



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques

# MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
Protection des végétaux

Réf. : .....

Présenté et soutenu par :

**TIAR Hanina**

Le : 28 juin 2022

## Thème :

---

**Activité insecticide des huiles essentielles  
contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller  
(Lepidoptera : Pyralidae).**

---

### Jury :

Mr. DJEKIREF Laâla	MCA	Université de Biskra	Président
Mr. MEHAOUA Med Seghir	MCA	Université de Biskra	Encadreur
Mr. HADJEB Ayoub	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2021 – 2022.

## Remerciements

Au-dessus de tout, je remercie **ALLAH** le tout puissant qui m'a donné la santé, le courage, la volonté et surtout la patience pour réaliser ce travail.

J'ai la chance d'exprimer mes sincères gratitude tout particulièrement à l'égard de M<sup>r</sup> le professeur **MEHAOUA Mohamed Seghir**. Je le remercie infiniment tout d'abord pour son encadrement et d'avoir dirigé ce travail et surtout pour sa disponibilité malgré ses nombreuses occupations, son œil critique et ses conseils constructifs durant la correction de mon document. J'ai beaucoup appris de lui et j'espère que ce travail sera à la hauteur de ses espérances.

Je tiens à présenter mes remerciements Aux **membres de Jury** qu'ont accepté d'examiner mon travail et qui vont certainement l'enrichir par leurs précieux conseils.

J'adresse mes sincères remerciements à tous **les professeurs** et les enseignants de département d'Agronomie à l'université de Mohamed Khider Biskra, qui m'ont fourni les outils nécessaire à la réussite de mes études universitaires.

Un grand merci à mes chers **PARENTS** à qui je dois ce que je suis devenue.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

En fin, que tous ceux et celles qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères

## Dédicace

*En guise de reconnaissance, Je dédie ce travail à Mon cher **papa**, le meilleur papa au monde, son soutien moral aux moments difficiles qui furent pour moi les meilleurs gages de réussite.*

*Ma chère **maman**, la reine de ma vie qui a su m'encourager et me pousser à aller toujours plus loin dans mes études.*

*Puisse Dieu, tout puissant, vous prêter longue vie, santé et bonheur.*

*A **ma famille** : Oma zohra, moncef, toufik, khalil, islam, chourouk, najoua, mimi, biba maroua, meriem, maram, razane, mehdi, sajed et Emma*

*A toute ma grande famille maternelle et paternelle*

**TIAR et BENMALEK**

*A mon fiancé **Houssam***

*À mes chères et proches amies*

*Doussa, tina, fatima et hadjer*

*A tous Ceux et Celles que j'estime et que je n'ai pas cité ...*

**hanina**

## Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....1

### Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1. Matériel biologiques.....	3
1.1. Matériel animal : Pyrale des dattes ( <i>Ectomyelois ceratoniae</i> ).....	3
1.1.1. Position systématique.....	3
1.1.2. Répartition géographique .....	3
1.1.3. Dégâts .....	4
1.1.4. Méthode de lutte.....	5
1.1.4.1. Moyens prophylactiques .....	5
1.1.4.2. Lutte chimique.....	5
1.1.4.3. Lutte bilogique.....	5
1.2. Matériel végétal.....	6
2. Méthodologie.....	9
2.1. Extraction des huiles essentiels.....	9
2.2. Méthode d'élevage de masse d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> .....	10
2.3. Etude de la toxicité de quelques huiles essentielles sur la pyrale des dattes .....	11
2.3.1. Etude de la toxicité des huiles essentielles par fumigation .....	11
2.3.2. Etude de la toxicité des huiles essentielles par contact .....	12
2.3.3. Etude de la toxicité des huiles essentielles par l'anti-appétissant.....	13
2.4. Exploitation des résultats.....	13
2.4.1. Calcul de mortalité observée .....	13
2.4.2. Calcul des concentrations et des temps létaux .....	13

### Chapitre 2 : Résultats et discussion

1. L'effet des huiles essentielles sur les œufs .....	15
2. L'effet des huiles essentielles sur les larves .....	17
3. Effet des huiles essentielles sur les adultes .....	21
Conclusion.....	27
Références bibliographiques.....	28
Résumé	

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Dégâts d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i> sur la datte Zazel (2020).....	4
<b>Figure 2.</b> <i>Pegamum harmala</i> .....	6
<b>Figure 3.</b> <i>Celome arabica</i> .....	6
<b>Figure 4.</b> <i>Ruta graveolens</i> .....	7
<b>Figure 5.</b> <i>Mentha pulegium</i> .....	7
<b>Figure 6.</b> <i>Ocimum basilicum</i> .....	7
<b>Figure7.</b> <i>Eucalyptus leucoxylon</i> .....	7
<b>Figure 8</b> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> .....	7
<b>Figure 9.</b> <i>Eucalyptus rudis</i> .....	7
<b>Figure10.</b> <i>Eucalyptus viminalis</i> .....	8
<b>Figure 11.</b> <i>Rosmarinus officinalis</i> .....	8
<b>Figure 12.</b> <i>Thymus capitatus</i> .....	8
<b>Figure 13.</b> <i>Pinus halepensis</i> .....	8
<b>Figure 14.</b> <i>Thymus hyemalis</i> .....	9
<b>Figure 15.</b> <i>Thymus algeriensis</i> .....	9
<b>Figure 16.</b> Montage d'hydro distillation Mathis (2015).....	9
<b>Figure17.</b> Les dattes infestées dans la cage d'élevage.....	10
<b>Figure18.</b> Le système de photopériode(16h/ 8h).....	11
<b>Figure 19.</b> La chambre d'élevage à une température contrôlée.....	11
<b>Figure20.</b> Bocaux d'accouplement.....	11
<b>Figure21.</b> Les boites qui contenant le milieu d'élevage et les œufs.....	11

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Taux d'éclosion (%) enregistré chez les œufs traités par les huiles essentielles brutes de <i>P.harmala</i> et <i>C.arabica</i> . <b>Lebbouz(2017)</b> . .....	15
<b>Tableau 2:</b> Éclosion des œufs (%) d' <i>E.ceratoniae</i> exposés à diverses concentrations d'huiles essentielles de <i>T.algeriensis</i> et <i>T.hyemalis</i> . <b>Adouane et al.,(2022)</b> . .....	16
<b>Tableau 3:</b> Valeurs CL50 des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Eucalyptus viminalis</i> contre les œufs d' <i>Ectomyeloides ceratoniae</i> <b>Yousefi et al.,(2019)</b> . .....	16
<b>Tableau 4:</b> Effet de la fumigation des œufs avec des huiles essentielles d' <i>Eucalyptus viminalis</i> et de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur la durée des cycles de développement d' <i>E.ceratoniae</i> . <b>Yousefi et al.,(2019)</b> . .....	17
<b>Tableau 5:</b> Effet larvicide des huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Pinus halepensis</i> après 6, 12 et 24 heures sur <i>E.ceratoniae</i> par contact direct. <b>Amri et al.,(2014)</b> . .....	18
<b>Tableau 6:</b> Effet larvicide des huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Pinus halepensis</i> après 6, 12 et 24 heures sur <i>E.ceratoniae</i> par fumigation. <b>Amri et al.,(2014)</b> . .....	18
<b>Tableau 7:</b> Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves traitées par contact par les huiles essentielles brutes de <i>P.harmala</i> et de <i>C.arabica</i> . <b>Lebbouz (2017)</b> . .....	19
<b>Tableau 8:</b> Valeurs CL50 des huiles essentielles de <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Eucalyptus viminalis</i> contre les larves d' <i>E.ceratoniae</i> <b>Yousefi et al., (2019)</b> . .....	19
<b>Tableau 9:</b> Les valeurs de CL50 ( $\mu\text{l/l}$ air) des huiles essentielles <i>E.camaldulensis</i> et <i>E.leucoxydon</i> contre les larves d' <i>E.ceratoniae</i> . <b>Jemâa et al., (2013)</b> . .....	20
<b>Tableau 10:</b> Valeur CL50(mg/mL) des huiles essentielles de <i>T.hyemalis</i> et <i>T.algeriensis</i> contre les larves d' <i>E.ceratoniae</i> . après 3jours d'exposition <b>Adouane et al.,(2022)</b> . .....	20
<b>Tableau 11:</b> Les valeurs de CL50 calculées pour la mortalité dans les 24 h d'une exposition d'adultes d' <i>E.ceratoniae</i> à l'huile essentielle d' <i>E.rudis</i> et d' <i>E.camaldulensis</i> . <b>Haouel.S ; et al., (2010)</b> . .....	21
<b>Tableau 12:</b> Valeurs de LT50 calculées pour les adultes d' <i>E.ceratoniae</i> exposés aux huiles essentielles d' <i>E.rudis</i> et <i>E.camaldulensis</i> . <b>Haouel.S ; et al., (2010)</b> . .....	22
<b>Tableau 13:</b> Valeur CL50 (mg/mL) des huiles essentielles de <i>T.hyemalis</i> et <i>T.algeriensis</i> contre les adultes après 24h d'exposition. <b>Adouane et al., (2022)</b> . .....	22
<b>Tableau 14:</b> Effet adulticide des huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , et <i>Pinus halepensis</i> après 6, 12, et 24 h sur <i>Ectomyeloides ceratoniae</i> par contact direct. <b>Amri et al.,(2014)</b> .....	23
<b>Tableau 15:</b> Effet adulticide des huiles essentielles de <i>Thymus capitatus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> et <i>Pinus halepensis</i> après 6, 12 et 24 heures sur <i>Ectomyeloides ceratoniae</i> par fumigation. <b>Amri et al., (2014)</b> . .	23
<b>Tableau 16:</b> Les valeurs de CL50 ( $\mu\text{l/l}$ air) des huiles essentielles <i>E.camaldulensis</i> et <i>E.leucoxydon</i> contre les adultes d' <i>E.ceratoniae</i> . <b>jemâa et al., (2013)</b> . .....	24
<b>Tableau 17:</b> Valeur CL50 calculées pour la mortalité dans les 24 heures d'exposition d'adultes d' <i>E.ceratoniae</i> à diverses concentrations des huiles essentielles <i>O.basilium</i> , <i>R.graveolens</i> et <i>M.pulegium</i> <b>chaaban et al.,(2019)</b> . .....	24
<b>Tableau 18:</b> Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les adultes traitées par les huiles essentielles brutes de <i>P.harmala</i> et de <i>C.arabica</i> . <b>Lebbouz(2017)</b> . .....	25

## Liste des abréviations

*E.ceratoniae* : *Ectomyeloides ceratoniae*

**HE** : huiles essentielles

**LT50** : temps médian efficace

**CL50** : concentration qui cause la mort de 50%

**µl/l** : microlitre/litre

° : Degré

% : Pour cent

°C : Degré Celsius

**g** : gramme

**ml** : millilitre.

## Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L) constitue la composante principale de l'écosystème oasien grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques extrêmes El Houmaizi, (2002). C'est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides qui comptent parmi les plus pauvres du globe (Aberlenc-Bertossi, 2008).

