



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des science de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie.
Filière : Science biologique

Référence / 2023

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité: Biochimie appliquée

Présenté et soutenu par :

Bakhelili Imane et Kara Hanane

Le: 26 /06/2024

Synthèse bibliographique sur l'effet des huiles essentielles de quelques plantes contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae)

Jury :

Dr. Sara redouane salah	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Président
Dr. LAMRI Halima	MAA	Université Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
Dr. Yacine derradji	MAA	Université Mohamed Khider Biskra	Examineur

Année universitaire : 2023 /2024

Remerciements

Au terme de cette étude, nous tenons tout d'abord à remercier **Allah**, le Seigneur Tout puissant de l'univers qui nous donne la capacité, la volonté et la patience nécessaires pour faire le travail qui nous a guidés sur le bon chemin.

Nous tenons ensuite à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur Mme. **Lamri Halima**, qui nous a suivi tout au long de nos travaux et nous est très reconnaissant de ses conseils avisés, de sa disponibilité continue et de sa surveillance sans faille.

J'exprime mes profondes gratitudees à M^{me} **Sara Redouane Salah** maitre assistant au département des sciences de la nature et de la vie de l'université de Biskra, vous qui me faites le grand honneur de présider le jury de ce mémoire.

Je voudrais remercier vivement, le M^f **Yacine Derradji** maitre assistant au département des sciences de la nature et de la vie de l'université de Biskra, qui a bien voulu examiner ce travail et d'être membre de jury. Qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde gratitude

Tous les enseignants qui nous ont enseigné, depuis le primaire jusqu'au supérieur.

Un grand merci à tous les enseignants du département des sciences de la nature et de la vie de l'université de Mohamed Kheider-Biskra.

Enfin tous ceux qui ont contribués de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui sont les plus chères dans ma vie:

A mon très **cher père** m'a énormément aidé dans ma vie avec ses conseils et son sagesse, qui est la source de ma réussite.

A ma très **chère mère**, cette fontaine d'amour et de tendresse, pour ces conseils et son soutien indéfectible.

A mes très chères frères : **Bilal** et **Ahmed Moussa**, A qui je souhaite tout le bonheur du monde.

À celui qui a bon cœur, à celui qui a une âme fière, à celui qui a un sourire Unique, à celui qui s'est battu et a beaucoup contribué pour moi, **mon fiancé, Ibrahim**.

A mes grands **chères sœurs** et leurs **maris**, et **mes petits sœurs** : **Khadija** et **Sara**.

Atout les petites enfants **Serine, Layane, Fatima, Abd-Allah, Ahmed khalil, Ahmed Nazim, Abd-Rahim, haïthem**.

A mon **grand-père** et **grand mères**

A tout ma **famille kara** petit et grand.

A mes très **chère amies Iman, Chaima, Fatima, khawla, yasmine, hadil,**

Amani, khadijia.

A tous qui me connaisse de près ou de loin.

À tous mes collègues de ma promotion de **2ème master Biochimie appliquée 2024**

Envahissante, que **Allah** les protège et leurs donne une vie

Pleine de réussite et de bonheur.

Kara Hanane.

Dédicaces

À la rose de ma vie qui ne fane jamais, à ma **chère mère** qui m'a toujours encouragé à continuer.

À **mon cher père**, ta présence à mes côtés est toujours la source de ma force face aux obstacles et le secret de ma détermination à réaliser mes rêves.

Merci pour votre soutien et vos encouragements, et j'espère que ce travail reflète ma gratitude et mon amour.

À **mes frères, Islam et Abdelhakim**, à ma sœur **Nariman**.

À mon **cher binôme, Hanane** pour sa gentillesse et sa sympathie.

À mes belles amies, **Hadil, Fatima, Chaima, Khawla, Amani, Ferdous** pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

À toute ma famille **Bakhelili**.

À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

À Vous tous, je dédie ce modeste travail.

Bakhelili Imane.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Dédicaces

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1

Partie bibliographique

Chapitre 01 *Ectomyelois ceratoniae* Zeller

1. Généralités.....	Erreur ! Signet non défini.
2. Répartition géographique	5
3. Position systématique	5
4. Description morphologique.....	6
4.1. Œufs	6
4.2. Chenilles.....	6
4.3. Chrysalide	6
4.4. Adultes	7
5. Cycle de développement et nombre de générations.....	7
6. Moyens de lutte contre la pyrale des dattes.....	8
6.1. Lutte chimique	9
6.2. Lutte biologique	9
6.3. Lutte génétique (Autocide)	9

Chapitre 02

Description botanique des plantes

1. Généralités	Erreur ! Signet non défini.
2. Présentation botanique des plantes	11
2.1.Eucalyptus commun.....	11
2.2.Rosmarinus officinalis L.....	11
2.3.Cleome arabica.....	11
2.4.Artemisia campestris et Artemisia herba alba.....	12
2.5.Thymus.....	12
2.6.Pinus halepensis	12
2.7. <i>Pistacia lentiscus</i> L.....	13
2.8. <i>Peganum harmala</i> L.....	13
2.9. <i>Ruta graveolens</i>	13
2.10. <i>Mentha apulegium</i> et <i>M. spicata</i> L.....	13
2.11. <i>Ocimum basilicum</i>	14
2.12. <i>Salvia officinalis</i> L.....	14
3. Etude de toxicité des huiles essentielles	14
4. La composition chimique des huiles essentielles	14

Partie expérimentale

Chapitre 3 Matériel et Méthodes

1. Stratégie de travail	18
2. Matériel biologique	18
3. Méthodes de travail	22
3.1.Élevage d'insectes d' <i>Ectomyelois ceratoniae</i>	22
3.2.Collection et séchage du matériel végétal.....	22
3.3.Extraction des huiles essentielles	22
3.3.1.Extraction des huiles essentielles par L'hydrodistillation	23

3.4. Identification et quantification des composants volatils des huiles essentielles	24
3.5. Les paramètres étudiés	25
3.5.1. Taux de mortalité.....	25
3.5.2. Taux d'éclosion.....	25
3.6. Essais de toxicité des huiles essentielles.....	25
3.6.1. Essais de toxicité par contact.....	26
3.6.2. Essais de toxicité par inhalation (Fumigène).....	27
3.6.3. Essais de toxicité par Ingestion	30

Chapitre 4

Résultats et discussions

1. Identification et quantification des composants volatils des huiles essentielles	33
2. Paramètre étudiés	36
2.1. Taux de mortalité	36
2.1.1. Pour les adultes.....	36
2.1.2. Pour les larves.....	39
2.2. Taux d'éclosion	42
3. Discussion générale	44
Conclusion	48
Références bibliographiques	50
Annexes	64
Résumés	77

Liste des tableaux

Tableau 1. Matériel biologique utilisé dans les 15 études.	18
Tableau 2. Pourcentage des compositions des huiles essentielles des plantes étudiée....	33
Tableau 3. Taux de mortalité des adultes.	36
Tableau 4. Taux de mortalité des larves.	40
Tableau 5. Taux d'éclosion et inhibition de taux d'éclosion des œufs.	42

Liste des figures

Figure 1. cycle biologique d' <i>Ectomylois ceratoniae</i> (Doumandji- Mitiche, 1983)	8
Figure 2. <i>Eucalyptus glouulus</i> L. (Adouane S., 2023).....	65
Figure 3. <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (Adouane S., 2023).	66
Figure 4. <i>C. arabica</i> au stade floraison à l'Oued Itel (Eloued) (Lebbouz I., 2017).	67
Figure 5. <i>Artemisia herba alba</i> au début du stade floraison de tebessa (Messai, 2011)...	68
Figure 6. <i>Thymus algeriensis</i> Boiss. & Reut. (Adouane S., 2023).	69
Figure 7. Les aiguilles du pin d'Alep. (Ladjal, 2012).	70
Figure 8. Jeunes feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> (Ouzzir, 2020).	71
Figure 9. <i>P. harmala</i> au stade végétatifà l'Oued Itel (Eloued) (Lebbouz I., 2017).	72
Figure 10. <i>Ruta graveolens</i> (Laurent, 2009).....	73
Figure 11. <i>Mentha spicata</i> L. (Menthe verte) (Hamdane A., 2012).	74
Figure 12. <i>Ocimum basilicum</i> (Chenni, 2016).....	75
Figure 13. <i>Salvia officinalis</i> L. (Adouane S., 2023).	76

Liste des abréviations

(L: D): Ligth: Dark

C. arabica: *Cleome arabica*

E. camaldulensis: *Eucalyptus camaldulensis*

E. transcontinentalis: *Eucalyptus transcontinentalis*

E. ceratoniae : *Ectomyeloides ceratoniae*

GC-MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

HE: huiles essentielles

L1, L2, L3, L4, L5: Larves stade 1, 2, 3, 4,5.

M. pulegium (/ spicata): *Mantha pulegium (/ spicata)*

O. basilicum: *Ocimum basilicum*

P. harmala: *Peganum harmala*

R. gavelens: *Ruta graveolens*

R. officinalis: *Rosmarinus officinalis*

S. officinalis: *Salvia officinalis*

Introduction

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) constitue la plante clef de l'écosystème oasien grâce à son adaptation aux conditions climatiques extrêmes, sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes, ses fruits à haute valeur nutritive et les multiples utilisations de ses dérivés (El Houmaizi, 2002).

Selon Chikh-Salah (2021), le potentiel phoenicicole algérien, s'étend sur une superficie de 180 000 ha avec une production annuelle de dattes avoisinant un million de tonnes. Néanmoins, la filière dattes en Algérie connaît de nombreuses contraintes, liées aux conditions techniques et sociales de la production (Benzouche et Cheriet, 2012) ou à d'autres problèmes d'ordre phytosanitaire (Allam, 2008); Selon Khoualdia et al., (1995), le palmier dattier est soumis aux attaques de plusieurs ravageurs sur la partie végétative et sur les fruits. La pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* est considérée comme le ravageur le plus dangereux des dattes et comme la principale contrainte à l'exportation (Doumandji, 1981; Haddad, 2000). Dhouibi et Jemmazi (1996) ont signalé que *E. ceratoniae* provoque des pertes considérables qui peuvent atteindre les 90% de la production des dates en Algérie et 40% au Maroc (Bouka et al., 2001).

Les phoeniciculteurs se sont largement tournés ces dernières années vers l'emploi de produits chimiques comme moyen de combat. Néanmoins, l'utilisation de ces derniers de manière excessive et non réfléchie, et la méconnaissance de leur danger par les agriculteurs, aggravent leurs conséquences néfastes sur la santé humaine, les animaux, l'environnement et entraînent la raréfaction et l'extinction de la faune utile. (Oueld El Hadj et al., 2003; Ben Saad, 2010; Lhoucine, 2010; Bisaad et al., 2011).

Selon Philogene (1991) et Mossini et Kimmelmeier (2005), il est essentiel de se tourner vers d'autres méthodes de lutte qui utilisent des composés naturels spécifiques au monde vivant (végétal ou micro-organismes). Une des alternatives à la lutte chimique est l'utilisation de biopesticides d'origine végétale afin de réduire les dommages causés par ce ravageur.

Les végétaux génèrent des substances actives insecticides, aseptiques ou régulatrices de la croissance des plantes et des insectes, généralement des métabolites secondaires (Deravel et al., 2014), qui sont contenues dans les huiles essentielles des plantes. Ces huiles essentielles ont une grande diversité de leurs composants chimiques, ce qui leur confère de nombreuses propriétés médicinales et biologiques. Lakhdar (2015) a révélé les propriétés antivirales,

antimicrobiennes, analgésiques, anticarcinogènes, digestives et antioxydantes des huiles essentielles. Koroch et ses collègues (2007) et Isman (2000) ont montré que certaines huiles ont des propriétés insecticides et fongicides significatives.

C'est dans ce contexte que s'articule notre travail, dont l'objectif est de faire une synthèse sur les recherches qui ont travaillé sur l'action des huiles essentielles de certaines plantes sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) pour mettre en lumière les plantes les plus efficaces, c'est-à-dire ce que ces recherches ont finalement trouvé l'alternatif à la lutte chimique grâce à la découverte de nouvelles huiles essentielles d'origine végétale qui sont à la fois efficaces et qui ne présentent aucun danger pour l'environnement?

Le présent travail s'articule en trois parties: une partie bibliographique qui est consacrée à un aperçu général sur l'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller et les plantes médicinales. Une deuxième partie qui contient la méthodologie de travail adoptée. Un troisième chapitre qui résume les résultats des 15 travaux avec la discussion. Et enfin, on a clôturé avec une conclusion générale.

Partie bibliographique

Chapitre 01

Ectomyeloidis ceratoniae

Zeller

1. Généralités

Selon Doumandji (1981), l'espèce *Ectomyelois ceratoniae* est considérée comme hautement polyphage, se nourrissant de 49 espèces de plantes hôtes répertoriées à travers le monde, dont 32 sont présentes en Algérie, incluant notamment le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*).

Ectomyelois ceratoniae Zeller, également connu sous le nom de ver des dattes ou ver des caroubes (Carobmoth), est un lépidoptère considéré comme un ravageur, que ce soit en milieu extérieur ou lors du stockage des denrées (Dhouibi, 1991). Il figure parmi les insectes les plus répandus, causant des dommages significatifs aux récoltes, tant en termes de qualité que de quantité (Idder et al., 2009).

2. Répartition géographique

L'*Ectomyelois ceratoniae* est une espèce cosmopolite et polyphage, largement répartie géographiquement. On la retrouve principalement dans tout le Bassin Méditerranéen, notamment au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Libye et en Égypte. Sa présence a également été signalée dans d'autres pays méditerranéens tels que l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la France (Leberre, 1978, cité par Zouioueche F.Z., 2012).

En Algérie, on distingue deux zones de prolifération d'*E. ceratoniae*. La première zone s'étend sur une plage de 40 à 80 km de large, sur près de 1000 km de long. La deuxième zone comprend toutes les oasis, parmi lesquelles les plus importantes se situent le long de l'Oued Ghir, entre Biskra et Ouargla (Doumandji, 1981).

3. Position systématique

En raison de sa présence généralisée, de son régime alimentaire polyphage et de sa diversité de couleurs, *E. ceratoniae* a reçu plusieurs appellations (Zouioueche F.Z., 2012).

Selon Doumandji (1981), la classification taxonomique de la pyrale des dattes repose principalement sur les caractéristiques morphologiques des adultes. La position taxonomique est décrite comme suit :

Embranchement: Arthropodes

Sous embranchement: Mandibulates

Classe: Insectes

Ordre: Lépidoptères

Famille: Pyralidae

Sous famille: Phycitinae

Genre: *Ectomyelois*

Espèce: *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1839.

4. Description morphologique

Ectomyelois ceratoniae, tout comme les autres membres de son groupe entomologique, passe par les étapes successives d'œuf, de chenille, de chrysalide et d'adulte ailé (Wertheimer, 1958).

4.1. Œufs

D'après Dhouibi (1982), l'œuf mesure 0,56 mm de diamètre selon son grand axe. Généralement de forme ovoïde avec une face aplatie, les œufs sont enveloppés dans une cuticule translucide qui présente un aspect chagriné, révélant la coloration orangée ou jaune des éléments internes (Leberre, 1978).

