

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**  
**Département des Sciences Agronomiques**



## Mémoire

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences agronomiques**  
**Spécialité : Protection des végétaux**

### Thème

**Activité bio-insecticide d'un extrait aqueux des racines du chêne liège *Quercus suber* L. sur les larves de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (WIEDMANN, 1824)**

**Réalisé par : Melle HADJAZ Yasmine**

**Devant le jury composé de :**

<b>Mme BOUTEBTOUB.H.W</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Présidente</b>
<b>Mme GUECHAOUI-MESTAR.N</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Promotrice</b>
<b>Mme HOCEINI.M</b>	<b>DOCT</b>	<b>IBK Tiaret</b>	<b>Co-promotrice</b>
<b>Mme LAHCEN.S</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>	<b>Examinatrice</b>

**Année 2020/2021**

## *Remerciements*

Au terme de cette étude, je remercie avant, Dieu tout puissant de m'avoir guidé de suivre les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Je tiens vivement à exprimer ma profonde reconnaissance et gratitude à ma promotrice Mme GUECHAOUI. MAA à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, qui a bien voulu, par son aimable bienveillance, diriger ce travail. Ses conseils et ses orientations, m'ont permis de réaliser cette étude.

Mes remerciements vont aussi à ma CO-Promotrice Mme HOCEINI.M doctorante à l'université IBN KHALDOUN Tiaret, d'avoir eu l'amabilité d'accepter de me guider et de me renseigner tout au long de ce travail. Je suis particulièrement reconnaissante et honorée par sa participation au jury de ce mémoire.

Je tiens à remercier également Mme BOUTEBTOUB. MCA à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, d'avoir accepté, de lire et de juger ce travail. Qu'elle trouve ici mes sincères sentiments de gratitude et de respect.

Je remercie également Mme LAHCEN.MCB à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou d'avoir accepté d'examiner ce travail.

A la mémoire de madame Boudiaf –Nait Kaci ; j'aurais aimé que vous soyez présente et voir le résultat de ce travail mais le bon dieu a décidé autrement ; repose en paix madame.

## Dédicaces

*A la lumière de ma vie celle qui m'a appris la patience; l'amour; et qui n'a épargné  
aucun effort pour me rendre heureuse, à toi maman*

*A l'homme qui doit tout mon respect et tout mon amour à celui qui sa présence  
réchauffe notre vie mon cher papa*

*Je ne saurais jamais traduire ce que je ressens vraiment envers vous. Je vous aime.*

*A ma sœur Sarah et mon frère Moh pour leur encouragement permanent, et leur  
soutien moral que dieu nous garde ensemble dans la paix et le bonheur.*

*A mes chers grands parents que dieu les protège et leur donne une joyeuse vie*

*A toute ma famille, mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines*

*En particulier je tiens à exprimer ma reconnaissance a mon amie Nawel*

*HAMITOUCHE de m'avoir ramené les échantillons de l'abricot merci pour ton  
amitié et ton soutient.*

*A tous les enseignants qui m'ont enseigné durant tout mon cursus.*

*Enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce  
travail*

<b>Figure 1.</b> Mouche adulte .....	4
<b>Figure 2 :</b> Ailes de la mouche.....	4
<b>Figure 3.</b> B: Adulte male et A : Femelle de <i>C.capitata</i> .....	5
<b>Figure 4.</b> Ovipositeur de femelle de <i>Ceratitis capitata</i> .....	5
<b>Figure 5.</b> Œufs de la cératite.....	5
<b>Figure 6.</b> Larve de la cératite .....	6
<b>Figure 7.</b> Pupes de ceratite .....	6
<b>Figure 8.</b> Colonisation de <i>C. Capitata</i> de la zone du Sud-Est de l'Afrique vers d'autres régions dans le monde.....	7
<b>Figure 9.</b> Aire de répartition de <i>Ceratitis capitata</i> dans le monde.....	8
<b>Figure 10.</b> Cycle de développement de <i>Ceratitis Capitata</i> .....	9
<b>Figure 11.</b> Dégâts de la cératite sur différents fruits.....	12
<b>Figure 12.</b> Exemples de pieges utilisés pour la capture des adultes.....	13
<b>Figure 13.</b> Emergence d' <i>Aganaspis daci</i> d'une puppe de <i>C.capitata</i> .....	16
<b>Figure 14.</b> Arbre de l'abricotier.....	18
<b>Figure 15.</b> Coupe longitudinale du fruit .....	19
<b>Figure 16.</b> Illustration d'un des mécanismes de défense naturelle.....	22
<b>Figure 17.</b> Arbre du chêne-liège.....	25
<b>Figure 18.</b> Feuilles du chêne-liège.....	25
<b>Figure 19.</b> Tronc du chêne-liège ( <i>Quercus suber</i> L.) .....	26
<b>Figure 20.</b> Gland du <i>Quercus suber</i> L.....	26

<b>Figure 21.</b> Aire de répartition du chêne-liège.dans le monde.....	27
<b>Figure 22.</b> Aire de répartition du chêne-liège en Algérie.....	28
<b>Figure 23.</b> Carte géographique de localisation de la zone d'étude AIT HAMAD Tizi Ouzou.....	30
<b>Figure 24.</b> Carte géographique de localisation de la zone d'étude AIT YAHIA MOUSSA (2021).....	31
<b>Figure 25.</b> Echantillonnage des fruits infestés par <i>Ceratitis capitata</i> .....	32
<b>Figure 26.</b> Traitements des larves avec l'extrait végétal.....	33
<b>Figure27.</b> Distribution du taux de mortalité 24h et 48h après la pulvérisation de l'extrait aqueux des racines de <i>Q.suber</i> .....	34

<b>Tableau I :</b> Systématique de <i>Ceratitis capitata</i> .....	3
<b>Tableau II :</b> Systématique de <i>Prunus armeniaca</i> L.....	17
<b>Tableau III :</b> Systématique du <i>Quercus suber</i> L.....	24
<b>Tableau IV:</b> Taux de mortalité des larves 24h et 48h après la pulvérisation du bio- insecticide .....	34
<b>Tableau V :</b> Analyse de la variance .....	35

**D.G.F:** Direction Générale Des Forêts

**F.A.O:** Food and Agriculture Organization

**ipm:** integrated pest management.

**PPT:** Polyphénols totaux

**Protéines PR:** Pathogenesis Related proteins.

**qx :** Quintal

**T:** Temoin

**TIS:** Technique des males stériles.

# **Sommaire**

## Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique.....</b>	<b>3</b>
<b>I .Généralité sur la mouche méditerranéenne des fruits ; <i>Ceratitis capitata</i> Wied., 1824</b>	
<b>I.1 Systématique de <i>Ceratitis capitata</i>.....</b>	<b>3</b>
<b>I .2 Caractéristiques morphologiques .....</b>	<b>3</b>
<b>I .2.1 Adulte.....</b>	<b>3</b>
<b>I.2.2 Œuf.....</b>	<b>5</b>
<b>I .2.3 Larve.....</b>	<b>6</b>
<b>I .2.4 Puce.....</b>	<b>6</b>
<b>I .3 Origine.....</b>	<b>7</b>
<b>I .4 Aire de répartition .....</b>	<b>7</b>
<b>I.5 Cycle de développement .....</b>	<b>8</b>
<b>I.5.1 Ponte .....</b>	<b>8</b>
<b>I.5.2 Développement larvaire .....</b>	<b>8</b>
<b>I.5.3 Pupaison et émergence de l'adulte .....</b>	<b>9</b>
<b>I.6 Action des facteurs écologiques sur le cycle de développement .....</b>	<b>9</b>
<b>I.6.1 Facteurs abiotiques.....</b>	<b>9</b>
<b>I.6.1.1 Température.....</b>	<b>9</b>
<b>I.6.1.2 sol .....</b>	<b>10</b>
<b>I.6.1.3 Humidité.....</b>	<b>10</b>
<b>I.6.2 Facteurs biotiques.....</b>	<b>10</b>
<b>I.6.2.1 Plante hôte .....</b>	<b>10</b>

<b>I.6.2.2 Ennemis naturels</b> .....	<b>10</b>
<b>I.6.2.3 compétition larvaire</b> .....	<b>11</b>
<b>I.7 Impact de la cératite sur l'économie</b> .....	<b>11</b>
<b>I.8 Dégâts causés par les infestations</b> .....	<b>11</b>
<b>I.9 Méthodes de lutte contre la mouche méditerranéenne</b> .....	<b>12</b>
<b>I.9.1 lutte chimique</b> .....	<b>12</b>
<b>I.9.2 Piégeage en masse</b> .....	<b>13</b>
<b>I.9.3 Lutte culturale</b> .....	<b>14</b>
<b>I.9.4 Lutte autocide: La technique des mâles stériles</b> .....	<b>14</b>
<b>I.9.5 Lutte par confusion sexuelle</b> .....	<b>15</b>
<b>I.9.6 Traitements de quarantaines</b> .....	<b>15</b>
<b>I.9.7 Lutte biologique</b> .....	<b>15</b>
<b>I.9.7.1 Lutte par prédateurs</b> .....	<b>15</b>
<b>I.9.7.2. Parasitoïdes</b> .....	<b>15</b>
<b>I.9.7.3 Bactéries entomopathogènes</b> .....	<b>16</b>
<b>I.9.7.4 Champignons entomopathogènes</b> .....	<b>16</b>
<b>I.9.7.5. Biopesticides dérivés des plantes</b> .....	<b>16</b>
<b>II. La plante hôte : l'abricot</b> .....	<b>17</b>
<b>II.1 Description de l'arbre</b> .....	<b>17</b>
<b>II.2 Description du fruit</b> .....	<b>18</b>
<b>II.3. Production de l'abricot</b> .....	<b>19</b>
<b>II.4 Ennemis de l'abricot</b> .....	<b>20</b>
<b>II.5 Importance économique</b> .....	<b>20</b>
<b>III. Lutte chimique : inconvénients et alternatives</b> .....	<b>21</b>

III.1. Utilisation des pesticides dans la lutte contre les ravageurs .....	21
III.2. Inconvénients des pesticides .....	21
III.3. Mécanismes de défense des plantes .....	21
III.4 Composés phénoliques .....	22
III.5 Lutte biologique .....	23
III.6 Lutte intégrée .....	23
IV. Présentation de l'espèce <i>Quercus suber</i> L. ....	24
IV.1 Systématique du <i>Quercus suber</i> L .....	24
IV.2 Description botanique .....	24
IV.3 Aire de répartition.....	27
IV.3.1 Dans le monde .....	27
IV. 3.2 En Algérie .....	27
IV.4 Caractéristiques écologiques .....	28
IV.4.1 Altitude .....	28
IV.4.2 Exigences édaphiques .....	28
IV.5 Importance économique .....	28
IV.6 Caractéristiques biochimiques du chêne-liège .....	29
Chapitre II : Matériels et Méthodes .....	30
I. Préparation du bio-insecticid.....	30
II. Situation géographique des zones d'étude.....	30
II.1. Zone d'étude de l'espèce <i>Quercus suber</i> L. ....	30
II.2. Zone d'échantillonnage des larves de <i>Ceratitis Capitata</i> .....	30
III. Echantillonnage des larves de <i>Ceratitis Capitata</i> .....	31
IV. Dispositif expérimental.....	32

<b>V. Analyse statistique.....</b>	<b>33</b>
<b>Chapitre III : Résultats et discussion.....</b>	<b>34</b>
<b>I. Résultats.....</b>	<b>34</b>
<b>II. Discussion des résultats.....</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>37</b>
<b>Références bibliographiques</b>	

# **Introduction**

L'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) est une espèce cultivée commercialement dans le monde entier dans toutes les régions tempérées (Bourguiba et *al.*, 2012). Son fruit est classé le vingtième cultivé dans le monde avec une production 2,708 millions de tonnes par an (Grimplet, 2004). Les principaux pays producteurs sont dans l'ordre la Turquie, l'Iran, le Pakistan, la France et l'Espagne (Grimplet, 2004). L'Algérie occupe la première place avec 44,56 % de la production africaine (F.A.O, 2013). La culture de l'abricotier a connu une extension remarquable, la production est passé de 41 233 qx à 145 000 qx à en 1995 et 2005 respectivement (F.A.O., 2005).

Les espèces fruitières sont régulièrement attaquées par des insectes ravageurs causant des dommages importants notamment l'affaiblissement et la mort des cultures, des pertes en production et la dépréciation de la valeur marchande des produits agricoles. (Aboussaid, 2007). La mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* est parmi les ravageurs les plus redoutables, qui attaque une grande variété d'arbres fruitiers : les agrumes, les fruits doux (pêches, abricots, kakis, pommes, poires, etc...), les fruits tropicaux (mangues, avocats, papayes, etc...) (Settaoui et *al.*, 2017).

Ce ravageur se répartit dans plusieurs régions du monde notamment en Europe, méditerranéenne et Moyen-Orient, dans la plupart des régions d'Afrique, ainsi que les îles de l'océan Indien, l'Amérique, l'Australie et les régions du Pacifique (Szyniszewska et Tatem, 2014). En Afrique du nord et surtout dans la région du Maghreb, la mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata*) est considérée comme un ravageur principal des arbres fruitiers (Boulahia-Kheder, 2021).

La lutte chimique contre la mouche méditerranéenne est une stratégie efficace dans la vie quotidienne (Pavela, 2009). Cependant, l'utilisation généralisée des insecticides chimiques de synthèse a entraîné de nombreuses conséquences négatives pour l'homme et son environnement (Pavela, 2008), ce qui a entraîné une plus grande attention aux produits naturels (Pirali-Kheirabadi et da Silva, 2010). Parmi ces produits les bio insecticides à base des végétaux qui connaissent actuellement un regain d'intérêt en raison de leurs propriétés éco-toxicologiques (Cosimi et *al.*, 2009).