Les palmiers dattiers sont sensibles aux attaques de plusieurs agents pathogènes et ravageurs dont nous citons : la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), le Boufaroua (*Oligonychus afrasiasticus*), la Cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*), le foreur des palmes (*Apate monachus*), la pourriture des inflorescences (*Mauginiella scattae*), la pourriture du cœur (*Phytophthora sp*), ...ect Dakhia et al., (2013) .

La pyrale *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) est considérée à l'heure actuelle comme le plus grand danger permanent pour la phoeniciculture algérienne, elle peut causer des dégâts qui peuvent atteindre 20 à 30 % de la production dataire dans le bassin méditerranéen Amorsi, (1975); Abdelmoutaleb, (2008), mais cette proportion peut atteindre jusqu'à 80% dans certains cas Wertheimer, (1958); Lepigre, (1963); Munier, (1973) ; Doumandji, (1981). Au Maroc ce ravageur cause jusqu'à 30% de perte parmi les récoltes de dattes Bouka et al., (2001). En Tunisie Dhouibi (1982), montre que les dégâts de *E.ceratoniae* pouvant aller jusqu'à l'anéantissement de la récolte, surtout dans le périmètre irrigué. Les pertes en Californie varie entre 10 et 40% des dattes infestées Nay et al., (2006).

Au cours des dernières années les phoeniciculteurs se sont tournés massivement vers l'utilisation des produits chimiques comme moyen de lutte. Ces interventions chimiques n'ont pas permis, à ce jour, une protection efficace de la production dattière à cause de la biologie et du comportement alimentaire de la pyrale des dattes. Les larves de cette dernière se nourrissant et se développant à l'intérieur de la datte où elles y sont bien protégées LebdiGrissa et al., (2011) et Peyrovil et al, (2011). La polyphagie de cette espèce et sa large répartition sur des hôtes variés rendent difficile la mise au point d'une lutte chimique efficace Bissaad et Bounaceur, (2017).

L'utilisation parfois exagérée et non raisonnée des pesticides d'une part, et la méconnaissance de leur danger par les agriculteurs d'une autre part, aggravent leurs effets néfastes sur la santé humaine, les animaux, l'environnement et provoque la raréfaction et la



destruction de la faune utile **Oueld EL Hadj et al, (2003) ; Ben Saad, (2010) ; Lhoucine, (2010) et Bisaad et al., (2011).**

Ce qui rend urgent l'orientation vers d'autres moyens de lutte qui font appel aux composés naturels propres au monde vivant (végétal ou micro-organismes) **Philogene, (1991); Mossini et Kimmelmeier, (2005).**

Au regard de ces inconvénients, seule la lutte biologique peut être capable de limiter les dégâts de ce ravageur.

La lutte biologique est habituellement définie comme étant l'utilisation d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles aux productions végétales **Suty, (2010).** Elle englobe l'utilisation de prédateurs, parasitoïdes, de micro-organismes parmi lesquels les bactéries, les virus, les protozoaires, les nématodes, les microchampignons et insecticides botaniques **Sellami et al., (2015).**

L'utilisation de biopesticides d'origine végétale paraît une des solutions alternatives à la lutte chimique pour minimiser les préjudices de ce ravageur. La possibilité d'utiliser les substances secondaires des plantes contre la pyrale des dattes en particulier, a suscité peu de travaux par rapport à la richesse floristique mondiale, on cite celle de **Mediouni Ben Jemaa et al. (2009), Bachrouch et al., (2010), Haoual et al., (2010) et Amri et al., (2014).**

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des herbivores **Deravel et al., (2013).**

Les huiles essentielles sont des substances naturelles complexes, possédant des caractéristiques physico-chimiques bien définies, ces produits présentent une grande variabilité de leurs constituants chimiques, leur attribuant de nombreuses propriétés médicinales et biologiques **Lakhdar, (2015).** Les huiles essentielles sont connues pour leurs propriétés antivirales, antimicrobiennes, analgésiques, anti-carcinogènes, digestives et aussi des propriétés antioxydantes **Koroch et al., (2007).** Certaines huiles possèdent des activités insecticides et fongicides importantes ajoute **Isman (2000).**

C'est dans ce cadre que nous avons tenté de rechercher l'effet insecticide des huiles essentielles sur la pyrale des dattes *Ectomyrlois ceratoniae*.

## Chapitre 1 Matériel et méthodes

### 1. Matériel biologiques

#### 1.1. Matériel animal : Pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*)

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* est considérée comme étant le déprédateur le plus redoutable de la datte. Elle constitue une contrainte principale à l'exportation (Doumandji, 1981 ; Doumandji-Mitiche, 1983 ; Raache, 1990 ; Benaddoun, 1987).

##### 1.1.1. Position systématique

La pyrale des dattes est une espèce nuisible car elle vit sur le fruit mur ou proche de la maturité auquel elle cause des dégâts considérables (Balachowsky, 1972).

<b>Embranchement :</b>	Arthropoda
<b>Sous embranchement :</b>	Mandibulata
<b>Classe :</b>	Insecta
<b>Sous classe :</b>	Ptérygota
<b>Division :</b>	Exopterygota
<b>Ordre :</b>	Lepidoptera
<b>Famille :</b>	Pyralidae
<b>Sous famille :</b>	Phycitinae
<b>Genre :</b>	Ectomyelois
<b>Espèce :</b>	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zeller, 1839).

##### 1.1.2. Répartition géographique

La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller est une espèce cosmopolite susceptible de se rencontrer partout dans le monde (Dhoubi, 1982). Elle est répandue dans tout le Bassin Méditerranéen. En Algérie, *E. Ceratoniae*, se multiplie essentiellement dans deux zones bioclimatiques. La première s'étend sur les bordures littorales, d'une largeur de 40 à 80 Km et s'allonge sur près de 1000Km. La seconde englobe l'ensemble des oasis du Sud, dont les plus importantes sont celles de l'Oued Righ et les Zibans (Doumandji, 1981 ; Acourene *et al.* 2007).

### 1.1.3. Dégâts

La pyrale des dattes est un insecte nuisible responsable des dépréciations importantes, des productions agricoles, telle que les caroubes, les oranges. Néanmoins, elle cause de graves préjudices aux dattes provoquant l'élimination d'un fort pourcentage de dattes lors du tri notamment de la variété Deglet Nour (**Doumandji, 1978**).

Le niveau d'infestation par la pyrale varie d'une année à une autre lié surtout à l'état phytosanitaire de la palmeraie et aux conditions climatiques (**Bensalah et Ouakid, 2015**).

Ce papillon pond ses œufs à l'intérieur des dattes en cours de la maturité, les chenilles infectent les dattes mûres et les dattes stockés, où elles se nourrissent de la partie charnue et cela conduit à la chute des dattes, Les dattes véreuses sont impropres à la consommation et perdent leurs valeurs commerciales (**Azarogh, 2008**). (**Le Berre, 1978**), précise que les dattes molles comme Ghars sont les plus infestées que les Demi-molle, elle-même plus attaquées que les sèches. Il note aussi un niveau d'infestation de 8% pour la variété Ghars, 7% pour la variété Deglet Nour et 1.2% pour Mech Degla.

Les dommages causés par *E.ceratoniae* sur les dattes diffèrent d'un pays à un autre. En Algérie, le pourcentage d'attaque le plus élevé est de 10 % et peut atteindre 30 % (**Wertheimer, 1958 ; Lepigre, 1963**).

En Tunisie, la pyrale des dattes reste le ravageur le plus abondant et le plus important sur le plan économique dans les zones phœnicicoles, environ 20 % des dattes de la variété Deglet Nour sont régulièrement attaquées (**Khoualdia et Marro, 1996**). De même qu'au Maroc, ce ravageur cause jusqu'à 30 % de pertes (**Bouka et al, 2001**). Aux Etats Unis, le taux d'infestation varie annuellement de 10 à 40 % sur la variété Deglet Nour (**Farrar, 2000 et Nay et Perring 2006**).



**Figure 1:** Dégâts d'*Ectomyelois ceratoniae* sur la datte **Zazel** (2020).

#### **1.1.4. Méthode de lutte**

##### **1.1.4.1. Moyens prophylactiques**

L'entretien et la conduite de la palmeraie, par le ramassage des fruits infestés et tombés et ne pas les mélanger avec les autres, et la nécessité de récolter immédiatement après la maturité (**Azarogh, 2008**).

Couvrir les régimes juste après la nouaison avec un tissu mousseline ne laissant pas passer l'insecte pour attaquer les fruits ou utiliser des sacs en filets à mailles fines pour protéger les fruits sur l'arbre avant la récolte avec le nettoyage des entrepôts et passage de la chaux sur les murs à la fin et au début de chaque campagne (**Sedra, 2003**).

Tailler les djrids, cornafs et les régimes non récoltés afin d'éliminer les sources de réinfestation (**Zouiouache, 2012**).

##### **1.1.4.2. Lutte chimique**

La lutte chimique contre les divers ravageurs continuent à être le moyen majeur de protection des cultures (**Soultani, 2013**). Divers produits sont également appliqués en plein champ, notamment, le Malathion à 2%, le Parathion 1,25%, le Phosalone 4%. Dans les lieux d'entreposage, la datte est traitée par des fumigants comme le Bromure de Methyl (**Arif, 2008**).

Généralement la période d'intervention par des insecticides chimiques est au mois de juillet-août jusqu'à septembre (stade Bser prés récolte) par trois traitements (dont le premier et le deuxième peuvent être mixtes (Boufaroua / Myelois). Toutefois, il faut noter qu'aucun produit chimique n'est accepté par les pays importateurs de dattes (**Idder-Ighili, 2008**).

##### **1.1.4.3. Lutte biologique**

- *Lutte autocide (utilisation des mâles stériles)*

C'est l'utilisation de la technique des insectes stériles(TIS) qui consiste à des lâchés inondatifs des mâles stériles dans les palmeraies (**Zouiouache, 2012**). Les mâles, stérilisés au moyen de rayonnements ionisants, sont lâchés dans la nature et entrent en compétition avec les mâles sauvages pour les accouplements. De multiples femelles ne pondront alors pas d'œufs fertiles, d'où une réduction significative de la population cible (**Calatayud, 2013**).

