

République Algérienne Démocratique et populaire  
Ministre de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique  
Université de Saad Dahleb Blida 1  
Faculté science de la nature et de la vie  
Département biologie des populations et des organismes



Mémoire

En vue de l'obtention de diplôme

MASTER

Spécialité Parasitologie

Thème

Test biocide de l'extrait méthanolique de *Melia azedarach*  
(Meliaceae) à l'égard de la mouche des fruits *Ceratitis*  
*capitata* Wied. (Diptera; Tephritidae.)

Présenté par : - FERRACHI Nabiha

- BELKASS Hiba

Devant les jurys :

Mme MAKHELOUF.C	MAA	USDB1	Président
Mme TAIL.G	Professeur	USDB1	Promotrice
Mme BACHIR.K	MAB	UMMTO	Co-promotrice
Mme SAIGHI.H	MAA	USDB1	Examinatrice

Année universitaire : 2019-2020

Test biocide de l'extrait méthanolique de *Melia azedarach* (Meliaceae) à l'égard de la mouche des fruits *Ceratitis capitata* Weid (Diptera ; Tephritidae )

## Résumé

La mouche méditerranéenne des fruits est parmi les ravageurs les plus importants des cultures fruitières dans le monde. C'est notamment le cas en Algérie où *Ceratitis capitata* Wied. Constitue un véritable obstacle au développement des cultures fruitières. Dans ce travail, nous avons teste l'efficacité de l'extrait méthanolique de *Melia azedarach* vis-à-vis des pupes et des adultes de *Ceratitis capitata*.

Nous avons testé trois (03) doses de l'extrait 10, 15, 30 µl contre ces ravageurs et les résultats attendus révèlent théoriquement que l'effet insecticide des extrait méthanolique de cette plante sur *Ceratitis capitata* peut être vérifié eu égard à sa composition chimique (triterpénoïdes, composés phénoliques, et les flavonoïdes) car des tests biocides à base de *lavandula stoechas* présentant les mêmes familles chimique ont permis de réduire 40% de taux de l'émergence d'adulte de *Ceratitis capitata*. En outre d'autre test biocide à base de *Citrus limonum* et de composition chimique différente (limonène, des monoterpènes, et des triterpènes ) ont permis d'obtenir un 100% de mortalité sur *C. capitata*.

**Mots clés:** Test biocide, *Ceratitis capitata*, *Melia azedarach*.

Biocidal test of the methanolic extract of *Melia azedarach* (Meliaceae) with regard to the fruit fly *Ceratitis capitata* Wied.(Diptera ; Tephritidae)

### **Abstract**

The Mediterranean fruit fly is among the most important pests of fruit crops in the world. This is particularly the case in Algeria where *Ceratitis capitata* Wied. Constitutes a real obstacle on the development of fruit crops. In this work, we tested the efficacy of the methanolic extract of *Melia azedarach* vis-à-vis pupae and adults of *ceratitis capitata*.

we injected three doses of the fruits of the plant 10, 15, 30 µl against these pests and The expected results theoretically reveal that the insecticidal effect of methanolic extracts of this plant on *Ceratitis capitata* can be checked with regard to its chemical composition (triterpenoids, phenolic compounds, et flavonoids) because biocide tests based on *Lavandula stoechas* present the same chemical family made it possible to reduce 40% adult emergence rate of *Ceratitis capitata* .In addition other biocide test made of *Citrus limonum* and different chemical composition (limonene, monoterpenes, triterpenes ) made it possible to obtain 100% mortality on *C.capitata* .

**Keywords:** Biocidal test , *Ceratitis capitata*, *Melia azedarach* .

اختبار المبيدات الحيوية لمستخلص الميثانول (*Melia azedarach* (Meliaceae)  
فيما يتعلق بذبابة الفاكهة (*Ceratitis capitata* Weid (Diptera ;Tephritedeae)

## ملخص

تعد ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط من أهم آفات محاصيل الفاكهة في العالم وبشكل خاص في الجزائر، حيث يشكل ذباب البحر المتوسط عائقا حقيقيا أمام تنمية محاصيل الفاكهة. اختبرنا في هذا العمل فاعلية المستخلص الميثانولي *Melia azedarach* تجاه العذارى والبالغين من الحشرة.

حيث قمنا بتجريب ثلاث جرعات من ثمار النبات 10، 15، 30 ميكرو لتر ضد آفات الحمضيات، وأظهرت النتائج المتوقعة نظريا ان تأثير مبيد حشري *Melia azedarach* لهذه النبة على ذبابة البحر المتوسط يمكن التحقق منها في ما يتعلق بتركيبها الكيميائي (تريتاغيبينويد و مركبات فينولية و فلافينويد) بسبب اختبارات المبيدات الحيوية التي اعتمدت على *Lavandula stoechas* التي تمثل نفس العائلات الكيميائية التي سمحت بالحصول على معدل تخفيض بنسبة 40 % لظهور بالغين ذبابة البحر المتوسط.بالاضافة الى المبيد الحشري *Citrus limonum* الذي يحتوي على عائلات كيميائية اخرى ( ليمونان ,مونوتاغبان,تريتاغبان ) مما يسمح بالقضاء على 100 %من ذباب فاكهة البحر المتوسط.

الكلمات المفتاحية اختبار المبيدات الحيوية , *Melia azedarach* , ذباب البحر المتوسط.

## REMERCIEMENT

Nous rendons grâce à Dieu

الحمد لله

Nos remerciements les plus vifs s'adressent à la présidente Mme MAKHELOUF C. Maitre assistante A à USDB1 et l'examinatrice Mme SAIGHI H. Maitre-assistante A à USDB1 d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions particulièrement notre promotrice Mme TAIL G. Professeur à l'USDB1 et notre Co-promotrice Mme BACHIR K. Maitre assistante à l'UMMTO qui nous a encadrés pendant toute la période de ce travail. Leurs disponibilités et leurs orientations.

Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances et chaleureux remerciements à nos familles, ainsi que toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, pour leur confiance et leurs conseils.

# Sommaire

- Liste des figures	
- Liste des tableaux	
- Liste d'abréviation	
- Introduction .....	1

## Chapitre I : Synthèse bibliographique :

1. Généralité sur la mouche des fruits <i>Ceratitis capitata</i> Wied., 1824.....	4
1.1. Position systématique et synonymes.....	4
1.2. Répartition géographique de la <i>Ceratitis capitata</i> Wied., 1824.....	4
1.3. Description morphologique de la <i>Ceratitis capitata</i> .....	6
1.3.1 Les œufs.....	6
1.3.2 Les larves.....	6
1.3.3 Les pupes.....	7
1.3.4 L'adulte.....	7
1.4. Le cycle de développement.....	8
1.4.1 La ponte et incubation.....	8
1.4.2 Développement larvaire.....	8
1.4.3 La pupaison et émergence de l'adulte.....	9
1.5. Plantes hôtes.....	9
1.6. Les dégâts causés par la cératite.....	10
1.7. Moyens de contrôle et de lutte contre <i>Ceratitis capitata</i> .....	11

1.7.1. Lutte chimique.....	11
1.7.2. Lutte biotechnique.....	11
1.7.3 Lutte biologique.....	12
1.7.4. La lutte culturale .....	12

**Pour la plante :**

1. Description de la plante.....	13
2. Classification et étymologie.....	13
3. Description de l'arbre.....	13
4. Origine et répartition géographique.....	14
5. La composition chimique.....	15
6. Les autres métabolites.....	16
7. Intérêt et propriété biologique.....	17

**Chapitre II**

**Matériel et méthode :**

<b>1-la zone d'étude .....</b>	<b>19</b>
<b>2- Matériel .....</b>	<b>19</b>
2- 1 Matériel végétale.....	19
2-2 Matériel animal.....	19
<b>3-Méthodologie.....</b>	<b>20</b>
3- 1 sur terrain.....	20
3-2 Au laboratoire .....	20
4- La méthode d'obtention de l'extrait méthanolique de <i>Melia azedarach</i> .....	21
5- Test biologique à l'égard de <i>Ceratitis capitata</i> .....	21

5-1 Effet de l'extrait méthanolique de <i>Melia azedarach</i> par inhalation sur les pupes .....	21
5-2 Effet de l'extrait méthanolique de <i>Melia azedarach</i> par inhalation sur les adultes .....	21
6-Les étapes de calcul de la DL <sub>50</sub> .....	22
<b>Chapitre III : Résultats et discussion.....</b>	<b>24</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>31</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>32</b>
<b>Annexe.</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Répartition et date de la première observation de <i>C. capitata</i> dans les pays endémiques (O.E.P.P., 1996).....	5
<b>Tableau II:</b> les compositions chimique de fruit de <i>M.azedarach</i> selon le stade de maturation (Chiffelle <i>et al.</i> ,2009).....	15
<b>Tableau III:</b> Potentialité pesticide de <i>Melia azedarach</i> .....	17

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Répartition géographique de <i>C.capitata</i> .....	5
<b>Figure 02</b> : Les œufs de <i>C.capitata</i> .....	6
<b>Figure 03</b> : Larve de troisième stade vue à la loupe binoculaire.....	6
<b>Figure 04</b> : les pupes de <i>C. capitata</i> vue à la loupe binoculaire.....	7
<b>Figure 05</b> : Adulte mâle à gauche, adulte femelle à droite de <i>C.capitata</i> .....	8
<b>Figure 06</b> : Cycle de développement de la mouche méditerranéenne des fruits.....	9
<b>Figure 07</b> : Les photos de <i>Melia azedarach</i> .....	14
<b>Figure08</b> : L'arbre de <i>Meliaazedarach</i> .....	20
<b>Figure09</b> : Les fruits de <i>Melia azedarach</i> .....	20
<b>Figure 10</b> : Dispositif expérimental pour récupérer les pupes .....	21
<b>Figure 11</b> : Taux d'émergence de <i>Ceratitis capitata</i> selon les différentes doses de <i>Lavandula stoechas</i> .....	26
<b>Figure 12</b> : Mortalité des adultes de <i>Ceratitis capitata</i> traités par différentes doses de l'huile essentielle de <i>Citrus limonum</i> .....	27

## Liste des abréviations

*M.azedarach* : *Melia azedarach*.

*C.capitata*: *Ceratitis capitata*.

NNE : Extractif de non nitrogène.

Kg : kilo gramme.

g : gramme.

ul : micro litre.

DL<sub>50</sub> : Dose létale.

*BTK* : *Bacillus thuringiensis* variété Kurstaki .

Fr : Fruit

H : heure.

*L.stoechas* : *lavandula stoechas*

*C.limonum* : *Citrus limonum* .

MT : Millions tonnes.

MAPM : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime.

# Introduction

La production mondiale des fruits est en plein essor ces 30 dernières années (Barat, 2012). Malheureusement, cette production est menacée car les plantes fruitières sont sujettes à des attaques d'insectes. Parmi les insectes ravageurs des fruits, les Diptères de la famille des Tephritidae qui sont inféodés aux mangues, goyaves et agrumes (Vayssières *et al.*, 2010).