En effet les plantes produisent un nombre important de composés chimiques (plus de 200 000 structures différentes) pour faire face aux facteurs biotiques, appelés les métabolites primaires et les métabolites secondaires (Carreto et *al.*, 2015). Ces molécules servent

aujourd'hui de modèle à la créativité des chimistes qui tentent d'en améliorer les activités ou d'en diminuer les effets secondaires et la toxicité (Krief, 2003).

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) constitue probablement un réservoir de molécules biologiquement actives lui conférant de nombreuses activités qui restent négligées et pas très connues (Hassikou, 2014). C'est une essence typique du bassin Méditerranéen, elle est présente en Algérie, au Maroc, en Tunisie, au Portugal, en Espagne, en France, en Corse et en Italie (Mercurio, 2015). C'est un arbre sclérophylle résistant à la sécheresse estivale avec un feuillage persistant, (Quezel, 1979). Son écorce présente des propriétés uniques, telles que l'imperméabilité aux liquides, l'élasticité, une bonne isolation thermique et acoustique et une résistance aux maladies et aux attaques microbiennes (Touati *et al.*, 2015).

Notre étude s'inscrit dans la recherche de moyens de lutte biologique capable de réduire les populations de *C. capitata* en utilisant un extrait végétal des racines du chêne-liège. Plusieurs études ont montrées les propriétés des différentes parties du chêne-liège (tronc, gland, feuilles). Dans une étude récente ont pu montrer l'effet bioinsecticide des feuilles du sur un ravageur du chêne-liège. Le but de cette étude est de mettre en évidence les propriétés chimiques de la partie racinaire qui n'est pas déjà été évoquée dans des études précédentes, en vue de protéger l'écosystème et réduire l'usage des produits chimiques.

Le présent travail est scindé en trois principaux chapitres :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur les trois espèces le chêne-liège, la mouche méditerranéenne et l'abricot ainsi que les différentes méthodes de lutte et les métabolites secondaires ;
- Le second chapitre représentant la partie expérimentale, réservé à la description des zones d'étude, citation du matériel utilisé et des étapes de l'expérimentation ;
- Le troisième chapitre est consacré à la présentation ; la discussion et l'interprétation des résultats obtenus ;

Enfin une conclusion récapitulant les principaux résultats accompagnés de perspectives.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## I. Généralité sur la mouche méditerranéenne des fruits ; *Ceratitis capitata* Wied., 1824

### I.1 systématique de *Ceratitis capitata*

La cératite, *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824), communément appelée la mouche méditerranéenne des fruits est considérée comme étant le ravageur le plus redoutable des arbres fruitiers dans la région méditerranéenne où les conditions climatiques et nutritionnelles lui sont favorables (Fahad et *al.*, 2014).

Selon, SEGUY (1950) et DYCK et *al.*, (2005), la cératite est positionné comme suit dans la systématique :

**Tableau I : Systématique de *Ceratitis capitata***

<b>Règne</b>	<b>Animalia</b>
<b>Embranchement</b>	Arthropoda.
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Ordre</b>	Diptera
Sous ordre	Brachycera.
<b>Division</b>	Cyclorrapha
Groupe	Schizophora.
Super famille	Trypetidea.
Famille	Tephritidae ou Trypetidea
Genre	<i>Ceratitis.</i>
Espèce	<i>Ceratitis capitata</i> WIEDEMANN, 1824

### I.2 Caractéristiques morphologiques

#### I.2.1 Adulte

L'adulte est une mouche de taille variable (lg: 3–5 mm). Tête jaunâtre, thorax et abdomen jaune-gris (De Meyer, 2000) (fig 1).



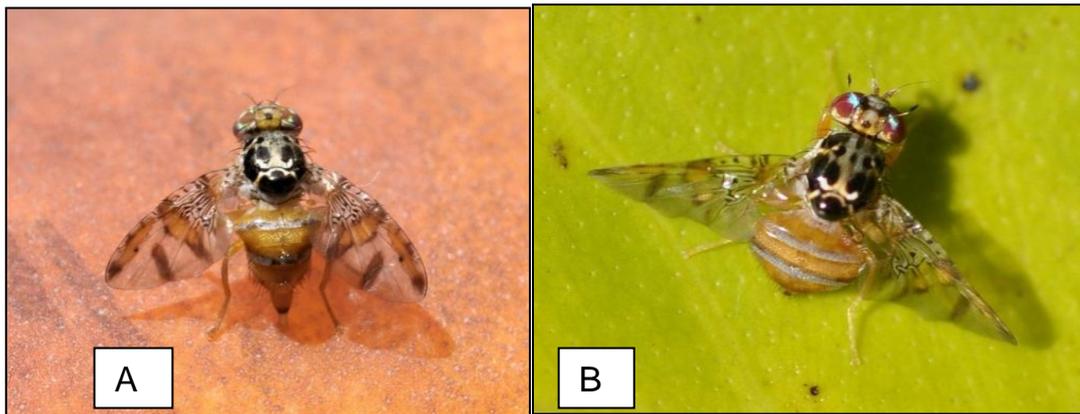
**Figure 1. Mouche adulte (Thomas et *al.*, 2004)**

Les ailes sont généralement maintenues en position tombante, sont larges et hyalines avec du noir, du brun, et des marques jaune brunâtre (Thomas et *al.*, 2004) (fig.2).



**Figure 2. Ailes de la mouche (Thomas et *al.*, 2004)**

Les mâles sont caractérisés par la présence de petites expansions losangiques noires à l'apex de leurs soies orbitales. Quand aux femelles, elles se différencient par le dessin jaune caractéristique de leurs ailes et par la moitié apicale entièrement noire de leurs scutellum (De Meyer, 2000) (fig 3).



**Figure 3. B: adulte male et A : femelle de *C.capitata* (Delrio et Cocco, 2012)**

L'abdomen de la femelle se termine par un ovipositeur pointu lui permettant d'insérer ses œufs dans les fruits (Hurtrel, 2000) (fig 4).



**Figure 4. Ovipositeur de femelle de *Ceratitidis capitata* (Delrio et Cocco, 2012)**

### I.2.2 Œuf

L'œuf est très fin, recourbé, il mesure 1 mm de long, blanc lisse et brillant. (Thomas et *al.*, 2004) (Fig 5). La ponte se fait dans la pulpe à travers la peau du fruit (Vilardebo, 1946).



**Figure 5. Œufs de la cératite (Thomas et *al.*, 2004)**

### I.2.3 Larve

La larve communément appelée asticot est acéphale, apode, lisse de couleur blanche généralement mais elle peut apparaître jaune crème, rose ou avec des colorations de rouge ou de noir, en fonction de sa nourriture (Back et Pemberton, 1918 ; Lachihab, 2008).

Le dernier stade est généralement de 7 à 9 mm de longueur, avec huit zones fusiformes ventrales, elle est un peu recourbée ventralement, les extrémités antérieures sont rétrécies avec des crochets buccaux antérieurs, et des extrémités caudales aplaties. (Thomas et *al.*, 2004) (fig 6)



**Figure 6. Larve de la cératite (Thomas et *al.*, 2004)**

### I.2.4 Pupe

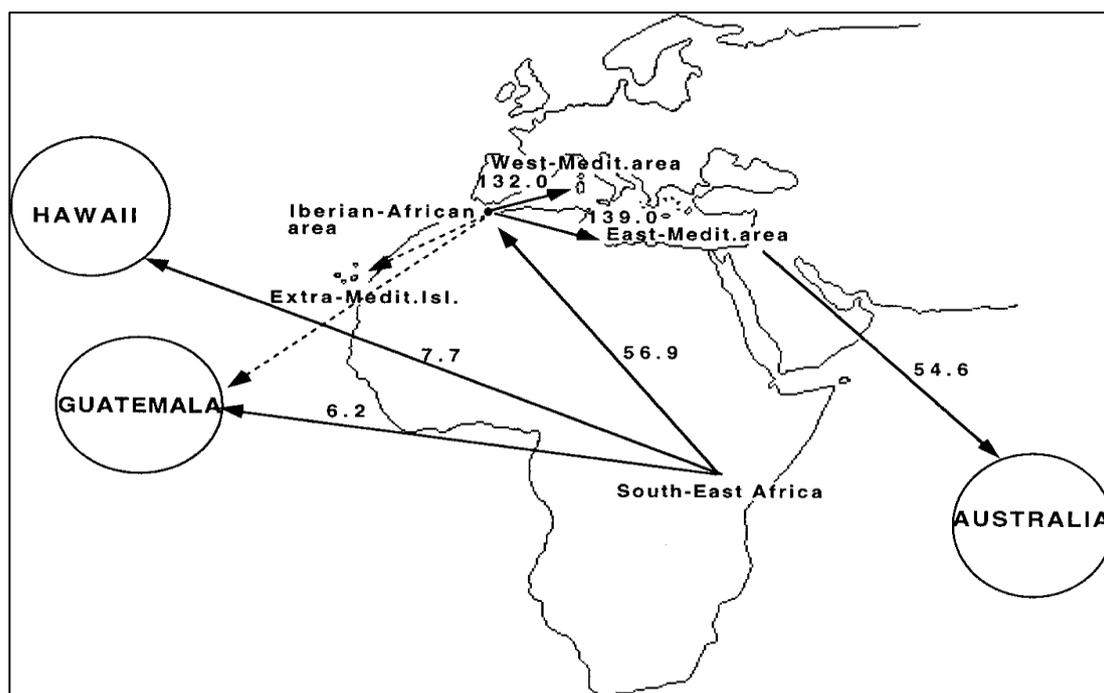
Elle est cylindrique, d'environ 4 mm de long, de couleur brune rougeâtre foncé, elle ressemble à un grain gonflé de blé (Thomas et *al.*, 2004) (fig 7).



**Figure 7. Pupes de ceratite (Thomas et *al.*, 2004)**

### I.3 Origine

Le pays d'origine de la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata* WIED) n'est pas connu alors que cet insecte s'est répandu depuis un siècle dans les cultures fruitières des cinq continents (Balachowsky, 1950). Back et Pemberton (1918) affirment que la mouche méditerranéenne n'est pas originaire d'Europe mais soutiennent plutôt la théorie disant que l'Afrique tropicale est l'habitat naturel de *Ceratitis Capitata* (fig 8).



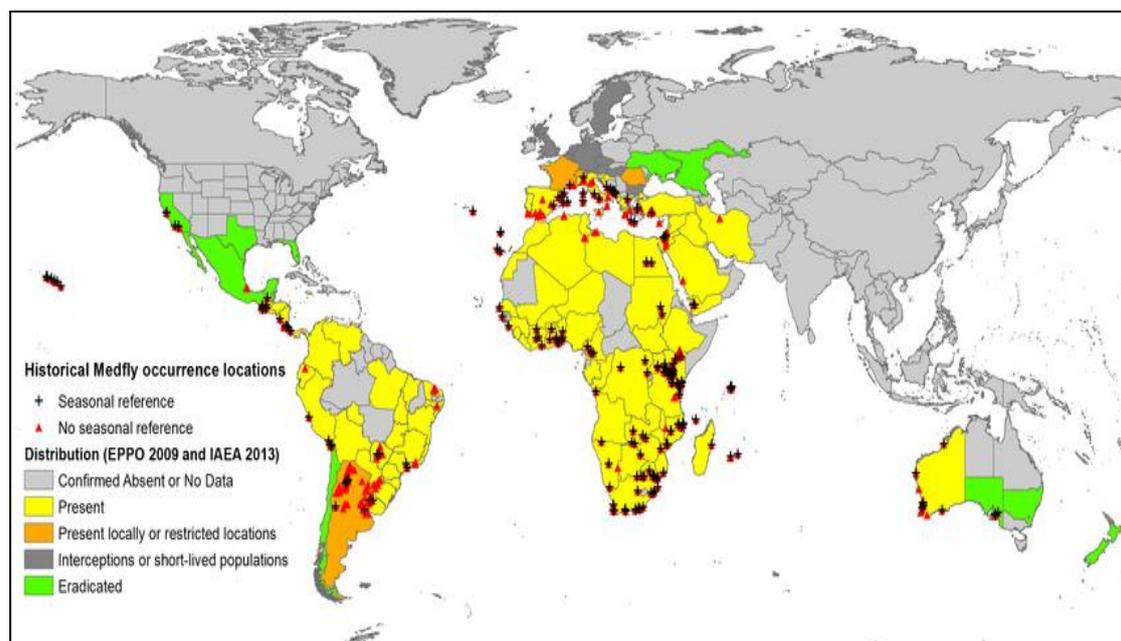
**Figure 8. Colonisation de *C. Capitata* de la zone du Sud-Est de l'Afrique vers d'autres régions dans le monde (Malacrida et al., 1998)**

### I.4 Aire de répartition

La mouche des fruits se rencontre en Australie, en Afrique, en Europe, en Amérique du Sud, dans les lies du Pacifique (Vilardebo, 1946).

En Europe, *C. capitata* arrive à se maintenir, non seulement dans toute la région méditerranéenne par des foyers permanents ou sub permanents, elle est retrouvée aussi dans des stations à climat tempéré, où le thermomètre descend souvent au-dessous de 0°C pendant plusieurs jours par an, au moins pendant la nuit (Balachowsky, 1950).

En Algérie, cet insecte se trouve dans les régions littorales surtout, et dans les oasis dont les conditions bioclimatiques favorables à son extension (Settaoui et al., 2017) (fig 9).



**Figure 9. Aire de répartition de *Ceratitits capitata* dans le monde (Szyniszewska et Tatem 2014).**

## I.5 Cycle de développement

### I.5.1 Ponte

La ponte commence peu après l'accouplement. La fécondité totale des femelles est d'environ 400-600 œufs en conditions naturelles favorables, et elle peut s'élever à 800 œufs en conditions de laboratoire (Back & Pemberton, 1918, Thomas et *al.*, 2004).