- *Lutte par des insectes parasites*

Selon **Xavier (2018)**, les organismes utilisés dans la lutte biologique sont les ennemis naturels de ce ravageur. Les espèces les plus utilisées en lutte biologique de la pyrale

appartiennent à la famille des hyménoptères comme *Phanerotoma flavitestacea* Fischer et *Habobracon hebetor* Say (Doumandji, 1981). Des essais de lâchers de *Trichogramma embryophagum* ont été entrepris dans la palmeraie de Ouargla par Idder (1984). Les résultats sont encourageants, le taux de parasitisme des œufs de *Ectomyelois ceratoniae* par les trichogrammes atteint jusqu'à 19.35% (Idder, 1984 cité par Idder-Ighili, 2008).

- *Lutte par des bio-pesticides*

Parmi les biopesticides qui ont été utilisés dans la lutte contre la pyrale des dattes ; *Bacillus thuringiensis* qui est une bactérie agit sur les larves de *Ectomyelois ceratoniae* Zeller par ingestion avant leur pénétration dans les dattes (Douhibi, 1991 in Bensaleh, 2015). Ses cristaux protéiques provoquent l'arrêt de l'alimentation de l'insecte puis une septicémie mortelle (Gagnon et al., 2001). L'azadirachtine, est un insecticide naturel d'origine végétale (*Melia azedarach*) qui agit par contact et ingestion. Il affecte le processus de mue chez les insectes, mais aussi, possède un effet anti-alimentaire, répulsif, de confusion sexuelle et d'inhibition de la ponte chez les femelles (Hached et al., 2018). Le spinosade aussi est un insecticide bio rationnel d'origine naturelle avec un profil de toxicité favorable pour l'environnement, c'est un produit fermenté dérivé du mélange de deux toxines (spinosyne A et D) sécrétées par une bactérie vivant dans le sol *Saccharopolyspora spinosa* (Bond et al., 2004). Il a un effet sur *Ectomyelois ceratoniae* par l'inhibition de développement et la croissance des larves (Hadjeb et al., 2016).

## 1.2. Matériel végétal



**Figure 2:** *Peganum harmala*.



**Figure 3:** *Celome arabica*.

*Peganum harmala* et *Celome arabica* ont été récoltées à partir d'oued Itef (El M'ghaier - El Oued) (Sud - Est Algérien) pendant la période fin février mi - mars, 2014. Lebbouz (2017).



**Figure 4:** *Ruta graveolens*

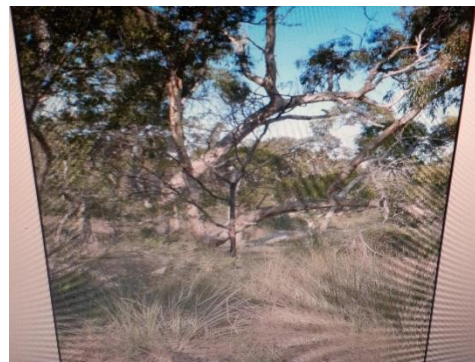


**Figure 5:** *Mentha pulegium*

Les feuilles de trois plantes aromatiques *R.graveolens*, *M.pulegium* et *O.basilicum* ont été collectées en mars 2017 dans des oasis de Tozeur dans le sud de la Tunisie. **Chaaban et al.,(2019)**



**Figure 6:** *Ocimum basilicum.*



**Figure 7:** *Eucalyptus leucoxylon*

Les feuilles d'*E.leucoxylon* ont été récoltées dans l'arboretum de Korbous nord de la Tunisie **Jemâa et al.,(2013).**



**Figure 8:** *Eucalyptus camaldulensis.*



**Figure 9:** *Eucalyptus rudis*

Les feuilles d'*E.camaldulensis* et *E.rudis* ont été récoltées dans des populations naturelles au stade de la floraison le 25 août 2009, dans l'arboretum de Korbus Nord de la Tunisie.



**Figure 10:** *Eucalyptus viminalis*



**Figure 11:** *Rosmarinus officinalis*

*R.officinalis* ont été collectées dans des populations naturelles situées à Siliana nord-ouest de la Tunisie, tandis que les feuilles d'*E.viminalis* ont été collectées dans l'arboretum de Souiniet Ain-drahem Jendouba, Nord-Ouest, Tunisie, durant la même saison. **Yousefi et al.,(2019).**



**Figure 12:** *Thymus capitatus*



**Figure 13:** *Pinus halepensis*

*Thymus capitatus*, *Pinus halepensis* et *Rosmarinus officinalis* ont été collectées en septembre 2009 dans l'arboretum de Korbus, en Tunisie. Le site expérimental est situé dans la région de Nabeul nord-est de la Tunisie. **Amri et al., (2014).**



**Figure 14:** *Thymus hyemalis*



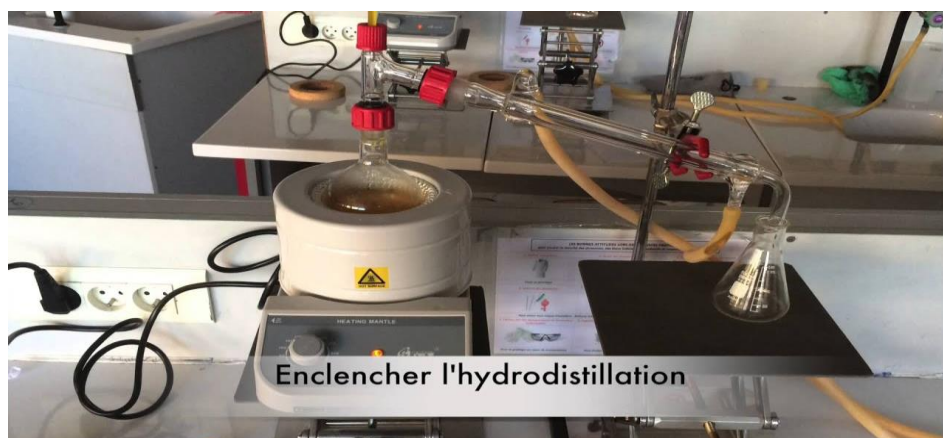
**Figure 15:** *Thymus algeriensis*

*Thymus algeriensis* ont été collectés dans l'oasis de Biskra située dans le sud de l'Algérie et *Thymus hyemalis* a été obtenu en mars 2019 de la localité de Murcia située dans le sud-est de l'Espagne.

## 2. Méthodologie

### 2.1. Extraction des huiles essentiels

Le matériel végétal est en contact direct avec l'eau. L'hydro distillation consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité. Cette méthode est généralement indiquée pour les huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants (**Bruneton, 1999 cité par Lakhdar, 2015**). Après avoir extrait les huiles, nous les mettons dans des bouteilles fermées et recouvertes par du papier aluminium pour protéger contre l'effet de la lumière ensuite conservées à 4 °C jusqu'à son usage pour les tests biologiques.



**Figure 16:** Montage d'hydro distillation **Mathis (2015)**.

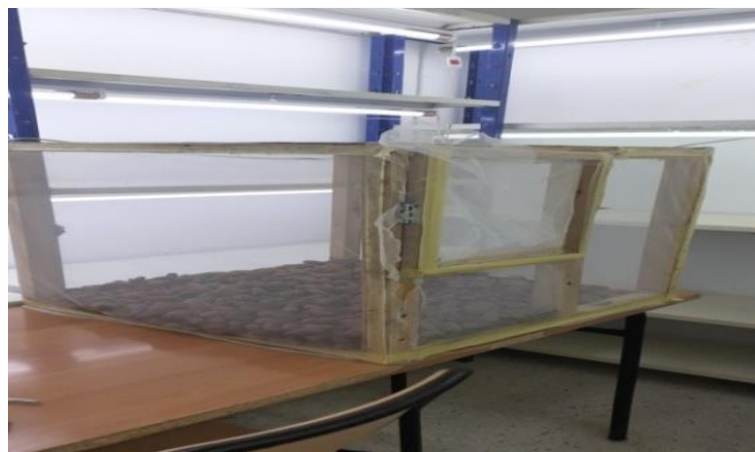


## 2.2. Méthode d'élevage de masse d'*Ectomyelois ceratoniae*

Pour réaliser l'élevage de la pyrale des dattes. En premier lieu, on mit les dattes véreuses (infestées) dans des cages d'élevage dans une chambre d'élevage à ambiance contrôlée (température de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , une humidité relative de  $65 \pm 10\%$  et une photopériode 16 heures lumière et 8 heures obscurité) (Al-izzi *et al.*, 1987). A l'émergence, les adultes de la pyrale sont capturés à l'aide d'un tube à essai, et mis ensuite à l'intérieur des bocaux d'accouplement sans sexage.

Après accouplement, les femelles vont pondre à l'intérieur des bocaux. Les œufs pondus sont déversés à travers le tulle à mailles fines dans des boites en plastique de grand modèle, contenant le milieu d'élevage composé d'un mélange des ingrédients suivants : 300g de mélange (50% de la farine des dattes et 50% de son de blé), Acide citrique (1g), caséine (1g), sodium benzoate (1g), levure de bière (1g), et L'eau distillée (250 ml).

Après quelques jours, les œufs éclosent et le développement larvaire se poursuit dans le milieu d'élevage jusqu'au derniers stade larvaires (L4- L5) dont on peut faire le sexage (Naidji et Kebici, 2009). La distinction des chenilles mâles des femelles se détermine par la présence d'une tâche noire sur la face dorsale des chenilles mâles au niveau du 7<sup>ème</sup> segment abdominal. A ce stade les chenilles mâles et femelles sont mises séparément chacune dans un tube à hémolyse avec morceau de carton ondulé, fermé avec un bouchon de coton pour inciter la nymphose. Les tube à hémolyse comportant les chenilles de chaque sexe, sont groupés, maintenus par des élastiques et mis dans des boites en plastiques jusqu'à l'émergence des adultes (Dridi *et al.*, 2001).



**Figure 17:** Les dattes infestées dans la cage d'élevage.



**Figure 18:** Le système de photopériode (16h/ 8h).



**Figure 19:** La température de la chambre d'élevage



**Figure 20:** Bocaux d'accouplement



**Figure 21:** Les boîtes qui contenant le milieu d'élevage et les œufs

### 2.3. Etude de la toxicité de quelques huiles essentielles sur la pyrale des dattes

Plusieurs travaux sont consacrés pour l'étude des effets insecticides des huiles essentielles de diverse plantes contre les différents stades de développement d'*Ectomyelois ceratoniae*. Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) entre autre **Haouel et al.,(2010)** ; **Jemâa et al., (2013)** ; **Amri et al., (2014)** ; **Lebbouz (2017)** ; **Chaaban et al.,(2019)** ; **Yousefi et al.,(2019)** ; **Adouane et al.,(2022)**.

