copticum* against Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. *Journal of Plant Protection Research*, 48(4): 411-419.
- **Stejskal V., Hubert J., Kučerová Z., Munzbergová Z., Lukáš J., Zd'árková E, 2003.** The influence of the type of storage on pest infestation of stored grain in the Czech Republic. *Plant Soil and Environment*, 49(2): 55-62.
- **Strebler G, 1989.** Les médiateurs chimiques : leur incidence sur la bioécologie des animaux. *Technique et documentation-Lavoisier, Paris.*
- **Sukumar K., Perich M.J., Boobar L, 1991.** Botanical derivatives in mosquito control: a review. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 7(2): 210-237.
- **Taffar A, 2022.** *Effet d'un biopesticide l'azadirachtine, sur la reproduction d'un Lépidoptère ravageur des denrées stockées Ephestia kuehniella.* Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba, 1-6p.
- **Tirakmet S, 2015.** *Etude comparative entre l'activité insecticide des huiles essentielles extraites à partir de deux espèces de la famille des Astéracées récoltées dans la région de Makouda et l'activité insecticide d'un pesticide organique de synthèse sur le ravageur secondaire du blé tendre stocké Tribolium castaneum (Coleoptera : Tenebrionidea).* Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 1p.
- **Trichi A, 2020.** *Activité larvicide des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques d'Algérie sur Culex pipiens.* Mémoire de master. Université Amar Telidji Laghouat. 1p.

## *Références*

---

- **Viegi L., Pieroni A., Guarrera P.M., Vangelisti R, 2003.** A review of plants used in folk veterinary medicine in Italy as basis for a databank. *Journal of Ethnopharmacology*, 89(2-3): 221-244.
- **Wilson T.G, 1982.** A correlation between juvenile hormone deficiency and vitellongenicoocyte degeneration in *Drosophila melanogaster*. *Wilhelm Roux's archives of developmental biology*, 191: 257-263.
- **Wolfgang F, 1982.** Vitamin C in Sea Fennel (*Crithmum maritimum*), an edible wild plant. *Economic Botany*, 36: 163- 165.
- **Zhang Y.J., Gan R.Y., Li S., Zhou Y., Li A.N., Xu D.P., Li H.B, 2015.** Antioxidant Phytochemicals for the Prevention and Treatment of Chronic Diseases. *Molecules*, 20(12): 21138-21156.

# ***Annexes***

---

## *Annexes*

### Annexe 01

**Tableau 01** : Matériel de laboratoire

<b>Verreries et matériel en plastique</b>	<b>Solvants</b>
-Béchers	- Ethanol
-Fioles	- Hydroxyde de potassium (KOH)
-Éprouvette graduée	- Baume de Canada
-Boîtes de pétrie	- Vinaigre
-Flacons	- L'eau Distillé
-Verre de montre	- Sulfat de sodium
-Micro pipette (1000µl)	
-Portoir pour tubes à essai	
- Tubes à essai	
- Tube à visse	
- les gobettes	
- Spatule	
-Papier filtre	
- Papier film	
- Tamis	
- Passoire	
- La louche	
- Ciseaux	

## *Annexes*

### Appareillages



**Microscope optique**



**Loup binoculaire**



**Balance de précision**



**Balance**



**Hydrodistillateur**



## *Annexes*

---



**Identification des insectes utilisés**

## *Annexes*

---



**Réalisation des tests larvicides et répulsifs**