Selon Norrbom (2004), les mouches des fruits sont parmi les ravageurs les plus importants en agriculture au monde. Elles occasionnent des pertes estimées à plusieurs milliards de dollars en provoquant des dégâts directs sur une grande diversité d'espèces fruitières, légumières et florales (citrus, pomme, mangue,...). Elles limitent le développement de l'agriculture dans de nombreux pays. Classées comme ravageurs de quarantaine, elles constituent un facteur limitant les exportations de fruits et légumes et accroissant leurs coûts à l'exportation du fait des traitements de désinfection appliqués.

Cet insecte trouve dans les régions littorales surtout, et dans les oasis, des conditions bioclimatiques favorables à son extension. *C.capitata* est l'un des principaux obstacles à la production de fruits sains et à leur exportation (**Oukil et al, 2002**).

La production mondiale d'agrumes s'élève à 73 MT et est constituée pour deux tiers d'oranges. Elle a baissé de 5 % en 2012/2013 du fait principalement de la chute de la production des oranges de 9 % (1,7 Millions de tonnes). (M.A.P.M., 2013)

Dans la région du Maghreb (Algérie, Libye, Maroc, et Tunisie), les pertes financières imposées par la mouche des fruits s'élèvent à 10 millions de dollars américains chaque année (Knight 2001).

D'après **LEKCHIRI (1982)** la lutte contre la cécidomyie reste essentiellement chimique malgré les conséquences, sur l'environnement et même sur l'insecte lui-même qui développe une résistance. De ce fait il est nécessaire de la remplacer par des moyens de lutte plus écologiques et respectueux de l'environnement.

Les extraits de plantes, aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement comme bio insecticides (**Aouati, 2016**).

C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites de plantes et du monde animal (**Guarrera, 1999**).

Dans le cadre de la mise en évidence de l'efficacité des végétaux contre les insectes ravageurs, nous nous sommes intéressés à une espèce aromatique : *Melia azedarach* de la famille de Meliaceae est une famille connue depuis longtemps pour ses propriétés médicinales. Donc nous nous sommes intéressés à son extrait méthanolique qui est le plus répandu dans les tests biocide.

L'objectif tracé est de répondre à la question suivante : Est-ce que la toxicité de *Melia azedarach* contre la Cératite a un effet insecticide ?

Notre travail est scindé en trois chapitres :

Introduction générale.

1-Synthèse bibliographique.

2- Matériel et les méthodes utilisées lors de la réalisation de ce travail.

3- Le dernier chapitre concerne les résultats et discussions. Elle est suivie par une conclusion générale.

Enfin les références bibliographiques clôturent le document.

**RECHERCHE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

## **1. Mouche méditerranéenne des fruits ; *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824**

### **1.1. Position systématique**

Dans le langage commun, l'espèce se nomme Cératite ou encore mouche méditerranéenne des fruits, et pour les anglo-saxons "Mediterranean fruit fly, medfly" (Fellah, 1996).

D'après Dyck *et al.*, (2005), la position de la Cératite ou la mouche méditerranéenne des fruits est la suivante :

**Règne :** Animalia

**Embranchement :** Arthropoda

**Sous embranchement :** Hexapodes

**Classe :** Insecta

**Ordre :** Diptera

**Sous ordre :** Brachycera

**Division :** Cyclorrhapha

**Groupe :** Schizophora

**Super famille :** Trypetidea

**Famille :** Tephritidae

**Genre :** *Ceratitis*

**Espèce :** *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824

### **1.2. Répartition géographique de la *Ceratitis capitata* Wied.,1824**

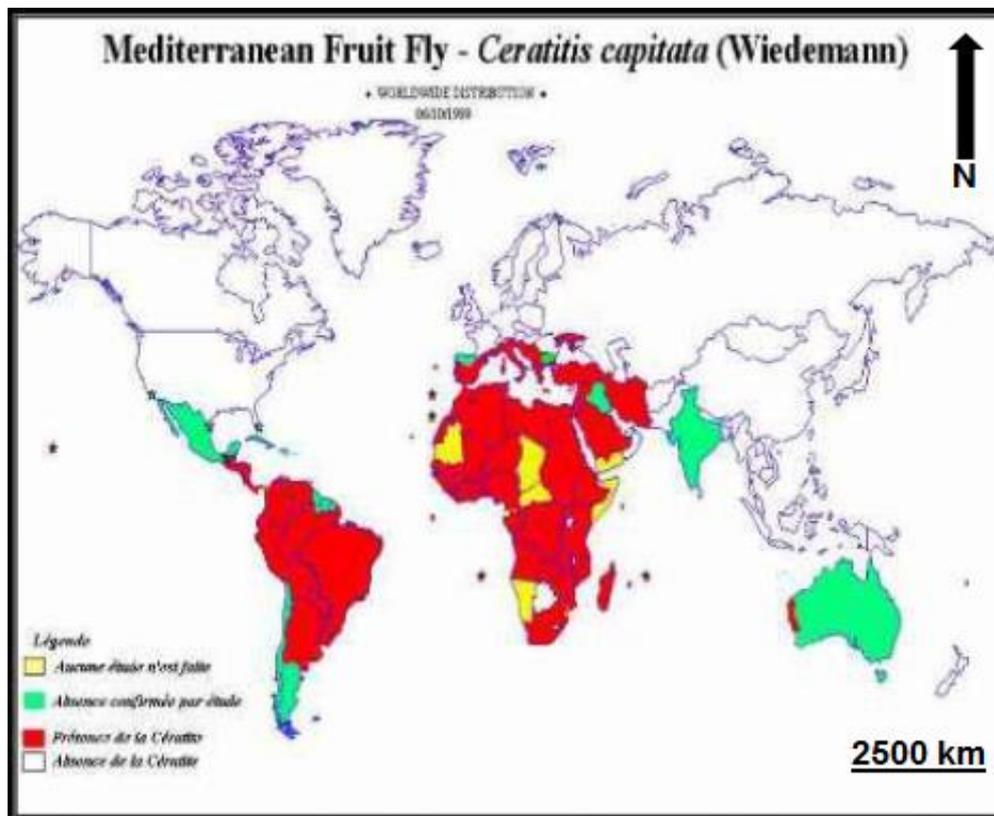
L'aire de répartition de la Cératite est très vaste dans le monde (nombreux pays d'Afrique, d'Amérique centrale, Australie, Hawaï) (Jerraya, 2003).

Les adultes peuvent se disperser sur environ deux kilomètres à la faveur du vent et ne peuvent jamais migrer ou parcourir de plus longues distances (Buyckx, 1994).

*C. capitata* a été signalée pour la première fois en 1817 dans l'aire géographique de l'Océan Indien.

**Tableau I : Répartition et date de la première observation de *C. capitata* dans les pays endémiques (O.E.P.P., 1996)**

USA	Pacifique	Europe	Afrique	Proche orient
Floride 1929	Australie 1898	Espagne 1842	Algérie 1858	Liban 1904
Texas 1966	Tasmanie 1900	Malte 1845	Tunisie 1885	Palestine 1904
Californie 1975		Italie 1863	Afrique du	
Hawaii 1910		Sicile 1878	Sud 1889	
		France 1900	Egypte 1904	
		Turquie 1904	Madagascar	
		Hongrie 1904	1915	



**Figure1 : Répartition géographique de *C. capitata* (Maddisou & Bartlett, 1999).**

### 1.3 Description morphologique de *Ceratitis capitata* Weid ., 1824

#### 1.3.1 Les œufs

Les œufs sont de couleur blanche, nacré et brillante (Figure 2). Ils sont de forme allongée et légèrement arquée au milieu et de diamètre de 0,15mm environ sur 1mm de longueur (**Oukil, 1995**). Ils sont groupés lors de la ponte sous l'épiderme des fruits à une profondeur de 2 à 5 mm (**Fillipi, 2003**).



**Figure 02** : Les œufs de *C.capitata* (G ×40) (**Khimoud et Louni 2008**).

#### 1.3.2 Les larves

Elles sont de couleur blanche, d'une forme cylindrique, allongées. Les larves passent par trois stades différenciés par la taille. La larve néonatale est transparente et mesure à peine 1 mm, elle devient par la suite partiellement transparente au deuxième stade (**Sadoudi, 2007**).

Selon **Lachiheb (2008)**, les trois stades larvaires se différencient par la présence, le nombre, la forme et la taille des stigmates (Figure 03).



**Figure 03** : Larve de troisième stade vue à la loupe binoculaire (**Kara et Tellache, 2015**) (G ×40).

### 1.3.3 Les pupes

La couleur des pupes est claire pour les jeunes pupes et brune foncée pour les pupes âgées (Figure 4) (Bodenheimer, 1951 ; Weems, 1981 ).

Elles ont la forme d'un petit tonnelet lisse, résistant et mesurent 4 à 4,5 mm de longueur et 2 mm de diamètre (Orts et Giraud, 2006).



**Figure 04:** les pupes de *C. capitata* vue à la loupe binoculaire (Kara et Tellache ,2015) (G x 40).

### 1.3.4 L'adulte

La tête de couleur blanc jaunâtre porteuse de bande brune claire entre les yeux a reflets dorés (Feron , 1962 ; White et Elson harris, 1992).

C'est une mouche que l'on voit voler sur les fruits surtout pendant les heures les plus chaudes de la journée, mesure 4,5 à 6 mm de long (Sadoudi, 2007).

Le thorax est noir à pruinosités dessinant des bandes argentées ou grises. Les ailes, présentent des colorations typiques en bandes et des tâches noires, ce qui la différencie de n'importe quelle autre espèce de mouches de fruits (Weems, 1981).

Le mâle et la femelle sont facilement distinguables grâce à deux caractéristiques morphologiques ; le mâle est muni de deux soies céphaliques orbitales noires et aplaties en lamelle à l'apex dont le rôle est inconnu. La femelle possède, par ailleurs, une tarière de ponte bien visible (oviscapte) (Duyck, 2005).



**Figure 05** : Adulte mâle à gauche, adulte femelle à droite de *C. capitata*  
(Anonyme, 2016)

#### **1.4 Le cycle de développement**

Le cycle biologique de *C. capitata* ne diffère pas beaucoup des autres espèces de diptères de la famille des trypetidae (**Sadoudi, 2007**), et il se compose des étapes suivantes

- 1/La ponte et incubation
- 2/Développement larvaire
- 3/La pupaison et émergence de l'adulte

##### **1.4.1 La ponte et incubation**

Les femelles déposent leurs œufs par petits paquets directement dans la pulpe du fruit.

C'est le cas des pêches et des poires, par exemple, ou dans l'épaisseur de la peau des agrumes (**Praloran, 1971**).

La fécondité totale d'une femelle est de 300 à 400 œufs ; elle peut atteindre 800 à 1000 œufs lorsque les conditions sont très favorables (**Bodenheimer, 1951; Weems, 1981; Dridi, 1995**). La durée d'incubation est de 2 à 4 jours en été et plus de 20 jours en hiver (**Delassus et al., 1931**).