#### 2.3.1. Etude de la toxicité des huiles essentielles par fumigation

Pour évaluer la toxicité de la fumigation des HE, des papiers filtres de 2 cm de diamètre (Whatman No. 1) ont été imprégnés des différentes doses d'huiles, Le papier filtre imprégné a ensuite été fixé à la surface inférieure du bouchons à vis de la bouteille en plexiglas. Les bouchons ont été vissés sur les flacons, qui contenaient chacun des adultes ou des larves ou des œufs. Pour le témoin on utilisé des papiers filtres non traités.

Les huiles essentielles *Eucalyptus viminalis* et *Rosmarinus officinalis* ont été testé par **Yousefi et al.,(2019)** sur les œufs et les larves d'*E.ceratoniae* par des différentes doses 21,27. 42,55 et 106,38 µl/l d'air.

Les larves et les adultes d'*E.ceratoniae* ont été traité par les huiles essentielles *Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus leucoxyton* avec les doses suivant : 13,16. 26,31. 78,95. et 131,58 µL/l d'air. **Jemâa et al., (2013)**.

Pour évaluer la toxicité des H.E. *Eucalyptus camaldulensis* et *Eucalyptus rudis* sur les adultes d'*E.ceratoniae* **Haouel et al.,(2010)** utilisé les doses de : 11,36 à 113,64 µl/l d'air..

Les adultes d'*E.ceratoniae* sont aussi traité par **Chaaban et al.,(2019)** avec les H.E. de *Ruta graveolens* et *Mentha pulegium* et *Ocimum basilicum* avec différentes doses 1,81. 9,09. 14,54. 18,18. 27,27 et 54,54 µL/L air.

Traitement des adultes d'*E.ceratoniae* par les HE *Thymus algeriensis* et *Thymus hyemalis* avec différentes doses 0,1. 0,2. 0,3 et 0,4 mg/mL. **Adouane et al.,(2022)**.

Les HE *Rosmarinus officinalis*, *Thymus capitatus* et *Pinus halepensis* sur les larves et les adultes d'*E.ceratoniae* par les doses suivantes : 4. 8. 12 et 20 µL/mL. **Amri et al.,(2014)**.

Le teste d'inhalation est testé par **Lebbouz, (2017)** sur les adultes d'*E.ceratoniae* par les HE brutes *Pegamum harmala* et *Celome arabica*.

### **2.3.2. Etude de la toxicité des huiles essentielles par contact**

Pour déterminer les effets insecticides des HE par contact on partager les larves ou les adultes dans des boites de pétri et pulvérisés avec des solutions des huiles essentielles, Le suivi fait quotidiennement jusqu'à la mort totale. Le témoin pulvérisé par l'eau distillée.

Des œufs et des larves d'*E.ceratoniae* sont traité par les huiles essentielles brutes de *Pegamum harmala* et *Celome arabica* **Lebbouz, (2017)**.

Aussi utilisé le traitement par contact sur les larves et les adultes d'*E.ceratoniae* par les HE *Rosmarinus officinalis*, *Thymus capitatus* et *Pinus halepensis* aux concentrations suivantes : 4. 8. 12 et 20 µL/mL. **Amri et al.,(2014)**.

Les œufs traité par les HE de *Thymus algeriensis* et *thymus hyémales* à cinq doses différentes de 0,5, 1, 1,5, 2, et 2,5 mg/mL. **Adouane et al.,(2022)**.

### 2.3.3. Etude de la toxicité des huiles essentielles par l'anti-appétissant

Le traitement par anti-appétissant est d'ajoutées de régime artificiel dans des boîtes de Pétri, et mette des larves d'*E.ceratoniae* qui ont été nourries avec différentes doses d'huiles essentielles. La mortalité enregistrée tous les trois jours à l'aide d'une loupe binoculaire. L'essai se répète trois fois avec le témoin. Une larve a été considérée comme morte lorsqu'elle était complètement immobile après son excitation. **Adouane et al.,(2022)** a testé les HE *Thymus algeriensis* et *thymus hyemalis*.

## 2.4. Exploitation des résultats

### 2.4.1. Calcul de mortalité observée

Les variables mesurés correspondant le taux de mortalité chez les larves et les adultes. Le taux de mortalité observée, est estimé en appliquant la formule suivante :

$$\text{Le taux de mortalité observée (\%)} = [\text{Nombre d'individus morts/Nombre total des individus}] \times 100.$$

Le taux de mortalité observée est corrigé par la formule **Schneider-Orelli, 1947 (Xuenong, 2004)**, qui permet de connaître la toxicité réelle d'un insecticide

Formule de **Schneider-Orelli** :

$$MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$$

**MC** : % de mortalité corrigée.

**M2** : % de mortalité dans la population traitée.

**M1** : % de mortalité dans la population témoin.

### 2.4.2. Calcul des concentrations et des temps létaux

Les valeurs des temps létaux et des concentrations létales sont déduites à partir des tracés des droites de régression dans les courbes de l'évolution proportionnelle des probits en fonction du log des doses (**Finney, 1971**).

- **Détermination des concentrations létales CL50**

Pour estimer l'efficacité de l'huile essentielle obtenue, nous avons procédé au calcul des CL50 qui représentent les concentrations entraînant la mortalité de 50 % d'individus de la même espèce.

- *Détermination du temps léthal TL50*

Le temps léthal 50 qui correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus exposés à une dose ou à une concentration, est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages de mortalité corrigée en fonction des logarithmes des temps de traitement (**Ramade, 2007**). Pour cela, les différents taux de mortalité corrigée subissent une transformation angulaire d'après les tables établies par Bliss (**Fischer et Yates, 1975**). L'équation de la droite et le coefficient de régression sont déterminés par le logiciel XLSTAT 2015.

## Chapitre 2 Résultats et Discussions

Le contrôle des insectes par les huiles essentielles est le résultat de plusieurs types de modes d'action et dépend des voies d'exposition. Les huiles essentielles développent des toxicités par contact et par fumigation et par l'anti-appétissant.

### 1. L'effet des huiles essentielles sur les œufs

Les résultats de l'action par contact des huiles essentielles brutes de *P.harmala* et de *C.arabica* sur le taux d'éclosion des œufs d'*E.ceratoniae* sont présentés sur le tableau (1).

**Tableau 1:** Taux d'éclosion (%) enregistré chez les œufs traités par les huiles essentielles brutes de *P.harmala* et *C.arabica*. Lebbouz(2017).

HE	taux d'éclosion %	Taux des œufs non éclos (%)		$\chi^2$	valeur de P
		pas de Développement embryonnaire	Embryon mort		
<i>P.harmala</i>	05,65	81,02	13,33	263,73	<0.0001
<i>C.arabica</i>	04,21	48,43	47,36	259,04	<0,0001

Il ressort d'après ce tableau qu'un taux d'éclosion de 05,65% est noté chez les œufs traités par les huiles essentielles de *P.harmala*. Ces huiles affectent l'éclosion de 81,7% des œufs traités dont 13,33% présentent un embryon mort et 81,02% présentent l'aspect des œufs non fertiles (pas de développement embryonnaire) avec des déformations. Sur le même tableau, il apparait que les œufs d'*E.ceratoniae* sont affectés aussi par les huiles essentielles brutes de *C.arabica*, ceci se traduit par un taux d'éclosion de l'ordre de 04,21%.

Les huiles essentielles de *C.arabica* inhibent l'éclosion de 80,99% des œufs traités dont 47,36% présentent un embryon mort et 48,43% présentent l'aspect des œufs non fertiles. La sensibilité des œufs traités par les huiles essentielles de *P.harmala* et *C.arabica* est confirmée par le test de comparaison de pourcentages  $\chi^2$  tableau(1), qui montre que la différence du taux d'éclosion enregistré chez les œufs traités par les huiles essentielles de *P.harmala* et *C.arabica* est significative par rapport aux témoins avec respectivement  $\chi^2 = 263,73$  et  $p < 0,0001$  et  $\chi^2 = 259,04$  et  $p < 0,0001$ .

D'après les résultats obtenus tableau (1), on remarque que les œufs d'*E.ceratoniae* sont plus sensibles aux huiles de *C.arabica* que les huiles essentielles de *P.harmala*.

**Tableau 2:** Éclosion des œufs (%) d'*E.ceratoniae* exposés à diverses concentrations d'huiles essentielles de *T.algeriensis* et *T.hyemalis*. **Adouane et al.,(2022).**

HEmg/ml	0.5	1	1,5	2	2,5	$\chi^2$	dL
<b>T.algeriensis</b>	65,00	50,00	40,00	28,33	15,00	104,50	5
<b>T.hyemalis</b>	56,67	45,00	28,33	15,00	0	150,94	5

Le taux d'éclosion des insectes a diminué avec l'augmentation de la concentration des deux huiles.

La concentration des deux huiles. L'exposition aux vapeurs de *T.hyemalis* a provoqué 0% du taux d'éclosion à la concentration de 2,5 mg/ml. Avec la même concentration, le taux d'éclosion était de 15 % lorsque les œufs étaient exposés à l'huile de *T.algeriensis* tableau (2).

Une relation dose-réponse a été déterminée pour les HE de *R.officinalis* et d'*E.viminalis* appliquée aux œufs d'*E.ceratoniae* tableau (3).

**Tableau 3:** Valeurs CL50 des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Eucalyptus viminalis* contre les œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* **Yousefi et al.,(2019).**

	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Eucalyptus viminalis</i>
<b>CL50</b>	17,65	15,469
<b>Slope</b>	2,00	1,42
<b>Degré de liberté</b>	6	6
$\chi^2$	2,18	3,19

**Tableau 4:** Effet de la fumigation des œufs avec des huiles essentielles d'*Eucalyptus viminalis* et de *Rosmarinus officinalis* sur la durée des cycles de développement d'*E.ceratoniae*. **Yousefi et al.,(2019).**

	<b>Durée du cycle (jour)</b>			
<b>Concentration (µl/l air)</b>	21,7	42,55	106,38	170,20
<i>E. viminalis</i>	40,32	42,85	-	-
<i>R.officinalis</i>	38,25	40,66	44,22	-

D’après les résultats obtenus les huiles d’*E.viminalis*, *C.arabica* et *T.hyemalis* sont les plus toxiques que *R. officinalis* et *T .algeriensis* et *P.harmala*

Les résultats montrés que le taux d’éclosion des œufs diminue avec l'augmentation de la concentration d'huile et du temps d'exposition. D'autre part, le taux de mortalité augmente avec les mêmes conditions.

