

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/FSNVST/DEP.AGRO/22

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques
Spécialité : Phytopathologie

Présenté par :

ARAB Faiza & HEBBOUL Souhila

Thème

Relation maladies et ravageurs de faiblesse chez le figuier (thème théorique)

Soutenu le : 15 / 09 / 2022

Devant le jury composé de

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Etablissement</i>	
<i>M. MENZER N.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>M. BELKACEM M.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>
<i>M. RAI A.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude tout d'abord à dieu de nous avoir donné courage, volonté, santé et force pour réaliser ce travail.

Nous remercions vivement **M. BELKACEM Mohamed** d'avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour tous ses conseils, son suivi et sa disponibilité.

Nos remerciements sont également adressés à **M. MENZER N** qui a généreusement accepté de présider le jury de notre soutenance et à **M. RAI A.** d'avoir accepté l'examen de ce travail et sa mise en valeur.

Nous remercions également l'ensemble des enseignants qui ont veillé à notre formation durant notre parcours Universitaire.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail

A ma mère qui m'a accompagné dans tous mes moments avec son soutien et son amour

A mon père qui sera toujours dans mon cœur

A mes frères et leurs familles

A tout ma famille, mes proches et mes amis

A tous ceux que j'aime.

Faiza

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1: les virus moléculairement caractérisés trouvés dans les figiers affectés de mosaïque	25
---	----

Liste des Figures

Liste des figures

Figure 1: Distribution géographique du figuier dans le monde	18
Figure 2: Coupe transversale d'une figue	19
Figure 3: Cycle biologique simplifié du figuier et de son pollinisateurs	22
Figure 4: Les principaux producteurs de figes en 2019	23
Figure 5: Les symptômes du FMV -A- sur les feuilles -B- sur les fruits	26
Figure 6: <i>Aceria ficus</i> vecteur de la FMV observé sous microscope électronique	27
Figure 7: Corps à double membrane (DMB, flèches) associés à la maladie de la mosaïque du la figue dans les cellules du mésophylle	27
Figure 8: <i>Cerotelium fici</i> (A- les pustules de la rouille sur les faces des feuilles B- urédospores de <i>Cerotelium fici</i> sous microscope	28
Figure 9: <i>Ceratitis capitata</i> (A: la puppe B: male adulte)	30
Figure 10: <i>Silba adipata</i> (A: les œufs B: la puppe C: la larve D: femelle adulte déposant des œufs dans l'ostiole de la figue)	32
Figure 11: <i>Ceroplaste rusci</i> (A: forte infestation par <i>C.rusci</i> sur figuier B:jaunes stades sur la face supérieure des feuilles	34
Figure 12: <i>Homontoma ficus</i> sur figuier (A: nymphe B: larve C: adulte)	36
Figure 13: <i>Choreutis nemorana</i> (A: adulte B:larve dans une toile lache)	38

Sommaire

Sommaire

Remerciements.....	i
Dédicace.....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des figures	iv
Sommaire	v
Introduction.....	13
Chapitre I : Généralités sur le figuier.....	15
I.1. Les origines et la répartition géographique du figuier.....	17
I.2. Classification botanique	18
I.3. Morphologie et description.....	18
I.4. Le cycle de développement	20
I.5. Exigences climatiques	20
I.6. Exigences édaphiques.....	21
I.7. Exigences hydriques	21
I.8. La pollinisation	21
I.9. La production mondiale des figues.....	22
I.10. La production nationale des figues	23
Chapitre II : Les maladies et ravageurs du figuier.....	24
II.1. Les maladies virales et cryptogamiques.....	25
II.1.1. La mosaïque du figuier (Fig Mosaic Disease : FMD).....	25
II.1.2. Pourridié des racines	27
II.1.3. Chancre du figuier	27
II.1.4. Rouille du figuier	27
II.2. Les ravageurs.....	28
II.2.1. La mouche méditerranéenne des fruits ou cératite (<i>Ceratitis capitata</i>)	28
II.2.1.1. La classification de la <i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1829)	28
II.2.1.2. Les caractères morphologiques	29
II.2.1.3. Cycle de vie.....	29
II.2.2. Mouche noire de figuier (<i>Silba adipata</i>)	30
II.2.2.1. La classification de la <i>Silba adipata</i> (Mcalpine 1956).....	31
II.2.2.2. Les caractères morphologiques	31