##### **1.4.2 Développement larvaire**

La durée du développement larvaire, qui comprend trois stades (L1, L2, L3), peut varier fortement pour une espèce donnée en fonction du fruit hôte (**Zucoloto, 1993**).

La larve de troisième stade « asticot » quitte le fruit par une brusque détente. Elle retombe sur le sol dans lequel elle s'enfonce pour se nymphoser, donnant alors une puppe. Cette transformation ne dure que quelques heures (**Duyck et Quilici 2001**).

De cette puppe émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau (**Sadoudi, 2007**).

### 1.4.3 La pupaison et l'émergence de l'adulte

En fin de développement, les larves du 3<sup>ème</sup> stade quittent le fruit d'une brusque détente pour s'enfoncer dans le sol et s'y nymphosent. Cette transformation ne dure que quelques heures (Duyck, 2005). La durée de pupaison est de 12 à 15 jours en été et de 25 à 50 jours en hiver (Sproul, 1983). De cette pupa, émerge un adulte qui recommence le cycle à nouveau. La durée du cycle varie de 20 jours en été à 2 ou 3 mois en hiver (Delrio, 1985).



Figure 06 : Cycle de développement de la mouche méditerranéenne des fruits

(Chouibani *et al.*, 2015)

### 1.5 Plantes hôtes

La Cératite est connue par sa large gamme d'hôtes, elle est le ravageur polyphage le plus dangereux des Tephritidae dans les régions tropicales et subtropicales. Elle est connue d'avoir 353 plantes hôtes dont les : Myrtaceae, Rosaceae, Rutaceae, Sapotaceae et Solanaceae (elle peut aussi attaquer quelques cultures maraichères comme tomates et poivron et le figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica*) (Jacquemonnd *et al.*, 2013).

### 1.6 Les dégâts causés par *Ceratitis capitata* Weid .,1824

Ses dégâts s'accroissent avec la polyculture et les conditions climatiques favorables, les attaques les plus importantes s'observent dans les régions côtières (Gahbiche, 1993).

Ils peuvent revêtir trois formes :

Les piqûres stériles laissent des traces auréolées brunâtres à la surface de Técoorce (fruits de Citrus) qui déprécient la valeur marchande du fruit.

L'attaque suivie du développement des larves, se manifeste par une tache décolorée qui tranche avec la couleur normale du fruit et devient brune et molle au terme de leur croissance. A ce stade, le fruit pourrit en totalité ou en partie attirant toute une foule d'organismes décomposeurs (insectes, champignons...) et devient impropre à la consommation.

La chute des fruits : les fruits attaqués tombent à même le sol avant d'atteindre leur maturité et sont irrécupérables. Il en est ainsi de plusieurs espèces fruitières dont la production peut être détruite dans une proportion allant de 80 à 100 %.

### **1.7 Moyens de contrôle et de lutte contre *Ceratitis capitata* Wied, 1824**

La lutte contre la Cératite demeure un problème très préoccupant compte tenu de la gravité et de l'ampleur des dégâts associés à la difficulté d'intervention. Plusieurs techniques ont été mises au point depuis le début du siècle 21 sans arriver à éradiquer ce ravageur très polyphage et multivoltine (**Jerraya, 2003**).

#### **1.7.1 Lutte chimique**

Lutte rationnelle et efficace, la pose de piège est importante pour évaluer les populations de la Cératite et déclencher le traitement au moment opportun. Dans ce cas, le traitement aura lieu lorsqu'on aura enregistré plus de 3 mouches par piège et par jour (**Bennai et Hamadache, 2012**).

Les produits utilisés comme pesticides pour lutter contre les insectes ravageurs sont multiples, ils appartiennent également à plusieurs groupes selon leur mode d'action et selon leur composition. Les principales familles d'insecticides utilisées actuellement dans l'agriculture et le domaine de la santé publique sont (Kumar, 1991) :

- Les organochlorés, comme le DDT, le chlordane, l'aldrine, la dieldrine,
- Les organophosphorés, comme le parathion, la TEPP, le diazinon et le malathion
- Les carbamates, comme le Sevin, l'ortho-Bux, l'Elocron et le Baygon
- Les insecticides organiques d'origine végétale, comme le pyrèthre, la roténone...
- Les hormones et les phéromones sont également considérées comme des Insecticides.

### **1.7.2-Lutte biotechnique**

Cette méthode utilisée pour la lutte contre les insectes, comprenant des stimuli physiques et chimiques ou agents qui agissent sur le comportement ou le développement des insectes nuisibles.(Fellah ,1996) .

#### **1.7.2.1 traitements par des phéromones sexuelles**

D'après Carey (1984), cette méthode est basée sur l'utilisation d'un attractif sexuel très performant mélangé à un insecticide pour attirer les mâles et les tuer par contact.

#### **1.7.2.2 Piégeage de masse**

Cette méthode consiste à combiner plusieurs facteurs pouvant affecter les populations de mouches telles que le stimulus olfactif et visuel, l'ensemble de ces stimuli est utilisé pour le piégeage de masse en vue de réduire au maximum la population adulte de la mouche. C'est une technique adaptée à de grandes surfaces (> 1ha), coûteuse en temps et en moyens (achat, pose, retrait) (Aboussaid *et al.*, 2007).

#### **1.7.2.3 La technique d'insecte stérile (TIS)**

Elle implique un lâcher d'un nombre important de mouches stériles parmi la population sauvage, afin qu'il y ait une forte probabilité d'accouplement entre femelles sauvages et mâles stériles. Cette technique a été utilisée contre *C. capitata* au Costa Rica, en Espagne, aux Etats-Unis (California, Hawaii), en Italie, au Mexique, au Nicaragua et au Pérou (Bernard, 2014)

### **1.7.3Lutte biologique**

Selon (Gautier ,1987) elle consiste à réduire les populations de l'insecte ravageur par des ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, des parasites, ou des agents pathogènes : bactérie ou champignon, ou plantes à caractère bio insecticide.

#### **1.7.3.1 les bactéries entomopathogènes**

Parmi ces bactéries, nous citons la souche *Bacillus thuringiensis* (Bt) dont on a extrait une toxine. Cette dernière révèle un effet insecticide vis avis des larves et des adultes de la cératite (Aboussaid *et al.*, 2009).

#### **1.7.3.2 les champignons entomopathogènes**

C'est des microorganismes qui infectent divers insectes par pénétration directe à travers la cuticule. Les conidies adhèrent à l'insecte, germent et pénètrent à travers la cuticule. Quand l'insecte meurt, le champignon colonise les organes internes puis sporule à la surface de l'insecte (Riba et Silvy, 1999).

### 1.7.3.3 Huiles essentielles et extraits de plante

Une autre stratégie de lutte biologique repose sur l'exploitation des résistances naturelles des plantes. L'abondance et la diversité des métabolites secondaires représentent une source importante de molécules qui doivent, dès aujourd'hui, faire l'objet d'un investissement majeur dans ce domaine de la recherche.

Elles sont employées à diverses fins dont la médecine, la parfumerie, la cosmétique et la lutte contre les microorganismes (bactéries et champignons) et les insectes. Les huiles essentielles de *cymbopogons choenanthus* L Spreng de *C. giganteus* Chiov., de *Lippia multiflora* Mold., de *Ocimum basilicum* L., et de *Securidaca longepedunculata* Fresen ont des propriétés insectifuges ou insecticides ( **Nébié,2005**).

Selon **Soummane et al., (2011)**, l'extrait de méthanol d'une Tamaricaceae, *Tamarix gallica* plante médicinale marocaine, est révélée très efficace pour une DL50 de 0,5% et de 30 mg ml<sup>-1</sup> contre les larves et les adultes de *C. capitata* et présente un potentiel biopesticide prometteur pour le control de ce ravageur.

Les extraits des lichens *Ramalina farinacea* et *Parmelia acetabulum*, et les huiles essentielles de *Myrtus communis*, *Citrus limonum*, *C. sinensis* et *C. paradisi*, les extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* et de *Lavandula stoechas* ont un effet bio insecticides contre les pupes et les adultes de *C.capitata*(**Bachi,2017**) .

### 1.7.4 La lutte culturale

Il s'agit de mesures de la mise en quarantaine visant à empêcher l'introduction de la Cératite dans des zones d'où elle a été éradiquée ou dans les régions où elle ne peut s'établir en permanence, mais peut néanmoins, commettre des dégâts (**Jerraya, 2003**).

Lutte culturale ou mesures prophylactiques consistent à ramasser les fruits piqués et tombés sous des fruitiers et à les sécher dans des sachets plastiques noirs fermés hermétiquement .Ceci permet de tuer les œufs, les larves et les pupes des mouches qui s'y trouvent. Ces fruits sont ensuite incinérés dans un trou ou un fût vide (Vayssières *et al.*, 2010).

## **2. Description de la plante *Melia azedarach*. L**

*Melia azedarach*, est connu sous le nom de chinaberry ou lilas de perse, c'est un arbre qui appartient à la famille des Méliacées, il est connu comme un réservoir pour de nombreux composés bioactifs présentant des propriétés médicinales ; anti-inflammatoires, antivirales, antimicrobiennes, aussi des propriétés phytosanitaires et insecticides (**Nakatani et al., 1994; Al-Rubae, 2009 ; Bitencourt et al.,2014**).

### **2.1 Classification et étymologie**

#### **2.1.1 classification**

Selon **Miller et al.,(2010)** , *Melia azedarach* est classé comme suit :

Règne : Plantae.

Sous règne : Tracheobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Rosidae.

Ordre : Sapindae.

Famille : Meliaceae.

Genre : *Melia*.

Espèce : *Melia azedarach*

#### **2.1.2 Etymologie**

Le nom *Melia azedarach*, *Melia* nom grec : manna = frêne, se réfère à la ressemblance de ses feuilles avec celles du frêne. *Azedarach*, du persan : azad = noble et darch = arbre ; arbre noble (**Al-Rubae, 2009**).

### **2.2 Description de l'arbre de *Melia azedarach* L**

*Melia azedarach* est un arbre de la famille des Meliaceae , Il est haut de 6-12 m, certaines variétés de la forêt tropicale pour atteindre 30 à 45 mètres (**Hare et al., 1997**).

Les feuilles( fig01 :B) : sont sombres dans la surface supérieure, et plus pâles dans la face inférieure. Ils sont ovales, cunéiforme à arrondi et souvent dissymétrique à la base, pointu au sommet, obtusément denté avec des dents de 3 à 8 cm de long. (**Al-Rubae,2009**).

Les fleurs (fig01 :C) : forment de grosses grappes ramifiées apparaissant à l'aisselle des feuilles au printemps. Chaque fleur est rose pâle avec un tube violet foncé au centre et atteint 2 cm de diamètre. Le tronc des fleurs à une écorce lisse, fine, violet foncé ou brun-gris et porte des branches fragiles couvertes d'une profusion de feuilles de 50 cm de long.