**Amri et al., ( 2014)**, prouvent que les huiles essentielles des *Thymus capitatus* et de *Rosmarinus officinalis* à une dose de 20 µl / ml inhibent l’éclosion des œufs avec un taux de 100% après 24 h de traitements. Le même taux obtenu après l’exposition aux huiles essentielles de *Artemisia herba – alba* à la concentration de 150 µl / l d’air après 48h (**Ben Chaaban et al., 2019**). D’après **Yousefi et al.,(2019)**, Les huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et de *Eucalyptus viminalis* possèdent un effet ovicide contre les œufs d’*E.ceratoniae* et de *Ephestia Kuehniel* à la concentration la plus élevée (170,2 µl / l d'aire), les huiles de *E.viminalis* entraînent respectivement 100% et 98,7% de mortalité pour *E.ceratoniae* et *E.kuehniella* contre 98 et 95,7% avec les huiles de *R.officinalis*. Un faible effet ovicide observé avec l'extrait aqueux de feuilles de *Nerium oleander* (Apocynaceae) et de graines de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur les œufs de *E.ceratoniae*, le taux d'éclosion des œufs était de 54% après 4 jours de traitement (**Nia et al., 2019**).

## **2. L’effet des huiles essentielles sur les larves**

Les résultats des effets larvicides des HE *R.officinalis*, *T.capitatus* et *P.halepensis* ont également montré un effet notable ; leur capacité à tuer les larves était accrue avec l'augmentation des concentrations et du temps de traitement tableau (5 et 6). L'huile *Thymus*



*capitatus* a montré une efficacité de 100 % à 12 µl/ ml après 24 h ou à 20 µl/ ml après 12 h, alors qu'aux mêmes concentrations et au même temps d'exposition, l'huile *R.officinalis* n'a montré qu'une efficacité de 88,33 % et de 95 %, respectivement, et l'huile *P.halepensis* une efficacité de 58,33 % et de 73,33 %, respectivement (**Tableaux 5 et 6**).

**Tableau 5:** Effet larvicide des huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis* et *Pinus halepensis* après 6, 12 et 24 heures sur *E.ceratoniae* par contact direct. **Amri et al.,(2014)**.

Doses (µl/ml)	Mortalité des larves (%)								
	<i>T.capitatus</i>			<i>R.officinalis</i>			<i>P.halepensis</i>		
	6h	12h	24h	6h	12h	24h	6h	12h	24h
4	20,0	28,3	45,0	23,3	31,6	40,0	13,3	21,6	31,6
8	40,0	61,6	73,3	31,6	43,3	55,0	23,3	30,0	51,6
12	71,6	88,3	100	63,3	71,6	88,3	40,0	50,0	58,3
20	91,6	100	100	81,6	95,0	98,3	61,6	73,3	73,3

**Tableau 6:** Effet larvicide des huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis* et *Pinus halepensis* après 6, 12 et 24 heures sur *E.ceratoniae* par fumigation. **Amri et al.,(2014)**.

Doses (µL/mL)	Mortalité des larves (%)								
	<i>T.capitatus</i>			<i>R.officinalis</i>			<i>P.halepensis</i>		
	6h	12h	24h	6h	12h	24h	6h	12h	24h
4	21,6	40,0	56,6	16,6	28,3	50,0	11,6	21,6	35,0
8	25,0	45,0	70,0	23,3	43,3	58,3	13,3	23,3	43,3
12	58,3	68,3	86,6	43,3	55,0	70,0	26,6	38,3	53,3
20	75,0	91,6	100	68,3	78,3	90,0	45,0	56,6	68,3

**Tableau 7:** Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les larves traitées par contact par les huiles essentielles brutes de *P.harmala* et de *C.arabica*. **Lebbouz (2017).**

Temps (jours)	HE de <i>P.harmala</i>	HE de <i>C.arabica</i>
1	40,00±08,66	15,00±07,07
2	50,00±05,00	30,00±00,00
3	53,33±02,88	50,00±14,14
4	53,33±02,88	70,00±00,00
5	56,66±02,88	85,00±07,07
6	/	100,0±00,00

Cette sensibilité s'exprime par un taux de mortalité moyen de 85% enregistré au bout de 5 jours chez les larves traitées par contact par les huiles essentielles de *C.arabica*. Alors que chez celles traitées par les huiles essentielles de *P.harmala*, on note un taux de mortalité de 56,66% enregistrés durant la même période.

**Tableau 8:** Valeurs CL50 des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* et *Eucalyptus viminalis* contre les larves d'*E.ceratoniae* **Yousefi et al., (2019).**

	<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Eucalyptus viminalis</i>
<b>CL50</b>	33,05	25,80
<b>Slope</b>	3,18	2,33
<b>Degré de liberté</b>	6	6
$\chi^2$	13,55	4,99

Les huiles de *R.officinalis* et d'*E.viminalis* étaient toutes deux toxiques pour les larves de d'*E.ceratoniae* tableau (8). *E.viminalis* plus toxique que *R.officinalis* Ces résultats sont confirmés par l'analyse Probit qui a également montré que les huiles d'*E.viminalis* étaient plus toxiques que les huiles de *R.officinalis*. Les valeurs de CL50 des huiles d'*E.viminalis* est 25,8 µl/l d'air par rapport à 33,05 µl/l d'air avec les huiles de *R.officinalis* tableau (8).

Les résultats des HE *E.camaldulensis* et *E.leucoxydon* ont atteint une mortalité de 100 % après 264 h d'exposition, à la concentration la plus élevée (131,58 ml/l d'air).

**Tableau 9:** Les valeurs de CL50 ( $\mu\text{l/l}$  air) des huiles essentielles *E.camaldulensis* et *E.leucoxydon* contre les larves d'*E.ceratoniae*. **Jemâa et al., (2013).**

	<i>E.camaldulensis</i>	<i>E.leucoxydon</i>
<b>CL50</b>	34,08	37,26
<b>Slope</b>	4,64	5,57
<b>DL</b>	8	8
$\chi^2$		

*E.camaldulensis* est plus toxique que l'*E.leucoxydon*, Les valeurs de CL50 des huiles d'*E.camaldulensis* est 34,08  $\mu\text{l/l}$  air par contre le CL50 des huiles *E.leucoxydon* est 37,26 $\mu\text{l/l}$ air

**Tableau 10:** Valeur CL50(mg/mL) des huiles essentielles de *T.hyemalis* et *T.algeriensis* contre les larves d'*E.ceratoniae*. après 3jours d'exposition **Adouane et al.,(2022).**

	<i>T.algeriensis</i>	<i>T.hyemalis</i>
<b>CL50</b>	15,21	14,15
<b>Slope</b>	1,76	5,21
<b>DL</b>	4	4
$\chi^2$	8,71	26,25

Les résultats ont prouvé que les larves étaient significativement plus sensibles à l'huile essentielle de *T.hyemalis*, avec une valeur CL50 égale à 14,15 mg/mL, alors que les larves étaient plus résistantes à l'huile essentielle de *T.algeriensis* avec une CL50 égale à 15,21 mg/mL.

Les huiles les plus toxiques sur les larves d'*E.ceratoniae* sont *E.viminalis*, *C.arabica* et *T.capitatus*. **Bastien (2008)**, montre qu'un larvicide agit sur les larves grâce à une molécule (un complexe de molécule) qui induit à un mauvais développement larvaire (malformation, mort larvaire, augmentation de la durée de stade larvaire). Les larves de ce ravageur qui se développent à l'intérieur des dattes constituent en fait, le stade le plus nuisible car il détruit la

qualité des dattes et en même temps ; elles sont protégées par l'épicarpe de la datte. Cette dernière raison explique la rareté des études toxicologiques vis-à-vis les stades larvaires. Les huiles essentielles de *Thymus capitatus* qui testées par contact contre les larves de *E.ceratoniae* provoquent un taux de mortalité de 100% à la dose 12µl/ml après 20h de traitement **Amri et al., (2014)**. Un taux de mortalité similaire est obtenu par **Ben Chaaban et al.,(2019)**, contre les larves à la concentration de 150 µl / l d'air après 24 h d'exposition à l'huile de *Artemisia herba-alba*. Les huiles essentielles de *R.officinalis* et *E.viminalis* provoquent le même taux de mortalité contre les larves après 14 jours à une concentration de 170,2 µl / l d'air **Yousfi et al., (2019)**. Selon **Ben Jemâa (2015)**, le traitement par fumigation des larves (L5) par l'huile essentielle de *Eucalyptus Leucoxylon* entraine un taux de mortalité de 100% après 48 h d'exposition à la dose de 132 µl / l d'air.

### 3. Effet des huiles essentielles sur les adultes

**Tableau 11:** Les valeurs de CL50 calculées pour la mortalité dans les 24 h d'une exposition d'adultes d'*E.ceratoniae* à l'huile essentielle d'*E.rudis* et d'*E.camaldulensis*. **Haouel.S ; et al., (2010)**.

	<i>E.rudis</i>	<i>E.camaldilensis</i>
<b>CL50</b>	31,37	34,37
<b>Slope</b>	2,17	4,49
<b>DL</b>	10	10
$\chi^2$	20.27	10.35

L'analyse Probit a montré que *E. ceratoniae* était plus sensible à l'huile essentielle d'*E.rudis* que celle d'*E.camaldulensis*. Les valeurs CL50 correspondantes étaient 31,37 et 34,37µl/l d'air, respectivement tableau (11).

**Tableau 12:** Valeurs de LT50 calculées pour les adultes d'*E.ceratoniae* exposés aux huiles essentielles *d.E.rudis* et *E.camaldulensis*. **Haouel.S ; et al., (2010).**

HE	Concentration ( $\mu\text{l/l air}$ )	LT50(h)	slope	DL	$\chi^2$
<i>E.rudis</i>	13,16	39,50	3,0	10	0.25
	26,31	18,27	2,33	10	4.62
<i>E.camaldulensis</i>	13,16	87,73	3,43	10	5.25
	26,31	38,31	4,34	10	5.10

Les valeurs de LT50 variaient de 39,50h pour la concentration 13,16  $\mu\text{l/l}$  d'air à 18,27 h pour la concentration 26,31  $\mu\text{l/l}$  d'air, Pour l'huile essentielle d'*E.rudis*. Néanmoins, pour l'huile essentielle d'*E.camaldulensis*, les valeurs de LT50 ont été de 87,73 et 38,31 h pour les concentrations 13,16 et 26,31  $\mu\text{l/lair}$ , respectivement tableau (12).

A la plus faible concentration (13,16 $\mu\text{l/l}$  d'air), *E.rudis* a atteint 25% de mortalité après 24 h d'exposition contre 10% de mortalité pour *E.camaldulensis*. Cependant, à la plus forte concentration (131,58  $\mu\text{l/l}$  d'air), 100% de a été enregistrée pour les huiles essentielles de *E.camaldulensis* et *E.rudis*. Après seulement 12 h d'exposition.