II.2.2.3. Cycle de vie.....	31
II.2.3. La cochenille du figuier (<i>Ceroplastes rusci</i> , Linnaeus, 1758)	32
II.2.3.1. La classification de la <i>Ceroplastes rusci</i> (Linnaeus, 1758)	33
II.2.3.2. Les caractères morphologiques	33
II.2.3.3. Cycle de vie.....	33
II.2.4. Psylle du figuier (<i>Homotoma ficus</i> , Linnaeus 1758).....	34
II.2.4.1. La classification de la <i>Homotoma ficus</i> (Linnaeus, 1758)	35
II.2.4.2. Les caractères morphologiques	35
II.2.4.3. Cycle de vie.....	35
II.2.5. Teigne de figuier (<i>Choreutis nemorana</i> , Hunber).....	36
II.2.5.1. La classification de la <i>Choreutis nemorana</i> (Hunber,1799)	37
II.2.5.2. Les caractères morphologiques	37
II.2.5.3. Cycle biologique	38
II.2.6. Autres ravageurs.....	38
<input type="checkbox"/> Scolyte du figuier (<i>Hyporborus ficus</i>).....	38
<input type="checkbox"/> Acarien	39
<input type="checkbox"/> Hyménoptères.....	39
<input type="checkbox"/> Nématodes parasites	39
Chapitre III : Discussion sur la relation maladie ravageur	40
III.1. Les phytovirus.....	41
<input type="checkbox"/> Transmission mécanique	42
<input type="checkbox"/> Relation biologique	42
<input type="checkbox"/> Les virus persistants circulant.	42
<input type="checkbox"/> Les virus persistants propagatifs	42
III.2. La transmission des maladies fongiques par les insectes vecteurs	43
<input type="checkbox"/> Quelques exemples sur les relations symbiotiques entre les champignons et les insectes .	43
Conclusion et perspectives.....	47
Références bibliographiques.....	52
Résumé.....	63

Introduction

Introduction

Le figuier est un arbre de la famille de Moracées qui appelé *Ficus carica L* qui signifie verrue pour *Ficus* (le lait du figuier qui soigner les verrues), et *carica* fait allusion à une région en Turquie (Oukabli, 2003). Le figuier est un arbre sacré connu depuis très longtemps dans diverses civilisations et religion (ElBouzidi, 2002). *Ficus carica Linn* est l'un des premiers fruits cultivés dans l'histoire humaine. Aujourd'hui, il est consommé partout dans le monde (Mat *et al.*, 2019). Il est connu depuis longtemps pour ses propriétés thérapeutiques et nutritionnelles. La figue a été utilisée comme aliment (sous forme fraîche ou séchée), médicament et édulcorant (Haesslein *et al.*, 2008). Dans le Saint Coran, le figuier est également mentionné dans sourate Attine : « Parler figuiers et oliviers » (Coran 95 :1) contribua à le sanctifier dans la société islamique. La facilité de culture est due à son système racinaire très développé (Pontappidan, 1997).

Les pays méditerranéens sont les plus grands producteurs de figues au monde, avec une production mondiale en 2011 atteignant un million de tonnes (Bey et Louaileche, 2015). La Turquie est le plus grand producteur de figues au monde avec une production atteignant 25% de la production mondiale. Elle occupe la première place dans le commerce des figues fraîches et sèches suivi par l’Egypte, l’Algérie et le Maroc. La production algérienne a atteint 150000 tonnes (Gozlekci, 2011 ; Bey et Louaileche, 2015). Les figuiers sont cultivés dans toute l’Algérie en raison de son adaptation climatique et leur valeur nutritionnelle et thérapeutique. La production de figues est concentrée principalement dans la région de Kabylie (Mard, 2012). La figue présente une importante source d’énergie et de nutriments tels que les minéraux, les fibres et nombreuses substances bioactives comme les vitamines et sans gras et cholestérol (Guvenc *et al.*,2009 ; Imran *et al.*,2011). Les figues sont considérées comme l’une des plantes médicinales importantes dans le domaine de la médecine traditionnelle, utilisées dans le traitement de divers troubles tels que le cancer et les maladies cardio-vasculaires en raison de sa richesse en polyphénols et flavonoïdes, connus pour leurs propriétés thérapeutiques (antioxydant, anticancéreuse) (Ergul *et al.*,2019 ; Ara *et al.*,2020).