Les femelles pondent leurs œufs sous la peau des fruits qui commencent à mûrir, elles visent surtout les zones blessées et endommagées. Plusieurs femelles peuvent utiliser le même trou de dépôt avec 75 ou plus d'œufs regroupés en un seul endroit, elles éclosent après 2 à 5 jours (Gardon, 2000).

### I.5.2 Développement larvaire

Lorsque les œufs éclosent, les larves commencent rapidement à se nourrir de la puppe du fruit où elles continuent leur développement (Thomas et *al.*, 2004). Elles s'enfoncent dans la pulpe du fruit dont le cycle larvaire, qui comprend trois stades (L1, L2 et L3) dure de 9 à 15 jours (Gardon, 2000)

A la fin du développement elle quitte le fruit pour se nymphoser généralement dans le sol donnant ainsi la puppe (Thomas et *al.*, 2004).

### I.5.3 Pupaison et émergence de l'adulte

La durée minimale du stade nymphal est de six à 13 jours lorsque la température moyenne varie d'environ (24,4 à 26,1 °C). Les adultes nouvellement émergés ne sont pas sexuellement matures ; les femelles ne peuvent s'accoupler qu'à partir de six à huit jours après l'éclosion (Thomas et *al.*, 2004).

Le cycle complet de développement dure 15 à 20 jours. Le nombre de générations annuelles peut fluctuer entre 3 et 12, suivant les conditions climatiques (Gardon; 2000) (fig 10).

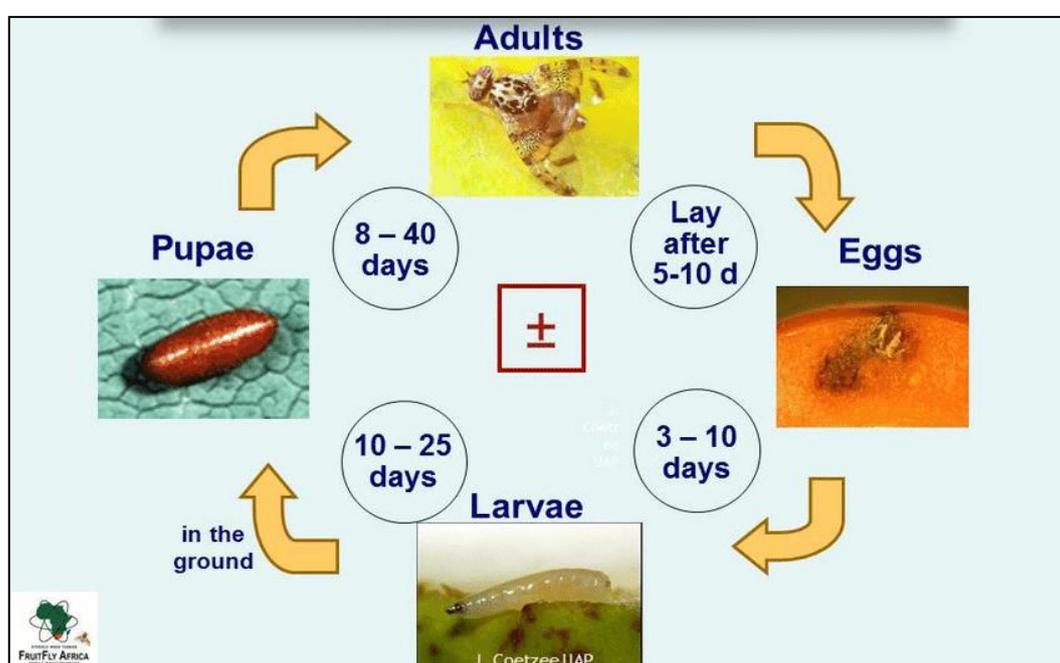


Figure 10. Cycle de développement de *Ceratitidis Capitata* (Al-Khshemawee, 2018).

### I.6 Action des facteurs écologiques sur le cycle de développement

Plusieurs facteurs (biotiques et abiotiques) peuvent affecter les taux de survie et de développement des différents stades ainsi que la fécondité des femelles (Ouedraogo, 2011)

#### I.6.1 Facteurs abiotiques

##### I.6.1.1 Température

La Température affecte tous les stades de développement de la mouche méditerranéenne (Thomas et *al.*, 2004). Elle est surtout abondante dans les zones sèches de basse altitude, On a observé une relation forte et positive entre la

température et les taux de maturation et la durée du développement de *C. Capitata* de l'œuf à l'adulte qui variait de 16 à 64 jours, entre 15°et 30°C (Duyck et Quilici, 2002).

### **I.6.1.2 Sol**

Ali Ahmed et *al.*, (2007) confirment que la nymphose dépend fortement de la texture du sol et la profondeur d'enfouissement qui agit a son tour sur le taux d'émergence des adultes, à savoir que les particules fines des textures limoneuse et argileuse, asphyxient les adultes au moment de l'émergence.

Sur sol sablonneux, les larves s'enfouissent plus rapidement que sur sol argileux. Dans ce dernier cas, les larves devaient passer plus de temps à creuser, ce qui augmente la probabilité d'être rencontré par un prédateur (El Keroumia et *al.*, 2010)

### **I.6.1.3 Humidité**

En conditions naturelles, l'influence de l'humidité sur le stade embryonnaire et les stades larvaires est certainement modulée par le fruit hôte que par les conditions climatiques (Duyck, 2005).

## **I.6.2 Facteurs biotiques**

### **I.6.2.1 Plante hôte**

L'espèce du fruit hôte influe, au travers de sa qualité, à la fois sur le développement des stades immatures, la fécondité et le comportement des adultes (Duyck, 2005). C'est un facteur significatif qui influence les taux d'émergence et les taux de survie des pupes, celles obtenues à partir de pommes par exemple, survivent à des taux plus élevés par rapport à celles obtenues à partir d'oranges amères (Dionysopoulou et *al.*, 2020).

### **I.6.2.2 Ennemis naturels**

Les fourmis (prédateurs généralistes), affecte les différentes espèces de Tephritidae, quand aux parasitoïdes sont généralement plus spécifiques et pourraient affecter de façon différentielle les espèces de Tephritidae coexistant dans un biotope donné (Duyck, 2005).

Selon El Keroumia et *al.*, (2010) les larves de *C.Capitata* montrent un comportement de fouissement rapide dans le sol pour faire face aux risques de prédation et de chaleur

### **I.6.2.3 Compétition larvaire**

Fernandes-da-Silva et Zucoloto, (1993) affirment que les larves choisissent la partie la plus adéquate du fruit. Dans les fruits de grande taille par exemple les larves choisissent le centre du fruit pour se protéger des attaques des prédateurs (Ouedraogo, 2011), cela induit a une compétition larvaire très importante qui provoque la mortalité larvaire, des difficultés d'exuviations et aussi la diminution du poids des adultes à l'émergence (Debouzie, 1977).

### **I.7 Impact de la cératite sur l'économie**

La Cératite affecte plusieurs variétés de fruits, causant une réduction considérable dans la production et la qualité des récoltes (Lachihab, 2008). En considérant le cout des méthodes de lutte et les traitements de la récolte lorsque le fruit est destiné à l'exportation, le contrôle de ce ravageur s'éleve à des millions de dollars américains dans plusieurs pays à travers le monde (Lachihab, 2008).

Les dégâts de ce ravageur constituent un obstacle majeur pour des exportations en raison des mesures de quarantaine imposées par certains pays importateurs. En Tunisie, les dommages économiques causés par la mouche méditerranéenne sont estimés à environ 6,16 millions (Hafsi, 2015).

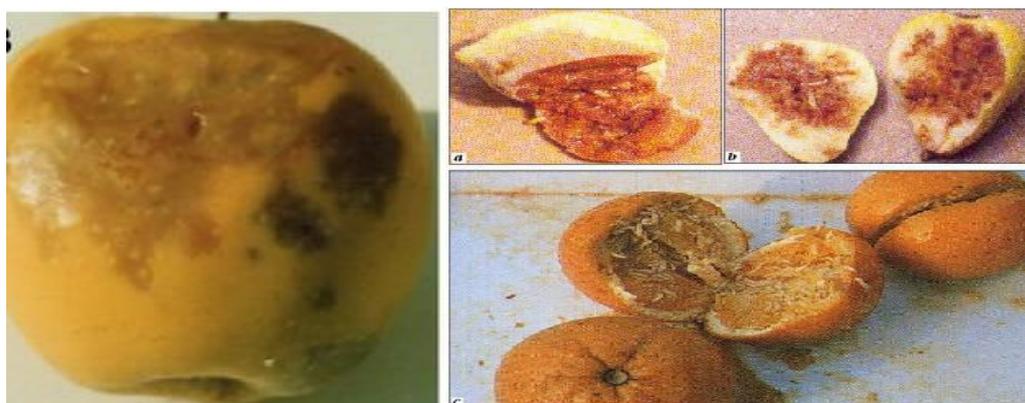
### **I.8 Dégâts causés par les infestations**

Son caractère polyphagique lui permet d'attaquer une large gamme d'espèce hôtes (250 espèces végétales) dont la majorité est représentée par les arbres fruitiers (Aboussaid et *al.*, 2009). Le climat favorable permet un développement intense de ce diptère pendant près de huit mois par an (Haltebourg, 1966).

Selon Stancic (1986) les dommages résultant de l'attaque de la Cératite sur agrumes se révèlent en deux sortes :

- Dommages provoqués par les piqûres de femelles qui donnent une mauvaise présentation aux fruits. Ces derniers tournent plus rapidement et peuvent tomber prématurément.
- Dommages provoqués par des larves entraînant la pourriture des fruits .

Les galeries et les piqûres engendrées par les femelles et les larves constituent une voie de pénétration des champignons et bactéries qui sont responsables de la décomposition et la chute prématurée des fruits (Gardon, 2000) (fig 11).



**Figure 11. Dégâts de la cératite sur différents fruits Lachihab,( 2008) ; Laamari et al., (2015) Pomme; Pêche; Poire; Orange**

### I.9 Méthodes de lutte contre la mouche méditerranéenne

Selon Lemaistre, (1960) la lutte la plus efficace contre la mouche méditerranéenne est la lutte intégrée qui rassemble plusieurs méthodes de lutte

- Recherche et capture des premières mouches dans la plantation en utilisant des pièges en verre ou en matière plastique dans lesquels on a placé un appât (piégeage).

- Pulvérisations d'insecticides attractifs sur les arbres (lutte chimique).

- Destruction des fruits piqués par la mouche ainsi que des fruits tombés sur le sol (lutte culturale).

#### I.9.1 Lutte chimique

La lutte chimique reste l'arme la plus employée et la plus efficace contre *C.capitata* pour laquelle tout un arsenal d'insecticides est utilisé (Dhouibi et Gahbiche, 1995).

Les traitements chimiques sont basés sur des insecticides de contact (type Malathion) ou systémiques (type Diméthoate) qui sont parfois appliqués avec un attractif alimentaire de type hydrolysats de protéines pour attirer l'insecte (Braham et al., 2007).

Les produits de contact visent à éradiquer les adultes et empêcher la ponte dans le fruit en utilisant des pulvérisations de couverture ou d'appât, en Europe les produits homologués pour lutter contre la mouche méditerranéenne comprennent : le malathion, le chlorpyrifos-méthyl, le phosmet, la lambda-cyhalothrine, la deltaméthrine, le lufenuron et le spinosad (Delrio et Cocco, 2012).

La Cératite, est caractérisée par la ponte dans les fruits, les larves sont ainsi protégées des attaques des insecticides de contact, d'où la nécessité de l'utilisation des produits systémiques qui sont hautement toxiques pour les agents de lutte biologique comme les arthropodes bénéfiques (Delrio et Cocco, 2012 ; Lachihab, 2008).

### I.9.2 Piégeage en masse

Le piégeage de masse consiste à l'utilisation d'un ensemble de stimulus olfactif et visuel placés dans des pièges en vue de réduire au maximum la population adulte de la mouche (Lachihab, 2008) (fig 12).



**Figure 12. Exemples de pièges utilisés pour la capture des adultes (thomas et al., 2004)**

L'utilisation de protéines hydrolysées acides, en tant qu'appâts contre *C.capitata* pour remplacer les sécrétions de cochenilles et les substances fluides sur les blessures des plantes (recherchés par les femelles pour pondre) ont donné d'excellents résultats grâce à leur stabilité et leur résistance aux mauvaises conditions (Lemaistre, 1960).

Asfers et *al.*, ( 2017) ont affirmé que le piégeage de masse contre la cératite (*Ceratitis Capitata* (Wiedemann) sur les fruits des variétés de p echer et nectarinier a montré un bon contrôle de la cératite et a permis d'éviter les dégâts de ce parasite qui n'ont jamais d epass e 1%, avec un maximum de 3 traitements localis es.

Dans une autre étude Vallebrera et Perdrix, (2003) ont réussis à capturer un pourcentage  lev e de femelles f econd es grâce a la stratégie de périmètre dont ils ont utilis e des pièges avec un attractif, form e de trois composants (acétate ammonique, putrescine et trimethylamine) et une petite proportion d'insecticide. Les dégâts obtenus dans les parcelles prot eg es avec ce système ont été inférieurs à 5% par rapport aux parcelles témoins ou les dégâts été considérables (30-40%).

### **I.9.3 Lutte culturale**

Les fruits piqu es par les mouches doivent être cueillis quand a ceux tomb es sur le sol doivent être ramass es au moins tous les trois jours, puis enfouies dans des trous assez profonds et recouverts ensuite d'une couche de terre de 0,50 m   1m de hauteur, selon la consistance de la terre (Lemaistre, 1960). Il est bon de mélanger à cette terre de la Dieldrine ou du DDT et de tasser ensuite fortement la surface du sol pour tuer les larves, pupes et adultes se trouvant dans le sol (Lemaistre, 1960).