Selon Doumandji et Doumandji-Mitiche (1976), les œufs stériles sont extrêmement rares, se distinguant par une teinte blanche-grisâtre persistante et un affaissement après 2 à 3 jours.

4.2. Chenilles

La chenille adopte une forme caractéristique dite éruciforme, avec un corps composé de 12 segments à partir du segment céphalique. Les segments thoraciques portent les trois paires de pattes locomotrices, tandis que les segments abdominaux présentent les quatre paires de fausses pattes ou ventouses. On distingue cinq stades larvaires de teinte rosâtre, chaque stade se distinguant par la taille de la capsule céphalique (Leberre, 1978). La couleur du corps de la chenille varie en fonction de la nature du fruit sur lequel elle se trouve (Wertheimer, 1958; Doumandji, 1981). La croissance de la chenille s'effectue par des mues successives (Leberre, 1978).

4.3. Chrysalide

D'après Leberre (1978), la chrysalide d'*Ectomyelois ceratoniae* présente pas de caractéristiques distinctives spécifiques. La durée de vie de la chrysalide demeure inconnue (Lepigre, 1963). Sa structure est cylindro-conique, comme décrit par Dhouibi et Jarraya (1988) et Dhouibi (1991). Avant de se transformer en nymphe, la chenille enveloppe son

corps, de couleur brune et testacée, dans un cocon de soie lâche. Conformément aux observations de Dhouibi (1991), elle se caractérise par la présence de deux crochets à l'extrémité de son abdomen.

4.4. Adultes

Selon Vilardebo (1975), les adultes de cette espèce se distinguent par leur grande taille, mesurant environ de 6 à 12 mm de longueur et présentant une envergure d'environ 16 à 22 mm. Leurs ailes antérieures, relativement étroites, sont de couleur grise avec des motifs plus ou moins prononcés, tandis que leurs ailes postérieures, plus claires, sont bordées d'une frange soyeuse de teinte blanchâtre (Dhouibi, 1982). La coloration de l'espèce varie en fonction de sa répartition géographique, bien que sa morphologie demeure généralement grise ou claire (Dhouibi, 1989).

Selon Le Berre (1978), le dimorphisme sexuel chez cette espèce n'est pas très évident, bien que les mâles soient généralement plus petits que les femelles. Toutefois, Dhouibi (1982) soutient qu'il est observable, notamment au niveau du visage. En effet, les femelles possèdent une petite dépression circulaire à l'extrémité postérieure de l'abdomen, d'où émerge l'ovipositeur. Chez les mâles, on peut observer à l'extérieur de l'appareil génital deux valves distinctes.

5. Cycle de développement et nombre de générations

L'*E. ceratoniae* est un micro lépidoptère, qui accomplit son cycle biologique par le passage de différents stades: adulte, œuf, chenille, Nymphe (Doumandji- Mitiche, 1983) (figure 1).

Selon Gothilf (1969), les adultes apparaissent dans la première partie de la nuit. L'accouplement des papillons se fait à l'air libre ou même à l'intérieur des enclos où ils sont nés, sans qu'il soit nécessaire de voler. La période de copulation est plutôt longue, elle peut durer plusieurs heures. (Wertheimer, 1958). En moyenne, une femelle pond 60 à 120 œufs qui donnent naissance trois à quatre jours après cette ponte (Le Berre, 1978). (Figure 1).

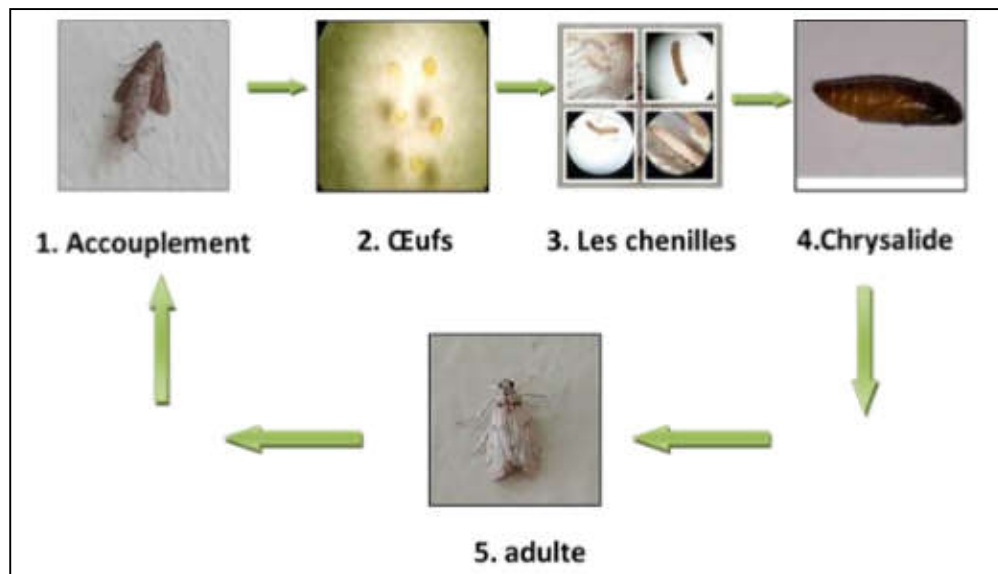


Figure 2. Cycle biologique d'*Ectomyelois ceratoniae* (Doumandji- Mitiche, 1983)

La chenille néonatale, dès sa naissance, cherche un abri et de la nourriture (Wertheimer, 1958). Elle creuserait des trous et creuserait une galerie et se situerait entre la pulpe et les noyaux. Il s'agit d'un petit orifice bouché par un tissu soyeux blanchâtre. Selon Vilardibo (1974), sa durée varie de 6 semaines à 8 mois en fonction de la température ambiante.

Elle est très attaquée dans le fruit dans lequel elle se trouve quand elle atteint sa taille maximale, sa pulpe est remplacée par des excréments, des fils de soie et des capsules. Le dernier stade de la chenille forme un cocon soyeux et devient une nymphe dont la tête est toujours tournée vers l'orifice qui se trouve au niveau du pédoncule operculé par de la soie. Par conséquent, lors de l'apparition, le papillon ne devra faire qu'un petit effort pour s'échapper (Doumandji-Mitiche, 1977). Selon Lepigre (1963), la nymphose n'a pas de durée fixe. La durée de vie de l'imago est de 3 à 5 jours, pendant lesquels il va s'accoupler et pondre.

D'après les recherches de Vilardibo (1975) et Doumandji (1981), la pyrale des dattes est une espèce polyvoltine qui peut avoir quatre générations différentes tout au long de l'année, tandis que Wertheimer (1958) démontre qu'il existe parfois trois générations importantes et une quatrième génération.

6. Moyens de lutte contre la pyrale des dattes

Depuis longtemps, différentes stratégies de lutte ont été suggérées pour contrôler les populations d'*E. ceratoniae* dans les champs, les oasis et les entrepôts de stockage. Parmi ces moyens on peut citer : la lutte chimique, la lutte biologique, la lutte génétique, la lutte physique ...

6.1. Lutte chimique

La lutte chimique est inefficace contre la pyrale en raison de son développement endophyte (Dhouibi, 1989). Parmi les traitements les plus utilisés: Malathion, Parathion, Phosalone et Bactospéine, mais ils peuvent avoir de graves conséquences écologiques dans les oasis (Jerraya, 2003; Khoualdia *et al.*, 1996).

6.2. Lutte biologique

La lutte biologique utilise des microorganismes, parasitoïdes, prédateurs et substances naturelles pour protéger l'environnement (Benayad, 2008).

6.3. Lutte génétique (Autocide)

Selon Mediouni, (2005) La lutte génétique chez les insectes est une méthode respectueuse de l'environnement qui réduit la population des insectes nuisibles sans impact sur la santé humaine. Les insectes sont stérilisés par irradiation ou chimio-stérilisation, puis relâchés pour s'accoupler avec les insectes sauvages, réduisant ainsi l'infestation des cultures. Cette technique a montré une diminution significative de l'infestation des fruits et du nombre de mâles capturés dans les pièges, notamment dans le cas de la pyrale des dattes.

Chapitre 02

Description botanique des plantes

1. Généralités

Selon la bibliographie et pendant des années, plusieurs chercheurs ont essayé de tester les huiles essentielles de certaines plantes contre l'insecte *E.ceratoniae* Zeller. Ces huiles essentielles également connues sous le nom d'essences ou d'huiles volatiles, sont des substances d'une composition assez complexe, contenant les composants volatils extraits des plantes (Bruneton, 1993) ; elles sont essentiellement des composés secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke *et al.*, 1999).

De nombreuses huiles essentielles ont suscité l'intérêt (Amensour, 2010 ; Akkol *et al.*, 2012) pour créer de nouveaux bio-insecticides contre ce ravageur afin de minimiser les dégâts causé par ce dernier.

Ce chapitre se concentre sur l'étude des espèces végétales des 15 études qui sont utilisées dans ce contexte, ainsi que leur systématique actuelle, qui est présentée dans les annexes.

2. Présentation botanique des plantes

2.1. *Eucalyptus commun*

Cet arbre peut atteindre une hauteur allant de 25 à 30 mètres, voire plus, et sa croissance rapide est observée (Beloued, 1998). Son bois est de couleur rouge, et son tronc est revêtu d'une écorce lisse et grise. Ses feuilles, plates et brillantes, ont une forme de faucille. D'après Jammot (2015), ses fleurs sont blanchâtres au printemps. Quant aux fruits, selon Kaddem (1990), ils sont composés de capsules pointues (Annexe 1).

2.2. *Rosmarinus officinalis L.*

Cet arbuste dense présente une teinte verte et atteint généralement une hauteur de 1 à 2 mètres. Il se caractérise par une forte ramification et est revêtu d'une écorce écailleuse, soutenant des tiges ligneuses feuillées souvent dressées. Les feuilles sont linéaires, opposées, aromatiques, persistantes et généralement sessiles. Les fleurs, de couleur bleu pâle ou lilas clair avec des taches violettes, sont agencées en grappes près des feuilles. Selon Moysse et Paris (1971), les racines sont pivotantes et les fruits se présentent sous forme de tétrakènes bruns et luisants (Annexe 2).

2.3. *Cleome arabica*

Selon Maire (1965) et Ozenda (1991), *Cleome arabica*, une herbe, est caractérisée par sa pilosité, sa couleur verte et une odeur désagréable et toxique. Ses feuilles, portées par des

pétioles, sont dressées et disposées de manière ramifiée le long de ses tiges. En outre, cet arbuste produit des fleurs auxiliaires dotées de pétales jaunes teintés de violet. Le fruit prend la forme d'une gousse velue mesurant entre 2 et 5 cm de long. Les graines, quant à elles, sont subglobuleuses-réniformes, de couleur noire, et ont un diamètre compris entre 1,8 et 2 mm. Elles sont légèrement comprimées. Les fleurs de *Cleome arabica* éclosent de fin mars à début mai, suite aux précipitations estivales. La plante se caractérise par des feuilles pétiolées et des tiges dressées et ramifiées (Annexe 3).

2.4. *Artemisia campestris* et *Artemisia herba alba*

Solon Ozenda, 1983 et Quezel et Santa, 1962, *A. campestris* est un arbuste avec de petits capitules fins et des tiges robustes qui atteignent une hauteur de 30 à 80 cm. Il a un pédoncule couvert de poils blancs à brunâtres et trois à huit fleurs jaunâtres bordées de pourpre. Les feuilles vert foncé et glabres ont des tiges basales pétiolées et auriculées qui sont pennatisées (Annexe 4).

2.5. *Thymus*

Le thym est une plante à croissance basse et ligneuse, caractérisée par des feuilles vert foncé et une tige courte, elliptiques à oblongues, mesurant entre 4 et 10 mm de long. Les feuilles de thym sont recouvertes de trichomes, des glandes couvertes de poils qui renferment des huiles essentielles issues de monoterpènes. Cette plante, âgée généralement de quatre à sept ans, produit des fleurs zygomorphes regroupées en glomérules, avec des nuances de couleur variant du blanc au rose et au violet (Kabouche, 2005; Remal et Khachouche, 2017). Bien que moins densément présentes sur les tiges, les calices et les tiges immatures du thym produisent une essence facilement accessible au contact (Benazzeddine, 2010). Les petites fleurs zygomorphes du thym fleurissent généralement d'avril à septembre et sont appréciées par les abeilles pour leur aspect esthétique (Kholkhal, 2014) (Annexe 5).

2.6. *Pinus halepensis*

Le *Pinus halepensis* est un arbre à feuilles persistantes d'une hauteur allant de 25 à 27 mètres et d'une durée de vie n'excédant pas 150 ans (Seigue, 1985). Il a un tronc tordu et une écorce grise et lisse qui devient épaisse et craquelée, devenant rouge-brun avec le temps. Il est très riche en tannin, les fines aiguilles mesurent 6 à 10 cm de long et sont regroupées par paires aux extrémités des branches (Kadik, 1987; Nahal, 1962; Boutchiche et Boutrigue, 2016). Les cônes mesurent 8 à 12 cm de long, passant du vert au rouge violacé puis au brun

rougeâtre à jaunâtre, contenant des graines comestibles de forme ovoïde arrondie (Fekih *et al.*, 2014 ; Kadriet *al.*, 2015) (Annexe 6).

2.7. *Pistacia lentiscus* L.

Le *Pistacia lentiscus*, un arbuste thermophile, présente des feuilles paripennées persistantes avec plusieurs paires de folioles oblongues et brillantes. Ses fleurs rougeâtres et parfumées se regroupent de manière dense et sont plus petites que les folioles. Les minuscules fruits passent du rouge au noir en automne, dégageant un fort parfum de térébenthine et une saveur amère de camphre. L'écorce commence au rougeâtre et vieillit jusqu'au gris, libérant une résine intense et inodore lorsqu'elle est coupée. Les branches de la plante s'entrelacent étroitement. (Djerrou, 2011; Abdelliche et Benabdallah, 2016). (Annexe 7).

2.8. *Peganum harmala* L.

Le *harmal* est une plante herbacée vivace avec des tiges peu rameuses et des feuilles longues et divisées en lanières fines. Les fleurs sont blanches avec des sépales inégaux et des pétales crème lavés de rose-orangé. Les fleurs sont monoïques avec dix à quinze étamines et un gynécée de 8-9 mm de longueur. Les fruits sont des petites capsules sphériques renfermant des graines noires (Maire, 1993 ; Chopra *et al.*, 1960 ; Ozanda, 1991) (Annexe 8).

2.9. *Ruta graveolens*

R. graveolens est un petit sous-arbuste à feuilles persistantes ou plante vivace semi-ligneuse, mesurant 0,6 à 0,9 mètre de hauteur et de largeur. Ses tiges sont herbacées près du conseil, mais ligneuses vers la base. Les feuilles sont pennées, divisées en segments et mesurent 3 à 5 pouces de long. Ils ont souvent une pruine poudrée et un aspect charnu. Les feuilles endommagées dégagent une odeur puissante. Au milieu de l'été, des grappes paniculées de fleurs jaunes recouvrent la plante, chacune ayant un diamètre estimé de 1,3 cm (Zargari, 1988) (Annexe 9).