En raison de l'importance de cette plante, nous avons touchés dans le cadre de ce travail les maladies et ravageurs les plus courants du figuier et la relation entre eux. Ce mémoire est composé de trois chapitres, le premier chapitre comprend une analyse bibliographique sur le figuier, le deuxième chapitre nous avons parlé sur les maladies et les ravageurs qui peuvent affecter notre arbre. Dans le troisième chapitre nous avons discuté la relation maladies et ravageurs et le rôle des insectes dans la transmission des maladies virales et fongiques. Nous terminerons ce travail par une conclusion et perspectives.

Chapitre I : Généralités sur le figuier

I.1. Les origines et la répartition géographique du figuier

Cette espèce millénaire connue était cultivée par les Phéniciens, les Égyptiens et les Grecs jusqu'à ce qu'elle soit considérée comme endémique à ces milieux. C'est les Carthaginois et les Grecs qui ont étendu la culture des figuiers communs dans tout le bassin méditerranéen. Le figuier a un bon développement dans les zones à faible humidité, fort ensoleillement, étés chauds et secs, il ne peut pas être planté dans des zones où la température hivernale est inférieure à 5°C (Charles, 2002 ; Oukabli, 2003).

Le figuier est un arbre à feuilles caduques originaire d'Asie du Sud-ouest et pousse généralement dans la région méditerranéenne (Petkova *et al.*, 2019). Zohary et Hopf (1988) rapportent que les figuiers trouvés près du nord-ouest de la Turquie et de ses régions sont les ancêtres des figuiers apprivoisés par l'homme.

Zohary et Hopf (2000) émettent l'hypothèse que les figuiers communs ont d'abord été domestiqués en Méditerranée orientale, puis se sont répandus en Méditerranée occidentale au cours des siècles. En Méditerranée occidentale, pendant des siècles en 6600 avant JC, le figuier a été introduit probablement dans la Grèce antique par la tribu sémitique palestinienne vers le 8ème siècle avant JC. Et puis l'Anatolie, qui s'est ensuite étendue vers les pays de la mer Adriatique jusqu'à l'Italie au nord de la Méditerranée. De plus, les Phéniciens ont permis aux figuiers de s'étendre en Afrique du Nord, en Espagne et au Portugal, peut-être avant de s'étendre en Grèce et en Italie.

Ficus carica L est la seule espèce appartenant au genre *Ficus* qui est cultivée pour ses fruits comestibles. Il est cultivé principalement à la région méditerranéenne et également cultivé commercialement dans certaines régions en Amérique (États-Unis, Chili) après la conquête du nouveau continent par l'Espagne et le Portugal, avec une faible fréquence en Chine, Japon, Inde et Arabie Saoudite (Michel, 2002 ; Giraldo *et al.*, 2005 ; Patil *et al.*, 2010).



Figure 1: distribution géographique du figuier dans le monde (Vidaud,1997)

I.2. Classification botanique

Le figuier à $2n = 26$ chromosomes appartient au genre *Ficus* et à la famille des Moracées. Le genre *Ficus* contient 600-1500 espèces, principalement répartis dans les régions tropicales et subtropicales, et considéré comme le genre avec le plus grand nombre d'espèces (Berg, 2003). La classification botanique du figuier selon (Gaussen *et al.*, 1982) est la suivante :

- Règne : Plantae
- Embranchement : Phanérogames
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous-classe : Hamamelidées
- Ordre : Urticales
- Famille : Moracées
- Genre : *Ficus*
- Espèce : *Ficus carica*

I.3. Morphologie et description

La figue n'est pas un vrai fruit, mais un réceptacle charnu. Les branches se sont avérées solitaires et sessiles, avec des couleurs de vert, jaune, magenta à noir, pyramidales, parfois arrondies, hautes de 5 à 8 cm, et couvertes de poils fins à l'extérieur (Starr *et al.*, 2003) . A la maturation, le syconium se transforme en une

structure charnue, qui renferme de quelques dizaines à plusieurs milliers de petites graines ou akènes, qui sont les vrais fruits (Brien *et al.*, 2002).