### **I.9.4 Lutte autocide: La technique des mâles stériles**

Cette méthodologie est basée sur l'élevage en masse de mouches méditerranéennes mâles, leur la stérilisation par rayonnement gamma puis ils sont rejet es par avion ou par véhicule dans les zones infest es afin de rivaliser avec les adultes sauvages (Duyck, 2005).

L'emploi de la TIS contre la mouche méditerranéenne des fruits a d ebut e depuis de nombreuses années. Des essais sur le terrain ont été organis es en Italie, en Espagne et dans d'autres pays méditerranéens, ce programme a permis de supprimer compl etement ce parasite du Mexique (Lindquist, 1984).

Selon Vallebrera et Perdrix, (2003) cette stratégie peut être efficace au début de l'installation d'une population mais, dans des lieux endémiques et vastes, on ne peut pas la considérer comme une protection appropriée.

### **I.9.5 Lutte par confusion sexuelle**

La lutte par confusion sexuelle consiste à diffuser dans l'atmosphère du verger des quantités importantes de phéromones sexuelles de synthèse, dans le but de désorienter les mâles empêchant ainsi la fécondation. Cette méthode ne présente aucun avantage pratique pour la cératite à cause du coût élevé de la phéromone (Lachihab, 2008).

### **I.9.6 Traitements de quarantaines**

Ce sont des traitements thermiques à haute ou basse température qui devraient combiner une destruction complète des insectes, un prix raisonnable et moins de dommages sur les fruits qui, pour la majorité présentent une sensibilité aux températures élevées nécessaires à la désinfection (Delrio et Cocco, 2012).

### **I.9.7 Lutte biologique**

Cette technique de lutte consiste à utiliser des insectes utiles, et notamment des hyménoptères parasitoïdes qui attaquent les Tephritidae aux stades pré-imaginaux (œuf, larve ou pupes) dans le but de réduire les populations du ravageur (Rioux, 2001).

#### **I.9.7.1 Lutte par prédateurs**

Urbaneja et al., (2006) ont estimé 2959 arthropodes prédateurs dans deux vergers à Valence, en Espagne. Les fourmis (hyménoptères) étaient le groupe le plus abondant et le plus efficace en termes de prédation.

Le carabe *Pseudophonus rufipes* qui est le carabe le plus abondant des vergers d'agrumes de l'est de l'Espagne, s'est attaqué efficacement aux larves de troisième stade et surtout aux pupes de *C. capitata* (Monzó et al., 2011).

#### **I.9.7.2. Parasitoïdes**

Parmi ces parasites on peut citer *Psytalia concolor Szepilgeti* (Smaili et al.; 2013) ; *Spalangia cameroni Perkins* hyménoptère parasitoïde des pupes de mouches (Pérez-Hinarejos et Beitia.; 2008); *Aganaspis daci* qui infeste les larves de *C. capitata*; ce parasitoïde affiche une excellente capacité à localiser, capturer, parasiter ou simplement tuer *C. capitata*, dans des conditions de laboratoire et de terrain (De Pedro et al., 2017) (fig13).



**Figure 13. Emergence d'*Aganaspis daci* d'une puppe de *C. capitata* (Tormos et al, 2013)**

### **I.9.7.3 Bactéries entomopathogènes**

Une souche de *Bacillus thuringiensis* (Bt A9) dont on a extrait une toxine a présenté une activité insecticide importante vis avis des larves et des adultes de *C. capitata* (Aboussaid et al., 2009).

### **I.9.7.4 Champignons entomopathogènes**

Les deux souches *B. brongniartii* suivi de *B. bassiana* ont causé une mortalité de 97,4 et 85,6% respectivement sur les mouches adultes de *C. capitata* (Konstantopoulou et Mazomenos; 2005). Egalement les souches de *M. anisopliae* et *Paecilomyces fumosoroseus* étaient pathogènes pour les adultes de *C. capitata* in vitro (Castillo et al., 2000).

### **I.9.7.5. Biopesticides dérivés des plantes**

Parmi les produits végétaux, les composés phénoliques et polyphénoliques de l'olivier présentent de puissantes propriétés bioactives en tant qu'insecticides et régulateurs de croissance de la mouche méditerranéenne en provoquant la réduction de la fécondité et un blocage complet de la production d'œufs dans les couples de ce ravageur (Di Ili et Cristofaro, 2021).

Les extraits des racines de *Mandragora autumnalis Bertol* (mandragore), ont été testés pour leurs effets insecticides sur les imagos de *Ceratitis capitata Wiedeman* (1824), ces derniers ont manifesté des perturbations au niveau du système digestif, se traduisant par un gonflement de l'abdomen avec un blocage des excréments au niveau de l'anus induisant à leur mort (Fahad et al., 2012).

Les huiles essentielles de *Baccharis dracunculifolia* et *Pinus elliottii*, ont causé une mortalité de 100 % sur les pupes de *C. capitata* (Oviedo et al., 2018).

Djaout, (2015) a enregistré une mortalité de 100% des larves de la cératite à une concentration de 40µl d'extrait de la lavande *Lavandula stoechas*.

## II. Plante hôte : l'abricot

L'abricot, *Prunus armeniaca* L., est une espèce de fruit à noyau qui est cultivée commercialement dans le monde entier dans toutes les régions tempérées (Bourguiba et al., 2012).

Cet arbre est originaire de l'Asie centrale, le Proche-Orient et les régions montagneuses du nord et du nord-ouest de la Chine ; dont il est cultivé depuis environ 4000 ans (Vavilov, 1949).

Selon (Julve, 1998), l'abricotier se classe dans le :

**Tableau II : Systématique de *Prunus armeniaca* L.**

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous classe</b>	Rosidae
<b>Ordre</b>	Rosales
<b>Famille</b>	Rosaceae
<b>Sous famille</b>	Amygdaloideae
<b>Genre</b>	Prunus
<b>Espèce</b>	<i>Prunus armeniaca</i> L.

### II.1 Description de l'arbre

La taille de l'arbre peut atteindre entre 10 et 15 mètres, mais en culture la taille est maintenue inférieure à 3,5 m. Les fleurs qui apparaissent avant les feuilles sont blanches ou roses, avec 5 sépales, 5 pétales réguliers et plusieurs étamines. Les

feuilles sont lisses, grandes et arrondies avec les bords dentelés et un apex en pointe. Le pétiole, de couleur tendant vers le rouge, mesure de 1 à 3 centimètres (Grimplet, 2004) (fig 14).

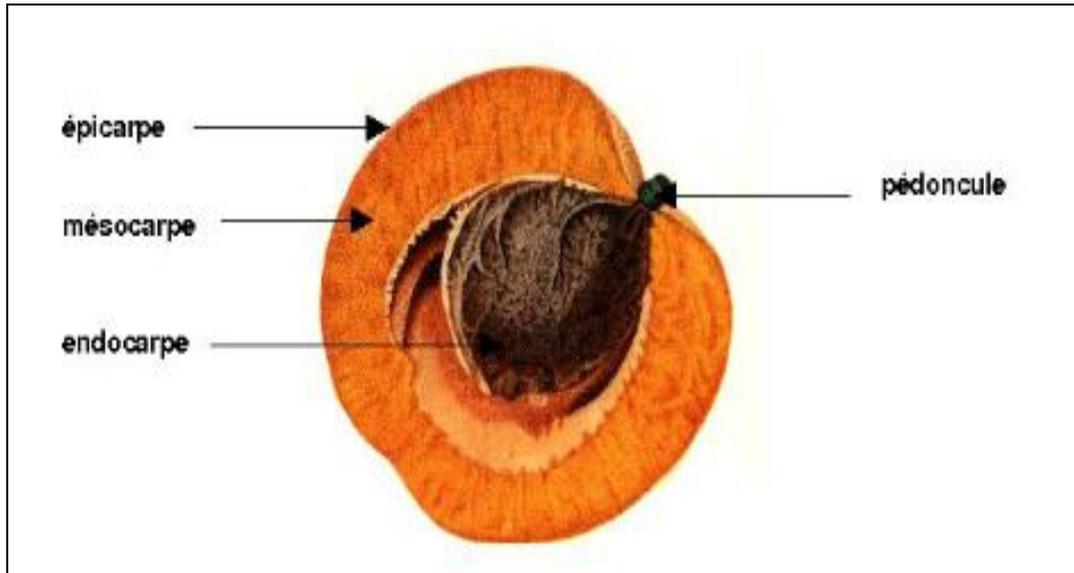


**Figure 14. Arbre de l'abricotier (Benseghir ; 2006)**

## **II.2 Description du fruit**

L'abricot, fruit ou drupe de l'abricotier, est caractérisé par une peau veloutée, une chair charnue, peu juteuse, sucrée, parfumée, de couleur jaune orangée, contenant un noyau qui s'enlève facilement de la chair (Bahlouli et *al.*, 2008)

Le fruit se compose de deux parties: une partie externe charnue et comestible (épicarpe et mésocarpe) une partie interne lignifiée (noyau ou endocarpe) ; il est gros et légèrement ovoïde il entoure et protège la graine. Le sillon que l'on observe sur un côté du fruit est étroit et peu profond, il représente la suture carpellaire qui s'étend de l'attache du pédoncule à l'apex (Leroy, 1877 ; Grimplet, 2004) (fig 15)



**Figure 15. Coupe longitudinale du fruit (Grimplet, 2004).**

Fruit fragile, sensible aux manipulations et aux transports, il doit être cueilli deux à quatre jours avant maturité et très tôt le matin ou le soir, il supporte une vingtaine de jours de conservation à - 0,5 °C et 85 % d'humidité (Bahlouli et *al.*, 2008).

Par ce fait les exportations de ce fruit sont limitées extrêmement aux régions proches, notamment les pays méditerranéens (Grimplet, 2004).

### **II.3. Production de l'abricot**

Il est le vingtième fruit cultivé en termes de volume avec 2,708 millions de tonnes produites par an. Les principaux producteurs sont dans l'ordre la Turquie, l'Iran, le Pakistan, la France et l'Espagne (Grimplet, 2004).

Il existe en Algérie de très anciennes plantations d'abricotiers, souvent en arbres isolés ou en petits vergers situés principalement dans les massifs de l'Aurès et du Hodna (oasis de M'Sila et N'Gaous), la plaine de la Mitidja, Oran et Relizane, on estime les superficies cultivées à 4 000 ha comprenant environ 500 000 arbres (Bellenot, 1963).

En Afrique, l'Algérie occupe la première place avec 44,56 % de la production africaine (F.A.O, 2005).

**II.4 Ennemis de l'abricot**

L'abricotier est un arbre fragile et délicat ; attaqué par une large gamme de maladies (moniliose, tavelure); parasites (cochenilles, cheimatobies, carpocapse) et même les champignons (Chappot-Jeanerret, 1961).

La tavelure *Megacladosporium carpophilum* attaque surtout les fruits et les feuilles et rarement les rameaux, elle peut causer des dégâts considérables qui affectent la qualité des fruits (Viennot-Bourgin, 1949).

L'abricotier peut subir aussi des attaques bactériennes telles que *Pseudomonas* qui se trouve sur toutes les espèces d'arbres à noyau. Elle infecte les feuilles; Les boutons floraux ainsi que l'écorce (Dubuis et al., 2020).

Cette espèce est également attaquée par *Capnodis tenebrionis* un Coléoptère xylophage, commun des vergers de Rosacées dont l'abricot est parmi les espèces les plus sensibles (Dicenta et al., 2006).

La maladie de la sharka qui est due à l'infection par un virus, le Plum pox virus (PPV) compte parmi les ravageurs les plus redoutables des arbres fruitiers à noyaux du genre *Prunus* : pêcher, abricotier, prunier; elle peut provoquer des déformations importantes des fruits et des modifications de leurs qualités organoleptiques (Decroocq et al., 2007).

L'abricot est un hôte très recherché par la cératite, spécialement les variétés tardives, tandis que les variétés précoces échappent à l'infestation (Lachiheb, 2008). Belenot, (1963) la qualifie comme la plus dangereuse des parasites de l'abricot.

Au Maroc la Cératite a pratiquement rendu impossible la culture de toutes les variétés de pleine saison et de toutes les tardives. Ce qui a induit à la restriction du choix des variétés et la réduction des durées possibles des récoltes, il est donc clair que la cératite a contribué à limiter très largement le développement des plantations d'abricotiers (Cuénot, 1951).

**II.5 Importance économique**

L'abricotier a été distribué en extension depuis 1980 offrant de larges possibilités de valorisation notamment les fruits frais, transformés et dérivés (jus,

confitures.....) de même cette culture participe à la diversification de la production en zones fragiles (Auderjon, 2007).

En Algérie, l'abricotier possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'il occupe et son importance dans le marché national, c'est l'espèce fruitière la plus cultivée devant le pommier, le poirier et le pêcher, elle constitue donc l'une des meilleures richesses de l'Algérie (Bahlouli et *al.*, 2008).

### **III. Lutte chimique : inconvénients et alternatives**

#### **III.1. Utilisation des pesticides dans la lutte contre les ravageurs**

Un pesticide est une substance chimique toxique ou un mélange de substances ou agents qui sont utilisés afin contrôler ou détruire les populations d'insectes, de mauvaises herbes, de rongeurs, de champignons ou d'autres parasites nuisibles (Mahmood et *al.*, 2016).

La dépendance excessive aux produits chimiques pesticides et leur utilisation éventuelle sans entraves a engendré la nécessité d'utilisations des méthodes alternatives (Gupta et Dikshit, 2010).