**Tableau 13:** Valeur CL50 (mg/mL) des huiles essentielles de *T.hyemalis* et *T.algeriensis* contre les adultes après 24h d'exposition. **Adouane et al., (2022).**

	<i>T.algeriensis</i>	<i>T.hyemalis</i>
CL50	0,19	0,11
Slope	3,20	2,21
DL	4	4
$\chi^2$	43,93	67,63

Toutes les concentrations appliquées ont montré un effet toxique sur les adultes d'*E.ceratoniae*. Les résultats du bio-essai CL50 ont également montré plus élevés pour l'huile de *T.hyemalis* (0,11 mg/mL) que pour l'huile de *T.algeriensis* (0,19 mg/mL) tableau (13).

**Tableau 14:** Effet adulticide des huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis*, et *Pinus halepensis* après 6, 12, et 24 h sur *Ectomyelois ceratoniae* par contact direct. **Amri et al.,(2014)**

Mortalité des insectes (%)									
Doses ( $\mu\text{l/ml}$ )	<i>T.capitatus</i>			<i>R.officinalis</i>			<i>P.halepensis</i>		
	6h	12h	24h	6h	12h	24h	6h	12h	24h
4	41,6	46,6	75,0	20,0	36,6	51,6	21,6	35,0	36,6
8	63,3	73,3	100	31,6	48,3	65,0	23,3	40,0	55,0
12	100	100	100	71,6	90,0	98,3	48,3	58,3	70,0
20									

**Tableau 15:** Effet adulticide des huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *Rosmarinus officinalis* et *Pinus halepensis* après 6, 12 et 24 heures sur *Ectomyelois ceratoniae* par fumigation. **Amri et al., (2014).**

Mortalité des insectes (%)									
Doses ( $\mu\text{l/ml}$ )	<i>T.capitatus</i>			<i>R.officinalis</i>			<i>P.halepensis</i>		
	6h	12h	24h	6h	12h	24h	6h	12h	24h
4	38,3	76,6	88,3	13,3	38,3	58,3	18,3	21,6	30,0
8	73,3	90,0	100	40,0	65,0	83,3	33,3	41,6	53,3
12	100	100	100	81,6	100	100	43,3	46,6	55,0
20	100	100	100	100	100	100	51,6	63,3	85,0

L'activité adulticide des huiles contre *E.ceratoniae* à différentes doses et différents temps d'exposition a été évaluée. L'huile de *Thymus capitatus* a été la plus efficace, induisant à la dose de 8  $\mu\text{L mL}^{-1}$  après 24 h, une mortalité de 100% et 100%, respectivement, suivie de *R.officinalis* (avec 65% et 83,33%, respectivement) et de *P.halepensis* (avec 55% et 53,33%, respectivement) Tableaux (14et 15).

Les huiles essentielles d'*Eleucoxylon camaldulensis* et d'*Eucalyptus leucoxylon* toxiques pour les adultes d'*E.ceratoniae*, la mortalité des adultes étant de 100 % après une période d'exposition de 120 heures. Tableau (16).

**Tableau 16:** Les valeurs de CL50 ( $\mu\text{l/l}$  air) des huiles essentielles *E.camaldulensis* et *E.leucoxylon* contre les adultes d'*E.ceratoniae*. **jemâa et al., (2013).**

HE	<i>E.camaldulensis</i>	<i>E.leucoxylon</i>
CL50	12, 07	21, 75
Slope	23, 99	3,756
DL	8	8
$\chi^2$	5,98	5,991

Les résultats de la toxicité des huiles essentielles d'*O.basilium*, *R.graveolens* et *M.pulegium* ont été présentés sous forme de pourcentage de mortalité des adultes d'*E.ceratoniae* à différentes doses et à différents temps d'exposition ont montré que la toxicité dépend de la concentration d'huile et de la période d'exposition. Tableau (17).

**Tableau 17:** Valeur CL50 calculées pour la mortalité dans les 24 heures d'exposition d'adultes d'*E.ceratoniae* à diverses concentrations des huiles essentielles *O.basilium*, *R.graveolens* et *M.pulegium* **chaaban et al.,(2019).**

	<i>O.basilium</i>	<i>R.graveolens</i>	<i>M.pulegium</i>
CL50	1,23	0,31	1,97
DL	6	6	6

L'analyse Probit a montré que les valeurs CL50 ont prouvé que l'huile essentielle de *R.graveolens* était la plus toxique.

Nombreuses études ont été rapportées sur l'activité insecticide de l'huile essentielle de *R.graveolens* contre différents divers ravageurs. Dans ce contexte, **Pavela (2005)** a étudié l'efficacité de la fumigation de l'huile essentielle de *R.graveolens*.

**Tableau 18:** Mortalités corrigées (%) cumulées enregistrées chez les adultes traitées par les huiles essentielles brutes de *P.harmala* et de *C.arabica*. **Lebbouz(2017)**.

Temps (jours)	HE de <i>P.harmala</i>	Temps (heurs)	HE de <i>C.arabica</i>
1	00,00±00,00	1	06,66±05,77
2	88,88±05,00	2	26,66±05,77
3	87,50±50,00	3	43,33±15,27
4	87,50±05,00	4	70,00±20,00
5	100,0±00,00	5	86,66±23,09
6	/	6	96,66±05,77
7	/	7	100,0±00,00

L'analyse probit montre qu'il y a une corrélation significative entre le taux de mortalité et le temps d'exposition, le TL50 est de 2,49 heures pour *C.arabica*, et TL50 est de 1,45 jour pour *P.harmala*.

Un taux de mortalité de 100% au bout de cinq jours après traitement par inhalation par les huiles de *P.harmala*, un taux de mortalité de 100% est enregistré au bout de 7 heures après traitement Concernent les huiles essentielles de *C.arabica*.

Pour les adultes Les résultats obtenus, montrent que les huiles essentielles ont des effets toxiques contre les adultes d'*E.ceratoniae* avec un effet plus puissant sur des huiles essentielles de *P.harmala*, *T.capitatus* et *T.hyemalis* par rapport aux autres huiles. **Lebbouz(2017)**, à indiqué que le traitement par inhalation par les huiles essentielles de *Peganum harmala* entraînent un taux de mortalité de 100% chez les adultes de *E. ceratoniae* après 5 jours et dont le TL50 est de 1,45 jour. Le même taux a été obtenu par Ben **Jemâa (2015)**, après le traitement des adultes avec les huiles essentielles de *Eucalyptus transcontinentalis* après 2 h d'exposition à la concentration de 143 µl / l d'air. Les résultats obtenus par **Amri et al., (2014)**, ont montré que l'huile essentielle extraite de *Thymus capitatus* est très toxique (100% de mortalité) pour les adultes de *E. ceratoniae* à la dose de 8 ul/l après 24h, suivie de l'huile de *R.officinalis* (65% et 83,33% de mortalité), suivie par l'huile de *Pinus halepensis* (55% et 53,33% de mortalité).



Selon **Bachrouh et al., (2010)**, les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* L. était plus toxique pour les adultes de *E.kuehniell*.

Nos résultats sont similaires aux résultats enregistrés par **Mediouni Benjemaa et al. (2009)**, ont rapportés que les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* révèlent une mortalité de 100% chez les adultes d'*E.ceratoniae* après 2 jours de traitement. **Kemassi et al. (2014)**, prouvent que les huiles essentielles de *P.harmala* et *C.arabica* entraînent un taux de mortalité de 100% chez les adultes de *Schistocerca gregaria* après 30 minutes et 18 secondes et 128 minutes et 8 secondes respectivement. **Pyrovi et al.(2011)**, montrent que les huiles essentielles de *Ferula assafoetida* réduit le taux d'infestation des fruits de grenade par *E.ceratoniae*. Cette réduction du taux d'infestation peut être expliquée par l'effet répulsif de ces huiles essentielles ou par la perturbation du comportement reproductif des adultes qui ne peuvent pas détecter leurs sites de ponte ou bien encore par la combinaison de ces deux effets (**Goldansaz et al., 2012**).

Plusieurs études ont également prouvé que la toxicité des huiles essentielles varie selon les espèces d'insectes, la concentration d'huiles essentielles et le temps d'exposition (**Ben Jemâa et al., (2012)** ; **Haouel et al.,(2010)** ; **Ben Chaaban et al., (2019)**).

## Conclusion

Notre travail a été consacré essentiellement à l'étude de la lutte biologique par les huiles essentielles contre les œufs, les larves et les adultes de *Ectomyelois ceratoniae*.

Parmi les travaux consacrés pour l'étude des effets insecticides des huiles essentielles de diverses plantes contre les différents stades de développement de *Ectomyelois ceratoniae*, on peut citer celle de **Haouel et al.,(2010)** ; **Lebbouz (2017)** ; **Chaaban et al.,(2019)** ; **Jemâa et al.,(2013)** ; **Amri et al.,(2014)** ; **Youssefi et al.,(2019)** ; **Adouane et al.,(2022)**.

Le traitement des œufs par les huiles des plantes révèle que les huiles ont un effet ovicide élevé contre *E.ceratoniae*. Les huiles essentielles de *Eucalyptus viminalis*, *Tymus hyemalis*, *C.arabica*, sont les plus toxiques avec un taux d'inhibition d'éclosion de 100%.

Pour les larves, les huiles essentielles de *Thymus capitatus*, *Eucalyptus viminalis*, *Cleome arabica*, *Thymus hyemalis* exercent un effet insecticide bien marqué. Ceci traduit par un taux de mortalité corrigée de l'ordre 100%.

Concernant les adultes, un taux de mortalité corrigée élevé a été observé pour les huiles extraites des plantes *Thymus capitatus*, *C.arabica*, *R.graveolens*, *E.rudis*, *E.camaldulensis*, *Thymus hyemalis*, avec un taux de mortalité corrigée de l'ordre 100%.

L'étude des paramètres toxicologiques des différentes huiles essentielles, montre que CL50 sont plus faibles dans un temps d'exposition plus long, CL50 des huiles essentielles *Thymus hyemalis* est 0.11 après 24 heures d'exposition chez les adultes. Et les TL50 sont plus réduits pour des fortes concentrations, Pour l'huile essentielle d'*E.rudis* LT50 variaient de 39,50h pour la concentration 13,16 µl/l d'air à 18,27 h pour la concentration 26,31 µl/l d'air.

Les résultats obtenus à partir des travaux cités précédemment prouvent clairement les propriétés insecticides des huiles essentielles, ces propriétés diffèrent selon, le stade de développement, le mode d'application de l'huile, leur concentration et la durée de traitement.