Cet arbre peut produire des fleurs parfumées toute l'année, dès son plus jeune âge même lorsque l'arbre n'est encore qu'un jeune plant (**Roussel et Cutler, 2008**).

Les fruits (**fig01 :D**) : pâles et de couleur jaune mesurent 2,5 cm de long rondes, dont le principe est composé de deux du méricarpe, est charnue et de couleur jaune foncé caractéristique des drupes, est lignifiée et forme le noyau, qui contient et protège le graines (**Sagoua, 2009**). A l'intérieur du charnu le mésocarpe se présente comme un noyau simple, cannelée, brun clair qui contient 5 à 6 amandes, lisse et noire (**Bonner et Grano,1970**).



(A) Tige de *Melia azedarach*

(B) Feuille de *Melia azedarach*



(C) Fleurs de *Melia azedarach*

(D) Fruits de *Melia azedarach*

**Figure 07** : Les photos de *Melia azedarach* ; (A) la tige, (B) feuille , (C) fleurs , (D) fruits (**Deepika Sharma et Yash Paul, 2013**)

### 2.3 Origine et répartition géographique

Plusieurs données bibliographiques évoquent l'origine géographique de *Melia azedarach* (**Carpinella et al., 2003 ; Honglei et al., 2004 ; Senthil 2006; Al-Rubae 2009**).

C'est une plante originaire de l'Asie tropicale, plus précisément du Nord-Ouest de l'Inde, Himalaya, Cachemire, etc. Mais elle pousse également dans les régions méditerranéennes, européennes, dans toute l'Asie, l'Amérique du sud, l'Australie, en Afrique dont l'Algérie et dans les Mascareignes (**Hajaniaina, 1996 ;Al-Rubae, 2009**).

Cet arbre est très répandu en Argentine, utilisé pour le bois et à des fins ornementales (**Carpinella et al., 2003**).

Les travaux menés par **Hammad et al., (2001)** rapportent que *M. azedarach* se trouve dans presque toutes les régions climatiques chaudes. Elle est généralement propagée par des graines et des boutures, et peut également être multipliée in vitro à partir de différents explants de jeunes plants et plantes matures (**Marino et al., 2009**).

En Afrique, l'arbre est planté comme plante ornementale et d'ombrage résistant à la sécheresse. Il est aussi largement distribué dans les régions arides du sud et de l'ouest des États-Unis, en Espagne, et dans la province de Lleida. Il est présent dans de nombreuses villes comme arbre d'ornement dans les jardins, les parcs et les rues (**Juan et al., 2000**).

## 2.4 La composition chimique

### 2.4.1 Métabolites primaires

D'après Chiffelle *et al.*, (2009), le contenu des fruits en cendres, protéines et en fibres brutes n'ont pas montré des différences dans les stades de maturation .

**Tableau II** : la comparaison entre les compositions chimique primaire de fruit de *M.azedarach* selon le stade de maturation (**Chiffelle et al., 2009**)

Analyses	Fruit immature	Fruit mature
Cendres %	5.12 ± 0.10	4.40 ± 0.06
Protéines %	6.87 ± 0.15	5.98 ± 0.56
Lipides %	5.23 ± 0.17	5.17 ± 0.29
Fibre brute %	35.70 ± 0.13	38.68 ± 0.93
NNE %	47.08 ± 0.55	45.77 ± 1.84

### 2.4.2 Métabolites secondaires

Plusieurs métabolites secondaires ont été identifiés dans les feuilles et les fruits de *Melia azedarach*, y compris les terpénoïdes, tétranortriterpénoïde, limonoïdes, les flavonoïdes, stéroïdes (**Al-Rubae, 2009 ; Natalli et al., 2010**).

#### 2.4.2.1 Les flavonoïdes

Les extraits méthanoliques des feuilles de *Melia azedarach* présentent des teneurs élevées en phénols et en flavonoïdes mais présentent une activité anti-oxydante plus faible (**Nahak et Sahu, 2010**). L'activité dépressive de cette plante peut être due à la composition

chimique de ses graines qui contiennent des lignanes, flavonoïdes et des limonoïdes (Meftah *et al.*, 2011).

#### 2.4.2.2 Les limonoïdes

Les plantes de la famille des Méliacées ont été bien documentées pour leur capacité à se métaboliser de manière structurale et biologiquement significative, qui due à sa richesse en limonoïdes et triterpénoïdes (Akihisa *et al.*, 2013). Les limonoïdes sont les plus grands représentants de la classe terpénique à activité insecticides (Bitencout, 2014).

Ils ont été utilisés dans de nombreux pays dans la médecine pour le traitement d'une variété des troubles humains (Nakatani, 1994).

#### 2.4.2.3 Les Triterpénoïdes

Les graines de *Melia azedarach* contiennent un certain nombre de triterpénoïdes, les méliacarpines qui sont similaires mais pas identiques à l'azadirachtine et celles-ci possèdent également des activités régulatrices de la croissance des insectes, efficace à 90%, il repousse et perturbe le cycle de la vie mais ne tue pas immédiatement, et inhibe la libération de l'hormone protothoracicotrope (PTTH) produite par les cellules neurosécrétrices (Isman,2006).

#### 2.4.2.4 Les alcaloïdes

Les tests phytochimiques qualitatifs préliminaires des différents extraits de *Melia azedarach* montrent la présence d'alcaloïdes, de graisses, de composés phénoliques, des protéines, d'acides aminés, de tanins, de flavonoïdes et de glucides (Chiffelle *et al.*, 2009).

Cette méliacée est connue mondialement par sa qualité phytosanitaire ainsi que ses vertus médicinales et thérapeutiques très intéressants vu les activités pharmacologiques des composés phytochimiques présents dans les extraits de la plante dont on trouve les alcaloïdes (Ghanaya *et al.*, 2013).

#### 2.4.2.5 Les autres métabolites

Les graines de *Melia azedarach* contenant de l'azadirachtine comme principe actif, est utilisé comme insecticide répulsif des aphides et des mouches blanches (Estephan et Hayar,2003).

Récemment, des études sur les fruits de *Melia azedarach* montrent une richesse en acide paracoumarique, acide vanillique, acide chlorogénique, acide syringique, acide caféique, acide férulique, rutine, la catéchine, le kaempférol et l'acide caproïque , palmitique ,stéarique, oléique linoléique et linoléinique comme acides gras qui sont également présents dans les fruits de *M.azedarach* (Bitencourt *et al.*, 2014).

D'autres classes de métabolites (primaires et secondaires) sont présents dans les fruits de *M. azedarach* comme les stéroïdes, les alcaloïdes, les protéines, les saponines, phénols et phytostérols qui sont tous présents dans les différentes parties de cette espèce, ainsi que des composés volatiles (Chiffelle *et al.*, 2009).

## 2.5 Intérêt et propriétés biologique

### 2.5.1 Utilisation pharmaceutique

Selon Ghnaya *et al.* (2013), *Melia azedarach* est une plante médicinale, présentant essentiellement un intérêt pharmaceutique.

L'extrait méthanolique est antipyrétique, analgésique, anti-inflammatoire, avec une capacité à inhiber l'agrégation des plaquettes (Subapirya et Nagini, 2005).

L'huile de *Melia azedarach* possède également des propriétés purgative, antihelminthique, anti-parasitaire externe (pou), anti-mycosique et anti-diabétique (Silva *et al.*, 2007). Elle contiendrait des composés anti-viraux (certains sont actifs - contre le virus du sida) et antipaludéens (Subapirya et Nagini, 2005).

### 2.5.2 Effet insecticide

Les produits chimiques isolés des espèces appartenant à la famille des méliacées, parmi eux *Melia azedarach* et *Azedarachta indica* ont récemment reçus une attention particulière entomologiste appliquée en raison de leurs excellentes propriétés entant qu'agents de contrôle insecticides (Carpinella *et al.*, 2003). Les extraits aqueux de feuilles et de fruits de *Melia azedarach* présentent des effets insecticides comparables à ceux de la plupart des produits commerciaux (Aoudia *et al.*, 2013). Les effets insecticides de *Melia azedarach* induisent un retard de la croissance, réduction de la fécondité, trouble de la moue, troubles morphologiques et aussi des effets anti-appétant (Nathan et Sehoon, 2006, Chiffelle *et al.*, 2009).

**Tableau III** : Potentialité pesticide de *Melia azedarach*

Activités pesticides	Les ravageurs ciblés	Extraits	Références
Larvicide et Anti ponte	<i>Aedes aegypti</i>	Fr	Carolina <i>et al.</i> , (2008)
Pédiculicide et ovicide	<i>Pediculus humanus capitis</i>	Fr	Caprinella <i>et al.</i> , (2003-2007)
Bio pesticide	<i>Bemisia tabaci</i>	Fr	Abou-Fakhr <i>et al.</i> , (2001)
Larvicide et Anti -appétant	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	Fr	Bachir <i>et al.</i> , ( 2017)

# Matériel et méthodes

## **1. La zone d'étude**

Les échantillons des fruits infectés par *Ceratitis capitata* ont été prélevés au niveau de verger de Mitidja.

La Mitidja est une plaine du nord de l'Algérie, au sud de la ville d'Alger. C'est une riche plaine agricole (agrumes, vignobles, arbres fruitiers et fourrage).

La plaine de la Mitidja, d'une superficie d'environ 1400 km<sup>2</sup>, mesure environ 100 km de long sur 5 à 20 km de large.

Elle est limitée au nord par les collines du Sahel algérien et au sud par l'Atlas Blidéen. Elle a une altitude d'environ 50 mètres. Le climat est de type méditerranéen.

## **2. Matériel**

### **2.1 Matériel animal *Ceratitis capitata***

Les larves L3 et les pupes à partir des quelle sont émergé des adultes de la mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata* sont obtenues des fruits infestés provenant d'un verger a Mitidja. (Voire dispositif expérimental pour récupération des pupes)

### **2.2 Matériel végétale**

Ce sont les fruits de *M. azedarach* qui ont été utilisés. Nous avons récolté en février 2020 (aléatoirement) plus de 1kg sur trois arbustes (à vocation ornementale) situés à l'entrée de la faculté SNV à l'université de Saad Dahleb Blida1 (figure 08 et 09). Aussi d'autres fruits de la même espèce ont été cueillis sur les bordures de la route du chef- lieu dans la wilaya de Djelfa (à des fins comparatives entre les deux plantations). Seuls les échantillons récoltes de cette dernière localité ont été retenus dans ce travail, leur identification a été réalisée au laboratoire de botanique de l'école national supérieur d'agronomie après consultation de l'herbier de l'ENSA.

Ces fruits ont été mis à sécher pendant 15 jours et à température ambiante, dans un endroit sec.



**Figure 08 :** L'arbre de *Melia azedarach* (originale, 2020)



**Figure 09 :** les fruits de *Melia azedarach* (originale, 2020)

### **3. Méthodologie**

#### **3.1 Sur terrain**

Le travail sur le terrain consiste en un échantillonnage des fruits en choisissant de façon aléatoire 10 arbres dans chaque verger expérimental et à prélever au hasard 02 fruits pour chaque exposition (Nord, Sud, Est, Ouest et le centre de l'arbre).