#### **III.2. Inconvénients des pesticides**

Malgré leurs immenses bienfaits, les pesticides ne sont pas sans inconvénients. Nombre de ces produits chimiques sont toxiques à l'égard des organismes vivants et portent atteinte à certains systèmes biochimiques (Lindquist, 2000).

Même si la plupart des traitements sont appliqués sur les parties aériennes des plantes, une bonne part du produit atteint toujours le sol et infecte la microflore du sol, laquelle est essentielle au maintien de sa fertilité (Van der Werf, 1997).

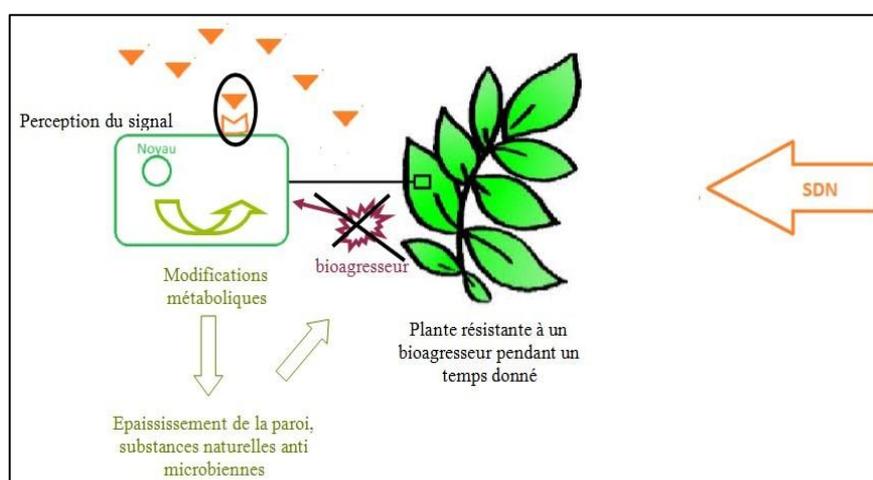
#### **III.3 Mécanismes de défense des plantes**

Selon Suty, (2010) lors d'une attaque d'un agresseur, la plante peut développer des barrières physiques et tout un arsenal de molécules chimiques plus au moins complexes, globalement appelées des molécules de défense. Selon le même auteur on distingue deux types de réactions.

Réaction compatible : celui-ci peut pénétrer dans la plante provoquant une maladie aboutissant parfois à la mort de la plante.

Réaction incompatible : dans laquelle la plante est capable de reconnaître son agresseur est de développer tout un arsenal de défenses efficaces qui vont éliminer l'agresseur.

Une fois l'attaque identifiée les plantes peuvent agir à la fois directement en affectant la préférence de la plante hôte ou la survie et le succès de production ce qu'on appelle une défense directe, ou indirectement en libérant un mélange de substances volatiles qui attirent spécifiquement les ennemis naturels des herbivores et/ou en fournissant de la nourriture (War et *al.*, 2012) (figure 16).



**Figure 16. Illustration d'un des mécanismes de défense naturelle (Anonyme, 2015)**

Les plantes donc sont dotées de plusieurs moyens de défense notamment le renforcement de la paroi cellulaire, la stimulation de certaines enzymes de protection (peroxydases, polyphénoloxydases ou protéines PR (Pathogenesis Related), la production de substances biocides de type phytoalexines et de composés phénoliques divers ou de peroxydes toxiques (Soler et *al.*, 2012).

### III.4 Composés phénoliques

Classiquement considérés comme des métabolites secondaires, les composés phénoliques sont présents chez tous les végétaux supérieurs. Ils sont présentés par une très large gamme de structures chimiques et sont caractérisés par une répartition

qualitative et quantitative très inégale selon les espèces considérées mais aussi les organes, les tissus et les stades physiologiques (Macheix, 1996).

Les composés phénoliques sont des composés pré-infectionnels impliqués dans divers titres dans la défense des plantes dont les teneurs peuvent augmenter lors d'une infection (Clérivet, 1996).

### **III.5 Lutte biologique**

La lutte biologique consiste à utiliser un auxiliaire, qui peut être prédateur ou parasite du ravageur ou du pathogène à détruire (Chabrier et *al.*, 2005).

L'utilisation d'une méthode de lutte biologique ne cherche pas à l'éradication totale de l'espèce envahissante mais d'en réduire les effectifs pour l'amener en dessous d'un seuil de nuisibilité écologiquement et économiquement acceptable, l'objectif principal est donc de garder un équilibre durable entre l'agent de lutte et l'espèce cible (Suty, 2010).

Les bio-pesticides est l'une des alternatives les plus prometteuses pour gérer les pollutions environnementales grâce a leurs avantages associés à la sécurité environnementale, la spécificité de la cible, l'efficacité, biodégradabilité et adéquation à la gestion intégrée des nuisibles (IPM) (Kumar et Singh, 2015).

De nombreuses plantes sont connues et utilisées pour leurs activités biocides (toxique, répulsive, anti-appétant) vis-à-vis d'une large gamme de bio-agresseurs, ces plantes peuvent être utilisées sous forme d'extraits de plantes ou en association avec d'autres cultures ou sous forme des huiles essentielles (Delrio et Cocco, 2012).

Dans certaines conditions, les extraits de plantes peuvent avoir une efficacité comparable à celle des insecticides classiques, en gardant les populations des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité et réduire l'usage des pesticides de synthèse (Yarou et *al.*, 2017).

### **III.6 Lutte intégrée**

La lutte chimique classique ayant montré ses limites, il devient indispensable de s'orienter vers d'autres méthodes comme la lutte intégrée. Il s'agit de la combinaison de plusieurs méthodes de lutte dans le but de limiter le développement

des bio-agresseurs des cultures afin qu'ils ne provoquent pas de dégâts économiques, et ce d'une façon durable et respectueuse de l'environnement (Ryckewert, 2004).

#### IV. Présentation de l'espèce *Quercus suber* L.

##### IV.1 Systématique du *Quercus suber* L

D'après la classification APG III (Chase et Reveal, 2009) le chêne liège appartient au :

**Tableau III : Systématique du *Quercus suber* L**

<b>Clade</b>	<b>Angiospermes</b>
<b>Clade</b>	Dicotylédone vraie
<b>Clade</b>	Rosidées
<b>Clade</b>	Fabidées
<b>Ordre</b>	Fagales
<b>Famille</b>	Fagacées
<b>Genre</b>	<i>Quercus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Quercus Suber</i> L.

##### IV.2 Description botanique

Le chêne-liège est une essence forestière qui se situe exclusivement dans la partie occidentale du bassin méditerranéen (Benabid, 1985).

C'est un arbre trapu, sa taille varie de 10 à 20 mètres, mais il peut atteindre jusqu'à 20 et 22 mètres de haut (Lamey, 1983). La principale caractéristique de l'espèce est son écorce épaisse et isolante, formée de liège, qui la protège des fortes chaleurs et du feu (Villement et Faval, 1993). Il prend son aspect liégeux vers l'âge de 5 à 6 ans, les crevasses s'élargies de 2 à 3 mm par un bois dense irrégulier et peut présenter des cicatrices dues aux récoltes de liège (Guettas, 2012) (fig 17).



**Figure 17. Arbre du chêne-liège (Houston Durrant, 2016)**

Saccardy (1938), signale que les feuilles du chêne liège sont persistantes, fermes et coriaces, elles peuvent vivre une année entière, elles meurent et tombent au court de la deuxième année (fig.18).



**Figure 18. Feuilles du chêne-liège (Ben Younes et Ait Lounis, 2019)**

Le tronc du chêne liège est très sujet à la carie intérieure, son bois est lourd, compact et difficile à travailler (Lamey, 1983) (fig19).



**Figure 19. Tronc du chêne-liège (*Quercus suber* L.) (Ben Younes et Ait Lounis, 2019)**

Le système d'enracinement du chêne-liège est robuste, pivotant constitué par de longues racines qui fixent l'arbre solidement même dans les sols les plus ingrats (Saccardy, 1938).

Le gland du chêne-liège se forme dans l'année, il est allongé et enchâssé dans une cupule écailleuse (Guettas, 2012) (fig 20).



**Figure 20. Gland du *Quercus suber* L. (Ben Younes et Ait Lounis, 2019)**

### IV.3 Aire de répartition

#### IV.3.1 Dans le monde

L'aire de répartition naturelle de *Quercus suber* comprend les régions côtières du bassin méditerranéen occidental, notamment l'Algérie, la France, l'Italie, le Maroc, le Portugal, l'Espagne et la Tunisie, les îles de Corse, Sardaigne et Sicile et des zones très limitées sur les îles de Majorque et Minorque (Bekdouche, 2010) (fig 21).



**Figure 21. Aire de répartition du chêne-liège dans le monde  
(Houston Durrant et al., 2016).**

#### IV. 3.2 En Algérie

La superficie des subérais en Algérie était initialement de 440 000 à 480 000 ha sur 23 wilayas du littoral méditerranéen au Nord, jusqu'aux chaînes telliennes au Sud (Bouhraoua, 2013).

Le chêne-liège domine dans la partie humide, de l'Est d'Alger jusqu'à la frontière tunisienne, il s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale où il offre le maximum de son aire de répartition contrairement à l'ouest où il est moins important (Bekdouche, 2010) (fig 22).



Figure 22. Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (DGF; 2009)

#### IV.4 Caractéristiques écologiques

##### IV.4.1 Altitude

Le chêne-liège présente une grande plasticité vis-à-vis de l'altitude. Dans les régions chaudes de l'Afrique du Nord il se développe depuis le niveau de la mer jusqu'à 1650 m voire même 2000 m dans l'Atlas marocain, en Europe sa distribution se limite à une altitude de 700 m environ, à cause des fortes températures (Bekdouche, 2010).

##### IV.4.2 Exigences édaphiques

C'est une espèce calcifuge ; elle prospère sur des sols décalcifiés modérément alcalins avec une saturation en bases élevée (Aronson et *al.*, 2009).

#### IV.5 Importance économique

Le liège du *Quercus suber* possède les propriétés physico-chimiques et les qualités techniques nécessaires à la fabrication de bouchons, cette capacité lui permet d'occuper une position économique au sommet de la foresterie méditerranéenne (Varela et Piazzetta, 2014).

Cette espèce joue aussi un rôle écologique dans l'écosystème forestier (oxygène, paysage, abris, ombre, microclimat, plantes nurses...), ainsi que la

production du bois, des unités fourragères pour l'alimentation animale, des glands consommés aussi bien par l'homme que par le bétail (El Antry & Piazzetta, 2014).

En Algérie les subéraies jouent un rôle social qui n'est pas négligeable, elles procurent notamment du travail à près de 3500 personnes par an dans le domaine des travaux sylvicoles (dont la récolte de liège), auquel il faut ajouter 1500 saisonniers et permanents dans l'industrie de transformation (Bouhraoua et *al.*, 2014).

#### **IV.6 Caractéristiques biochimiques du chêne-liège**

Le genre *Quercus* est connu par sa richesse en acides phénoliques, des tanins, des flavonoïdes, des lignanes, des stilbénoides, des coumarines, des monoterpènes, des triterpènes et des stéroïdes (Kazmi et *al.*, 2018 ; Lorenz et *al.*, 2016)

Le chêne-liège est considéré comme une plante médicinale utilisée en médecine traditionnelle, elle constitue probablement un réservoir de molécules biologiquement actives lui conférant de nombreuses activités qui restent négligées et très peu relatés dans la littérature (Hassikou et *al.*, 2014).

# **Chapitre II**

## **Matériel et méthodes**

## I. Préparation du bio-insecticide

Suivant le protocole élaboré par Mestar et *al* (2018), un bio-insecticide avec deux concentrations (D1, D2) a été préparé par Hoceini.M (2020), doctorante à l'UMMTO stocké dans un réfrigérateur à 4°C:

- Broyage de 5g des racines sèches du chêne-liège avec de 50 ml d'eau distillée dans un mixeur électrique ;
- Centrifugation du mélange obtenu à une vitesse de 14000 rpm pendant 1h ;
- Conservation de l'extrait à 4°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Les deux concentrations ont été testées sur les larves de *Ceratitis capitata*. Le choix de ces concentrations est basé sur les tests effectués sur le psylle au laboratoire par Meftah et *al.*,(2011) ; Mestar et *Al.*, (2018), dont les résultats révélés étaient efficaces.

## II. Situation géographique des zones d'étude

### II.1. La zone d'étude de l'espèce *Quercus suber* L.

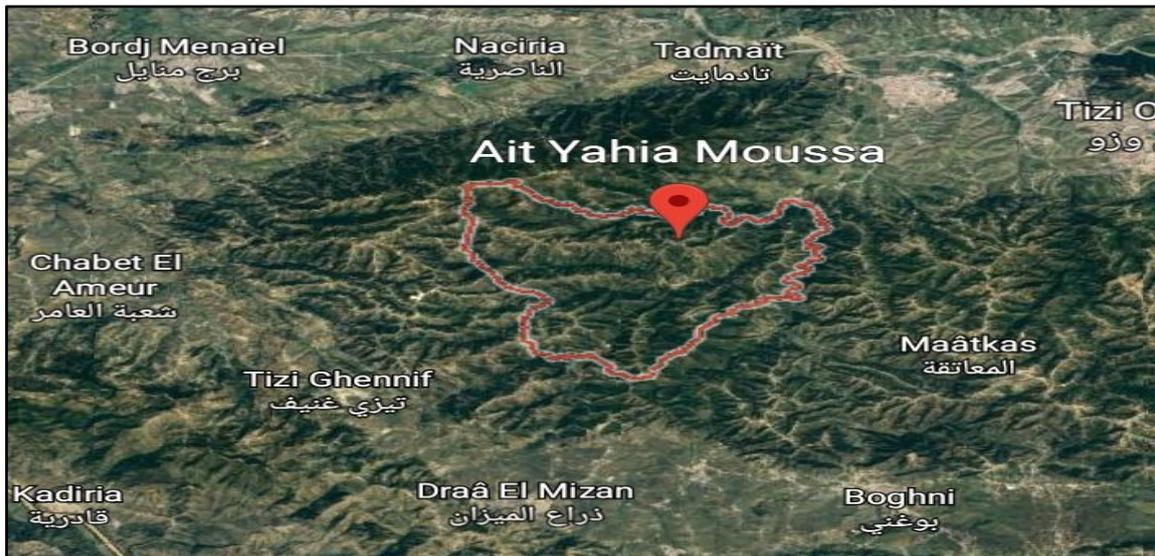
Cette d'étude a été réalisée dans la forêt domaniale d'AZOUZA dans la wilaya de Tizi-Ouzou se situant dans la commune de Zekri. Elle a concerné le canton d'Ait Hammad qui se localise (N:36°. 47'.24.83''. E: 004°.32'.40.1'') couvrant une superficie de 2155 ha, avec une altitude de 800m. La forêt domaniale d'Azouza est limitée au nord par Ait Chafaa et au sud par Beni Zekki, à l'ouest par Azazga et à l'est par Bejaia (fig 23).