2.10. *Mentha pulegium* et *M. spicata* L.

Mentha pulegium est une plante vivace productive au fort parfum, avec une tige de couleur rougeâtre et une hauteur de 30 à 40 cm. Ses cellules épidermiques dans les feuilles et les fleurs créent des glandes sécrétoires pour la production d'huile essentielle. *M. spicata* L. est une plante herbacée vivace de 25 à 75 cm de long, avec des tiges droites ramifiées et des feuilles lancéolées vert foncé. Ses fleurs sont allongées, pointues, roses ou lilas, et elles

portent des stolons souterrains. Ils sont également étroitement regroupés (Ait-Ouahioune, 2005) (Annexe 10).

2.11. *Ocimum basilicum*

Le basilic, une plante herbacée parfumée, atteint généralement 30 à 60 cm de haut et prospère dans les climats chauds et ensoleillés avec un sol riche en nutriments et bien drainé (Dupont et al., 2012). Selon Belkamel et al., 2008, ses tiges anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées, ovales à oblongues, vert brillant, nombreuses et mesurant de 2 à 5 cm de long, avec des marges entières ou dentelées et des nuances allant du vert clair au vert foncé. (Annexe 11).

2.12. *Salvia officinalis L.*

Cette plante vivace a des feuilles opposées, une tige ramifiée pouvant atteindre 80 cm de haut et des épis lâches de trois à six fleurs bleu violacé clair. Son calice à la forme d'une cloche à cinq dents allongées et sa corolle possède un sommet bilabié en forme de casque et une lèvre inférieure trilobée. Son fruit a la forme d'akènes détritiques (Madi, 2010) (Annexe 12).

3. Etude de toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles extraites de diverses espèces végétales ont démontré leur efficacité dans le contrôle de la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*), un ravageur redouté des cultures de dattes. Leurs toxicité peut être exercée selon trois modes de traitement principaux : par contact, inhalation et ingestion (Lebbouz, 2017).

- Par contact, les composés actifs interfèrent avec les processus physiologiques des insectes, perturbant leur fonctionnement normal.
- Par inhalation, les composés volatils affectent le système respiratoire des insectes.
- Par ingestion, les huiles essentielles perturbent le système digestif, entraînant une incapacité à se nourrir.

4. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles est relativement complexe. Elles contiennent généralement de nombreux constituants qui se répartissent en deux grandes catégories chimiques :

Les composés terpéniques, constitués d'unités isoprène en C5 et comprenant les monoterpènes (C10), les sesquiterpènes (C15), les diterpènes (C20) et les triterpènes (C30).

Les composés aromatiques du phénylpropane, moins fréquents, incluant des allyphénols et parfois des aldéhydes tels que l'anéthol et l'eugénol. La vanilline est également assez courante parmi ces composés aromatiques (Catier et Roux, 2007).

Partie expérimentale

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

1. Stratégie de travail

Les huiles essentielles de quelques plantes médicinales ont une activité insecticide sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller). L'objectif de notre travail est de faire une synthèse sur les travaux de recherche qui ont réalisé ce thème pendant des années.

Les informations ont été collectées en effectuant des recherches bibliographiques sur des bases de données scientifiques telles que le site web de NCBI, Google Scholar, ScienceDirect, ResearchGate et dspace. Après avoir sélectionné les études disponibles, nous avons sélectionné les mots clés suivants : Phoeniciculture, Huiles essentielles, *Ectomyelois ceratoniae*, Bio-insecticide, palmier dattier, pyrale des dattes, etc).

A la fin, nous avons sélectionné quinze études disponibles, de l'année 2010 jusqu'à l'année 2023. Dont, en Algérie il n'y a pas des études suffisantes sur ce sujet.

Après avoir choisi les études, nous allons par la suite faire une synthèse sur le matériel biologique ainsi que les méthodes utilisés dans chaque étude. Nous allons examiner leurs résultats et établir une conclusion pour sélectionner la meilleure approche pour combattre la teigne des dattiers et préserver la santé des palmiers.

2. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé est répertorié dans le tableau 1. Il comprend la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) ainsi qu'une portion issue de la plante ou les plantes utilisés, généralement des feuilles récoltées dans différentes régions d'Algérie, de Tunisie et d'Espagne (Tableau 1).

Tableau 2. **Materiel biologique utilisé dans les 15 études.**

Les études	Palmiers dattier étudiés		Le matériel animal	La plante à tester	
	Espèce	Région d'étude	Le stade testé	Espèce	Lieu de collection et la période
1 Haouel et al., (2010)	N'est pas indiqué	Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT)	les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eucalyptus camaldulensis</i> • <i>Eucalyptus rudis</i> 	Korbus (Nord Tunisie) (2009)
2 Olfa et al.,(2010)	-	Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie	Les œufs et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Siliana (Nord-Ouest, Tunisie) (2008)
3 Mediouni-Ben Jemaa et al., (2012)	-	Tunisie	les larves L5 et les adultes de <i>E. ceratoniae</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Korbus (Nord Tunisie) (2010)
4 Mediouni-Ben Jemaa et al., (2013)	-	Tunisie	les larves L5 et les adultes de <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eucalyptus camaldulensis</i> • <i>Eucalyptus leucoxydon</i> 	Korbus (Nord Tunisie)
5 Amiri et al., (2014)	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	La region de Nabeul (Tunisie)	les œufs et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<i>Thymus capitatus</i> <i>Rosmarinus officinalis</i>	Korbous, Tunisie (2009)

				<i>Pinus halepensis</i>	
6 Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)	-	Tunisie	Les larves L1 et L5, et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eucalyptus camaldulensis</i> • <i>Eucalyptus leucoxydon</i> • <i>Eucalyptus dumosa</i> • <i>Eucalyptus transcontinentalis</i> 	Korbus et Sidi Ismail (Tunisie) (2012)
7 Lebbouz et al., (2016)	-	Biskra, Algeria	les œufs, les larves L4 et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Peganum harmala L. (Zygophyllaceae)</i> 	Oued Itel (El Meghaier, Algeria) (2014)
8 Lebbouz I., (2017)	<i>Deglet Nour</i> <i>Degla Beida</i> <i>Ghars</i>	Deux palmeraies privées situées au Sud Est de la ville d'El M'ghaier	Les œufs, les larves L4 et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Peganum harmala L.</i> • <i>Cleome Arabica L.</i> 	Oued Itel (El M'ghaier - El Oued) (2014)
9 Ben Chaaban et al., (2019)	<i>Phoenix dactylifera L.</i>	Tunisie	Les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ruta graveolens</i> • <i>Mentha pulegium</i> • <i>Ocimumbasilicum</i> 	Les oasis de Tozeur (Tunisie) (2017)
10 Ben Abada et al., (2020)	-	Tunisie	Les larves L5 et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rosmarinus officinalis</i> 	Huit regions de Tunisie (2020)

11 Lebbouz et al., (2021)	-	Biskra, Algeria	les œufs et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Artemisia Herba-Alba (Asso)</i> • <i>Artemisia Compestris L.</i> 	Ain Zaatout (Biskra, Algeria) (2017)
12 Adouane et al., (2022)	-	-	les œufs, les larves L1 et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rosmarinus officinalis L. (Lamiaceae)</i> 	Steppes de Biskra, Algeria (2019) Murcia, Spain (2019)
13 Aissaoui F.,(2022)	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Tolga (Biskra)	Les larves L1 et L3 d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Thymus vulgaris</i> • <i>Mentha spicata L.</i> 	Boufarik de (wilaya de Blida en Algérie) (2020)
14 Adouan et al.,(2023)	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	-	les œufs, les larves L1 et les adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eucalyptus globulus</i> 	Steppes de Ziban Algeria (2019) Murcia, Spain (2019)
15 Adouane S., (2023)	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Algérie	les œufs, Larve L1 et les Adultes d' <i>E. ceratoniae</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rosmarinus officinalis</i> • <i>Eucalyptus globulus L.</i> • <i>Artemisia herba-alba (Asso.)</i> • <i>Thymus hyemalis subsp.</i> • <i>Thymusalgeriensis</i> 	Biskra (représente un ensemble des oasis nommé ''Ziban'')

				• <i>Salvia Officinalis</i> L.	
--	--	--	--	--------------------------------	--

3. Méthodes de travail

3.1. Élevage d'insectes d'*Ectomyelois ceratoniae*

L'élevage d'*Ectomyelois ceratoniae* pour toutes les études s'est déroulé dans des boîtes en plastique placées dans une salle contrôlée, garantissant le maintien de conditions environnementales spécifiques en termes de température (25 à 30°C), de photopériode (14 :10 , 15 :9 , 16 :8 (L: D)) et d'humidité (60à 70%).

Dans les études de Haouel *et al.*,(2010) ,de Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013), de Amiri *et al.*, (2014), de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015), de Lebbouz *et al.*, (2016), de Ben Chaaban *et al.*, (2019) et de Ben Abada *et al.*, (2020): les spécimens ont été élevés selon un régime alimentaire identique , composé principalement de blé (60 %), de saccharose (12 %), d'un mélange de sel (2 %), de levure (1,3 %), de lysine (1,23 %), de méthylparaben (0,13 %), de vitamine C (0,67 %), d'aureomycine (0,67 %), de glycérine (150 ml) et d'eau distillée (150 ml) (Mediouni et Dhouibi, 2007).

Pour les études de Lebbouz *et al.*, (2021), de Adouane *et al.*, (2022),de Aissaoui F.,(2022),de Adouane *et al.*, (2023) et de Adouane S., (2023):un régime alimentaire distinct a été utilisé, comprenant du blé (44 %), de l'acide citrique (1 %), un mélange de vitamines (1 %), du méthylparabène (0,5 %), un mélange de sels (1 %), du sucre (5 %), de l'acide ascorbique (0,5%), de la levure de bière (4 %), du gluten (3 %) et de l'eau distillée (40 %) (Mediouni Ben Jemaa et Dhouibi, 2007).

3.2. Collection et séchage du matériel végétal

Le matériel végétal collecté dans différentes études est utilisé frais ou sec après séchage à température ambiante. La durée de séchage varie entre une semaine et trois semaines.

3.3. Extraction des huiles essentielles

L'extraction de produits naturels est généralement de type solide-liquide, c'est-à-dire qu'un solide, la matrice végétale, est mélangé avec un liquide, le solvant d'extraction. Des méthodes dites traditionnelles, comme la macération, le Soxhlet, l'hydrodistillation et l'extraction par percolation ou par reflux, étaient jusqu'ici utilisées et considérées comme techniques de choix pour extraire les composés naturels (Michel, 2011).

Les extractions solide-liquide des plantes étudiées ont été réalisées selon L'hydrodistillation pour extraire les huiles essentielles.

3.3.1. Extraction des huiles essentielles par L'hydrodistillation

L'hydrodistillation est la technique la plus basique pour extraire les huiles essentielles. Elle implique l'immersion du matériel végétal dans l'eau, suivi de son chauffage jusqu'à ébullition à pression atmosphérique, à l'aide d'un appareil de type Clevenger. (Sutour, 2010).

3.3.1.1. Méthode d'extraction

A. La méthode suivie par les études de Haouel *et al.*,(2010), Olfa *et al.*,(2010), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013), Amiri *et al.*, (2014), Mediouni-Ben Jemaa J., (2015), Lebbouz *et al.*, (2016),de Ben Chaaban *et al.*, (2019),de Ben Abada *et al.*, (2020), Lebbouz *et al.*, (2021), Adouane *et al.*, (2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023).

Mode opératoire

100 g de matériel végétale sèche ont été hydro-distillées dans 500 ml d'eau distillée pendant 4 heures. Les huiles ainsi obtenues ont été séchées sur du sulfate de sodium anhydre et conservées dans des flacons en verre scellés à une température de 4-5°C avant d'être analysées.

Toutes les études (Haouel *et al.*,(2010), Olfa *et al.*,(2010), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013), Amiri *et al.*, (2014), Mediouni-Ben Jemaa J., (2015), Lebbouz *et al.*, (2016), Ben Chaaban *et al.*, (2019), Ben Abada *et al.*, (2020), Lebbouz *et al.*, (2021), Adouane *et al.*, (2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023)) ont utilisé presque le même mode opératoire avec quelque différences :

Les études de Haouel *et al.*,(2010), de Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012), de Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013),de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015), de Lebbouz *et al.*, (2016) et de Lebbouz *et al.*, (2021): ont utilisé le même mode opératoire.

L'étude de Ben Abada *et al.*, (2020): ont utilisé 80 g de matériel végétale.

Pour les études de Olfa *et al.*,(2010), Amiri *et al.*, (2014) et Ben Chaaban *et al.*, (2019): le temps d'hydrodistillation est de 3 heures et 90 minutes successivement.

Les études de Adouane *et al.*, (2022), de Adouane *et al.*, (2023)et de Adouane S., (2023): ont utilisé 1000 ml de l'eau distillée.

B. Méthode d'extraction suivie par les études de Lebbouz I., (2017) et d'Aissaoui F.,(2022)

Mode opératoire

Les feuilles des plantes sont découpées en petits morceaux et broyées. Elles sont ensuite placées dans un ballon de 2 litres rempli aux deux tiers (environ 1 litre) d'eau distillée. L'eau est chauffée jusqu'à ébullition, produisant de la vapeur qui entraîne les constituants volatils. Ces vapeurs passent ensuite dans un réfrigérant où elles sont refroidies. La séparation entre l'huile essentielle et l'eau s'effectue dans l'appareil, l'huile flottant à la surface. L'eau est récupérée en ouvrant le robinet de l'appareil et transférée dans une ampoule à décanter. L'extraction dure 2 heures pour obtenir la quantité maximale d'huile essentielle. Ce mode opératoire est suivi par les deux recherches de Lebbouz I., (2017) et Aissaoui F.,(2022).

Dans l'étude d'Aissaoui F., (2022): Après récupération dans une ampoule à décanter, le mélange se sépare en deux phases distinctes: l'eau se retrouve dans la partie inférieure (phase aqueuse) et l'huile essentielle dans la partie supérieure (phase huileuse ou organique). Ces huiles sont ensuite préservées dans des flacons en verre opaque de couleur marron, gardés à l'abri de la lumière et à une température de 4 à 5°C.

Dans l'étude de Lebbouz I., (2017): Les mêmes étapes précédentes ont été suivies, sauf après avoir récupéré le mélange d'huiles essentielles et d'eau dans une ampoule de décanter afin de faciliter la séparation des deux composants, la phase organique a été séchée pour éliminer toute humidité en utilisant du sulfate de sodium anhydre. Les huiles essentielles brutes ont ensuite été transférées dans des flacons hermétiquement fermés, couverts d'une feuille d'aluminium pour les protéger de la lumière, puis stockées à 4°C dans un réfrigérateur jusqu'à leur utilisation ultérieure pour des tests biologiques.

3.4. Identification et quantification des composants volatils des huiles essentielles

Les différentes études (Haouel *et al.*,(2010), Olfa *et al.*,(2010), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013),Amiri *et al.*, (2014), Mediouni-Ben Jemaa J., (2015), Ben Chaaban *et al.*, (2019), Ben Abada *et al.*, (2020), Lebbouz *et al.*, (2021), Adouane *et al.*,(2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023)) présentent des méthodes d'analyse des huiles essentielles à l'aide de la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS), mais avec des conditions expérimentales et des protocoles légèrement différents.