Ces travaux prouvent aussi, que ces huiles pourraient être une alternative aux pesticides chimiques utilisés dans la lutte contre ce ravageur, tout en préservant la santé humaine et l'environnement. Ces nouvelles molécules sont biodégradables et moins susceptibles de provoquer la résistance des espèces cibles.

Pour valider l'activité insecticide des mêmes huiles essentielles sur *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, il faudrait refaire l'étude avec des tests toxicologiques.

## Références bibliographiques

- **Abbott, W.S., 1925.** A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18, 265-267.
- **Abdelmoutaleb, M. (2008).** La campagne intensive de vulgarisation (CIV) pour la lutte contre le ver myélois ou la pyrale des dattes dans les wilayas de Biskra et d'El Oued, in revue, *Agriculture & développement, communication Vulgarisation*. Ed INVA: 7-10.
- **Aberlenc-Bertossi F. 2010.** Biotechnologie de palmier dattier. Actes du 3ème Séminaire du réseau AUF-BIOVEG, 18-20 novembre 2008, Montpellier, France. Ed, IRD, p.261.
- **Adouane, S., Mehaoua, M. S., Bouatrous, Y., Tudela, J., Flamini, G., & Mechaala, S. (2022).** Natural insecticides from native plants of the Mediterranean basin and their activity for the control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 1-8.
- **AMRI, Ismail, HAMROUNI, Lamia, HANANA, Mohsen, et al.** Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Chilean journal of agricultural research*, 2014, vol. 74, no 3, p. 273-279.
- **Amorsi, G. (1975).** Le palmier dattier en Algérie. Ed. Tlemcen. 131p.
- **Al-Izzi M. A. J., Al-Maliky S. K. and Jabbo N. F. 1987.** Culturing the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), on an artificial Diet. *Journal of economic entomology*, 80: 277-280.
- **Arif Y. 2008.** Etude de l'interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera : Pyralidae) et certains cultivars de palmier dattier. Mémoire de magister en entomologie agricole et forestière, université de Batna, 73p
- **Acourene. S., 2007.-** Inventaire des différents cultivars de palmier dattier des régions d'Oued-Righ et d'Oued-Souf (Algérie). *Sécheresse*, 18(2): 135-142.
- **Bachrouch O., Mediouni Ben Jemaa J., Wissem A.W., Talou T., Marzouk B. and Abderraba M. 2010.** Composition and insecticidal activity of essential oil from *Pistacia lentiscus* L. against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: pyralidae). *Journal of stored product research*, 46: 242-247.
- **Balachowsky A.S. 1972.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Traité, Tome II - Lépidoptères. (Eds) Massie et Cie, Paris. Pp 1199-1200.

- **Bastien F., 2008.**- Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Reunion. Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Université Toulouse, 78p
- **Benaddoun A. 1987.** Etude bio-écologique d'*Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera-Pyralidae) à Ghardaïa. Mémoire Ing., INA El Harrach, Alger, 53 p.
- **Ben Chaaban S., Mnaffed A. K. and Mediouni Ben Jemaa J. 2019.** Efficacy of essential oils to control the carob moth, *Ectomyelois Ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). International journal of agriculture innovations and research, 7(4): 388-391.
- **Ben Saad A. 2010.** Evolution des systèmes de production oasiens dans le contexte de Désengagement de l'état. Cas des oasis du grand Gabes. Manuel gouvernance foncière Et usage des ressources naturelles FONCIMED. INRA. 392 p.
- **Bensaleh M. K. 2015.** Evaluation des caractéristiques biologiques d'*Ectomylois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera : Pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées. Stokage, conservation et lutte. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, université Mohamed Khider, Biskra, 117p.
- **Bensalah M. K. et Ouakid M. L. 2015.** Essai de lutte biologique contre la pyrale des dattes *Apomyelois ceratoniae* Zeller, 1839 (Lepidoptera : pyralidae) par l'utilisation de *Phanerotoma flavitestacea* fisher (hymenoptera : braconidae) et *Bracon hebetor* say (hymenoptera, braconidae) dans les conditions contrôlées. Courrier du savoir 20:101-108.
- **Bissaad, F. & Bounaceur, F., 2017.** Possibilité d'utilisation d'une bactérie entomopathogène dans la cadre de la lutte contre la pyrale de la datte.. BoumerdesAlgeria: The 1st International Congress On Biotechnologies for Sustainable Development-CIBSDD
- **Bond J. G., Mariana C. F. and Williams T. 2004.** The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae. Medicinal and veterinary entomology, 18(1): 50-56
- **Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M. et Jacque B., 2001.**- La pyrale des dattes dans la région de Tafilalet au Sud Est du Maroc. Fruits, 56(3): 189 -196.
- **Calatayud P. A. 2013.** La lutte biologique, stratégie durable. Pour la science 424: 42-48.
- **CHAABAN, Samah Ben, HAMDY, Soumaya Haouel, MAHJOURI, Kamel, et al. , 2019.** Composition and insecticidal activity of essential oil from *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium* and *Ocimum basilicum* against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller and

- Ephestia kuehniella Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, vol. 126, no 3, p. 237-246.
- **Dakhia N., Bensalah M. K., Romani M. et Djoudi A. M. 2013.** Etat phytosanitaire et diversité variétale du palmier dattier au bas sahara - Algérie. *Journal Algérien des régions arides*, 12(1): 6-17.
  - **Dhouibi, M.H. 1982.** Etude bioécologique d'Ectomyelois ceratoniae zeller (lepidoptera, pyvralidae) dans les zones presahariennes de la Tunisie. Thèse de doctorat. INA de Tunis. 142p. 22.
  - **Doumandji. 1981** Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le Nord de l'Algerie, Ectomyelois ceratoniae Zeller (Leidoptera-pyralidae); thèse de doctorat ès Science, Univ, 138p. 23.
  - **Doumandji-Mitiche B. 1983.** Contribution à l'étude bio-écologique des parasites et prédateurs de la pyrale des caroubes Ectomyelois ceratoniae en Algérie en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce ravageur. Thèse Doctorat ès Science, Univ. Paris VI, 1983, 253 p
  - **Dridi B., Baouchi H., Ben Salah K Et Zitoun A., 2001-**Présentation d'une nouvelle méthode biotechnique de lutte contre le ver de la datte Ectomyelois ceratoniae Zeller dite technique des insectes stériles. Journée Technique phytosanitaire. Ed. I.N.P.V. pp 58-70.
  - **Dhouibi M.H.1991.** Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Institut National Agronomie de Tunisie, Labo. Entomologie-Ecologie : 27-40.
  - **Doumandji S., 1978.-** Contribution à l'étude biologique de la pyrale des caroubes, Ectomyelois ceratoniae. Extrait des comptes rendus des journées du CERAG. 53 – 64.
  - **El Houmaizi M. A. 2002.** Modélisation de l'architecture du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse de doctorat des sciences biologie végétale, université Cadi Ayyad, Marrakech, 130p.
  - **Jinous, A., & Fereshteh, R. (2012).** Chemistry, pharmacology and medicinal properties of Peganum harmala L. *African Journal of pharmacy and pharmacology*, 6(22), 1573-1580.
  - **JEMÂA, Jouda Mediouni Ben, HAOUEL, Soumaya, et KHOUJA, Mohamed Larbi, 2013.** Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against Ectomyelois ceratoniae (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions. *Journal of stored products research*, vol. 53, p. 67-71.

- **El Akhal F., Greche H., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R. et El Ouali Lalami A., 2015.-** Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc. Journal of materials and environmental science, 6 (1): 214-219.
- **Finney, D. L. 1971.** Probit Analysis. 3rd ed. Cambridge University Press, UK, 125 pp.
- **Fischer R.A et Yates F., 1975.-** Statistical Tables for Biological, Medical and Agricultural Research. 6th. Ed, Longman, London: 6-66.
- **Fasciculosa, e. (2005).** Guidelines to protect and enhance eucalyptus leucoxydon.
- **Gagnon S., Chouinard G. et Smeesters E. 2001.** Méthodes alternatives à la lutte chimique en pomiculture. Revue des alternatives à la lutte chimique en pomiculture, principales techniques applicables au Québec, 1:1-40.
- **Goldansaz S.H., Talaei L., Poorjavad N., and Dehghani Y.H., 2012.-** Inhibition of carob moth damage using *Ferula assafoetida* essential oil in pomegranate orchards of Iran. II international symposium on the pomegranate, Options méditerranéenne, 103: 129-131.
- **Hached W., Ben Romdhane S., Sahraoui H. et Grissa-Lebdi K. 2018.** Essais de lutte contre *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1881 (Lepidoptera : Pyralidae) sous conditions contrôlées et en verger d'agrumes. Journal of new sciences, 49(3): 2961-2970.
- **Hadjeb A., Mehaoua M. S. and Ouakid M. L. 2016.** Toxic effect of spinosad (bioinsecticide) on larval instars of date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. (Lepidoptera: Pyralidae) under controlled condition. Corrier du savoir, 21: 47-5
- **Hadjb. A.2017.** Étude bioécologique et répartition spatio-temporelle de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) dans des oasis de la wilaya de Biskra. Étude du comportement alimentaire et essai de lutte. Thèse de doctorat. Univ, Mohamed Khider, Biskra, 130 p.
- **Haouel, S., Mediouni-Ben Jemâa, J., and Khouja, M.L. 2010.** Postharvest control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* using eucalyptus essential oil fumigation. Tunisian Journal of Plant Protection 5: 201-212.
- **IDDER A., 1984-** Inventaire des parasites d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) dans les palmeraies d'Ouargla et lâchers de *Trichogramma* bryophagum Hartig (Hymenoptera, Trichogrammatidae) contre cette pyrale. Mémoire. Ing. INA. El-Harrach. 63p.
- **Idder-Ighili H.(2008).** Interaction entre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera - Pyralidae) et quelques cultivars de datte dans le palmier de Ouargla