Figure 23. Carte géographique de localisation de la zone d'étudeAIT HAMAD Tizi-Ouzou

## II.2. La zone d'échantillonnage des larves de *Ceratitis Capitata*

Afin d'échantillonner des larves de *Ceratitis capitata*, nous avons récupéré les fruits infestés au niveau village Thafoughalt dans la wilaya de Tizi-Ouzou se situant dans la commune d'Ait Yahia Moussa : Latitude: 36.6412, Longitude: 3.88843 (36° 38' 28" Nord, 3° 53' 18" Est), elle s'étend sur une superficie de 6290 ha, avec altitude de 161 m. Cette région se caractérise par un climat méditerranéen avec un été très chaud (figure 24).



**Figure 14. Carte géographique de localisation de la zone d'étude AIT YAHIA MOUSSA (2021)**

## III. Echantillonnage des larves de *Ceratitis Capitata*

Les larves de *Ceratitis capitata* ont été échantillonnées au niveau d'un abricotier infesté à Ait Yahia Moussa. L'attaque de ce parasite a provoquée la perte de la majorité des fruits qui sont tombé prématurément au sol (figure 23). Ces deniers ont été récoltés dans une boîte (environ 120 fruits), puis ramenés au laboratoire pour l'étude. Au niveau de laboratoire, nous avons récupéré les larves à l'aide des pinces dans des boîtes pétries afin d'éviter leurs sorties, recouvrir par le tulle puis traités directement par l'extrait végétal.



**Figure 25. Echantillonnage des fruits infestés par *Ceratitits capitata* (originale)**

**A: Fruits infestés      B: Degré d'infestation chez l'arbre      C: fruits tombés au sol**

#### **IV. Dispositif expérimental**

Au laboratoire et à température ambiante, les larves de *Ceratitits capitata* sont réparties dans 12 boîtes de pétris, (10 larves / boîte de Petri) déposées sur du papier Whatman (diamètre 100 mm). Afin d'éviter leur mort de fin les larves sont alimentées avec des morceaux d'abricot.

Nous avons injecté à l'aide d'une micro pipette deux concentrations différentes en contact avec les larves l'extrait D1: 50g/L et D2: 100g/L, 6 boîtes pour chaque concentration, deux boîtes de Petri représentent une répétition donc pour chaque concentration on a effectué trois répétitions. En parallèle le même procédé a été répété avec de l'eau distillée pour le témoin afin comparer le taux de mortalité avec l'extrait qui est préparé à base de l'eau distillée.

Une pulvérisation d'un volume de 1,24 ml de l'extrait a été appliquée sur chaque boîte de Petri et pour éviter la sortie des larves les boîtes de pétris sont entièrement couvertes par le tulle. Le comptage du nombre de larves mortes est effectué sous une loupe binoculaire, 24 h et 48 h après pulvérisation des deux concentrations préparées. Les larves sont piquées à l'aide d'une pince, quand aucun mouvement n'est observé celles-ci sont considérées mortes.



**Figure 26. Traitements des larves avec le bio-insecticide (originale)**

Le taux de mortalité est calculé comme suit :

$$\% M = (\text{nombre de larves mortes} / \text{nombre total de larves}) * 100$$

### **V. Analyse statistique**

Des histogrammes concernant les distributions des taux de mortalité des larves par le l'extrait végétal sont tracés par un logiciel Excel (2007).

Des analyses de variances (ANOVA) sont faites grâce au logiciel Minitab 19, pour montrer la différence significative entre les différentes concentrations du bio-insecticide.

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

### I. Résultats

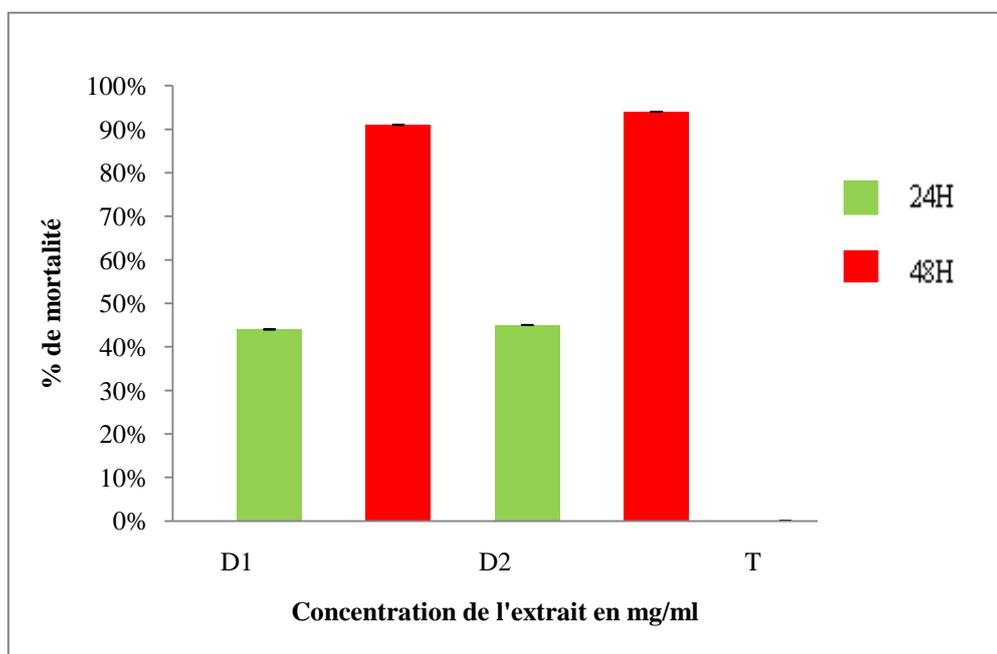
La pulvérisation de l'extrait aqueux des racines du chêne-liège sur les larves de *Ceratitis capitata* nous a permis de relever un taux de mortalité important des larves, pour les deux concentrations D1: 50g/L et D2: 100g/L

Après 24 h de pulvérisation, le taux de mortalité pour la [D1] est de 44 %, il s'élève jusqu'à 91% après 48 h. Pour la [D2] le taux de mortalité est de 45% et 94% après 24 h et 48 h respectivement (Tab .IV)

**Tableau IV: Taux de mortalité des larves 24h et 48h après la pulvérisation de l'extrait**

	24H			48H		
	T	50g/L	100g/L	T	50g/L	100g/L
Moyenne ±ecartype	0	44±1,155	45±0,764	0	91±0,5	94±1,041

Les valeurs obtenues pour les deux concentrations sont presque les mêmes après 24h et 48h, alors que les pourcentages des témoins (T) sont nuls. (fig27)



**Figure 27. Distribution du taux de mortalité 24h et 48h après la pulvérisation de l'extrait aqueux des racines de *Q.suber*.**

L'analyse de la variance a montré des différences significatives entre les doses appliquées D1: 50g/L et D2: 100g/L

.La Comparaison des moyennes (ANOVA) a montré qu'il existe une variabilité très hautement significative entre les deux durées (24 h et 48 h) du traitement du bio-insecticide et le taux de mortalité des larves

Il n'y a pas de variabilité significative entre les deux concentrations utilisées et le taux de mortalité du ravageur.

**Tableau V : Analyse de la variance**

	S.C.E	DDL	C.M	Test F	PROBA
<b>VAR.TOTALE</b>	<b>157,739</b>	<b>22</b>			
<b>VAR.FACTEUR 1</b>	<b>5,637</b>	<b>1</b>	<b>5,6367</b>	<b>1,46</b>	<b>0,241</b>
<b>VAR.FACTEUR 1</b>	<b>76,667</b>	<b>1</b>	<b>76,6670</b>	<b>19,87</b>	<b>0,000</b>
<b>VAR.INTER F1*2</b>	<b>0,159</b>	<b>1</b>	<b>0,1587</b>	<b>0,04</b>	<b>0,845</b>
<b>VAR.RESIDUELLE</b> <b>1</b>	<b>77,000</b>	<b>20</b>			

## II. Discussion des résultats

L'extrait étudié est doté de propriétés insecticides significatives, en provoquant un taux de mortalité important. Cela semble être dû aux composés phénoliques contenus dans l'extrait qui s'avèrent ainsi toxiques vis-à-vis des larves de ce parasite.

En effet l'étude phytochimique d'une solution aqueuse des racines de *Quercus suber*.L réalisée par Aissaoui et Guellal (2020) a révélé la présence de composés phénoliques. La teneur en polyphénols totaux (PPT) est de  $54,147 \pm 0.713 \mu\text{g EAG/mg de PV}$ .

Khazaal et al. (1994) et Cabiddu et al. (2000) ont avancé que le chêne liège est riche en composés phénoliques.

Sur ce point Taib et al, (2020) ont avancé que le genre *Quercus* contient diverses classes de composés tels que les acides phénoliques (en particulier, acides gallique et ellagique et leurs dérivés), les flavonoïdes et les tanins et aussi les glycosides, les terpénoïdes, acides gras et stérols

Nos résultats rejoignent ceux obtenus par Ait Lounis et Ben Younes (2019) ou l'extrait aqueux des feuilles du chêne-liège (*Quercus Suber* L.) a exercé un effet bio-insecticide vis-à-vis des larves d'*Andricus grossulariae* avec un taux de mortalité de 74% et 83% après 48h, ce résultat confirme que cette espèce synthétise des métabolites secondaires vis-à-vis du stress biotique.

En effet plusieurs études ont prouvées l'efficacité des extraits aqueux dans la lutte contre les insectes ravageurs (Diabaté et al, 2014 ; Zerroug et al ,2017; Bouzar et al, 2021)

Les extraits aqueux des fruits de *Melia azedarach* L., *Capsicum frutescens* L., *Peganum harmala* L. ont révélé un effet dépressif sur les adultes du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* avec un taux de mortalité important (Meftah et al., 2011).

Des résultats similaires ont été obtenus par Ouagas et al (2001) ; Mestar et al. (2018) avec l'extrait aqueux des feuilles d'oléastre où les composés phénoliques des feuilles, se sont avérés toxiques sur les larves du psylle de l'olivier.

Dans une autre étude Djidel et al, (2018) l'extrait aqueux de *Cytisus triflorus* l'Her a été très toxique à l'égard des adultes du ravageur des denrées stockées *Detribolium Castanium* avec des mortalités importantes qui dépassent les 90%.

Il a été également notifié que l'extrait aqueux de *Peganum harmala* (L.) possède un pouvoir larvicide contre les larves de *Drosophila melanogaster* la mouche responsable de la pourriture grise des fruits avec des taux de mortalité pouvant aller jusqu'à 100 % pour les doses les plus élevées (Habbachi at al ; 2013 )

D'autres travaux comparant les extraits de plantes aux insecticides classiques ont pu démontrer que certains extraits peuvent présenter la même efficacité que les insecticides de synthèse. Ainsi, les extraits de *N. tabacum*, *Cassia sophera* L. (Fabaceae), *Jatropha curcas* L., *R. communis*, *Ageratum conyzoides* (L.) L. (Asteraceae), *C. odorata* et *Synedrella nodiflora* (L.) seraient aussi efficaces que l'émamectine benzoate et la lambda-cyhalothrine pour le contrôle de *P. xylostella* et de *B. brassicae* sur culture de chou (Amoabeng et al., 2013).

# **Conclusion**

Les résultats obtenus montrent l'efficacité de l'extrait aqueux préparé à partir de des racines de *Quercus suber* L. contre les larves du *c.capitata* des arbres fruitiers. Les taux de mortalité obtenus pour les deux concentrations D1, D2 avec des valeurs de 91% et 94% respectivement. On observe que le temps est un facteur significatif sur le taux de mortalité il s'élève de 44% à 91% pour la D1 et de 45% à 94% pour la D2, tandis que la dose n'a pas influencer le taux de mortalité.

Ce taux de mortalité est due aux propriétés phytochimiques de notre extrais. Il faut se pencher sur les différentes molécules constituant notre extrait pour tenter de comprendre qu'elle est la fraction qui pourrait être à l'origine de la toxicité relevée vis-à-vis des larves du *c.capitata*. La biosynthèse des métabolites secondaires intervenant dans la défense de l'espèce contre ses ennemis.

En complément à cette étude nous proposons ce qui suit :

- Il serait intéressant d'isoler les composés susceptibles d'être efficaces, d'évaluer leur effet et de vérifier leur incidence sur les ennemis naturels ; tester le bio-insecticide pendant d'autres saisons afin de confirmer son efficacité.
- Des travaux complémentaires doivent se poursuivre afin de mieux évaluer la lutte biologique à l'aide de substances végétales, dans les prochains travaux et il serait intéressant de:
- Effectuer plus de travaux sur les bio-insecticide a base de plantes dans le but de la conservation de l'environnement et la minimisation du recourt aux produits chimiques ;
- Il serait intéressant d'effectuer une étude plus approfondi sur cet extrait afin d'isoler les composés susceptibles d'être efficaces afin d'évaluer leur effet sur les ennemis naturels ;
- Tester le bio-insecticide sur d'autres stades de la cératite notamment les adultes afin d'éviter la ponte sur les fruits.