- **Principe général de cette analyse**

- Les composés volatils sont séparés chromatographiquement en fonction de leurs temps de rétention.
- A la fin, les composants sont identifiés en fonction de la comparaison des temps de rétention et des spectres de masse avec des bibliothèques de données.

3.5. Les paramètres étudiés

Les paramètres analysés dans notre travail et qui sont sélectionnés à partir des 15 articles choisis sont le taux de mortalité et le taux d'éclosion des œufs.

3.5.1. Taux de mortalité

Le pourcentage de mortalité est calculé à l'aide de la formule suivante :

Taux de mortalité = (Nombre d'individus morts/ Nombre total d'individus) x 100

Le pourcentage de mortalité observé est corrigé par rapport au témoin selon la formule de Schneider. (1947) : $MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$.

MC : taux de mortalité corrigé.

M2 : taux de mortalité dans la population traitée.

M1 : taux de mortalité dans la population témoin.

3.5.2. Taux d'éclosion

Le taux d'éclosion des œufs a été évalué en utilisant la formule suivante :

Taux d'éclosion (%) = (nombre d'œufs éclos / nombre total d'œufs) × 100.

Afin d'étudier l'efficacité des différentes huiles sur ces paramètres, les chercheurs ont essayé plusieurs tests de toxicité (par contact, par ingestion et par inhalation) pour préciser la méthode la plus efficace pour chaque huile utilisé.

3.6. Essais de toxicité des huiles essentielles

La toxicité est la capacité inhérente à une substance de produire des effets délétères sur l'organisme (Lauwerys *et al.*, 2007), se traduisant par des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'une fonction (système hématopoïétique, fonctions de reproduction par exemple), ou d'un processus biochimique ou biologique (cancer et mutagenicité). Ces effets varient selon l'intensité, la voie, la fréquence et la durée de l'exposition mais aussi en fonction

de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état de santé des populations exposées. Ils peuvent être réversibles ou irréversibles, immédiats ou différés (Bonvallot et Dor, 2005).

Les modes de traitement qui ont été utilisés pour tester la toxicité des huiles essentielles sont : toxicité par contact, par inhalation et par ingestion.

3.6.1. Essais de toxicité par contact

Les différentes études (Amiri *et al.*, (2014), Lebbouz *et al.*, (2016), Lebbouz I., (2017), Lebbouz *et al.*, (2021), Adouane *et al.*, (2022), Aissaoui F.,(2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023)) ont testés la toxicité des huiles essentielles par une application directe sur différents stades d'*E. ceratoniae*. La méthode d'application est expliquée ci-dessous:

L'étude de Amiri *et al.*, (2014):

➤ Dans le cas des œufs : des solutions aqueuses des différentes huiles ont été utilisées aux concentrations de 0 (témoin), 4, 8, 12 et 20 µl/ml. Trente œufs ont été transférés dans une boîte de Pétri contenant une fine couche de substrat alimentaire. Les œufs ont été pulvérisés avec 1 ml de chaque solution d'huile. Les larves écloses ont été comptées après 10 jours.

➤ Dans le cas des larves et des adultes: 20 larves et 20 individus adultes ont été placés dans une boîte de Pétri contenant une fine couche de substrat alimentaire et pulvérisés avec 1 ml de solutions d'huile essentielle aux concentrations suivantes: 0 (témoin), 4, 8, 12 et 20 µl/ml pour chaque échantillon. Les tests ont été réalisés à 30 °C et 80 % d'humidité relative. La mortalité des insectes a été évaluée après 6, 12 et 24 heures. Dans cette expérience, quatre concentrations d'huile avec trois répétitions par concentration ont été utilisées.

L'étude de Lebbouz *et al.*, (2016) et Lebbouz I., (2017): Pour chaque cas, un groupe témoin a été traité avec de l'eau distillée.

➤ Les œufs ont été répartis dans 3 boîtes de Pétri, chacune contenant 65 œufs (âgés de 24 heures), et traités avec les huiles essentielles. Les œufs éclos ont été observés quotidiennement sous une loupe binoculaire.

➤ Les larves au quatrième stade (L4) ont été réparties dans 3 boîtes de Pétri, avec 20 larves par boîte, et traitées avec les huiles essentielles. La mortalité a été enregistrée chaque jour jusqu'à ce que toutes les larves traitées décèdent, ou jusqu'à ce que les larves du stade suivant se développent.

L'étude de Lebbouz *et al.*, (2021): Les œufs ont été répartis dans 3 boîtes de Pétri, avec 30 œufs (âgés de 24 heures) par boîte, pulvérisés directement avec les doses préparées

d'huiles essentielles à 10, 20, 40, 80 et 160 µl/l diluées dans du Tween 80 (0,1%). Les œufs témoins ont été pulvérisés avec du Tween 80 dilué (0,1%). Après trois jours d'incubation, les œufs éclos ont été comptés à l'aide d'une loupe binoculaire pendant une semaine.

L'étude de Adouane *et al.*, (2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023): 20 œufs frais (âgés de 24 heures) ont été placés dans une boîte de Pétri contenant un régime alimentaire artificiel, puis pulvérisés avec 1 ml d'huile essentielle à différentes concentrations (0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 et 2,5 mg/ml), avec trois répétitions pour chaque dose et un témoin traité uniquement avec du Tween 20 (1%). L'éclosion des œufs traités a été observée quotidiennement sous une loupe binoculaire.

L'étude de Aissaoui F.,(2022): Dans des bocaux d'un litre de volume, ils ont introduit 10 dattes saines traitées avec chacune des huiles essentielles à différentes doses : 4 µl, 8 µl, 12 µl et 16 µl/l. Dans chaque série de bocaux, introduit 10 larves de chaque espèce, *E. ceratoniae* et *P. interpunctella*, avec trois répétitions pour chaque dose ainsi que pour le témoin. Le taux de mortalité des larves des deux espèces sur les dattes a été évalué au bout de 1, 3, 5 et 7 jours. Compté les larves mortes dans chaque bocal pour différentes doses d'huiles essentielles testées et pour différentes durées d'exposition.

3.6.2. Essais de toxicité par inhalation (Fumigène)

Parmi les études sélectionnés il y'en a plusieurs qui ont essayé la toxicité par inhalation de diverses huiles essentielles contre les stades larvaires et les adultes d'*E. ceratoniae*.

L'étude de Haouel *et al.*,(2010): Des papiers filtres de 2 cm de diamètre (Whatman No.1) ont été imprégnés des différentes doses d'huile. Les doses ont été converties pour donner des concentrations de fumigène équivalentes de 11,36 à 113,64 µl/l d'air. Le papier filtre imprégné a ensuite été fixé aux bouchons à vis d'une bouteille en Plexiglas de 38 ml. Les bouchons ont été vissés fermement sur les flacons, chacun contenant 10 adultes non sexués (âgés de 1 à 2 jours). Chaque traitement et témoin a été répliqué cinq fois. La mortalité a été enregistrée chaque heure. Lorsqu'aucun mouvement de patte ou d'antenne n'était observé, les insectes étaient considérés comme morts.

L'étude de Olfa *et al.*,(2010): Des papiers filtres Whatman No1 (2 cm de diamètre) ont été imprégnés de doses d'huile de *P. lentiscus* calculées pour libérer des concentrations fumigènes entre 20 et 160 ml/l d'air. Chaque papier filtre imprégné était fixé au bouchon vissé d'une bouteille en Plexiglas de 44 ml. Dix adultes de l'une ou l'autre des espèces d'insectes étaient ajoutés à chaque bouteille et les bouchons étaient vissés fermement. Chaque

concentration et témoin étaient répliqués cinq fois. La mortalité était enregistrée chaque heure jusqu'à la mort. Lorsqu'aucun mouvement de patte ou d'antenne n'était observé, les insectes étaient considérés comme morts.

L'étude de Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012): Des papiers filtres de diamètre 2 cm ont été imprégnés avec une gamme de doses d'huile. Ces papiers filtres ont été placés dans chacune des bouteilles en Plexiglas d'une capacité de 38 ml, correspondant à des concentrations de 13,16 ; 26,31 ; 78,95 et 157,90 $\mu\text{l/l}$. Le papier filtre imprégné a ensuite été fixé aux bouchons à vis des bouteilles. Les bouchons ont été vissés fermement sur les flacons, chacun contenant soit 10 adultes non sexués (âgés de 0 à 24 heures) soit 10 larves non sexuées de cinquième stade. Chaque traitement et témoin ont été reproduits cinq fois.

L'étude de Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013): Des papiers-filtres de 2 cm de diamètre (Whatman No. 1) ont été imprégnés de doses d'huile de 4,60 ; 9,21 ; 27,63 et 46,05 ml, ce qui a donné des concentrations fumigènes équivalentes respectivement à 13,16 ; 26,31 ; 78,95 et 131,58 ml/l d'air lorsqu'ils étaient fixés aux bouchons vissés de bouteilles en Plexiglas de 350 ml. Les bouchons ont été vissés fermement sur les flacons, chacun contenant séparément 10 adultes ou larves non sexées. Chaque traitement a été répliqué cinq fois (c'est-à-dire pour chaque concentration, il y avait 5 répliques de 10 individus). Les insectes témoins pour les deux stades (larves ou adultes) ont été maintenus dans les mêmes conditions sans aucun traitement aux huiles essentielles. La mortalité a été enregistrée quotidiennement jusqu'à la mort.

L'étude de Amiri *et al.*, (2014): Une solution de chaque huile dissoute dans 1 mL d'eau avec Tween 20 a été appliquée sur du papier filtre placé au fond d'une boîte de Pétri aux concentrations suivantes: 0 (témoin) ; 4 ; 8 ; 12 et 20 $\mu\text{l/ml}$ pour chaque échantillon. Ensuite, respectivement, 20 larves et 20 adultes d'*E. ceratoniae* ont été placés dans chaque boîte de Pétri contenant une fine couche de substrat alimentaire (régime artificiel). La mortalité a été enregistrée après 6 ; 12 et 24 heures. Tous les traitements ont été répliqués trois fois.

L'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015): Des papiers filtres de 2 cm de diamètre ont été imprégnés des différentes doses d'huile 5 ; 10 ; 20 et 50 μl . Les doses ont été converties pour donner des concentrations fumigènes équivalentes de respectivement 14,2 ; 28,57 ; 57,14 et 143 $\mu\text{l/l}$ d'air. Le papier filtre imprégné a ensuite été fixé aux bouchons à vis d'une bouteille en Plexiglas de 350 ml. Les bouchons ont été vissés fermement sur les flacons, chacun contenant 10 larves non sexuées de premier stade, de cinquième stade et des adultes.

Chaque concentration et témoin a été reproduit 5 fois. La mortalité a été enregistrée toutes les heures jusqu'à la mort.

L'étude de Lebbouz *et al.*, (2016): Ils ont utilisé des bouteilles de 500 ml comme chambres de fumigation. Chaque bouteille est équipée d'un morceau de coton imprégné d'huiles essentielles. 20 adultes âgés de 24 heures sont placés dans chaque bouteille, puis celles-ci sont fermées et mises en conditions d'élevage. 3 répétitions sont réalisées avec des adultes non traités, utilisant du coton imprégné d'eau distillée comme témoin. Le test se poursuit jusqu'à ce que tous les adultes traités décèdent.

L'étude de Lebbouz *I.*, (2017): Dans un bocal en verre de 500 ml de capacité (servi en tant que chambre de fumigeant) un morceau du coton imbibé des huiles essentielles, à l'aide d'un fil adhérent à la face interne du couvercle. Ensuite on introduit 20 individus âgés de 24 heures, le bocal est rapidement fermé et placés dans la chambre d'élevage. Trois répétitions ont été réalisées avec un témoin (coton imbibé d'eau distillée). Le test est suivi jusqu'à la mortalité totale des individus traités.

L'étude de Ben Chaaban *et al.*, (2019): 10 adultes (< 24 h d'âge) ont été placés dans chaque récipient en verre d'un volume de 55 ml. Un disque de papier filtre (Whatman No. 1) (\varnothing 2,0 cm) a été imprégné des différentes doses d'huile de 0,1 ; 0,5 ; 0,8 ; 1 ; 1,5 et 3 μ l correspondant à 1,81 ; 9,09 ; 14,54 ; 18,18 ; 27,27 et 54,54 μ l/l d'air. Les papiers filtres ont ensuite été transférés sur le bouchon de chaque récipient en verre hermétique. Chaque concentration et témoin a été répliqué cinq fois. La mortalité a été enregistrée chaque heure jusqu'à la mort. Lorsqu'aucun mouvement de patte ou d'antenne n'a été observé, les insectes ont été considérés comme morts.

L'étude de Ben Abada *et al.*, (2020): Des filtres Whatman de 2 cm de diamètre ont été imprégnés de quatre concentrations d'huile: 15 ; 30 ; 60 et 90 ml/l d'air de chaque huile essentielle. Le filtre imprégné a ensuite été fixé aux bouchons à vis d'une bouteille en Plexiglas de 1000 ml. Les bouchons ont été vissés fermement sur les flacons, contenant chacun 20 larves non sexées (chaque larve L5 était placée dans une datte). Chaque traitement et témoin a été répété 3 fois. La mortalité a été enregistrée après 7 ; 15 ; 30 et 37 jours. Les données de mortalité ont été corrigées en fonction de la mortalité témoin en utilisant la formule d'Abbott (1925). De plus, l'émergence adulte a été évaluée quotidiennement pour chaque concentration.

L'étude de Lebbouz *et al.*, (2021): Les adultes ont été répartis dans 3 bouteilles de 500 ml de capacité, avec 10 adultes (âgés de 24 heures) par bouteille servant de chambres fumigènes. Chaque bouteille contenait un morceau de coton imprégné d'huile essentielle diluée en tween 80 à une concentration de 10 ; 20 ; 40 ; 80 et 160 ul/ml. Les adultes témoins ont été introduits dans la bouteille contenant du coton imprégné de Tween 80 dilué (0,1%). L'expérience a été suivie jusqu'à la mort de tous les adultes traités.

L'étude de Adouane *et al.*, (2022), Adouane *et al.*, (2023): Des solutions de chaque huile, diluées dans 1 ml de Tween 20, ont été préparées avec des concentrations de 0,1 ; 0,2 ; 0,3 et 0,4 mg/ml, puis appliquées sur des morceaux de coton. Ces morceaux de coton ont été fixés sous le capuchon de bouteilles en plastique de 500 ml. Chaque bouteille contenait 10 adultes nouvellement émergés (< 24 h) et était fermée hermétiquement avec du parafilm. Les tests, incluant un témoin, ont été répétés 3 fois. La mortalité des insectes a été évaluée après 3 ; 6 ; 12 et 24 heures à partir de la fin du test.

L'étude de Aissaoui F., (2022): Dans des bocaux en verre (1l de capacité), des papiers filtres sont fixés par un fil au centre des couvercles. Les différentes doses des huiles essentielles utilisées sont : 4 ; 8 ; 12 et 16 µl/l et un témoin (sans traitement) n'ayant pas reçu d'huile essentielle. 10 larves de chaque espèce d'insecte sont introduites dans des bocaux bien fermés. Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose et pour le témoin. Le dénombrement des larves mortes a été effectué au bout de 7 ; 15 et 30 jours pour chaque dose et pour chaque huile essentielle.