#### **3.2 Au laboratoire**

Nous avons procédé, au laboratoire, au comptage du nombre de fruits piqués et du nombre de piqûres par fruit. Les piqûres peuvent être visibles à l'œil nu.

Les fruits récoltés sur le terrain sont ramenés au laboratoire et sont placés dans des passoirs, placés à leur tour dans des bassines contenant environ 2 cm de sable qui sert à

recupérer les pupes, car les larves du troisième stade quittent le fruit d'une brusque détente pour s'enfoncer à faible profondeur dans le sol, où s'effectue la nymphose, donnant les pupes (Eteinne, 1982).

Les passoirs sont recouvertes d'une mousseline maintenue par un élastique qui empêche l'entrée de la drosophile très attirée par les fruits en fermentation les pupes sont récupérées quotidiennement par tamisage du sable en fin de journée de préférence car les pupes se forment surtout durant les premières heures d'éclaircissement ( Dridi, 1990).

Les pupes récupérées sont dénombrées puis sont mises en observation dans des boites de pétri.

La récupération des pupes se fait alors par remplissage des bassines avec l'eau, les pupes surnagent et sont recueillies facilement.

D'après Feron et Sacantanis (1955), cette brève immersion ne gêne pas leur développement par contre les larves du troisième stade qui sautent sur le sable fortement mouillé meurent par asphyxie.



**Figure 10** : Dispositif expérimental pour récupérer les pupes (Originale ,2020)

#### **4. La méthode d'obtention de l'extrait méthanolique *Melia azedarach* L**

Les extraits ont été préparés selon la méthode de Chaouche (2014) et celle de Bouguendoura (2012). Le végétal est séché à l'ombre à l'abri de la lumière et de l'humidité mixé, remué puis broyé en poudre. Une évaporation rotative a servi pour l'obtention de l'extrait méthanolique sec et, cela, après macération de 10 grammes (g) de poudre dans 100 millilitre (ml) de méthanol pur pendant 48 heures et à température ambiante. Le méthanol a été récupéré à sec sous pression réduite à 50°C.

## 5. Le test biologique à l'égard de *Ceratite capitata*

### 5.1 Effet de l'extrait méthanolique de *Melia azedarach* par inhalation sur les pupes

Ce test consiste à étudier l'effet de l'extrait méthanolique de *M.azedarach* sur le taux d'émergence des adultes de *C. capitata* en adoptant un test par inhalation.

Différentes doses de l'extrait méthanolique sont testées à savoir 10,15 et 30 µl sur dix pupes de cératite qui sont introduites dans un bocal.

Les essais sont répétés trois fois pour chaque dose. Des lots témoins sont réalisés, en parallèle, sans être exposé à l'extrait méthanolique(-) et un témoin (+) qui contient que le méthanol dilué.

### 5.2 Effet de l'extrait méthanolique de *Melia azedarach* par inhalation sur les adultes

Lors du test par inhalation sur les adultes de *C.capitata*, trois doses de l'extrait méthanolique à savoir 10,15 et 30µl ont été testées.

Cinq couples de la cératite, de la même génération, sont introduits dans un bocal qui sera fermés hermétiquement. Les essais sont répétés trois fois pour chaque dose. Des lots témoins sont réalisés, en parallèle, sans être exposés aux extrait méthanolique(-), avec un témoin (+) qui contient que le méthanol dilué.

Le comptage des individus morts devait se faire après 24h, 48h et 72h suivant le protocole de Bachi (2017) ayant mené un test biocide à base de plante contre le même insecte.

#### 6- calcul de la DL<sub>50</sub> :

1/ calcul des taux de mortalités observés (MO)

$$\text{Mortalité observée} = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total des individus}} \times 100$$

2/Conversion des doses en log de dose et Mortalité corrigée en Probits selon la table des probits

3/ traçage de la droite de régression de fonction  $Y = ax+b$

Ou  $y = \text{probit de MC}$ ,  $a =$  la pente de la droite

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

X = dose ou concentration à chercher, b = valeur de l'axe y

4 / Calcul DL<sub>50</sub> à partir de la formule  $y=ax+b$ , la dose qui tue 50% de mortalité corrigée sur la table de probits est la valeur de 5.

$$x(\text{DL } 50) = \frac{y - b}{a}$$

# Résultats et Discussion

## 1. Les résultats attendus

L'analyse chromatographique par GCMS de l'extrait méthanolique de *M. azedarach* réalisée par Bachir *et al.* (2017) a permis d'identifier 72,74% des métabolites secondaires composant cet extrait, dont : le 1.8 Cineol, l'acide oléique, l'acide stéarique, l'acide palmitique, des triterpènes, des monoterpènes, l'azadirachtine et d'autres limonoïdes et composés phénoliques.

Vu que l'extrait méthanolique de *Melia azedarach* contient des composés limonoïdes principalement l'azadirachtine qui est très sélectif envers certaines classes d'insectes (**Mordue *et al.*,2010**), on suppose que *Melia azedarach* peut agir aussi sur le Ceratite *C. capitata*.

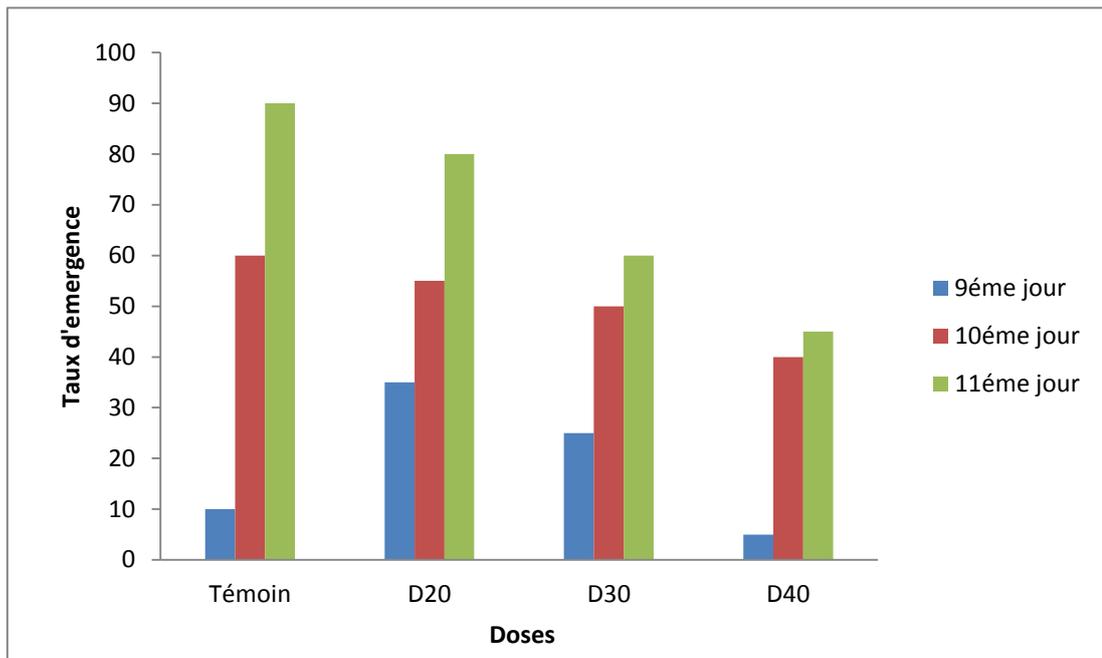
L'azadirachtine autant que biopesticide est également sans danger pour les mammifères (**Celestino *et al.*,2004**). De plus à l'heure actuelle aucune résistance n'est notée envers l'azadirachtine, cette molécule est particulièrement active sur les cellules en division par blocage de la polymérisation des microtubules (**Mordue *et al.*,2010**).

les effets de l'azadirachtine ont été rapportés notamment sur la fécondité, le développement ovarien, la structure des œufs et la fertilité (**Boulahbel *et al.*,2015**).

Aussi d'autres composés comme les triterpénoïdes sont similaires mais pas identiques à l'azadirachtine et celles-ci possèdent également des activités régulatrices de la croissance des insectes. (**Isman, 2006**).

Donc il se peut que cette étude aurait donné de bons résultats dans notre essai en se référant à ceux de Bachi (2017) qui avait testé l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur les pupes de *C.capitata* par inhalation, et l'huile essentielle de *Citrus limonum* sur les adultes de *C.capitata* par inhalation, sachant que l'analyse chromatographique de ces huiles (CPG) réalisée par ce même auteur a montré la présence de triterpénoïdes, des composés phénoliques, et des flavonoïdes dans sa composition dans *L.stoechas*. Ainsi que la présence de limonène, des monoterpènes et des triterpènes dans sa composition dans *C.limonum*.

D'après Bachi (2017) l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* a un effet significatif sur l'émergence d'adultes de *Ceratitis capitata*.



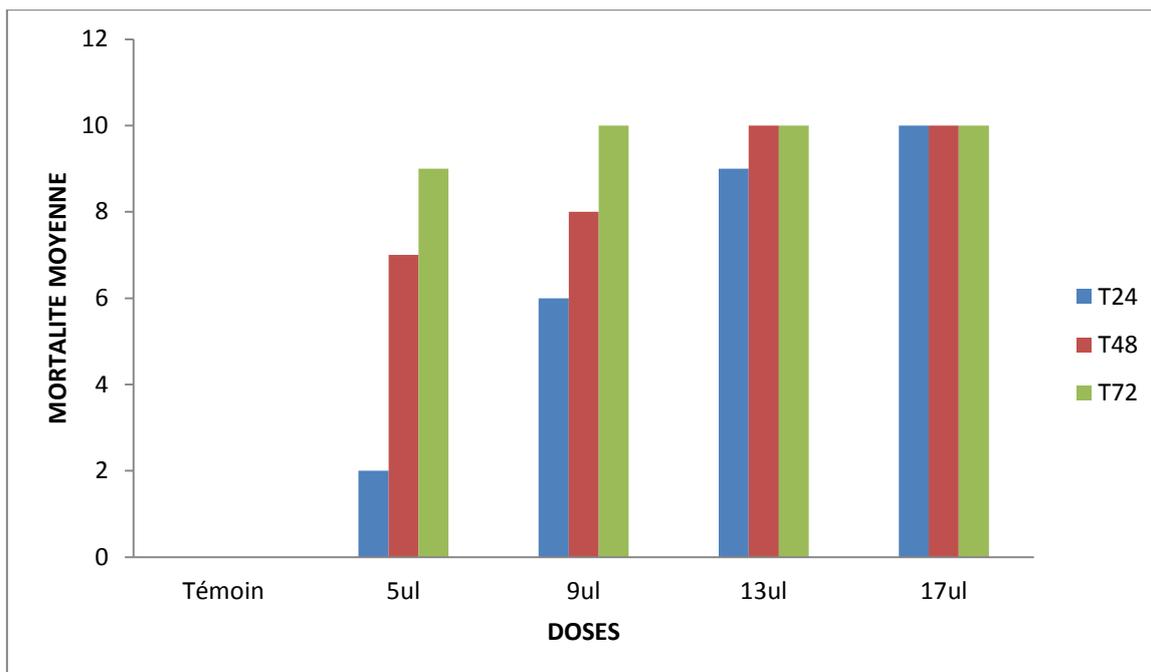
**Figure 11 :** Taux d'émergence de *ceratitis capitata* selon les différentes doses de *Lavandula stoechas* (Bachi,2017)

D'après Bachi (2017) le taux d'émergence des adultes de *C.capitata*, issues des pupes saines lors du test par inhalation, montrent que l'extrait de lavande exerce un effet très hautement significatif en fonction des doses testées et du temps d'exposition. A la dose 20 µl, le taux d'émergence des adultes de *C.capitata* est 83.33%.