# **Références bibliographiques**

- Aboussaid H., El Messoussi S., Et Oufdou K., (2009). Activité insecticide d'une souche marocaine de *Bacillus thuringiensis* sur la mouche méditerranéenne : *Ceratitis capitata* Wied, 1824 (Diptera : Tephritidae). Afrique SCIENCE 05(1). Maroc.: 160-172
- Aissaoui L & Guellal M. (2020). Contribution à l'étude de la Variation saisonnière de des teneurs en polyphénols totaux d'une solution aqueuse des racines du chêne liège « *Quercus suber* L.» dans la forêt domaniale d'Azzouza. Mem de mstr. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 39p
- Ait Lounis.M & Ben Younes. (2019). Activité bio-insecticide des extraits de feuilles du chêne liège (*Quercus suber* L.) sur les larves d'*Andricus grossulariae*. Mem de mstr. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 34p.
- Ali Ahmed, D., Soltani, N., Kellouche, A., & Mazouzi, F. (2007). Effects of the soil texture and the burying depth of the larvae on some biological parameters of *Ceratitis capitata* (Diptera: Trypetidae). African Journal of Agricultural Research, 2, 105-111.
- Al-Khshemawee, H. H. (2018). Evaluation of biochemical and metabolomics changes in Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* on different fruits, diet and life stages to understand the biological and physiological changes (Doctoral dissertation, Murdoch University).
- Amoabeng, B. W., Gurr, G. M., Gitau, C. W., & Stevenson, P. C. (2014). Cost-benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: Implications for smallholder farmers in developing countries. *Crop Protection*, 57, 71-76.
- Aronson J., Pereira J.S ., Pausas J.G., (2009). Cork Oak Woodland on the edge. Islandpress. Washington. Covelo. London: p 350.
- Asfers, A., Joutei, A. B., Boughdad, A., Blenzar, A., & Houssa, A. A. (2017). Synthesis of 4 years of mass trapping trial to control the medfly (*Ceratitis capitata* (Wiedemann) Diptera, Tephritidae) in peach and nectarine orchards in Morocco [Conference poster]. In 6e COMAPPI, Conférence sur les Moyens Alternatifs de Protection pour une Production Intégrée, Lille, (AFPP). France, (pp. 535-544).
- Audergon, J. M. (2007). La diversité de l'abricot: forces et faiblesses de l'espèce abricotier. Diaporama. In Journées Suisses de l'abricot (p. 26p).
- Back E.A., et Pemberton C.E., (1918). The Mediterranean fruit fly in Hawaii. U.S. Dep. Agric. Bull. (536): 62-75.

- Bahlouli, F., Tiaiba, A., & Slamani, A. (2008). Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. *Rev. Ener. Renouv. SMSTS*, 8, 61-66.
- Balachowsky A. (1950): Sur l'origine de la mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.). *C. R. Seance Acad. Agrie. Fr.*, 36: 359-362.
- Bekdouche F., (2010). Évolution après le feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (Nord de l'Algérie). Thèse de doctorat d'état. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 147p.
- Bellenot, P. (1963). Les abricots d'Algérie. *Fruits*, 18(4), 189-194.
- Benabid, A. (1985). Les écosystèmes forestiers, préforestiers et presteppiques du Maroc: diversité, répartition biogéographique et problèmes posés par leur aménagement. *Forêt méditerranéenne*. P 52-64
- Benseghir, A. (2006). Contribution à l'étude de l'état nutritionnel par la méthode du diagnostic foliaire de trois variétés d'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) en zone aride (commune de Doucen-w. Biskra). *Mém. Ing. Agro., Univ. Biskra*, 92p.
- Bouhraoua R.T., (2003). Situation sanitaire de quelques forêts de chêne- liège de l'ouest algérien. Étude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse. *Doct. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen*, 267p
- Boulahia-Kheder, S. (2021). Review on major fruit flies (Diptera: Tephritidae) in North Africa: Bio-ecological traits and future trends. *Crop Protection*, 140, 32p 105416.
- Bourguiba, H., Audergon, JM., Krichen, L. (2012). Loss of genetic diversity as a signature of apricot domestication and diffusion into the Mediterranean Basin. *BMC Plant Biol* 12, 49
- Bouzar, A., Habbachi, S., Samai, I., Rahat, M., Hedjouli, Z., Boublata, N. E. I., & Tahraoui, A. (2021). Valorization of aqueous extracts of *nicotiana glauca graham* (solanaceae) on longevity, sexual behavior and oviposition behavior of *drosophila melanogaster* (ditera: drosophilidae). *PLANT CELL Biotechnology and molecular biology*, 93-109.
- Braham, M., Pasqualini, E., & Ncira, N. (2007). Efficacy of kaolin, spinosad and malathion against *Ceratitis capitata* in Citrus orchards. *Bulletin of insectology*, 60(1), 39.

- Castillo, M.A., P. Moya, E. Hernandez, E. Primo-Yufera, (2000). Susceptibility of *Ceratitidis capitata* Wiedermann (Diptera: Tephritidae) to entomopathogenic fungi and their extracts. *Biol. Control* 19: 274–282.
- Chaanba S. (2012) Etude des facteurs de dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.). Etat sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Mémoire de Magister en Biologie. Université Badji Mokhtar. Annaba. p 16
- Chabrier, C., Mbolidi-Baron, H., & Wicker, E. (2005). Techniques de lutte alternative.43-49
- Chappot-Jeanerret, M. (1961). L'abricot en Valais. *Bulletin de la Murithienne*, (78), 90-94.
- Chase M.W et Reveal J. L., (2009). A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III, *Bot. J. Linn. Soc. London*, vol. 161, p. 122-127.
- Clériveret, A., Alami, I., Breton, F., Garcia, D., & Sanier, C. (1996). Les composés phénoliques et la résistance des plantes aux agents pathogènes. *Acta botanica gallica*, 143(6), 531-538.
- Cosimi, S., Rossi, E., Cioni, P. L., & Canale, A. (2009). Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: Evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 45(2), 125-132.
- Cuenot, G. (1951). L'abricotier au Maroc. *Fruits*, 6(11), 459-465.
- De Meyer, M., Copeland, R. S., Wharton, R. A., McPheron, B. A., & Barnes, B. N. (2002). On the geographic origin of the Medfly *Ceratitidis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae). In *Proceedings of the 6th International Fruit Fly Symposium*, Stellenbosch, South Africa (pp. 45-53).
- De Pedro, L., Beitia, F., Ferrara, F., Asís, J. D., Sabater-Muñoz, B., & Tormos, J. (2017). Effect of host density and location on the percentage parasitism, fertility and induced mortality of *Aganaspis daci* (Hymenoptera: Figitidae), a parasitoid of *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Crop protection*, 92, 160-167.
- Debouzie D., (1977). Etude de la compétition larvaire chez *Ceratitidis capitata* (Diptera, Trypetidae). *Arch. Zool. Exp. Gen.*,T. 118 Fac sc3: 316- 334.

- Decroocq, V., & Candresse, T. (2007). Résistance génétique au virus de la sharka chez les Prunus: sélection conventionnelle et nouvelles stratégies. *Innovations Agronomiques, 1*, 111-121.
- Delrio, G., & Cocco, A. (2012). Tephritidae. Integrated Control of Citrus Pests in the Mediterranean Region; Vacante, V., Gerson, U., Eds, 206-222.
- Dhouibi, M. H., & Gahbiche, H. (1995). Aménagement de la lutte chimique contre la cératite sur agrumes et sur pêcheurs. *Fruits, 50*(4), 281-291.
- Di Ilio, V., & Cristofaro, M. (2021). Polyphenolic extracts from the olive mill wastewater as a source of biopesticides and their effects on the life cycle of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *International Journal of Tropical Insect Science, 41*(1), 359-366.
- Diabaté, D., Gnago, J. A., Koffi, K., & Tano, Y. (2014). The effect of pesticides and aqueous extracts of *Azadirachta indica* (A. Juss) and *Jatropha carcus* L. on *Bemisia tabaci* (Gennadius)(Homoptera: Aleyrididae) and *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) found on tomato plants in Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences, 80*, 7132-7143.
- Dicenta, F., J. A. Canovas, A. Soler & V. Berenguer, (2006). Susceptibility of 'Real Fino' and 'Canino' apricot seedlings to capnode. *Acta Horticulturae, 701*: 433-438.
- Dionysopoulou NK, Papanastasiou SA, Kyritsis GA, Papadopoulos NT (2020) Effect of host fruit, temperature and *Wolbachia* infection on survival and development of *Ceratitis capitata* immature stages. *PLoS ONE 15*(3)
- Djaout, K. (2015). Essai de lutte bio-insecticide contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (WIEDMANN, 1824),(Diptera: Trypetidae) avec l'extrait des feuilles de la lavande (*Lavandula stoechas*) au laboratoire (mémoire de master), Université Mouloud Mammeri.44p
- Djidel, A., Daghbouche, S., Benrima, A., & Djazouli, Z. E. (2018). Évaluation de l'activité insecticide de l'extrait aqueux brut de la fabacae *cytissus triflorus* l'her à l'égard *detribolium castanium* (herbst, 1797)(coleoptera: tenebrionidae).
- Dubuis, P. H., Linder, C., Höhn, H., & Kehrl, P. (2010). Guide de traitements pêcheur abricotier. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture, 42*(1), 38-39.
- Duyck, P. F. (2005). Compétition interspécifique et capacités invasives. Le cas des Tephritidae de l'île de La Réunion (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).

- Duyck, P. F., & Quilici, S. (2002). Survival and development of different life stages of three *Ceratitis* spp.(Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Bulletin of Entomological Research*, 92(6), 461-469.
- Dyck V.A., Hendrichs J., Et Robinson A.S., (2005). Sterilizing insects with ionizing radiation. *Sterile Insect Technique, principals and practice in Area-wide integrated pest management: Joint FAO/IAEA programmed, Vienna, Austria.* (341): 250-253. Editions Quae.
- El Keroumia A, Naamania K , Dahbib A , Luquec. I , Carvajalc A, Cerdac X & Boulayc R,(2010).Effect of ant predation and abiotic factors on the mortality of medfly larvae, *Ceratitis capitata*, in the Argan forest of Western Morocco *Biocontrol Science and Technology*, Vol. 20, No. 7, , 751762
- El, Antry. S., & Piazzetta, R. (2014). Les techniques de régénération du chêne-liège au Maroc. *Forêt méditerranéenne*.
- -F.A.O (2013). *Annuaire de la production*. Ed. F.A.O Rome.
- F.A.O., (2005). *Productions agricoles, Cultures primaire, Banc des données statistiques*, F.A.O. STAT, <http://www.fao.org>.
- Fahad, K., Gmira, N., Benziane, T., & Sekkat, A. (2014). Etude de la bio-écologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann (1824) sur rosacées dans la région de Sefrou (Maroc). *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*. 67, 85-95
- Fahad, K., Lhaloui, S., & Gmira, N. (2012). La mandragore, une plante autochtone à effet insecticide sur la cératite. *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, (3).
- Fernandes-da-Silva, P. G., & Zucoloto, F. S. (1993). The influence of host nutritive value on the performance and food selection in *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). *Journal of insect physiology*, 39(10), 883-887.
- Gardon, M. (2000). Utilisation de *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) en lutte biologique contre *Ceratitis capitata* (Wiedemann) à la Réunion: étude de stimuli intervenant dans la recherche de l'hôte (Doctoral dissertation, Université de Corse).
- Grimplet, J. (2004). *Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l'abricot* (These Doctorat) 223p.
- Guettas, A. (2012). *Caractérisation de deux taillis de chêne liège (Quercus suberL.) de la forêt domaniale de Béni-Ghobri* (thèse.Doct) 61p.

- Gupta, S., & Dikshit, A. K. (2010). Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. *Journal of Biopesticides*, 3(Special Issue), 186.
- Habbachi, W., Benhissen, S., Ouakid, M. L., & Farine, J. P. (2013). Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.)(Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera-Drosophilidae). *Algerian journal of arid environment*, 258(1624), 1-14.
- Hafsi, A., Abbas, K., Harbi, A., Rahmouni, R., & Chermiti, B (2015). Comparative efficacy of Malathion and spinosad bait sprays against *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptera: Tephritidae) in Tunisian citrus orchards. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(6), 246-49.
- Haltebourg, M. (1966). Essais de lutte contre les larves de ceratite dans les abricots avant récolte. *Al Awamia*, 19, 17-25.
- Hassikou, R., Oulladi, H., & Arahou, M. (2014). Activité antimycosique des extraits du chêne-liège *Quercus suber* sur *Trichophyton rubrum* et *Candida albicans*. *Phytothérapie*, 12(4), 206-212.
- Hayo, M. G., & Van der Werf, G. (1997). évaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. INRA, station d'Agronomie, 18.
- Houston Durrant T., de Rigo D., Caudullo G., (2016). *Quercus suber* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In *European Atlas of Forest Tree Species*. Eds: SanMiguel-Ayaz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A., 200p.
- Hurrel, B. (2000). Biologie du développement et écologie comportementale de deux parasitoïdes de mouches des fruits à la Réunion (Doctoral dissertation, Université de Rennes I).
- Julve P FF., (1998). BASEFLOR: Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France. Version : 23 avril 2004 .
- Kazmi.S; Majid.M; Maryam.S ; Rahat.A. (2018). *Quercus dilatata* Lindl. ex Royle ameliorates BPA induced hepatotoxicity in Sprague Dawley rats *Biomedicine & pharmacotherapy* *Biomedicine & pharmacotherapie* 102(2):728-738
- Khazaal K ., Orskov E.(1994). The in vitro gas production technique: an investigation on its potential use with insoluble polyvinylpyrrolidone

for the assessment of phenolics-related antinutritive fractions in browse species. *Anim Feed Sci Tech* 47: 305–50.