L'étude de Adouane S., (2023): Une solution de 1 ml pour chaque huile dissoute dans un Tween 20 (1%) correspondant aux concentrations suivantes : 0,1 ; 0,2 ; 0,3 et 0,4 mg/ml a été déposée sur un morceau de coton. Ensuite, le morceau de coton est suspendu à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle d'une bouteille en plastique de 500 ml. Les bouteilles étaient bien fermées, recouvertes de parafilm et chacune d'elles contenait séparément 10 adultes nouvellement émergés (<24 h). En plus du témoin, chaque traitement a été répété trois fois. La mortalité des insectes a été déterminée après 3 ; 6 ; 12 et 24 h de traitement.

3.6.3. Essais de toxicité par Ingestion

Ce test de toxicité a été réalisé par plusieurs études (Adouane *et al.*, (2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023)) qui ont étudiés l'effet des huiles essentielles extraites à partir de différentes plantes après avoir administré par ingestion à différentes concentrations contre les stades larvaires et les adultes d'*E. ceratoniae*.

Voici le protocole expérimental de ces études :

Les études de Adouane *et al.*, (2022), et de Adouane *et al.*, (2023): 10 larves nouvellement émergées du premier stade (L1) ont été placées dans des boîtes de Pétri contenant une fine couche de régime alimentaire artificiel préalablement traité d'une solution d'huile essentielle. La solution de chaque échantillon dissoute dans 1 ml Tween 20 dilué correspondait aux concentrations suivantes: 1 ; 4 ; 7 et 10 mg/ml. La mortalité a été enregistrée tous les trois jours à l'aide d'une loupe binoculaire, pendant une période de 12 jours. Trois répétitions de chaque essai, ainsi qu'un témoin, ont été effectuées. Une larve était considérée comme morte lorsqu'elle était complètement immobile après stimulation.

L'étude de Adouane S., (2023): Dix larves de premier stade (L1) nouvellement émergées (< 24 h) ont été introduites dans des boîtes de Pétri, contenant 20 g de régime artificiel préalablement traité avec 1 ml des solutions des huiles essentielles/Tween 20 (1%) correspondant aux concentrations suivantes: 1 ; 4 ; 7 et 10 mg/ml. La mortalité a été enregistrée tous les trois jours à l'aide d'une loupe binoculaire. L'essai d'alimentation a été mené pendant 12 jours en 3 répétitions en plus du témoin. Une larve était considérée morte lorsqu'elle était complètement immobile après son excitation. Dans le cas échéant, la larve passe au stade suivant (L2).

Chapitre 4

Résultats et discussions

1. Identification et quantification des composants volatils des huiles essentielles

Les résultats de quelques compositions connues d'huiles essentielles, issus de l'analyse quantitative et qualitative des constituants des huiles essentielles étudiées à l'aide des techniques GC-MS, sont présentés dans le tableau 2.

Remarque : en ce qui concerne ces analyses, il est à signaler qu'elles sont réalisées seulement dans les études d'Haouel *et al.*,(2010), Olfa *et al.*,(2010), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013), Amiri *et al.*, (2014), Mediouni-Ben Jemaa J., (2015), Ben Chaaban *et al.*, (2019), Ben Abada *et al.*, (2020), Adouane *et al.*, (2022), Aissaoui F.,(2022), Adouane *et al.*, (2023) et Adouane S., (2023)). Par contre les études restantes (Lebbouz *et al.*, (2016), Lebbouz I., (2017) et Lebbouz *et al.*, (2021) ont testés directement la toxicité des huiles extraites sans avoir analysé la composition de ces dernières(Tableau 3).

Tableau 4. Pourcentage des compositions des huiles essentielles des plantes étudiées.

Les plantes étudiées	Le pourcentage des compositions				
	1.8 Cinéole	α -Pinéne	Camphène	Bornéol	Acétate de bornyle
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Les études de Haouel <i>et al.</i> ,(2010), de Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2012), de Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2013) et de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	20.62	16.49	-	-	-
<i>Eucalyptus leucoxydon</i> (Les études de Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2013) et de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	17.62	32.73	-	-	-

<i>Eucalyptus transcontinentalis.</i>	82.82	7.96	-	-	-
<i>Eucalyptus dumosa</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	79.44	2.93			
<i>Eucalyptus rudis</i> (l'étude d'Haouel <i>et al.</i> ,(2010))	19.87	14.49	-	-	-
<i>Pinus halepensis,</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014)).	-	13.30	0.10	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i> Tunisie (les études d'Amiri <i>et al.</i> , (2014). Et de Ben Abada <i>et al.</i> , (2020)(région fernana)).	47.50 48.45	14.10 12.66	2.10 3.96	- -	- -
<i>Rosmarinus officinalis</i> algérien	6.32	29.42	24.62	0.76	0.24
<i>Rosmarinus officinalis</i> espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et d'Adouane S., (2023)).	21.06	25.62	9.61	2.22	0.94
<i>Thymus capitatus</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014)).	0.30	0.63	0.22	0.11	0.10
<i>Mentha pulegium</i>	14.6	2.43	3.68	-	-
<i>Ocimum basilicum</i>	5.74	0.37	-	-	-
<i>Ruta graveolens</i> (l'étude de Ben Chaaban <i>et al.</i> , (2019)).	-	0.53	-	-	-
<i>Mentha spicata</i>	22.15	0.86	0.1	-	-
<i>Thymus vulgaris</i> (l'étude d'Aissaoui F.,(2022)).	0.11	0.15	0.17	0.42	-
<i>Eucalyptus globulus</i> algérien	-	0.39	0.11	-	-

<i>Eucalyptus globulus</i> espagnol (les étude d'Adouane <i>et al.</i> , (2023) et d'Adouane S., (2023)).	82,34	3.67	-	-	-
<i>Thymus algeriensis</i>	11.12	8.48	7.81	5.54	0.67
<i>Thymus hyemalis</i> (l'étude d'Adouane S., (2023)).	34.17	5.35	7.11	4.43	0.80
<i>Pistacia lentiscus</i> (l'étude d'Olfa <i>et al.</i> ,(2010)).	0.80	0.67	1.33	0.60	0.84

À partir des données du tableau 2, nous remarquons une diversité de composés chimiques dans les huiles essentielles étudiées. Nous observons une prédominance de monoterpénoïdes, notamment le 1,8-cinéole, l' α -pinène et le camphène, qui constituent les principaux composants. Les huiles essentielles *d'Eucalyptus transcontienne* et *d'Eucalyptus globulus* d'Espagne se distinguent par leur forte teneur en 1,8-cinéole, avec respectivement 82,82 % et 82,34 %, par rapport aux autres échantillons. L'huile essentielle *d'Eucalyptus leucoxydon* présente un taux élevé d' α -pinène, atteignant 32,73 %, le plus élevé parmi les échantillons examinés. En revanche, l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* d'Algérie se caractérise par sa teneur notable en Camphène à hauteur de 24,62 %, surpassant les autres huiles en pourcentage.

Selon les études d'Haouel *et al.*,(2010), Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2012), Aissaoui F.,(2022) et Adouane *et al.* (2023), l'impact de divers facteurs sur la composition chimique des échantillons d'huiles essentielles est démontré, tels que :

- L'espèce végétale
- La saison de collecte
- La méthode d'extraction, qui varie en fonction du temps d'extraction
- Une influence notable des caractéristiques génétiques
- Les conditions climatiques
- L'origine géographique

Les monoterpénoïdes de nombreuses huiles essentielles, tels que le 1,8-cinéole, l' α -pinène et le Camphène ont plusieurs propriétés insecticides. Ces composants sont considérés

comme toxiques pour les insectes nuisibles et possèdent des propriétés répulsives, fumigantes et anti-appétantes (Hough-Goldstein, 1990 ; Yari *et al.*, 2014 cité par Adouane S., 2023).

2. Paramètre étudiés

Dans notre synthèse nous avons visé sur l'étude de l'efficacité des huiles essentielles sur deux paramètres (le taux de mortalités et l'éclosion des œufs). Nous avons résumé les résultats trouvés par chaque recherche dans les tableaux ci-dessous :

2.1. Taux de mortalité

Les résultats de taux de mortalités des tests de toxicités des huiles essentielles des études sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

2.1.1. Pour les adultes

Les adultes réagissent de manière variable aux huiles essentielles en fonction des tests de toxicité, des concentrations et de la durée d'exposition, comme indiqué dans le tableau 3. Des variations significatives sont observées, avec des taux de mortalité variant entre 56,67 % et 100% pour l'huile essentielle utilisée. L'impact des huiles essentielles sur la mortalité des adultes dépend à la fois du pourcentage de mortalité et du temps nécessaire pour atteindre une mortalité totale, comme le montrent les cas spécifiques suivants: dans l'étude de Lebbouz *et al.*, (2021) ça nécessite 20 minutes pour *Artemisia herba-alba* (algérienne), 10 minutes pour *Artemisia compestris* dans l'étude de Lebbouz *et al.*, (2021)). Mais il ne faut pas négliger l'effet remarquable d'autres plantes mais après une longue durée d'exposition ; par exemple les plantes des études suivantes ont donné un taux de mortalité maximale dans une durée allant de 12h à 48h: *Eucalyptus rudis* (l'étude d'Haouel *et al.*,(2010)), *E. camaldulensis* (des études: Haouel *et al.*,(2010) et Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013), Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)), *Pistacia lentiscus* (l'étude d'Olfa *et al.*,(2010)), *T. captatus* et *R. officinalis* (l'étude d'Amiri *et al.*, (2014)), *Eucalyptus leucoxylon*, *Eucalyptus dumosa* et *E. transcontinentalis* (l'étude Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)). Ces résultats mettent en évidence l'efficacité des huiles essentielles par inhalation chez les adultes, en fonction des différentes concentrations testées, notamment dans leur capacité à lutter contre *Ectomyelois ceratoniae* (Tableau 5).

Tableau 6. Taux de mortalite des adultes.

Les plantes selon l'étude	Test de toxicité	Taux de Mortalités (%)	Concentration des huiles essentielles	Temps d'exposition
<i>Eucalyptus rudis</i> (l'étude d'Haouel <i>et al.</i> , (2010))	Inhalation	100	131.58 µl/l d'air	12h
<i>E. camaldulensis</i> (les études d'Haouel <i>et al.</i> , (2010) et Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2013))	Inhalation	100	131.58 µl/l d'air	12 h
<i>E. camaldulensis</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	Inhalation	100	143 µl/l d'air	48 h
<i>Pistacia lentiscus</i> (l'étude d'Olfà <i>et al.</i> , (2010))	Inhalation	100	136 µl / l d'air	48h
<i>Thymus captatus</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	Contacte/ Inhalation	100	8 µl/ml	24h
<i>P. halepensis</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	Contacte/ Inhalation	78,3 / 85	20 µl/ml	24h
<i>R. officinalis</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	Contacte / Inhalation	100 / 100	20 µl/ml 12 µl/ml	24h / 12h
<i>Eucalyptus leucoxylon</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2013))	Inhalation	100	26.31 µl / l d'air	120h
<i>Eucalyptus leucoxylon</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	Inhalation	100	143 µl / l d'air	48h
<i>Eucalyptus dumosa</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	Inhalation	100	143 ml/l d'air	48h

<i>E. transcidentalis</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	Inhalation	100	143 ml/l d'air	48h
<i>Peganum harmala</i> (les études de Lebbouz <i>et al.</i> , (2016) et Lebbouz I., (2017))	Inhalation	100	-	5j
<i>Celeome arabica</i> (l'étude de Lebbouz I., (2017))	Inhalation	100	-	7j
<i>Mentha pulegium</i> (l'étude de Ben Chaaban <i>et al.</i> , (2019))	Inhalation	100	54.54 µl /l d'air	48h
<i>Ruta graveolens</i> (l'étude de Ben Chaaban <i>et al.</i> , (2019))	Inhalation	62	54.54 µl /l d'air	48h
<i>O. basilicum</i> (l'étude de Ben Chaaban <i>et al.</i> , (2019))	Inhalation	88	54.54 µl /l d'air	48h
<i>Artemisia compestris</i> (l'étude de Lebbouz <i>et al.</i> , (2021))	Inhalation	100	80 µl/ml	10 min
<i>Artemisia herba-alba</i> algérienne (l'étude de Lebbouz <i>et al.</i> , (2021))	Inhalation	100	80 µl/ml	20 min
<i>R. officinalis</i> algérien (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et d'Adouane S., (2023))	Inhalation	66.67	0.4 mg/ml	24h
<i>R. officinalis</i> espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et d'Adouane S., (2023))	Inhalation	82.22	0.4 mg/ml	24h
<i>Artemisia herba-alba</i> algérien (l'étude d'Adouane S., (2023))	Inhalation	96.3	0.4 mg/ml	24h
<i>Artemisia herba-alba</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	Inhalation	75	0.4 mg/ml	24h

<i>Eucalyptus globulus</i> algérien (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2023) et Adouane S., (2023))	Inhalation	56.67	0.4 mg/ml	24h
<i>Eucalyptus globulus</i> espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2023) et d'Adouane S., (2023))	Inhalation	85.93	0.4 mg/ml	24h
<i>S. officielle</i> algérien (l'étude d'Adouane S., (2023))	Inhalation	72.22	0.4 mg/ml	24h
<i>S. officielle</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	Inhalation	80	0.4 mg/ml	24h
<i>Thymus algérienne</i> (l'étude d'Adouane S., (2023))	Inhalation	80	0.4 mg/ml	24h
<i>Thymus hymalis</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	Inhalation	96.67	0.4 mg/ml	24h

2.1.2. Pour les larves

Les larves présentent des réactions variables aux huiles essentielles selon les essais de toxicité, les concentrations et la durée d'exposition, tel que détaillé dans le tableau fourni. Des variations significatives sont constatées, avec des taux de mortalité oscillant entre 5% et 100% en fonction du type d'huile essentielle utilisée. L'effet des huiles essentielles sur la mortalité des larves dépend à la fois du taux de mortalité et du temps requis pour atteindre une mortalité complète, comme illustré par les exemples spécifiques suivants: 24 heures pour atteindre un taux maximale de mortalité chez les larves traitées par *Thymus capitatus* et *Eucalyptus leucoxylon* qui sont enregistrés par les études d'Amiri *et al.*, (2014), Mediouni-Ben Jemaa J., (2015) respectivement. Quelques autres plantes ont provoqués des taux de mortalité élevé mais qui sont tardifs ; comme le montre le cas suivant: l'étude de Mediouni-Ben Jemaa *et al.*, (2013) qui a enregistré un taux de mortalité maximale chez les larves L5 traitées par inhalation par *Eucalyptus leucoxylon*. Ces résultats mettent en évidence l'efficacité des huiles essentielles par inhalation et par contact sur les larves, en fonction des différentes concentrations testées, notamment en ce qui concerne leur capacité à lutter contre *Ectomyelois ceratoniae* (Tableau 7).