Après 11 jours. Ce taux diminue jusqu'à 43,33% à la dose 40 µl, contre un témoin qui a Présenté 96,66% d'émergence.

L'activité insecticide de l'extrait de *L.stoechas* est due aux composés triterpénoïdes qui selon Carpinella *et al.* (2003), provoquent la mort et les malformations chez les futures générations des insectes phytophages. De même, les polyphénols contenus dans l'extrait de lavande, ont un rôle non négligeable.

D'après Bachi (2017) l'huile essentielle de *citrus limonum* est efficace contre les adultes de *Ceratitidis capitata*.



**Figure 12 :** Mortalité des adultes de *Ceratitis capitata* traitées par différentes doses de l’huile essentielle de *Citrus limonum* (Bachi,2017)

L’huile essentielle d’agrumes *C.limonum* exerce un effet bioinsecticide très hautement significatif lors du test par inhalation vis-à-vis des adultes de la cératite. Avec la dose la plus élevée 17  $\mu$ l, enregistré des taux de mortalité qui atteignent 100%. L’huile essentielle de *C.lominum* est plus efficace puisqu’une mortalité totale des adultes a été observée avec 17 $\mu$ l en 24 heures.

L’activité insecticide de l’extrait *Citrus limonum* est due à limonène qui est le constituant majeur des huiles essentielles d’agrumes en plus du linalol et de l’alpha pinène induisent une forte mortalité des adultes de la cératite.

Au début du traitement, les mouches présentaient des mouvements irréguliers, des battements d’ailes très rapides et dans plusieurs cas elles se mettent sur la face dorsale de leur abdomen avant de mourir. La première conséquence de l’effet des huiles essentielles sur la mouche des fruits *C. capitata* était un effet dépressif sur le système nerveux.

## Discussion

Il est utile de savoir s'il est possible d'utiliser les fruits de la plantes *Melia azedarach* (Meliaceae) sous forme d'extrait méthanolique (par inhalation) pour la lutte contre la mouche des fruits *ceratitis capitata* qui est considéré comme le ravageur le plus important des fruits dans de nombreux pays dont l'Algérie .

Certaines études ont signalé que les fruits de *M.azedarach* renferment des composés secondaires actifs à effet insecticides, nous notons également la présence des flavonoïdes, des alcaloïdes, des lignans, et des triterpènes ont été décelés dans les Meliaceae (Nakatani *et al.*, 1994; Huang *et al.*, 1996).

*M. azedarach* doit son activité insecticide principalement à des composés limonoïdes principalement l'azadirachtine. Parmi les composés les plus efficaces vis-à-vis des insectes on cite aussi les tétranortriterpénoïde (ces composés sont les régulateurs de croissance d'insecte). (Isman, 1998)

Par ailleurs, nous avons voulu à travers cette étude, évaluer par inhalation l'effet de cet extrait methanolique et en fonction du stade de développement de la mouche (pupe et adulte) car selon la bibliographie *Melia azedarach* a déjà agi différemment sur les insectes (biocide, répulsive, anti-appétante...) ce, par des modes d'application différents engendrant diverses réponses sur tous les stades confondus des insectes testés dans divers travaux :

L'activité larvicide de *M.azedarach* a été identifiée par les travaux de Wandscheer *et al.*, (2004), les extraits éthanoliques des grains des fruits murs de cette plante ont été testés contre les larves d'*Aedes aegypti* (Diptera). **Coria *et al.*, (2008)** ont comparé l'effet larvicide des extraits alcoolique des fruits et feuilles de *M. azedarach* sur l'insecte *Aedes aegypti* et ont obtenu que les extrait des fruits sont plus efficaces que ceux des feuilles.

Des extraits éthanoliques des fruits immatures et des feuilles de *Melia azedarach* ont été testés par **Valladares *et al.*, (1999)** contre les œufs et les nymphes de *Triatoma infestans* (Hemiptera) et ont confirmé que cette plante possèdent plusieurs activités biologiques: répulsive, anti-appétant( réduit le poids) et insecticide.

D'autres auteurs ont tenté d'évaluer les effets insecticides des extraits aqueux des feuilles de *Melia azedarach* sur deux espèces de parasitoïdes, *Cotesia plutellae* et *Collaris*

*Diadromus*. ( **Charleston et al., 2006**). Dans la même perspective des extraits aqueux de semences de *Melia azedarach* L. ont été testés au laboratoire pour leur effet insecticide sur *Cosmopolites sordidus* (**Tinzaara et al., 2006**). Des tests effectués sous conditions contrôlées ont indiqué que les extraits aqueux de *Melia azedarach* appliqués sur feuilles de haricot interfèrent avec la longévité et le développement des stades immatures de *Bemisia tabaci* (Diptera) (**Nardo et al., 1997; De et al., 1997**).

**Dwivedi et Shekhawat (2004)** en utilisant le neem (*Azadirachta indica*) sous forme de poudre mélangée avec les grains de céréales ont enregistré des mortalités sur les insectes ravageurs suivant : *Sitophilus* spp, *Trogoderma granarium*, *Rhizopertha dominica*.

**Chiffelle et al., (2009)** ont montré que l'extrait aqueux des fruits de *Melia azedarach* ont un effet insecticide significatif sur les adultes de la drosophile *Drosophila melanogaster* (Diptera). Les fruits non mûrs (couleur verte) sont plus toxique que ceux qui sont mûrs (couleur jaune) (**Chiffelle et al., 2009**).

Hormis l'activité connue de l'azadirachtine, l'activité insecticide de *Melia azedarach* est due à l'activité biologique des Triterpénoides qui ont un effet anti-nutritif. Ils inhibent la prise alimentaire des insectes phytophages et provoquent la mort et des malformations chez les futures générations (**Vergara et al., 1997; Carpinella et al., 2003**). Les extraits des fruits ont été évalués sur divers insectes ravageurs avec des résultats prometteurs (**Padrón et al., 2003; Mazzonetto et Vendramim, 2003; Pérez-Pacheco et al., 2004**).

D'après Nakatani *et al.*, (1995) Les analyses phytochimiques sur cette plante ont révélé la présence de tanins condensés, triterpènes et des alcaloïdes . L'activité insecticide de plantes de la famille des Meliaceae a été largement étudiée, l'enregistrement de la présence de limonoïdes (Tetranortriterpénoides). Ces composés sont capables d'inhiber le développement, l'alimentation des insectes et la survie de plusieurs insectes (Wandscheer *et al.*, 2004)

Cette plante contient plusieurs constituants à activité biologique comme l'azadirachtine (Naganishi, 1975), méliantriolo (Lavie *et al.*, 1965), salanine (Warthen *et al.*, 1978), aussi bien la nimbine et la nimbidine (Shin-foon, 1984). Les limonoïdes sont librement solubles dans les solvants organiques mais difficilement solubles dans l'eau.

Schmuthere *et al.*, (1981) ont rapporté que l'azederachtine est un limnoïde qui a un effet sur le système endocrinien et provoque la stérilité chez les insectes. Schluter et Schulz (1983) ont noté aussi que ce composé provoque la dégradation de l'épiderme chez les larves d'insecte entravant ainsi la métamorphose.

Selon **AL-Rubae (2009)**, l'analyse phytochimique d'extraits ethanoliques de *Melia azedarach*, a révélé la présence de triterpénoïdes et stéroïdes respectivement, et les deux, graines et feuilles ont également présenté des alcaloïdes et des tannins condensés.

Ces composés sont capables donc d'inhiber le développement ou l'alimentation des insectes, montrant également une activité ovocide.

D'après **Bachir et al.,(2017)** Cet extrait s'est avéré aussi biocide après l'avoir combiné aux préparations à base de *Btk* en Algérie et testé sur *T. pityocampa* dans le cadre d'une lutte intégrée . Les incidences de cette plante sur *T.pityocampa* peuvent être liées aux composés chimiques présents dans les extraits méthanoliques utilisés. En effet, l'étude phyto-chimique nous a permis d'identifier 72,74% des molécules présentes dans l'extrait méthanolique de *M. azedarach* à savoir : des acides gras, des monoterpènes, des acides carboxyliques aromatiques, des phénols, des acides phénoliques et des hétérosides. Les acides gras saturés dominant avec comme composés majoritaires : l'acide oléique, l'acide stearique, et l'acide palmitique représentant respectivement 25,69%, 17,83% et 17,83% du total des substances identifiées. Copping (2004), mentionne que l'acide oléique et ses dérivés sont utilisés comme insecticides.

Un fractionnement bio-guidé réalisé par **Mark Lee et al. (1991)** sur les extraits du fruit de la même plante, a indiqué la présence de 25 composés volatiles aussi toxique que l'azedarachtine connue comme un insecticide naturel classique. Parmi ces substances : le propyl disulfide, 1-cinnamoylmelianolone et le 1-cinnamoyl-3,11-dihydroxymeliacarpin.

Les limonoïdes contenus dans les fruits de *M. azedarach* sont connus par leur potentiel insecticide et anti-appétant, agissent en inhibant l'appétence des larves de *Epilachna paenulata* Germ. (Coleoptera : Coccinellidae) (**Carpinella et al., 2003**).

Dans le cadre de l'étude de l'effet bio insecticide, il serait utile de séparer les composants chimiques de *M. azedarach* afin d'identifier celui qui est à l'origine de la réponse biocide à l'égard de *C. capitata* et de parvenir à en formuler un biopesticide autant qu'alternative naturelle (à base de plantes) et de l'employer *in vivo* contre ce ravageur de fruits. Aussi, il serait judicieux de connaître la durée idéale pour le traitement *in vitro* et *in vivo*.

## Conclusion

Notre étude vise à chercher des méthodes de lutte biologique pouvant réduire l'effectif de *C. capitata*.

Nous pouvons conclure que cette étude suggère que les fruits de *Melia azedarach* utilisée sous forme d'extrait méthanolique ont révélé qu'ils peuvent être utilisés pour la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits.