- Krief S. (2003). Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: thèse doctorat ; Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS. 32p.
- Kumar S, Singh A (2015). Biopesticides: Present Status and the Future Prospects. *J Fertil Pestic* 6(2),p 100-129
- Laamari M. ,Y. Talbi,R. Mahmoudi. (2015). *Ceratitis capitata*: une nouvelle menace pour le pommier en Algérie .P 207-208
- Lachihab A., (2008). Optimisation de la dose d'irradiation dans le cadre d'un projet de lutte contre *Ceratitis capitata*. Thèse Ing. Ecole Sup d'Agri. De Mograne, 122p.
- Lamey A., (1983). Chêne-liège : sa culture et son exploitation. Levraut et Cie, Nancy.
- Lemaistre, J. C. (1960). Progrès récents de lutte contre la Cératite. *Fruits*, 15(2), 73-75 .
- Leroy, A.(1877). Dictionnaire de pomologie: contenant l'histoire, la description, la figure des fruits anciens et des fruits modernes les plus généralement connus et cultivés (Vol. 5).
- Lindquist, D. A. (1984). L'atome et la lutte contre les ravageurs." 22-25.
- Lindquist, D. A. (2000). Pest management strategies: area-wide and conventional. In Area-wide control of fruit flies and other insect pests. Joint proceedings of the international conference on area-wide control of insect pests, 28 May-2 June, 1998 and the Fifth International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance, Penang, Malaysia, 1-5 June, 1998 (pp. 13-19).
- Liquido NJ, Shinoda LA, Cunningham RJ. (1991). Host Plants of the Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata*, to the Volatile Constituents of Nectarines. *Entomol Exper Applicata* 63: 13-26
- Lorenz, Peter & Heinrich, Miriam & Garcia-Käufer, Manuel & Grunewald, Franziska & Messerschmidt, Silke & Herrick, Anja & Gruber, Kim & Beckmann, Christiane & Knödler, Matthias & Huber, Roman & Steinborn, Carmen & Stintzing, Florian & Gründemann, Carsten. (2016). Constituents from oak bark (*Quercus robur* L.) inhibit degranulation and allergic mediator release from basophils and mast cells in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*. 194. 10.1016/j.jep.2016.10.027.

- Macheix, J. J. (1996). Les composés phénoliques des végétaux : quelles perspectives à la fin du XXème siècle. *Acta botanica gallica*, 143(6), 473-479.
- Macheix. JJ ; Fleuriet. A ; Jay-Allemand. C : (2005) Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes p
- Mahmood, I., Imadi, S. R., Shazadi, K., Gul, A., & Hakeem, K. R. (2016). Effects of pesticides on environment. In *Plant, soil and microbes* Springer, Cham (pp. 253-269).
- Malacrida, A. R., Marinoni, F., Torti, C., Gomulski, L. M., Sebastiani, F., Bonvicini, C. & Guglielmino, C. R. (1998). Genetic aspects of the worldwide colonization process of *Ceratitis capitata*. *Journal of Heredity*, 89(6), 501-507.
- Meftah H., Boughdad A., Bouchelta A., (2011). Effet biocide des extraits aqueux brute de *Capsicum futescens*, *Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en verger. *Cahier d'agriculture*; 20(6): 463-467
- Mercurio, R. (2015). Distribution et écologie des peuplements internes de chêne-liège en Toscane (Italie)-. Forêt méditerranéenne.
- Mestar N., (2018). Bio-insecticidal effects of Oleaster leaves aqueous extracts against Psylla larvae (*Euphyllura olivina* Costa), a primary pest of *Olea europaea* L.
- Monzó, C., Sabater-Muñoz, B., Urbaneja, A., & Castañera, P. (2011). The ground beetle *Pseudophonus rufipes* revealed as predator of *Ceratitis capitata* in citrus orchards. *Biological Control*, 56(1), 17-21.
- Ouedraogo, S. N. (2011). Dynamique spatio-temporelle des mouches des fruits (Diptera, Tephritidae) en fonction des facteurs biotiques et abiotiques dans les vergers de manguiers de l'ouest du Burkina Faso. *These de Doctorat, Paris Est*.
- Ouguas Y., Hilal A., El Hadrami I., (2001). Effet biocide des extraits phénoliques oléicoles sur les adultes du psylle de l'olivier *Euphyllura olivina* costa (Homoptera : Psyllidae) sur deux variétés d'oliviers Menara et Aberquine au Maroc. *Revue Ezzaitouna*. 2010; 11(1): 1-15.10
- Oviedo.A ;Van Nieuwenhove.G ; Van Nieuwenhove.C, Rull.J. (2018). Biopesticide effects on pupae and adult mortality of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Austral entomologie* November Pages 457-464

- Pausas J.G, Pereira J.S., Aronson J.,( 2009). The tree in Aronson J., Pereira J.S., Pausas J.G.,eds. Cork oak woodlands on the edge Ecology, adaptative, management, and restoration. Society for ecological restoration international. Islandpress, USA. Pp: 11- 21
- Pavela, R. (2008). Larvicidal effects of various Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). Parasitology research, 102(3), 555-559.
- Pavela, R. (2009). Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). Parasitology research, 105(3), 887-892.
- Pérez-Hinarejos, M., & Beitia, F. J. (2008). Parasitism of *Spalangia cameroni* (Hymenoptera, Pteromalidae), an idiobiont parasitoid on pupae of *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). In International Conference on Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs. (pp. 130-133).
- Pirali-Kheirabadi, K., & da Silva, J. A. T. (2010). *Lavandula angustifolia* essential oil as a novel and promising natural candidate for tick (*Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*) control. Experimental Parasitology, 126(2), 184-186.
- Quezel, P. (1979). La région méditerranéenne française et ses essences forestières, signification écologique dans le contexte circum-méditerranéen. *Forêt méditerranéenne*.
- Rioux, V. (2001). Optimisation de systèmes de piégeage vis-à-vis des mouches des fruits (Diptera: Tephritidae) économiquement importantes de l'île de la Réunion (Doctoral dissertation, Université de Corse).
- Ryckewaert, P. (2004). Rapport de mission en Martinique du 24 au 30 avril 2004.
- Saccardy L., (1938). Le Chêne-liège et le Liège en Algérie (Suite et fin). Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 18(204). 574-593p.
- Seguy, E. (1950). La biologie des Diptères: Encyclopédie Entomologique. Ed. 7 Paul Lechevalier Paris VI. 609p.
- Settaoui, S., Taibi, A., Hammadi, F., & Doumandji, S. (2017). Infestation Des Agrumes Par La Mouche Mediterraneenne Des Fruits *Ceratitis capitata*

(WIEDEMANN, 1824)(DIPTERA, TRYPETIDAE) A TLEMCEN-ALGERIE. Algerian Journal of Arid Environment "AJAE", 7(1), 102-110.

- Smaili, M. C., Abbassi, M., Boutaleb, J. A., & Blenzar, A. (2013). Richesse spécifique des ennemis naturels associés aux vergers d'agrumes au M aroc: Intérêt et implication pour la lutte biologique. *EPPO Bulletin*, 43(1), 155-166.
- Soler, A., Alphonsine, P. M., Corbion, C., Marie-Luce, S., & Quénéhervé, P. (2012). Les défenses naturelles des plantes contre les bioagresseurs: Un nouvel atout dans la mise au point de systèmes de cultures plus écologiques. 31-34
- Stancic, J. (1986). Evolution de la lutte chimique contre la cératite des agrumes en Algérie (*Ceratitis capitata* Wied). 67-73.
- Suty, L. (2010). La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques.
- Szyniszewska, A. M., & Tatem, A. J. (2014). Global assessment of seasonal potential distribution of Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *PLoS One*, 9(11), e111582.
- Taib.M Rezzak.Y, Bouyazza.L, Lyoussi.B,( 2020).Medicinal Uses, Phytochemistry;and Pharmacological Activitie of Quercus Species. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine,. P 20
- Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems Jr, H. V., Steck, G. J., & Fasulo, T. R. (2004). Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Insecta: Diptera: Tephritidae). University of Florida.19p.
- Tormos, J., De Pedro, L., Beitia, F., Sabater, B., Asís, J. D., & Polidori, C. (2013). Development, preimaginal phases and adult sensillar equipment in *Aganaspis parasitoids* (Hymenoptera: Figitidae) of fruit flies. *Microscopy and Microanalysis*, 19(6), 1475-1489.
- Touati, R., Santos, S. A., Rocha, S. M., Belhamel, K., & Silvestre, A. J. (2015). The potential of cork from *Quercus suber* L. grown in Algeria as a source of bioactive lipophilic and phenolic compounds. *Industrial Crops and Products*, 76, 936-945.
- Urbaneja, A., Marí, F. G., Tortosa, D., Navarro, C., Vanaclocha, P., Bargues, L., & Castañera, P. (2006). Influence of ground predators on the survival of the Mediterranean fruit fly pupae, *Ceratitis capitata*, in Spanish citrus orchards. *BioControl*, 51(5), 611-626.

- Vallebrera, A., & Perdrix, V. (2003). Contrôle de la mouche méditerranéenne des fruits (Diptera: Tephritidae) à travers des stratégies de périmètre. *Journées Techniques Nationales Fruits et Légumes Biologiques. Perpignan.*
- Van Der Werf, H. M. (1997). Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 31(31), 5-22.
- Varela. MC ; Piazzetta .R. (2014) .Méthodes de régénération du chêne-liège au Portugal. *Journées techniques du liège.* P 101-108.
- Vavilov, N. I. (1949). 1950. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, 13, 1-336.
- Viennot-Bourgin, G. (1947). Les tavelures des arbres fruitiers à noyaux. *Fruits*, 2(6), 170-178.
- Vilardebo, A. (1946). Aperçu des moyens de lutte à employer contre " la mouche des fruits" *Ceratitis capitata Wied.* *Fruits*, 1(14), 435-437.
- Villemant, C. et Fraval, A. (1993). La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc). *Ecol. Medit.* 19: 89-98
- War, A. R., Paulraj, M. G., Ahmad, T., Buhroo, A. A., Hussain, B., Ignacimuthu, S., & Sharma, H. C. (2012). Mechanisms of plant defense against insect herbivores. *Plant signaling & behavior*, 7(10), 1306-1320.
- Yarou, B. B., Silvie, P., Assogba Komlan, F., Mensah, A., Alabi, T., Verheggen, F., & Francis, F. (2017). Plantes pesticides et protection des cultures maraichères en Afrique de l'Ouest (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21(4), 288-304.
- Zerroug S., Aouati Amel, A., & Selima, B. (2017). Histopathology of *Culex pipiens* (Linée, 1753)(Diptera, Culicidae) larvae exposed to the aqueous extract of *Eucalyptus globulus* l'Hér, 1789 (Myrtaceae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(3), 759-765.

## Résumé:

Pour rechercher des méthodes alternatives aux pesticides de synthèse qui menace la santé humaine et le dysfonctionnement des écosystèmes, il est donc nécessaire de se tourner vers des alternatives non toxiques avec moins de risques. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité des extraits bruts aqueux obtenus à partir des racines de *Quercus suber* L. testés contre les larves de *Ceratitis capitata* W. ravageur redoutable des arbres fruitiers; notamment l'abricotier dont on a échantillonné les larves. Deux doses ont été choisies D1=50g/L et D2=100g/L, avec un témoin. Une pulvérisation des larves placées préalablement dans des boîtes de Pétri selon un dispositif expérimental. Les résultats obtenus ont révélé un taux de mortalité important 24h après le traitement pour les deux doses utilisées. Après 48h les deux extraits ont révélé une meilleure efficacité avec des taux de mortalité de 94% 91%, l'analyse de la variance a révélé des résultats très significatifs entre les deux durées de traitement, mais celle-ci n'est pas significative entre les deux concentrations. L'activité biologique de l'extrait végétal est due à sa composition chimique qui affiche une teneur en polyphénols totaux de  $54,147 \pm 0.713 \mu\text{g EAG/mg}$  de PV. Ces molécules manifestent un effet répulsif vis-à-vis des larves de *Ceratitis capitata* W.

**Mots clés :** *Ceratitis capitata*, lutte, bio-insecticide, extrait aqueux, larve, chêne-liège, abricot

## Abstract

To seek alternative methods to synthetic pesticides which threaten human health and the dysfunction of ecosystems, therefore it is necessary to turn to non-toxic alternatives with less risk. Crude aqueous extracts obtained from the roots of *Quercus suber* L. were tested against the larvae of *Ceratitis capitata* W., a fearsome pest of fruit trees; in particular the apricot tree whose larvae were sampled. As part of the fight against this pest, two doses were chosen D1=50g/L and D2=100g/L, with a control. A spraying of the larvae placed beforehand in Petri dishes according to an experimental device. The results obtained revealed a high mortality rate 24 hours after the treatment for the two doses used, after 48 hours the two extracts revealed better efficacy with mortality rates of 94% 91%, the analysis of variance revealed very significant results between the two durations of treatment, but this is not significant between the two concentrations. The biological activity of the plant extract is due to its chemical composition which displays a total polyphenol content of  $54.147 \pm 0.713 \mu\text{g EAG/mg PV}$ . These molecules show a repellent effect against the larvae of *Ceratitis capitata* W.

**Key words:** *Ceratitis capitata*, control, bio-insecticide, aqueous extract, larva, cork oak, apricot