Tableau 8. Taux de mortalité des larves.

Les Plantes selon l'étude	Stade de larve	Test de toxicité	Taux de Mortalités(%)	Concentration des huiles essentielles	Temps d'exposition	
<i>Thymus capitatus</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	L5	Contacte/ Inhalation	100/ 100	12 µl/ml 20µl/ml	24h	
<i>P. halepensis</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	L5	Contacte / Inhalation	73.3 68.3	20µl/ml	24h	
<i>R. officinalis</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	L5	Contacte / Inhalation	98,3 90	20µl/ml	24h	
<i>Eucalyptus leucoxydon</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	L1	Inhalation	100	143 ml/l d'air	24h	
	L5		20		48h	
<i>Eucalyptus leucoxydon</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2013))	L5	Inhalation	100	131,58ml/l	264 h	
<i>E. camaldulensis</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa <i>et al.</i> , (2013)) (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	L5	Inhalation	100	131,58ml/l	264 h	
	L1		100		143ml/l d'air	24h
	L5		30		48h	
<i>Eucalyptus dumosa</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	L1	Inhalation	75	143 µl /l d'air	48h	
	L5		15			
<i>E. transcontinentalis</i> (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015))	L1	Inhalation	95	143 µl /l d'air	48h	
	L5		10			

<i>P. harmala</i> (les études de Lebbouz <i>et al.</i> , (2016) et Lebbouz I., (2017))	L4	Contacte	56.66	-	5j
<i>Celeome arabica</i> (l'étude de Lebbouz I., (2017))	L4	Contacte	100	-	6j
<i>R. officinalis</i> Tunisie (l'étude de Ben Abada <i>et al.</i> , (2020))	L5	Inhalation	100	90 µl/l d'air	30j
<i>R. officinalis</i> algérien (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	43.33	10mg/ml	12j
<i>R. officinalis</i> espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	70	10mg/ml	12j
<i>Thymus vulgaris</i> (l'étude d'Aissaoui F.,(2022))	L3	Inhalation	100	8µl/l d'air	7j
<i>Mentha spicata</i> (l'étude d'Aissaoui F.,(2022))	L3	Inhalation	100	8µl/l d'air	15j
<i>Eucalyptus globulus</i> algérienne (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2023) et d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	40	10mg/ml	12j
<i>Eucalyptus globulus</i> espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2023) et d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	70	10mg/ml	12j
<i>Artemisia herba-alba</i> algérien (l'étude	L1	Ingestion	96.67	10mg/ml	12j

d'Adouane S., (2023))					
<i>Artemisia herba-alba</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	84	10mg/ml	12j
<i>S. officielle</i> algérienne (l'étude d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	56	10mg/ml	12j
<i>S. officielle</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	76	10mg/ml	12j
<i>Thymus algeriense</i> (l'étude d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	66.67	10mg/ml	12j
<i>Thymus hymalis</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	L1	Ingestion	83.33	10mg/ml	12j

2.2. Taux d'éclosion

À partir du calcul du taux d'éclosion des œufs, nous obtenons le pourcentage des œufs qui n'ont pas éclos, comme indiqué dans le tableau 5. Des variations significatives sont constatées, avec des taux d'œufs non éclos variant entre 4,21 % et 100 % en fonction du type d'huile essentielle et le mode de traitement utilisé. L'effet des huiles essentielles se traduit par une inhibition totale de l'éclosion des œufs et par le temps nécessaire pour atteindre une éclosion complète. Les résultats montrent que quel que soit la plante utilisé le taux d'inhibition d'éclosion des œufs est toujours plus élevé que celui du taux d'éclosion des œufs ; comme illustré par les exemples spécifiques suivants: 100% d'inhibition dans les études d'Amiri *et al.*, (2014), et celle d'Adouane S., (2023) qui sont travaillées avec les plantes suivantes: *Thymus capitatus*, *R. officinalis* et *Thymus hyemalis* espagnol. Ces résultats soulignent l'efficacité des huiles essentielles par contact sur les œufs, en fonction des différentes concentrations testées, notamment en ce qui concerne leur capacité à lutter contre *Ectomyeloides ceratoniae* (Tableau5).

Tableau 5. Taux d'éclosion et inhibition de taux d'éclosion des œufs.

Les plantes selon l'étude	Inhibition de taux d'éclosion des œufs (%)	Taux d'éclosion des œufs (%)	Concentration d'huile essentielle	Temps d'exposition
<i>Pistacia lentiscus</i> (l'étude d'Olfa <i>et al.</i> , (2010))	57,14	42.86	136 µl/ml	-
<i>Thymus capitatus</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	100	-	20 µl/ml	10j
<i>Pinus halepensis</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	84,4	15,6	20 µl/ml	10j
<i>R. officinalis</i> (l'étude d'Amiri <i>et al.</i> , (2014))	100	-	20 µl/ml	10j
<i>P. harmala</i> (les études de Lebbouz <i>et al.</i> , (2016) et Lebbouz I., (2017))	94,35	5,65	-	24h
<i>Cleome arabica</i> (l'étude de Lebbouz I., (2017))	95,79	4.21	-	24h
<i>A. herba-alba</i> (l'étude de Lebbouz <i>et al.</i> , (2021))	83.34	16,66	160µl/ml	3j
<i>A. compestris</i> (l'étude de Lebbouz <i>et al.</i> , (2021))	62.23	37,77	160µl/ml	3j
<i>R. officinalis</i> algérien (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et Adouane S., (2023))	60	40	2.5mg/ml	24h
<i>R. officinalis</i> espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2022) et Adouane S., (2023))	78.33	21.67	2.5mg/ml	24h
<i>Eucalyptus globulus</i>	53.33	46.67	2.5mg/ml	3j

algérien et espagnol (les études d'Adouane <i>et al.</i> , (2023)et Adouane S., (2023))	75	25		3j
<i>Artemisia herba-alba</i> algérien et espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	100	-	2.5mg/ml	24h
	81.32	18.68		24h
<i>S. officinalis</i> algérien <i>S. officinalis</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	76.67	23.33	2.5mg/ml	3j
	78.33	21.67	2.5mg/ml	3j
<i>Thymus algeriense</i> <i>Thymus hyemalis</i> espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023))	84.74	15.26	2.5mg/ml	3j
	100	-	2.5mg/ml	3j

3. Discussion générale

Le présent travail a précisément pour but d'évaluer l'avancement de cette recherche pendant des années afin de trouver de nouveaux produits biologiques à bases des huiles essentielles de plus en plus efficaces pour combattre ce ravageur. Nous avons visé sur ces deux paramètres : le taux de mortalité des larves et des adultes et le taux d'éclosion.

L'analyse et la comparaison des résultats obtenus par les différentes études montrent que :

➤ Les tests de toxicité ont révélés l'efficacité de quelques huiles utilisés contre les adultes: *Artemisia herba-alba* algérienne (L'étude de Lebbouz *et al.*, (2021)) qui a enregistré un taux de mortalité de 100 au bout de 10 min, *Artemisia campestris* (L'étude de Lebbouz *et al.*, (2021) qui a aussi causé 100% de mortalité au bout de 15 à 20 min; ces résultats sont enregistrés chez les adultes traités par inhalation. Par contre les autres huiles ont donnés des taux plus au moins inférieurs dont l'huile qui est considéré la moins efficace est *Eucalyptus globulus* algérien (Les études: Adouane *et al.*, (2023)et Adouane S., (2023)) qui a donné un taux de mortalité de 56,67. Il est à noter que les doses utilisées sont différentes en quelque

sorte entre les différentes recherches. Donc on peut conclure que la dose utilisée et le mode d'application influent directement sur l'impact des huiles.

➤ Les larves sont aussi influencées par l'application des huiles que ce soit par contact ou par inhalation. Des valeurs très significatives sont enregistrées allant de 5 à 100. Cette différence entre les taux des différentes huiles est dû à la différence des doses données, le mode d'application, le temps d'exposition et sans oublier la différence entre les compositions des huiles. Comme a montré le tableau des résultats, les valeurs les plus élevées sont enregistrées avec les deux plantes *Thymus capitatus* (l'étude d'Amiri *et al.*, (2014)) et *E. leucoxydon* (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)) qui ont donné un taux de mortalité maximale au bout de 24h. Par contre *Eucalyptus dumosa* (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)) a donné un taux de mortalité très bas (15% après 48h d'exposition) après avoir testé les larves L1 par inhalation à la dose 143 µl /l d'air. D'une autre part l'application des huiles par ingestion a donné des résultats mais sont plus tardives par exemple: *Eucalyptus globulus* espagnol (l'étude d'Adouane *et al.*,(2023)) a donné un taux de mortalité de 70% des larves L1 après 12 jours de traitement par ingestion.

➤ L'activité ovicide est aussi influencé par l'utilisation des huiles essentielles ; dont *Artemisia herba-alba* algérien et espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023)) a donné un taux d'inhibition d'éclosion pertinent (100%) au bout d'une courte durée (24h). D'autres études ont aussi donné des taux élevés mais après une longue période d'exposition tels que: *Thymus capitatus* (l'étude d'Amiri *et al.*, (2014)) avec un taux de 100% après 10 jours, *R. officinalis* (l'étude d'Amiri *et al.*,(2014)) avec un taux de 100% après 10 jours, *Thymus hyemalis* espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023)) avec un taux de 100 % après 3 jours.

D'après les résultats des différents travaux on remarque que la majorité des huiles essentielles ont une activité puissante sur les adultes et les œufs. Adouane S., (2023), a révélé que ces derniers sont moins résistants aux huiles essentielles comparativement aux larves. D'après Ngamo et Hance (2007), les différents stades du cycle biologique ne présentent pas forcément la même réaction contre une huile essentielle, comme il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces d'insectes pour une même huile essentielle.

Ces résultats se concordent avec ceux de Bachrouch *et al.*,(2010) qui ont rapportés que les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* ont causé un taux de mortalité maximale chez les adultes d'*E. ceratoniae*.

Il est de même pour Shaaya *et al.*, (1991) qui ont testé les huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*, *Ruta graveolens* et *Ocimum basilicum*; les taux de mortalité trouvés sont de 100, 60 et 80% chez les adultes d'*E. ceratoniae* à la forte dose 54 µl/ l d'air et après 24 h. De même Mediouni Ben-Jemaa *et al.*, (2009) ont révélé que les huiles essentielles de *Pistacia lentiscus* causent une mortalité de 100% chez les adultes d'*E. ceratoniae* après 2 jours d'application.

En ce qui concerne les larves, (Kemassi *et al.*, 2014) ont montré que les huiles essentielles de *P. harmala* causent un taux de mortalité de 100% chez les larves L5 de *Schistocerca gregaria* au bout de 8 minutes et 30 secondes par contre les huiles essentielles de *C. arabica* entraînent un taux de mortalité de 100% au bout de 12 minutes et 7 secondes.

El Khal *et al.*, (2015) ont aussi testé l'huile *Thymus vulgaris* sur les larves L4 de *Culex pipiens*, il ont enregistré un taux de mortalité de 100% après 24 heures. Il est de même pour Chengetal. (2009) qui ont testé l'effet de *Eucalyptus camaldulensis* et *E. urophylla* sur les larves L4 d'*Aedes aegypti*; ils ont enregistré un taux de mortalité maximale après 24 heures de traitement.

Pour l'activité ovicide, les résultats enregistrés par Yousfi *et al.*, (2019) ont montré que les deux huiles végétales d'*Eucalyptus viminalis* et *Rosmarinus officinalis* originaire de Jendouba (Tunisie) ont un effet ovicide contre les œufs d'*E. ceratoniae*. Pour la concentration (170,2 µl/l d'air), l'huile d'*Eucalyptus viminalis* riche en 1,8 cineole (77.47%) a causé 100% d'inhibition d'éclosion contre 90 % pour l'huile de *R. officinalis* (50.36% de 1,8 cineole).

L'impact des huiles essentielles sur l'insecte est différent selon le mode de traitement utilisé :

➤ Adouane S., (2023), a révélé l'impact des huiles utilisées par inhalation. Elle a démontré que les huiles essentielles ont un effet toxique sur cet insecte par le fait de leur richesse en composés monoterpéniques. Ces derniers possèdent une activité insecticide notable contre diverses espèces d'insectes. Selon les recherches de Papachristod et Stamopoulos (2002) citées par Lebbouz *et al.*, (2016). Les huiles volatiles contenant ces monoterpènes pénètrent via le système respiratoire ce qui bloque la respiration de l'insecte et cause l'asphyxie puis la mort Kostyukovsky *et al.*, (2002).

➤ Pour le mode de traitement par contact, Ketoh *et al.*, (2006) ont montré que les huiles essentielles ont la capacité de bloquer les canaux sodiques. Des changements peuvent alternativement se produire au cours de l'embryogenèse et faciliter la diffusion des huiles

essentielles dans les œufs, affectant ainsi le déroulement correct de l'embryogenèse. Selon Adoune S., (2023), que l'effet ovicide des huiles est probablement dû de la pénétration du composant volatile d'huile essentielle dans les œufs, à travers le chorion bloquant ainsi l'embryogenèse.

➤ Pour le mode de traitement par ingestion, Schoonhoven et koppers (1976) et Arasu *et al.*, (2013) ont découvert que les huiles essentielles sont dotés des propriétés aromatiques très puissantes qui rendaient les insectes répugnés par la nourriture, réduisaient leur appétence ou cessait de se nourrir.

- ✓ En conclusion on peut dire que l'inhalation est reconnue comme l'une des méthodes les plus efficaces pour lutter rapidement contre les insectes nuisibles aux denrées alimentaires (Weller et Morton, 2001);elle provoque l'asphyxie puis à la mort. (Adouane S., 2023).
- ✓ Cependant, selon Adouane (2023), la courte durée de vie des huiles volatiles peut être un avantage lorsqu'elles sont utilisées comme bioinsecticides, limitant ainsi les résidus toxiques qui se dégradent rapidement. Cela offre l'avantage d'une sécurité environnementale.

Conclusion

Dans le cadre de la lutte contre le principal ravageur du palmier dattier, l'efficacité de la toxicité des huiles essentielles de plusieurs plantes médicinales a été étudiée comme alternative naturelle aux insecticides chimiques sur les œufs, les larves et les adultes de cet insecte.

L'analyse complète des études menées sur ce sujet de 2010 à 2023, a révélé l'efficacité de quelques huiles essentielles contre les adultes, les larves et les œufs de la pyrale des dattes; Par exemple chez les adultes, cela prend 10 minutes pour l'huile d'*Artemisia herba-alba* (algérienne), 20-15 minutes pour l'huile d'*Artemisia campestris*, et 7 heures pour l'huile de *Céleome arabica* qui sont traités par inhalation, alors que chez les larves traités par inhalation les valeurs les plus élevés sont enregistrés avec les deux plantes *Thymus capitatus* (étude d'Amiri *et al.*, (2014)) et *Eucalyptus leucoxylon* (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)) qui ont donné un taux de mortalité maximale au bout de 24h. par contre *Eucalyptus dumosa* (l'étude de Mediouni-Ben Jemaa J., (2015)) a donné un taux de mortalité très bas (15% après 48h d'exposition) après avoir testé les larves L1 par inhalation à la dose 143 µl /l d'air. Quant au taux d'éclosion des œufs, il est affecté par des facteurs tels que le type de plante la concentration d'huile et la durée d'exposition. Les huiles essentielles peuvent empêcher complètement l'éclosion ou augmenter le temps nécessaire à l'éclosion, comme dans l'exemple de dont *A. herba-alba* algérien et espagnol (l'étude d'Adouane S., (2023)) a donné un taux d'inhibition d'éclosion pertinent (100%) au bout d'une courte durée (24h) après avoir traité les œufs d'*Ectomyelois ceratoniae* par contact.