Le figuier, en culture, est un arbre buissonnant de 1.5 à 5 mètres de haut, mais qui peut dépasser 10 m en croissance libre, avec des nombreuses branches étalées et un tronc de plus de 7 pieds de diamètre. Dans toutes les parties du figuier, circule une sève blanche laiteuse, le latex, à caractère irritant pour la peau à cause de son contenu enzymatique essentiellement constitué d'une protéase appelée « ficine ». La noix de figuier, la figue, pousse sessile ou tige (jusqu'à 3 cm de longueur) à l'aisselle des feuilles, seule ou par paires, et est offerte dans une variété de formes et de tailles et en couleur (Chawla *et al.*, 2012 ; Lim, 2012).

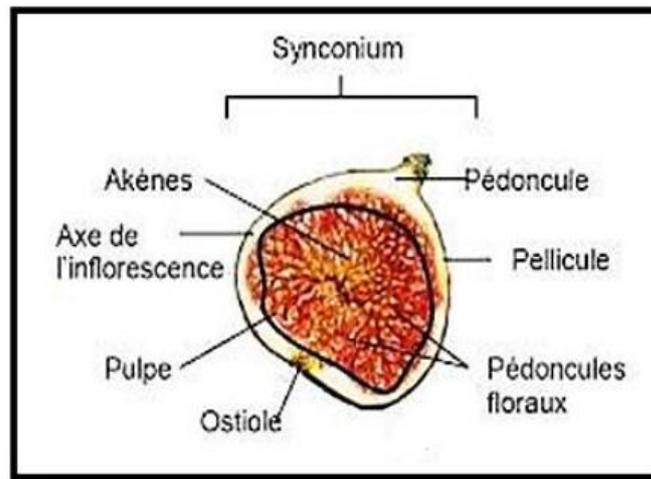


Figure 2: Coupe transversale d'une figue (Deborah et Stéphanie, 2008).

Le figuier est un arbre à feuilles caduques qui tombent pendant l'hiver, en dormance végétative, il est caducifolié ou sempervirent. On peut le retrouver sous une forme d'arbre ou d'arbuste et pourrait atteindre jusqu'à 15 m de hauteur dans les zones humides. Le figuier possède une grande capacité d'adaptation à différents climats, il est donc possible de créer plusieurs variétés avec des aspects et des morphologies différentes. Le bois contient le latex, le latex est considéré comme un métabolite secondaire et joue un rôle de protecteur contre les agressions extérieures. L'arbre possède des branches couvertes d'une écorce mince non rugueuse et passant du vert au blanc ou au gris clair avec l'âge. Le système racinaire est peu profond et très dispersé, situé à 80% à 45 cm de profondeur et peut atteindre jusqu'à 15 mètre de

large. A partir de la troisième année de vie, l'arbre présente une excroissance ou sphérique ou allongée, formée de jeunes bourgeons dormantes et situés près des cicatrices des nœuds (Flores Domingues, 1989 ; Ferguson *et al.*, 1990 ; Ferguson, 1997 ; Giraldo *et al.*, 2005).

I.4. Le cycle de développement

Les bourgeons de figuier commencent généralement à s'ouvrir de début mars jusqu'au début avril, selon les conditions météorologiques, la zone de culture et la variété cultivée. Au début, le taux de croissance est lent puis augmente rapidement jusqu'à ce que la fin juin. Puis la vitesse de croissance commence à ralentir jusqu'à un arrêt complet fin juillet et début août, lorsque les bourgeons cessent complètement de croître et que des écailles protectrices, annonçant que la plante est entrée en phase de dormance, et après une période de temps (début novembre) les feuilles commencent à tomber et les arbres sont complètement dépouillés. Puis l'arbre entre dans la phase hivernale (Valdeyron, 1967).