Ce pouvoir insecticide attribué à *Melia azedarach*, revient au fait que cette espèce végétale renferme des composés actifs à effet insecticide, répulsif et antinutritionnel et ce d'après plusieurs recherches effectuées sur la composition chimique de cette plante qui peut s'ajouter à la liste taxonomiques des végétaux à potentiel insecticide contre *Ceratitis capitata*

En fin, il serait intéressant de cultiver plus *Melia azedarach* pour ne pas déstabiliser la nature, et utiliser son extrait méthanolique comme biocide avec des doses très faible.

Il est souhaitable d'appliquer l'extrait de melia dans les champs de fruits *in vivo*, pour diminuer les dégâts sur les fruits ; ou bien conserver les fruits pour ne pas avoir l'installation des mouches dans les conditions défavorable.

# **Références bibliographiques**

- 1 **Adelmann J., Fontana J.D., 2004.** Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon*, 44, 829–835.
- 2 **Akihisa, T., Pan, X., Nakamura, Y., Kikuchi, T., Takahashi, N., Matsumoto, M., Ogihara, E., Fukatsu, M., Koike, K., and Tokuda, H. 2013.** "Limonoids from the fruits of *Melia azedarach* and their cytotoxic activities." *Phytochemistry*, 89, 59-70
- 3 **Al-Rubae, A. Y. 2009.** "The potential uses of *Melia azedarach* L. as pesticidal and medicinal plant, review." *Am. Eur. J. Sust. Agric*, 3, 185-194.
- 4 **Aoudia, H., Oomah, B., Zaidi, F., Zaidi-Yahiaoui, R., Drover, J. C., and Harrison, J. 2013.** "Phenolics, antioxidant and anti-inflammatory activities of *Melia azedarach* extracts." *International Journal of Applied Research in Natural Products*, 6(2), 19-29.
- 5 **Aouati A., 2016.** Etude de la toxicité d **Amroun M., Bensidhoum M., Delattre P., Gaubert P., 2013.** Feeding habits of the common genet (*Genetta genetta*) in the area of Djurdjura, north of Algeria. *Mammalia*, Volume 78, 1, 35-43.
- 6 **Bachi K., 2017 :** Etude de l'infestation de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L.) par la mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Diptera ,Trypetidae). Effets des huiles essentielles sur la longévité des adultes. Mémoire. Mag.Univ.Tizi ouzou.114.
- 7 **Bachir, K., Tail, G., Bouragba, N., Zamoum, M., Trigui, M., Tounsi, S. and Saidi, F. 2017.** Synergic effect between *Bacillus thuringiensis* Kurstaki HD1  $\delta$ -endotoxins and *Melia azedarach* (Meliaceae) methanolic extract against the larvae of *Thaumetopoea pityocampa* Den. and Schiff. (Lepidoptera, Notodontidae). *J. Ent. Res.* 41(4): 343-352.
- 8 **Barat J. 2012.** La filière fruits et légumes : Données chiffrées et recherches de solutions. In : Acte du séminaire : « Quel avenir pour les productions des fruits et légumes en Europe ? », Romans Sur Isière, 21-22 mars 2012.
- 9 **Bouguendoura N., Bendimerad N., 2012 :** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanoliques de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq., Algérie, *Nature & technologie*, 9 :14-19.
- 10 **Bennai M., et Hamadache A., 2012.** Protection phytosanitaire des arbres fruitiers et de la vigne. Ecole national supérieur d'agronomie, El harrach, Alger, 152 p.
- 11 **Bernard B., 2014** -Le contrôle autocide des insectes ravageurs de grande dimension. Une méthode efficace et durable en rapide développement. Académie d'Agriculture de France, 11p
- 12 **Bichra M, El modafar C, El boustani E and Benkhalti F. (2012).** Antioxidant and anti-browning activities of *Mentha suaveolens* extracts. *African Journal of Biotechnology* 11(35): 8722-8729.
- 13 **Bitencourt, R. G., Queiroga, C. L., Duarte, G. H., Eberlin, M. N., Kohn, L. K., Arns, C.W., and Cabral, F. A. 2014.** "Sequential extraction of bioactive compounds

- from *Melia azedarach* L. in fixed bed extractor using CO<sub>2</sub>, ethanol and water." *The Journal of Supercritical Fluids*, 95, 355-363.
- 14 Bodenheimer F.S., 1951.** Citrus entomology. Ed. Dio. Junk .Denhang.663pp.
  - 15 Bonner,F.T. and Garno C.X.(1970).**Méthode rapide d'évaluation de contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier,pp1-2.
  - 16 Boudi M., 2005 -** Vulgarisation agricole et pratiques des agrumiculteurs de la Mitidja. Institut national Agronomique, El Harrach, Alger, 133 p.
  - 17 Boulahbal B,Arib N,Morakchi S, Soltani N ; 2015.** Insecticidal activity of azadirachtin on *Drosophila melanogaster* and recovery of normal status by exogenous 20 hydroxyecdysone .*Afr .Entomol.*23 :224-233.
  - 18 Buyckx E. J., 1994 -** Unfecundated dates, host of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) in the oases of Tozeur. Proceeding of IOBC/WPRS Int. Open Meet. Working group fruit flies of economic importance, Lisbon, Portugal. 14-16 Oct. 1993, Bulletin 17 : 25 - 37.
  - 19 Carpinella C., Defago M., Valladares G., et Palacios S. 2003.** Antifeedant and insecticide properties of a limonoid from *Melia azedarach* (Meliaceae ) with potential use for pest management. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 369-74.
  - 20 Celestino.D,Braoios .G,Ramos.R,Gontidjo.L, Guedes.R,2014** azadirachtin mediated reproductive response of the predatory pirate bug *Blaptostethus pallescens* –*Biocontrol* 101007/S10526-014-9601Z.
  - 21 Charleston D.S., Kfir R., Dicke M. et Vet L. E.M., 2006.** Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: A field test of laboratory findings, *Biological Control*, 39, 105–114
  - 22 Chouache T.M ., 2014:** Contribution à l'étude des activités antioxydantes, et antimicrobiennes des extraits de quelques plantes médicinales, Thèse de doctorat en biologie, Université Abou-Bakr-Belkaid, Tlemcen, 122p.
  - 23 Chouibani M., Ouizbouben A. et Kaack H., 2015 -** Protection intégrée des agrumes. Direction de la Protection des Végétaux-des Contrôles Techniques et de la Répression des Fraudes, Maroc, 77p
  - 24 Chiffelle, G., Huerta, F., and Lizana, R. 2009.**"Physical and chemical characterization of *Melia azedarach* L. fruit and leaf for use as botanical insecticide." *Chilean journal of agricultural research*, 69(1), 38-45
  - 25 Copping L., 2004:** *The Manual of Biocontrol Agents: A World Compendium: A World Compendium [formerly! The Biopesticide Manual]*, British Crop Protection Council, 752 p.
  - 26 Coria C., Almirón W., Valladares G., Carpinella C., Ludueña F., Defago M. et Palacios S., 2008.** Larvicidal and oviposition deterrent effects of fruit and leaf extracts

- from *Melia azedarach* L. on *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae), *Bioresource Technology*, 99, 3066–3070.
- 27 Copping L., 2004:** *The Manual of Biocontrol Agents: A World Compendium: A World Compendium [formerly! The Biopesticide Manual]*, British Crop Protection Council, 752 p.
- 28 De N.E.A.B., Costa A.S. et Lourençao A.L., 1997.** *Melia azedarach* extract as an antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), *Florida Entomologist*, 80(1), 92-94.
- 29 Delassus M., Brichet J., Balachowsky A & Lepigne A., 1931.** Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et les moyens pratiques de les combattre. Ed. Recher. Agro.Algerie.pp : 53-62.
- 30 Delrio G., 1985.** Tephritid pests in citriculture. CEC/Porc.Experts meeting. Acireal; Balkema. Rotterdam Integrated pest control in citrus. Ed. Recher. Cavaloro and Dimartino: 135-149.
- 31 Dridi B., 1995:** Journées techniques sur la lutte contre la mineuse et la cécidie des agrumes.
- 32 Duyck P. F. et Quilici S., 2001 -** Etude comparée de la biologie du développement chez trois espèces de mouches des fruits (*Ceratitis* spp.)(Diptera : Tephritidae), nuisibles aux cultures fruitières à la Réunion. AMAS : Food and Agricultural Research Council, Reunion, Mauritius, p.p. 105-113
- 33 Dwivedi S.C. et Shekhawat N.B., 2004.** Repellent Effect of Some Indigenous Plant Extracts Against *Trogoderma granarium* (Everts) *Asian J. Exp. Sci.*, 18, N°1&2, 47-51.
- 34 Dyck V. A., Hendrichs J. and Robinson A. S., 2005 -** Sterilizing insects with ionizing radiation. *Sterile Insect Technique, principals and practice in Area-wide integrated pest management*, 799 p.
- 35 -Estéphan, S. A., and Hayar, S. 2003.** "Effets d'amendements organiques et de deux pesticides sur le nombre de nématodes dans un sol agricole.
- 36 Estienne P. et Godard A., 1970 –** *Climatologie*. Ed. Armand Colin. Collection, Paris, 365 p.
- 37 Fella H., 1996 -** Contribution à l'étude de la bioécologie de la mouche Méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedmann 1829 (Diptera: Tephritidae) sur fruits d'été. Mémoire de Fin d'Etudes de Cycle de Spécialisation. Institut National Agronomique de Tunisie, Tunisie, 237 p.
- 38 Feron M., 1962 :** L'instinct de reproduction chez la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wied. Comportement sexuel, comportement de ponte. *Rev. Pathol. veget. Entomol. Agri. France.* (41). pp: 1-129.
- 39 Fillipi J.R., 2003 :** Une architecture logicielle pour la multi-modélisation et la simulation à fruitière, Montpellier., 4p.