Les résultats démontrent que la toxicité des huiles essentielles varie selon la plante et la méthode d'application, avec des temps et des taux de mortalité variables chez les adultes, les larves et les œufs de l'insecte ciblé. Ces résultats ont prouvés encore une fois l'efficacité de l'inhalation contre cet insecte. Cette efficacité est due à la présence des composés chimiques (les monoterpènes oxygénés) qui présentent un effet nocif contre quelques insectes mais qui reste sans danger sur l'environnement.

Par conséquent, l'intégration de ces huiles essentielles dans les stratégies de lutte contre ce ravageur pourrait constituer une solution durable et respectueuse de l'environnement pour préserver les palmiers.

- ✓ Comme perspectives, on propose une étude approfondie sur la composition complète des huiles essentielles des plantes et de leurs mode d'action et leurs cibles pour afin de produire des insecticides biologiques, efficaces et qui sont doués d'une sensibilité spécifique à l'espèce cible.

Références
bibliographies

1. Abbott W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ Entomol*, 18(2):265-267.
2. Abdelliche S., Benabdalehh A. 2016. L'effet préventif de l'huile de *Pistacia lentiscus* sur l'inflammation induite par l'acide acétique chez les rats de la souche Wistar. *Memoire master, Université des Frères Mentouri Constantine*, 53p.
3. Adouane S. 2023. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de quelques plantes médicinales sur la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller), Thèse De Doctorat En Sciences Agronomiques, University Mohamed khider Biskra.
4. Adouane S., Bouatrous Y., Mehaoua M.S., Tudela J., Guido F., Mechaala S. 2023. Efficacy of Mediterranean Essential Oils to Control the Date Moth, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Journal of Materials and Environmental Science*, 14(10): 1213-1223.
5. Adouane S., Bouatrous Y., Mehaoua M.S., Tudela J., Mechaala S., Tomas V. 2022. Rosemary essential oil potential as a bio-insecticide for protecting stored dates against the date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae), *J. Crop Prot.*, 11 (2): 173-184.
6. Aissaoui F., 2022. Biologie et lutte contre trois pyrales des denrées stockées. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie, 129 p.
7. Ait-Ouahioune Ch. 2005. Contribution à l'étude de l'effet du substrat sur la composition quantitative et qualitative de l'huile essentielle de *Mentha viridis* L (menthe verte). Thèses d'ingénieur en Agronomie UMMTO.
8. Akkol-Kupeli E., Kirmizibekmez H., Küçükboyacı N., Goren A.C., Yesilada E. 2012. Isolation of active constituents from cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) leaves through bioassay-guided procedures. *J. Ethnopharmacology*, 139: 527-532.
9. Allam A. 2008. Etude de l'évolution des infestations du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* Linné, 1793) par *Parlatoria blanchardi* Targ., 1892 (Homoptera, diaspididae) dans quelques biotopes de la région de Touggourt. Thèse de Magister, sciences Agro, option Entomologie appliqué. INA, El-Harrach, Algérie, 33-57.

10. Amensour M., Bouhdid S., Fernandez-Lopez F., Idaomar M., Senhaji N.S., Abrin J. 2010. Antibacterial activity of extracts of *Myrtus communis* against food-borne pathogenic and spoilage bacteria. *Int J Food Prop*, 13: 1215-1224.
11. Amri I., Hamrouni L., Hanana M., Jamoussi B., Lebdi K. 2014. Essential oils as biological alternatives to protect date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Chilean journal of Agricultural Research*, 74 (3) : 273-279.
12. Angel C., Krzysztof L., Antoni S., Adam F., Angel A., Carbonell-B. 2012. Volatile composition of sweet basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) as affected by drying method. Elsevier. 48: 217–225.
13. Arasu M.V., Al-dhabi N.A., Saritha V., Duraipandiyar V., Muthukumar C., Kim S.J. 2013. Antifeedant, larvicidal, and growth inhibitory bioactivities of novel polyketide metabolite isolated from *Streptomyces* sp. AP-123 against *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera litura*. *BMC Microbiology*, 13 (105): 1–6.
14. Belkamel A. et al., 2008. Propriety of basilic. 155: 467–476.
15. Beloued A. 1998. Plantes médicinales d'Algérie. 2ème Ed, Office des publications universitaires (Ed), Algérie, 274p.
16. Ben Abada M., Haouel Hamdi S., Maseoud C., Jroud H., Bousshih E., Mediouni Ben Jemaa J. 2020. Variations in chemotypes patterns of Tunisian *Rosmarinus officinalis* essential oils and applications for controlling the date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Pyralidae), *South African Journal of Botany*, vol (128), pp18 -27.
17. 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.
18. Ben Chaaban S., Haouel H.S., Mahjoubi K., Mediouni Ben Jemâa J. 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*.

19. Benayad, N., 2008. Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines: moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Research Project. University of Sciences, Rabat (Maroc).
20. Benazzedine S. 2010. Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilisoryzae* (Coleoptra :cuculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptra :Tenebrionidae). Mémoire on line, Ecole nationale supérieure agronomique, El Harrach, Algérie.
21. Benziouche S., Cheriet F. 2012. Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *New Medit*, Algérie, 11(4): 49-57.
22. Bonvallot N., Dor F. 2005. Valeurs toxicologiques de référence: Méthodes d'élaboration. Ed, Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, 84 p.
23. Bouka H., Chemseddine M., Brun J. 2001. La Pyrale des dattes dans la région de Tafilatet au Sud- Est du Maroc. *Revue Fruit*, 56(3): 189-195.
24. Boutchiche F., Boutrigue S. 2016. Caractérisation morpho métrique de la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) et de son hôte au niveau de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de master en génétique, univ. Tlemcen, Algérie, 79 p.
25. Bruneton J. 1993. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2^{em} Ed, Tec et Doc., Lavoisier, Paris, France, 915 p.
26. Catier O., Roux D. 2007. Cahier du préparateur en pharmacie. Collection porphyre, 141p.
27. Cheng S.S., Huang C.G., Chen Y.J., Yu J.J., Chen W.J., Chang S.T. 2009. Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. *Bioresource technology*, 100: 452-456.
28. Chenni M., El Abed D., Rakotomanomana N., Fernandez X. F. 2016. Chemat, Comparative study of essential oil extracted from Egyptian basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) using hydro-distillation and solvent-free microwave extraction, *Molecules*. 21-113.
29. Chikh Salah A., 2021. Modélisation et analyse économétrique du prix des dattes de palmier (phoeniculture) en Algérie. Thèse Doctorat en Economie. Université De Ghardaia Algérie, p 6.

30. Chopra C., Abrol BK., Handa KL. 1960. Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Ed UNESCO, Rome, 97p.
31. Cronquist A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Université de Columbia Press, New York, 1262 p.
32. Cronquist A., 1968. The Evaluation and Classification of Flowering Plants, 396p.
33. Cseke L.J., Kaufman P.B., Warber S., Duke J.A., Briemann H.L. 1999. Natural products from plants. CRC Press LLC, Boca Raton, USA.
34. Deravel J., Krier F., Jacques Ph. 2014. Les biopesticides alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). Biotechnol Agron Soc Environ, 18(2): 220-232.
35. Dhouibi M. H. 1991. Les principaux ravageurs du palmier dattier et de la datte en Tunisie. Institut National Agronomique de Tunisie, Tanise, 63-64.
36. Dhouibi M.H. 1982. Bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse de Doctorat. Université de Paris VI, 145p.
37. Dhouibi M.H. 1982. Etude Bioécologique d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera- Pyralidae) dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse de Doctorat en science Agronomique, université de Pierre et Marie curie Paris, 141 p.
38. Dhouibi M.H. 1989. Biologie et écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller. (Lepidoptera - Pyralidae) 55: 22-48.
39. Dhouibi M.H., Jemmazi A. 1996. Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale *Ectomyelois ceratoniae*, ravageur des dattes. Fruits, 51(1): 39-46.
40. Dhouibi, M. H., 1989. Biologie et écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) dans deux biotopes différents au sud de la Tunisie et recherches de méthodes alternatives de lutte. Doctorat d'état en Sciences Naturelles, 176p.
41. Dhouibi M. H., Jarraya A. 1988. Le ver des dattes, caroub moth : *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) Dans les zones présahariennes de la Tunisie. Thèse de Doctorat, université Pierre et Marie Curie, Paris, 142 p.

42. Djedir G. 2018. Etude comparative entre deux espèces du Thym: *Thymus coloratus* et *Thymus capitatus* dans la région de Tlemcen: Aspect écologique, cartographique et morphométrique. Master, Université Aboubakr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

43. Djerrou Z. 2011. Etude des effets pharmaco toxicologiques de plantes médicinales d'Algérie: Activité cicatrisante et innocuité de l'huile végétale de *Pistacia Lentiscus* L. Thèse de Doctorat, université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie, 130p.

44. Doumandji S. 1981. Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le Nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae). Thèse Doctorat d'état, Université Pierre et Marie Curie, Paris 6, 145p.

45. Doumandji S., 1981. Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, *Ectomyelois ceratonia* Zeller (Lepidoptera, pyralidae). Thèse de Doctorat en Science de Nature. Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 6, 145 p.

46. Doumandji S., Doumandji-Mitiche B. 1976. Ponte d'*Ectomyelois ceratoniae* Zeller dans la Mitidja sur *Acacia farnesiana*. Ann. Inst. Nat. Agron., El-Harrach, 6(4) : 19-32.

47. Dupont F. 2004. Botanique - Systématique Moléculaire. Ed Masson. 110-125.

48. Dupont F., Guignard J.L. 2012. « Botanique : Les familles de plantes », Ed. Elsevier. Masson SAS, Issy les Moulineaux Cedex, France, 237-240.

49. 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. Journal of materials and environmental science, 6 (1): 214-219.

50. 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 Doctorat Des Science: Biologie végétale. Université de Marrakech, Maroc, 145 p.

51. Fekih N., Allali H., Merghache S., Chaïb F., Merghache D., El Amine M., Djabou N., Muselli A., Tabti B., Costa J. 2014. Chemical composition and antibacterial activity of *Pinushalepensis* Miller growing in West Northern of Algeria. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 4, 97-103.

52. Hadad L. 2000. Quelques données sur la bio-écologie d'*Ectomyelois ceratoniae* dans les régions de Touggourt et Ouargla en vue d'une éventuelle lutte contre ce déprédateur. Mémoire d'Ing. ITDAS, Ouargla, Algérie, 62 p.

53. Hamdane A. 2012. Etude et analyse des plantes médicinales Algérienne: *Mentha pulegium*, *Mentha rotundifolia* et *Mentha spicata* L., Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 66p.

54. Haouel S., Mediouni-Ben Jemâa J., 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.

55. Haouel, S., Mediouni-Ben Jemâa, J., 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.

56. Hough-Goldstein J.A. 1990. Antifeedant Effects of Common Herbs on the Colorado Potato Beetle (Coleoptera : Chrysomelidae). Environ. Entomol, 19, 234-238.

57. Idder M.A., Idder Ighil H., Saggou H., Pintureau B. 2009. Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller sur différentes variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. Cahiers Agricultures, 18 (1) : 63-71.

58. Isman M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop protection, 19, 603-608.

59. Jammot M. 2015. Plantes médicinales : herbario. Madrid. Libsa, 180 p.

60. Jerraya, A., 2003. Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord: leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts et leur contrôle. Climat pub. 415p.

61. Kabouche A. 2005. Etude photochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae. Thèse de Doctorat d'état en chimie, Université Mentouri Constantine, Algérie, 277p.

62. Kaddem S.E. 1990. Les plantes médicinales en Algérie, 67p.

63. Kadik B. 1987. Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinushalepensis* Mill.) En Algérie: Ecologie, dendrométrie, morphologie. Ed. OPU. Alger, 580- 581p.
64. Kadri N., Khettal B., Aid Y., Kherfellah S., Sobhi W., Barragan-Montero V. 2015. Some physicochemical characteristics of pinus (*Pinushalepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus pinaster* and *Pinus canariensis*) seeds from North Algeria, their lipid profiles and volatile contents. Food chemistry. 188, 184–192.
65. Kemassi A., Bouziane N., Boual Z., 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.
66. Ketoh G.K., Koumaglo H.K., Glitho I.A., Huignard J. 2006. Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *Callosobruchus maculatus* development. Fitotherapie, 77: 506-510.
67. Kholkhal F. 2014. Etude Photochimique et Activité Anti oxydante des extraits des composés phénoliques de *Thymus ciliatus* ssp. coloratus et ssp. euciliatus. Thèse de Doctorat en Biologie, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie 139p.
68. Khoualdia O et Marro J. 1996. La Pyrale des dattes : essai de lutte biologique à l'aide de parasitoïdes. Rapport de synthèse de l'atelier. Ed, C.I.H.E.M, Option méditerrané.
69. Khoualdia O., R'houma A., Jarraya A., Marro JP., Brun J. 1995. Un trichogramme, nouveau parasite d'*E. ceratoniae* Zeller (Lep: Pyralidae) en Tunisie. Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, 68:145-151.
70. Koroch A. R., Juliani H. R., Zygadlo J. A. 2007. Bioactivity of essential oils and their components. In: Berger R.G. (eds) Flavours and Fragrances. Springer, Berlin, Heidelberg. pp:87-102.
71. Kostyukovsky M., Rafaeli A., Gileadi C., Demchenko N., Shaaya E. 2002. Activation of octopaminergic receptors by essential oil constituents isolated from aromatic plants: possible mode of action against insect pests. Pest Manag. Sci. 58, 1101-1106.
72. Kumar R. 2017. Insect pests of stored grain: Biology, behavior, and management strategies. Apple Academic Press, 64p.

73. Ladjal S., 2012. Activité antimicrobienne des métabolites secondaires des champignons endophytes isolés du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de la région de M'sila, Université Ferhat Abbas-Sétif, Algérie, 76p.

74. Lahrech K. 2010. Extraction et analyse des huiles essentielles de *mentha pulgium* L. et *saccocalyx sattureioide*. Tests d'activité antibactériennes et antifongiques . 121 p.

75. Lakhdar L. 2015. Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaine sur *Aggregatibacter actinomycetans*. Etude *in vitro*. Thèse de doctorat en sciences odontologiques, université Mohammed V., Rebat, 163p.

76. Lauwerys R., Haufroid V., Hoet P., Lison D. 2007. Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles.

77. Le Berre M. 1978. Mise au point le problème du ver de la date, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller. Bulletin d'agronomie. Saharienne, I (4): 1-35.