- (Sud- Est Algérie). Mémoire de Magister en Agronomie saharienne, Université Kasdi Merbah, Ouargla, pp35-40
- **Isman M. B. 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19 (2000): 603-608.
  - **Khelifi, A., Pecio, Ł., Lobo, J. C., Melo, D., Ayache, S. B., Flamini, G., ... & Achour, L. (2021).** Leaves of *Cleome amblyocarpa* Barr. and Murb. and *Cleome arabica* L.: Assessment of nutritional composition and chemical profile (LC-ESI-MS/MS), anti-inflammatory and analgesic effects of their extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 269, 113739.
  - **Khoualdia, O., R'Houma, A., Marro, J.P., Brun, J., 1996a.**-Lacher de *Phanerotoma ocuralis* Kohl contre la pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, dans une parcelle expérimentale à Tozeur en Tunisie. *Fruits* (51), 129-132
  - **Ketoh G.K, Glitho I.A, Nuto Yet Koumaglo H.K., 1998.**- Effet de six huiles essentielles sur les œufs et les larves de *Callosobruchus maculatus* F. (coleoptera : bruchidae). *Sciences et médecine*, 00 : 16-20.
  - **Kemassi A., Bouziane N., Boual Z. et Ould El Hadj M.D., 2014.**-Activité biologique des huiles essentielles de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Phytothérapie*, 12(6): 348-353.
  - **Koroch A. R., Juliani H. R. and Zygodlo J. A. 2007.** Bioactivity of essential oils and their components. In: Berger R.G. (eds) *Flavours and Fragrances*. Springer, Berlin, Heidelberg. pp: 87-102.
  - **Lakhdar L. 2015.** Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaine sur *Aggregatibacter actinomycomitans*. Etude in vitro. Thèse de doctorat en sciences odontologiques, université Mohammed V, Rebat, 163p.
  - **LEBBOUZ, Ismahane, 2017.** Etude de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839, dans la région de M'ghaier (Algérie), infestation, cycle de développement et essai bio insecticide. Thèse de doctorat. universit mohamed khaidar-biskra.
  - **Lebdi Grissa K., Mejri O. et Ben Brahim H., 2011**-Effect of diapause for improving massrearing and field performance of irradiated carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae), in Tunisia. Increasing the efficiency of Lepidoptera sit by enhanced Quality control. Vienna : 35-37.
  - **Le Berre, M., 1978.** LE BERRE M., 1978. Mise au point sur le problème du ver de la datte, *Myelois ceratoniae* Zell.. *Bull. Agr. Sahar*, pp. 1-36.

- **Lepigre A., 1963**- Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Myelois ceratoniae* Zeller – (Pyrilidae) Annal. Epiphyties.14 (2):85-105.
- **Lhoucine B. 2010**. Etude de la persistance de quelques Pesticides dans la culture de la haricot vert Dans la région de Souss Massa.Thèse Doctorat, ENSA, Agadir, 139 p.
- **Mediouni Ben Jemaa J., Bachrouch O., Marzouk B. and Abderraba M., 2009.**- Fumigation using essential oil for control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: pyralidae) during storage. Revue des régions arides, 24, N° spécial: 279-281.
- **Mediouni Ben Jemâa, J., Haouel, S., Bouaziz, M., and Khouja, M.L. 2012**. Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five Eucalyptus essential oils against three moth pests of stored dates in Tunisia. Journal of Stored Products Research 48: 61-67.
- **Mehaoua, M.S.(2014)**.Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (*Ectomylois ceratoniae* Zeller . ;1839),ombioècologie ,cotmportement et essai de lutte .Thèse Doctorat .Université Biskra .91P.
- **Munier P. 1973**. Le Palmier dattier techniques agricoles et productions tropicales. XXIV édition, Paris,pp. 200-21.
- **Munier P. 1973**. Le palmier dattier. Paris: Ed. Maison-neuve et Larousse, 217 p13.
- **Naidji T. et Kebici H., 2009**- Étude de quelques aspects bioécologique de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller., 1839 (Lepidoptera, Pyralidae) et essai de lutte biologique par le Spinosad dans les conditions contrôlées. Mémoire.Ing. Agro, Université de Biskra. 53 p.
- **Nia B., Lekbir A. and Ben Salah M. K. 2019**. Insecticidal and antioxydant activities of aqueous extracts of two Algerian medicinal plants. Acta entomologica serbica, 25(1): 1-9.
- **Nay J. E., Perring TM. 2006**. Effect of fruit moisture content on mortality, development and fitness of the Carob moth (Lep: Pyralidae). Environmental Entomology 35: 237-244.
- **Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahammed M. et Zabeirou H., 2003.**- Place des plantes spontanees dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional Est). Courrier du savoir, N°03: 47-51.
- **Peyrovi1 M., Goldansaz S.H. and Jahromi K.T., 2011.**- Using *Ferula assafoetida* essential oil as adult carob moth repellent in Qom pomegranate orchards (Iran). African journal of biotechnology, 10 (3): 380-385.



- **Raache A. (1990).** Etude comparative des taux d'infestation de deux variétés de dattes (Deglet-Nour et Ghars) par la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (LepidopteraPyralidae) dans deux biotopes différents (palmeraies moderne et traditionnelle) dans la région de Ouargla. Mémoire Ing., ITAS, Ouargla, 85 p.
- **Raghav, S. K., Gupta, B., Agrawal, C., Goswami, K., & Das, H. R. (2006).** Anti-inflammatory effect of *Ruta graveolens* L. in murine macrophage cells. *Journal of ethnopharmacology*, 104(1-2), 234-239.
- **Ramade F., 2007.-** Introduction à l'écotoxicologue: fondement et application. Ed. TEC et DOC, 618p.
- **Sellami S.,Toursi S. et Jamoussi K. 2015.** La lutte biologique, alternative aux produits phytosanitaires chimiques. *Journal of new sciences, agriculture and biotechnology* 19(5):736- 743.
- **Suty L. 2010.** La lutte biologique, vers de nouveaux équilibres écologiques. Edition Quae, p. 44.
- **Soultani N. 2013.** Lutte chimique raisonnée, produits phytopharmaceutiques et protection des cultures : état des lieux et perspectives. Séminaire internationale de Protection Phytosanitaire : situation et perspectives, Université Hadj-Lakhdar, 17-19 Novembre 2013, Batna, Algérie. P5.
- **Sedra F. Z. 2003.** Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, techniques phoénicoles et création d'oasis. INRA –Editions, p 180.
- **Sokal, R.R., and F.J. Rohlf. 1995.** Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 887 p. 3rd ed. W.H. Freeman and Co., New York, USA.
- **Wertheimer, M., 1958.** Un des principaux parasites du palmier dattier algérien : le Myelois décoloré. *Fruits*, pp. 109-123.
- **Xavier M. 2018.** La régulation naturelle des insectes ravageurs des cultures légumières et ses conséquences sur la production : quantification du service fourni et recherche de leviers pour son intensification. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, université Bretagne Loire, 273 p.
- **Yousfi, S., Haouel-Hamdi, S., Bessi, H., Assoudi, C., Elimem, M., Messaoud, C., Flamini, G., and Mediouni-Ben Jemâa, J. 2019.** Variations in essential oils composition and potential as fumigants against stored date moths *Ectomyelois ceratoniae* and *Ephestia kuehniella*. *Tunisian Journal of Plant Protection* 14 (1): 33-53.
- **ZAHEL, S.** Etude de la toxicité de quelques régulateurs de croissance des insectes (IGR) sur la pyrale des dattes.

- **Zouiouèche F.Z., 2012.-** Comportement de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, vis-à-vis de trois variétés de palmier dattier dans la région de Biskra. Thèse magister. ENA, Alger, (Algérie), 118 p.

### **Sitographie**

- <https://www.anbg.gov.au/cpbr/WfHC/Eucalyptus-camaldulensis/index.html>
- <https://www.alamyimages.fr/photos-images/mentha-pulegium.html>
- <https://www.preservons-la-nature.fr/flore/taxon/7609.html>
- <http://www.sohosandiego.org/presidio/eucalyptusrudis.htm>
- <https://www.alamyimages.fr/photo-image-gommier-blanc-aka-gomme-a-macher-ou-ruban-viminalis-arbre-l-eucalyptus-viminalis-myrtaceae-new-south-wales-australie-tasmanie-23276298.html>
- <https://www.alamyimages.fr/>
- <https://www.tela-botanica.org/isfan-nn-145350-illustrations>

## Résumé

**Effet insecticide des extraits des huiles essentielles sur la pyrale des dattes  
(*Ectomyelois ceratoniae* Zeller).**

Nous avons étudié l'activité biologique des huiles essentielles contre les œufs, les larves et les adultes d'*Ectomyelois ceratoniae* dans l'espoir de trouver des produits moins nocifs pour la santé humaine et des alternatives plus respectueuses de l'environnement aux produits chimiques conventionnel. Les travaux synthétisés des essais de lutte biologique montrent que toutes les huiles essentielles testées avaient un effet insecticide contre les différents stades de développement de ce ravageur, indiquant aussi, que ces huiles avaient des propriétés ovicides, larvicides et adulticides. Par contre les huiles essentielles *Thymus hyemalis* et *Celome arabica* sont marqué un effet insecticide remarquable sur les differants stades de développement d'*Ectomyelois ceratoniae*.

**Mots clés :** *Ectomyelois ceratoniae*, huiles essentielles, *Thymus hyemalis*, *Celome arabica* .

## Abstract

**Insecticidal effect of essential oil extracts on the date moth (*Ectomyelois ceratoniae*  
Zeller).**

We studied the biological activity of essential oils against eggs, larvae and adults of *Ectomyelois ceratoniae* in the hope of finding less harmful products for human health and more environmentally friendly alternatives to conventional chemicals. The synthesized work of the biological control trials shows that all the essential oils tested had an insecticidal effect against the different developmental stages of this pest, indicating also, that these oils had ovicidal, larvicidal and adulticidal properties. On the other hand, the essential oils *Thymus hyemalis* and *Celome arabica* are marked a remarkable insecticidal effect on the different stages of development of *Ectomyelois ceratoniae*.

**Key words:** *Ectomyelois ceratoniae*, essential oils, *Thymus hyemalis*, *Celome arabica*.

## ملخص

**تأثير المبيدات الحشرية لمستخلصات الزيت العطري على عثة التمر ( *Ectomyelois ceratoniae* )  
(Zeller).**

لقد درسنا النشاط البيولوجي للزيوت الأساسية ضد البيض واليرقات والبالغات من *Ectomyelois ceratoniae* على أمل العثور على منتجات أقل ضرراً بصحة الإنسان وبدائل أكثر صداقة للبيئة للمواد الكيميائية التقليدية. أظهر العمل المركب لتجارب المكافحة البيولوجية أن جميع الزيوت الأساسية التي تم اختبارها كان لها تأثير مبيد حشري ضد المراحل المختلفة لتطور هذه الآفة ، كما يشير إلى أن هذه الزيوت لها خصائص مبيدات المبيض واليرقات ومبيدات الكبار. من ناحية أخرى ، فإن الزيوت العطرية *Thymus hyemalis* و *Celome arabica* لها تأثير مبيد حشري ملحوظ على المراحل المختلفة لتطور *Ectomyelois ceratoniae*.

**الكلمات المفتاحية:** *Ectomyelois ceratoniae*, *Thymus hyemalis*, *Celome arabica*, الزيوت الأساسية.