- 40 Gahbiche H., 1993** - Contribution à l'étude de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedmann (Diptères, Tephritidae) dans deux biotopes du Nord de la Tunisie. Mémoire de fin d'étude du cycle de spécialisation de l'INAT, pp. 5-107.
- 41 Gautier M., 1988:** La culture fruitière. Vol. 2: Les productions fruitières. Ed. JB: Baillière.
- 42 -Ghnaya, A. B., Hamrouni, L., and Hanana, M. 2013.**"Notes ethnobotanique et phytopharmacologique sur *Melia azedarach* L. "Phytothérapie, 11(5), 284-288.
- 43 Guarrera P.M., 1999.** J. Ethnopharmacology, 68, 183
- 44 -Hajaniaina OM. 1996.** Évaluation de l'efficacité de lutte traditionnelle contre les poux du riz par l'utilisation des plantes *Buddleja Madagascariensis* Lamark et *Fucraea gigantea*. Vent, ENS, université d'Antananarivo, p. 37
- 45 -Hammad E. M. A., Zournajian H., et Talhouk S. 2001.** Efficacy of extracts of *Melia azedarach* L. callus, leaves and fruits against adults of the sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae). Journal of Applied Entomology.125, 483-488.
- 46 -Honglei Zhou., Atsuko Hamazaki., Jose Domingos Fontana., Hironobu Takahashi., Tomoyuki Esumi., Carolina Bueno Wandscheer., Hiroaki Tsujimoto., et Yoshiyasu Fukuyama 2004.** New ring C-*seco* limonoids from brazilian *Melia azedarach* and their cytotoxic activity. Journal of Natural Products. 67 (9), 1544-1547.
- 47 Isman M.B., 1998.** Neem and related Natural Products, in Biopesticides. Use and Delivery (Franklin R. H. Et 1.1. Menn), Eds.Humana Press, Totowa, New Jersey, 139-154
- 48 Isman M.B., 2006.** Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Ann. Rev. Entomol.*, 51, 45-66.
- 49 Jacquemond C., Curck F. et Coord, 2013** - Les clémentines et autres petits agrumes. Ed. Quae. Versailles Cedex. France. 363 p.
- 50 Jarraya A., 2003** - Principaux nuisibles des plantes cultivées et des denrées stockées en Afrique du Nord. Leur biologie, leurs ennemis naturels, leurs dégâts, leur contrôle. Edition Climat Publications, Tunis, 415 p.
- 51 -Juan Andreu., Albert Sans et Magi Riba 2000.** Antifeedant activity of fruit and seed extracts of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on larvae of *Sesamia nonagrioides*. *Phytoparasitica*. 28 (4), 311-319
- 52 Khan, M. F., Rawat, A. K., Pawar, B., Gautam, S., Srivastava, A. K., and Negi, D. S.2014.**"Bioactivity-guided chemical analysis of *Melia azedarach* L.(Meliaceae), displaying antidiabetic activity." *Fitoterapia*, 98, 98-103.
- 53 Knight, J. D. 2001.** Cost/benefit economic analysis of SIT for controlling medfly in the Cap Bon area. Document C3-TUN/5/020-03 01. Joint FAO/IAEA Division, Vienna, Austria.
- 54 Kumar, R. 1991.** La Lutte Contre les Insectes Ravageurs. Karthala et CTA. Paris : 10-311p. ISBN 2- 86537-333-9

- 55 Lachihab A., 2008 :** Optimization de la dose d'irradiation dans le cadre d'un projet de larvae. Proc. 2nd Int. neem conf. Rottach.Egern, 29 p.
- 56 Lavie D., Jain M.K. et Shpan-Gabrielith S.R., 1965.** A locust phagorepellent from two *Melia* species. Chem. Commun. 910–1911
- 57 Lekchiri A., 1982:** La cératite au Maroc. CEC/IOBC. Symposium. Athens. Ed. R. Cavalloro. pp: 571-576.
- 58 Loussert R., 1987 -** Les agrumes, arboricultures. Ed. Mkalles–Mar Roukoz. Liban. Technique scientifique universitaire, 113 p.
- 59 M. A. P. M., 2013 -** Note de veille secteur agrumicole Novembre 2013. Note stratégique, n° 97, 19 p.
- 59 Marangoni. 2009.** Elimination of in vitro bacterial contaminants in shoot cultures of MRS2/5' plum hybrid by the use of *Melia azedarach* extracts. European Journal of Plant Pathology. 123, 195-205.
- 60 Mazzonetto F. et Vendramim J., 2003.** Effect of powders from vegetal species on Medecine of Chemistry Anticancer Agents.5, 149–56.
- 61 Meftah, H., Boughdad, A., and Bouchelta, A. 2011."**Effet biocide des extraits aqueuxbruts de *Capsicum frutescens*,*Melia azedarach* et *Peganum harmala* sur *Euphyllura olivina* Costa (Homoptera, Psyllidae) en verger."Cahiers Agricultures, 20(6), 463-467 (1).
- 62 Miller, J. H., Chambliss, E. B., & Loewenstein, N. J. 2010.** Field Guide for the Identification of Invasive Plants in Southern Forests. DIANE Publishing Medellín, 50(2), 186
- 63 Mordue L.A.J, Morgan .E .D , Nisbet .A.J2010.**Addendum : Azadirachtin a natural product in insect control :An update in :Gilbert .L.I&Gill.S.S(eds) Insect control .Elsevir , oxford .u k .204-206
- 64 Naganishi K., 1975.** Structure of the insect antifeedant azadirachtin. In: Recent advances in phytochemistry, VC Runeckles (ed.), Plenum, New York, N.Y.5, 283–298.
- 64 Nakatani M., Adel M.M. et Sehna F., 1995.** Azadirachtin potentiates the action of ecdysteroid agonist RH-2485 in *Spodoptera littoralis*. *Journal of Insect Physiology*, 46, 267–274.
- 65 Nahak G. et Sahu RK. 2010.** *In vitro* antioxidative acitivity of *Azadirachta indic a* and *Melia azedarach* Leaves by DPPH scavenging assay. Natural Sciences. 8(4),22-28.
- 66 Natalli N. G., Menkissoglu-Spiroudi U., et Giannakou I. 2010.** Nematicidal activity of powder and extracts of *Melia azedarach* fruits against *Meloidogyne incognita*. Ann. Applied. Biology. 156, 309-317.
- 67 Nébie R.C.H., 2005.** Etude des huiles essentielles de plantes aromatiques du Burkina : neem tree. Proc. 1st Int. neem Conf. Rottach-Egern, 294 p.

- 69 Norrbom, A. 2004.** Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Classification and diversity, Systematic and Entomology Laboratory, ARS, USDA, Department of entomology, NMNH, SI; The Diptera Site.
- 68 O.E.P.P., 1996 –** *Ceratitis capitata* : In: Organismes de quarantaine pour l'Europe. Ed. CAB international, Wallingford, Royaume-Uni. 3 p.
- 69 Orts R. & Giraud M., 2006 :** Protection intégrée pommier-poirier. 2ème éd : centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 324p.
- 70 Oukil S., 1995 :** Effet des insecticides et des radiations ionisantes en relation avec la variabilité de *Ceratitis capitata* (Diptera : trypetidae). Thèse 3ème cycle. Univ. Aix-Marseille III Fac. Sci. Tech. St. Jerome. 138p.
- 71 Palacios S., 2008.** Larvicide and oviposition deterrent effects of fruit and leaf extracts from *Melia azedarach* L. on *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae), Bioresource Technology, 99, 3066–3070
- 72 Pérez-Pacheco R., Rodríguez C., Lara-Reyna J., Montes R. et Ramírez G., 2004.** Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say.) (Diptera: Culicidae). Acta Zool. Mex. Nueva Serie, 20(1), 141-152
- 73 Praloran G, 1971 :** les agrumes. Techniques agricoles et production tropicale. Ed. Maison Production, neuve et lanos , paris. 556p.
- 74 Riba G., et Silvy C., 1999.** Biopesticide contre maladies, insectes mauvaises herbes. La lutte biologique (II). Dossier de l'environnement de l'INRA Paris (19): 157-201.
- 75 Russell, T., and Cutler, C. 2008.** L'encyclopédie mondiale des arbres: Hachette.
- 76 Sadoudi D., 2007.** Bioécologie de la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824 (Diptera : Trypetidae) dans quelques vergers de la Kabylie. Thèse de Doctorat Univ. Mouloud Mammeri T.O. 179 p.
- 77 -Sagoua, W. 2009.** Etude synergique du couplage du Système Lactoperoxydase avec d'autres molécules naturelles actives ayant des propriétés antifongiques pour l'amélioration de la conservation en frais des bananes, Université d'Avignon
- 78 Schluter U. et Schulz W.D., 1983.** Structural damages caused by neem in *Epilachna verivestis*: a summary of histological and ultrastructural damage. 1. Tissues affected in larvae. Proc. 2nd Int. neem conf. Rottach-Egern, 29 p.
- 79 Schmutterer H., Ascher K.R.S. et Rembold H. 1981.** Natural pesticides from the neem tree. Proc. 1st Int. neem Conf. Rottach-Egern, 294 p.
- 80 Senthil S., et Nathan 2006.** Effects of *Melia azedarach* on nutritional physiology and enzyme activities of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae). Pesticide Biochemistry and Physiology. 84, 98–108
- 81 Shin-Foon C., 1984 .** The active principles and insecticidal properties of some Chinese plants, with special reference to Meliaceae. 255-262

- 82 Soummane H., M. Larhsini, K. Naamani and J. Coll, 2011.** Studies of Larvicidal and Adulticidal Activities of Some Halophyte Plant Extracts Against *Ceratitidis capitata* (Wiedemann). *Journal of Entomology*, 8: 548-556.
- 83 Sproul A.N., 1983:** fruit fly control in backyard orchards. Farmnote N°120, West. Dep. Agric. 3p
- 84 Subapirya R., et Nagini S. 2005.** Medicinal properties of neem leaves: a review. Current tabaci (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology*. 125, 483-488. *Technology*, 99, 3066–3070
- 85 Tinzaara W., Tushemereirwe W., Nankinga C. K., Gold C.S. et Kashaia I., 2006.** The potential of using botanical insecticides for the control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae), *African Journal of Biotechnology*, 5 (20), 1994-1998
- 86 Valladares G.R., Ferreyra U D., Defago M.T., Carpinella M.C. et Palacios S. 1999.** Effects of *Melia azedarach* on *Triatoma infestans*, *Fitoterapia*, 70, 421-424
- 88 Vayssières J.-F., Adandonon A., Sinzogan A. & Korie S. 2010.** Diversity of fruit fly species (Diptera: Tephritidae) associated with citrus crops (Rutaceae) in Southern Benin in 2008-2009. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 4, 1881-1897.
- 87 Vergara R., Escobar C. et Galeano P., 1997.** Potencial insecticida de extractos de *Melia azedarach* L. (Meliaceae). *Actividad biológica y efectos*. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 50(2), 186.
- 88 Wandscheer C.B., Duque J.E., da Silva M.A.N., Fukuyama Y., Wohlke J.L., Adelmann J., Fontana J.D., 2004.** Larvicidal action of ethanolic extracts from fruit endocarps of *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* against the dengue mosquito *Aedes aegypti*. *Toxicon*, 44, 829–835.
- 89 Weems H., 1981:** Mediterranean fruit *Ceratitidis capitata* Wied. (Diptera : Trypetidae). *Pep. Agric. Cumer, Dir. Plant Industry. Entomol. Circ. Florida* (230), 12p.
- 90 Wharton R.A., Trostie M.K., Messing R.H., Copeland R.S., Kimani-Njogu S.W. & Sivinski J., 2000:** Parasitoids of medfly, *Ceratitidis capitata*, and related tephritids in Kenyan coffee: a predominantly Koinobiont assemblage. *Bull. Entomol. Reseach*. Volume 90, Number 6: 517-526.
- 91 White I.M. & Elson-Haris M.M ; 1992:** : Fruit Flies of Economic Significance: their identification and bionomics. C.A.B. ACIAR : 12-601.
- 92 Zucoloto F. S., 1993** -Acceptability of different Brazilian fruits to *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) and fly performance on each species. *Brazilian J. M. Biol. Res.*, (26): 291-298.

# **Annexes**



**L'aspect de *Melia azedarach***



**Disposition expérimental**