78. Lebbouz I. 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 en agronomie. Université de Biskra, Algérie, p 45.

79. Lebbouz I., B.A. Khaoula, A.A. Rahim, M. Ibrahim, M.M. Seghir, H. Ayoub, O.M. Laid 2021.Effect Of Two Essential Oils From The Asteraceae Family Against *Ectomyelois Ceratoniae* Zell. (Lepidoptera, Pyralidae): Case Of *Artemisia Herba-Alba* Asso. And *Artemisia Compestris* L. J. Bio-Sci. 29(2): 09-17.

80. Lebbouz I., Mehaoua M.S., Merabti I., Bessahraoui K., Ouakid M.L. 2016. Ovicidal, larvicidal and adulticidal activities of essential oils from *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) , International Journal of Biosciences, 8 (5): 146-152.

81. Lepigre A. 1963. Essais de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller) (Pyralidae). Epiphyties, 14 (2): 85-101.

82. 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.

Lichtfouse E. 2020. Sustainable agriculture reviews 39, Sustainable Agriculture, 204 p.

83. Loic F. 2009. Monographie *Salvia officinalis*. L3 environnementaliste, 3-5. [83].
84. Madi A. 2010. Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques, Mémoire de Magister, Option : Biotechnologie végétale, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de biologie et écologie.
85. Maire R. 1965. Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique, vol. XII, Ed. Paul Lechvalier, Paris, 407p.
86. Maire R. 1993. Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, n°3, Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.
87. Mediouni Ben Jemaa J., Bachrouch O., Marzouk B., 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.
88. Mediouni Ben Jemâa J., Haouel S., Khouja M.L. 2012. Control of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* with essential oil fumigation. In: Navarro S, Banks HJ, Jayas DS, Bell CH, Noyes RT, Ferizli AG, Emekci M, Isikber AA, Alagusundaram K, [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey, ARBER Professional Congress Services, Turkey pp: 58-62.
89. Mediouni J., Dhouibi M. H. 2007. Mass rearing and field performance of irradiated carob moth *Ectomyelois ceratoniae* in Tunisia. In *Area-wide control of insect pests: from research to field implementation*, pp. 265-273.
90. Mediouni, J., 2005. Lutte génétique contre la pyrale des caroubes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller 1881 (Lépidoptères: Pyralidae) par le biais de la technique des insectes stériles. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique de Tunisie, 256p.
91. Mediouni-Ben Jemâa J. 2015. IPM approaches for stored date protection in Tunisia: Emphasis on alternative control methods against the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) , *Integrated Protection of Stored Products IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 111, pp. 301-308.

92. Mediouni-Ben Jemâa J., Haouel S., Larbi-Khoujab M. 2013. Efficacy of Eucalyptus essential oils fumigant control against *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae) under various space occupation conditions, Journal of Stored Products Research 53, pp 67-71.

93. Messai L. 2011. Etude phytochimique d'une plante medicinale de l'Est algerien (*Artemisia herba alba*). Thèse pour l'obtention de Doctorat des sciences en Chimie Organique, Université Mentouri Constantine, Algérie, 104 p.

94. Michel T. 2011. Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). Thèse Doctorat, université d'Orléans, 287p.

95. Moghadam-Kia S., Werth V.P. 2010. Prevention and treatment of systemic glucocorticoid side effects. International journal of dermatology, 49(3), 239-248.

96. Mohammedi Z. 2013. Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat: Biologie. Université Abou BekrBelkaid Telemcen. 160p.

97. Mossini S.A.G., Kimmelmeier C. 2005. Aárvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. Acta Farm. Bonaerense, 24(1): 139- 48.

98. Moysé H., Paris R.R. 1971. Matière médicale. Tome III. Ed, Masson, Paris. 509 p.

99. Nahal I., 1962. Le pin d'Alep. Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts 19 (4) : 533-627.

100. Ngamo L.S.T., Hance T. 2007. Diversity of stored grain pests and alternative methods for their control in tropics.

101. Olfâ-Bachroucha O., Mediouni-Ben Jemâa J., Wissem A.W., Talou T., Marzouk B., 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 Products Research (46), pp 242 -247.

102. Ould El Hadj M.D., Hadj-Mahammed M., Zabeirou H. 2003. Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional Est). Courrier du savoir, N°03: 47-51.

103. OUZZIR J. 2020. Effet du genre chez *Pistacia lentiscus* L. sur la viabilité de *Ceratonia siliqua* L. dans la région de Makouda : Approche allélopathique, Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 47p.
104. Ozenda P. 1991. Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, 3ème édition augmentée, Paris: 662 p.
105. Ozenda P.1983. Flore du Sahara. Edition CNRS. 2e édition. 416-442p.
106. Papachristos D.P., Stamopoulos D.C. 2002.Repellent, toxic and reproduction inhibitory effect of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of stored products research, 31: 291-299.
107. Peyrovi1 M., Goldansaz S.H.,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 p.
108. Philogene B. J. R. 1991. L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les Insectes: problème et perspective. La lutte anti acridienne. Ed. AU PELF-UREF, Paris: pp. 269-278.
109. Quezel P., Santa S. 1962. Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I. 565 p.
110. Remal W., Khachouche Z. 2017.Initiation à l'Elaboration d'une carte de répartition du genre *Thymus* et l'étude de la composition chimique des huiles essentielles de *Thymus Serpyllum* L. récoltée du massif Dahra Zaccar région d'El Amra -wilaya de Ain Defla. Mémoire de Master, Université El DjillaliBounaama, Khemis Miliana, Algérie.
111. Saker M.L., Daddi-Bouhoun M. 2007.La phoeniculture algérienne: situation actuelle,problème poses et perspectives de développement. Annal de la faculté des sciences et sciences de l'ingénieur, Ouargla, 1(2): 51-57.
112. Schneider-Orelli O. 1947. Entomologisches Praktikum: Einführung in die land-und forstwirtschaftliche Insektenkunde. Sauerländer Aarau.

113. Schoonhoven L.M., Derksen-Koppers I. 1976. Effects of some allelochemicals on food uptake and survival of a polyphagous aphid, *Myzus persicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 19: 52-56.

114. Seigue A. 1985. Le foret circumméditerranéen et ses problèmes. Ed Maisonneuve et Larose, paris, 502p.

115. Shaaya E., Ravid U., Paster N., Juven B., Zisman U., Pissarev V. 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *Journal of Chemical Ecology*, 17: 499-704.

116. Sutour S. 2010. Chemical composition of essential oils and extracts of Corsican mint and kumquats. PhD thesis, University of Corsica Pascal Paoli, France.

117. Vilardebo A. 1975. Enquête et diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattier du Sud-Est algérien. *Bull. Agr.Sahar.Vol.1 (3)*: 1-21.

118. Weller G.L., Morton R. 2001. Fumigation with carbonyl sulfide: a model for the interaction of concentration, time and temperature. *Journal of Stored Products Research*, 37(4), 383-398.

119. Wertheimer M. 1958. Un des principaux parasites du palmier dattier algérien: le *Myelois décoloré*. *Fruits*, 13(8): 109-123.

120. Yari M., Valizadeh R., Naserian A.A., Jonker A., Azarfar A., Yu P. 2014. Effects of including alfalfa hay cut in the afternoon or morning at three stages of maturity in high concentrate rations on dairy cows performance, diet digestibility and feeding behavior. *Anim Feed Sci Technol*. 192: 62-72p.

121. Yousefi M., Rahimi-Nasrabadi M., Pourmortazavi S.M., Wysokowski M., Jesionowski T., Ehrlich H., Mirsadeghi S. 2019. Supercritical fluid extraction of essential oils. *TrACTrends Anal Che*, 3:22-45.

122. Zargari A. 1988. Medicinal plants. Vol 2. Tehran University Press, Iran, p. 42.

Références bibliographiques

123. Zouioueche 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 de Magister. ENA, Alger, Algérie, 118 p.

Annexes

1. Présentation botanique des plantes étudiées

1.1. *Eucalyptus globulus*

Position systématique du l'eucalyptus selon Quezel et Santa (1963)

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphyte

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Myrtales

Famille: Myrtaceae

Genre: Eucalyptus

Espèce: *Eucalyptus globulus* L.

Annexe 01



Figure 3. *Eucalyptus gloulus* L. (Adouane S., 2023).

1.2. Romarin

Position systématique du romarin selon Cronquist (1981)

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : Rosmarinus

Espèces : *Rosmarinus officinalis* L.

Annexe 02



Figure 4. *Rosmarinus officinalis* L. (Adouane S., 2023).

1.3. *Cleome arabica*

Classification systématique de *Cleome arabica* :

Règne : Plantae.

Embranchement : Spermaphyte.

Sous Embranchement : Angiosperme.

Classe : Dicotylédones.

Sous classe : Dilleniidae.

Ordre : Capparales.

Sous ordre : Capparidinae.

Famille : Capparidaceae.

Genre : *Cleome*

Espèce: *Cleome arabica* L. (Ozenda, 1991).

Annexe 03



Figure 5. *C. arabica* au stade floraison à l'Oued Itel (Eloued) (Lebbouz I., 2017).

1.4. *Artemisia herba-alba* Asso

D'après Dupont (2004), la classification qu'occupe *Artemisia herba-alba* Asso est la suivante:

Embranchement: Panérogames ou Spermaphytes

Sous- embranchement: Angiospermes

Classe: Eudicots

Sous-classe: Astéridées

Ordre: Asterales

Famille: Astéracées

Genre: *Artemisia*

Espèce: *Artemisia herba-alba* Asso.

Annexe 04



Figure 6. *Artemisia herba alba* au début du stade floraison de tebessa (Messai, 2011).

1.5. *Thymus*

Position systématique du thym selon Djedir (2018).

Règne : Plantae (végétal)

Embranchement : Spermaphytes (phanérogames)

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicots

Sous classe : Gamopétales (Astérisées)

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Thymus*

Annexe 05



Figure 7. *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. (Adouane S., 2023).

1.6. *Pinus halepensis*

Position systématique du *Pinushalepensis* selon Nahal (1962) :

Embranchement : Phanérogames

Sous embranchement : Gymnospermes

Classe : Pinopsida

Ordre : pinales

Sous ordre : Abiétales.

Famille : Pinaceae

Genre : Pinus

Sous genre : Eupinus

Espèce: *Pinus halepensis*



Figure 8. Les aiguilles du pin d'Alep. (Ladjal, 2012).

1.7. *Pistacia lentiscus*

Le pistachier lentisque appartient à la systématique botanique suivante :

Règne: Plantae

Embranchement: Spermatophytes

Classe: Magnoliopsida

Ordre: Sapindales.

Famille: Anacardiaceae.

Genre: *Pistacia*.

Espèce: *Pistacia lentiscus* (Lichtfouse., 2020).

Annexe 07



Figure 9. Jeunes feuilles de *Pistacia lentiscus* (Ouzzir, 2020).

1.8. *Peganum harmala*

Selon Moghadam *et al.*, (2010), la Position systématique du *Peganum harmala*L. est comme suit :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicots

Sous classe : Malvides

Ordre : Sapindales

Famille : zygophyllacées

Genre : *Peganum*

Espèce : *Peganum harmala* L.

Annexe 08



Figure 10. *P. harmala* au stade végétatif à l'Oued Itel (Eloued) (Lebbouz I., 2017).

1.9. *Ruta graveolens*

Position systématique du *Ruta graveolens* selon Duval (1992)

Régne : Plantae

Sous-régne : Tracheobionta

Embranchement : Angiospermae

Sous-embranchement : Eu Angiospermae

Classe : Eudicots

Sous-classe : Coreeudicots

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Sous-famille : Rutoideae

Genre : *Ruta*

Espèce: *Ruta graveolens*

Annexe 09



Figure 11. *Ruta graveolens* (Laurent, 2009).

1.10. *Mentha pulegium*

Position systématique du *Mentha pulegium* selon Lahrech (2010) :

Règne : Végétale

Sous-règne : Cormophyte

Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Eudicots

Sous-classe : Astéridées

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Sous- famille: Satureinees

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha pulegium*.

Annexe 10



Figure 12. *Mentha spicata* L. (Menthe verte) (Hamdane A., 2012).

1.11. *Ocimum basilicum*

Selon Angel *et al.*, (2012) , la Position systématique du *Ocimum basilicum* est comme suit :

Règne : Plantes

Sous règne : Plantes vasculaire

Embranchement : Spermatophytes

Sous Embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : Dialypétales

Ordre : Lamiales/labiales

Famille : Lamiaceae/labiaceae

Genre : *Ocimum*

Espèce : *Ocimum basilicum*.

Annexe 11



Figure 13. *Ocimum basilicum* (Chenni, 2016).

1.12. *Salvia Officinalis*

Position systématique du *Salvia Officinalis* L. selon Cronquist (1968) et Loic. F (2009) :

Règne : Plantae (végétal)

Embranchement : Cormophytes

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Salvia*

Espèce : *Salvia officinalis* L.

Annexe 12



Figure 14. *Salvia officinalis* L. (Aduane S., 2023).

Résumés

الملخص

تقدم هذه الدراسة تجميعاً شاملاً للجهود البحثية حول تأثير الزيوت العطرية من بعض النباتات ضد فراشة التمر *Zeller Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae)، استناداً إلى إجمالي خمسة عشر دراسة أجريت في الفترة من 2010 إلى 2023. وتسلط الدراسة الضوء على أهمية النظر في التركيب الكيميائي لكل زيت عطري للتنبؤ بفعالته في مكافحة الآفات. تتجلى إمكانات الزيوت الأساسية في المعركة البيولوجية ضد الطفيليات من خلال فعاليتها. وتشمل أشكال السمية الاتصال والاستنشاق والابتلاع، ولكل منها تأثير محدد على الفراشات. إن دمج هذه الزيوت العطرية في استراتيجيات مكافحة الآفات يمكن أن يحمي نخيل التمر بشكل مستدام.

الكلمات الرئيسية: *Zeller Ectomyelois ceratoniae*، الزيوت العطرية، النباتات الطبية.

Résumé

Cette étude présente une synthèse complète des efforts de recherche sur l'effet des huiles essentielles de quelques plantes contre la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera : Pyralidae), s'appuyant sur un total de quinze études menées de 2010 à 2023. L'étude souligne l'importance de considérer la composition chimique de chaque huile essentielle pour prédire son efficacité dans la lutte contre les ravageurs. Le potentiel des huiles essentielles dans la lutte biologique contre les parasites est démontré par leur efficacité. Les formes de toxicité incluent le contact, l'inhalation et l'ingestion, chacune ayant un impact spécifique sur les papillons. L'incorporation de ces huiles essentielles dans les stratégies de lutte contre les parasites peut protéger durablement les palmiers dattiers.

Mots clés : *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, les huiles essentielles, plantes médicinales.

Abstract

This study presents a comprehensive synthesis of research efforts on the effect of essential oils from some plants against the date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), based on a total of fifteen studies conducted from 2010 to 2023. The study highlights the importance of considering the chemical composition of each essential oil to predict its effectiveness in controlling pests. The potential of essential oils in the biological fight against parasites is demonstrated by their effectiveness. Forms of toxicity include contact, inhalation and ingestion, each of which has a specific impact on butterflies. Incorporating these essential oils into pest control strategies can sustainably protect date palms.

Key words: *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, essential oils, medicinal plants.