I.5. Exigences climatiques

Le figuier a peur d'une forte baisse de température en hiver, car des dommages commencent à se produire sur le système végétatif à une température de -7° C. La gravité de ces dommages varie en fonction de l'âge et de la force de l'arbre et de la durée de la chute de température. Une température de -15° C et moins est considérée comme mortelle pour tout l'arbre. Quant aux gelées printanières, certaines années, elles peuvent affecter la première récolte (fleur de figuier) chez les variétés qui produisent deux saisons, surtout lorsque la température descend à -4° C. La bonne qualité des figues nécessite une température élevée en été et une humidité de l'air modérée, tandis que la température s'élevant au-dessus de 45° C entraîne l'épaississement de la peau du fruit et devient coriace. Les fruits qui poussent dans un été frais et humide près des zones côtières sont plus gros que leurs homologues poussant dans les régions chaudes de l'intérieur et diffèrent par leur couleur et leur texture. Cependant, les fruits des régions intérieures sont plus sucrés que les fruits côtiers, et l'occurrence de brouillard et de pluie avec le temps froid pendant la maturation des fruits conduit à la fissuration et à la pourriture. L'effet de l'air sur les figues est relativement faible par rapport aux autres types de fruits, car il n'entraîne pas la chute des fruits, mais peut affecter leur qualité en raison du frottement avec les

branches et entraîner la rupture des feuilles (Mauri,1939 ; Laumonier,1960 ; Vidaud,1997).

I.6. Exigences édaphiques

Les figues poussent dans différents types de terres à condition qu'elles soient bien drainées, et les arbres peuvent supporter relativement la sécheresse, la salinité et une certaine alcalinité. Les arbres tolèrent également un pourcentage élevé de calcium dans le sol, mais la croissance des arbres est limitée et donc leurs fruits sont moins par rapport aux bonnes terres jaunes qui sont exemptes de sel. Le PH favorable à sa culture est de 5,5 à 8 (Ferguson *et al.*, 1990 ; Aksoy,1998).

I.7. Exigences hydriques

Le figuier est considéré comme l'un des arbres les plus fructueux et résistant à la soif et à la sécheresse en raison de sa capacité à absorber l'humidité du sol, quel que soit son pourcentage, grâce à son système racinaire épais, cunéiforme et ramifié. Mais il montre une réponse positive aux ajouts d'irrigation réguliers en termes de vitesse de croissance, d'entrée précoce en fructification, de quantité et de qualité de la récolte (Flaishman *et al.*,2008).

I.8. La pollinisation

Les figuiers et leurs guêpes pollinisatrices (Hymenoptera : Agaonidae) représentent un mutualisme obligatoire bien connu. Chaque ficus espèce dépend d'une guêpe figuier obligatoire pour pollinisée, et en retour les arbres fournissent nutrition et espace pour que les larves de guêpes se développent à l'intérieur d'inflorescences fermées. Les figues individuelles passent par plusieurs stades de développement, notamment « Phase A : fleurs pré-femelles », « Phase B : fleurs femelles » « Phase C : interfloral », « phase D : fleurs mâles » et « phase E : postflorale », sur une période de plusieurs semaines ou mois. Les guêpes pollinisatrices pénètrent dans les figues réceptives (phase B) par une entrée spécialisée pour pollinisée et pondre dans les fleurs femelles à l'intérieur. La progéniture des guêpes des figues se développera dans les figues au stade C jusqu'à leur émergence (phase D), les guêpes pollinisatrices femelles quittent les figues percées par guêpes mâles aptères à la recherche de nouveaux hôtes réceptifs et du

cycle de vie à nouveau. *Blastophaga psenses* est la guêpe pollinisatrice pour *Ficus carica* (Vidaud,1997 ; Wagner *et al.*,1999).

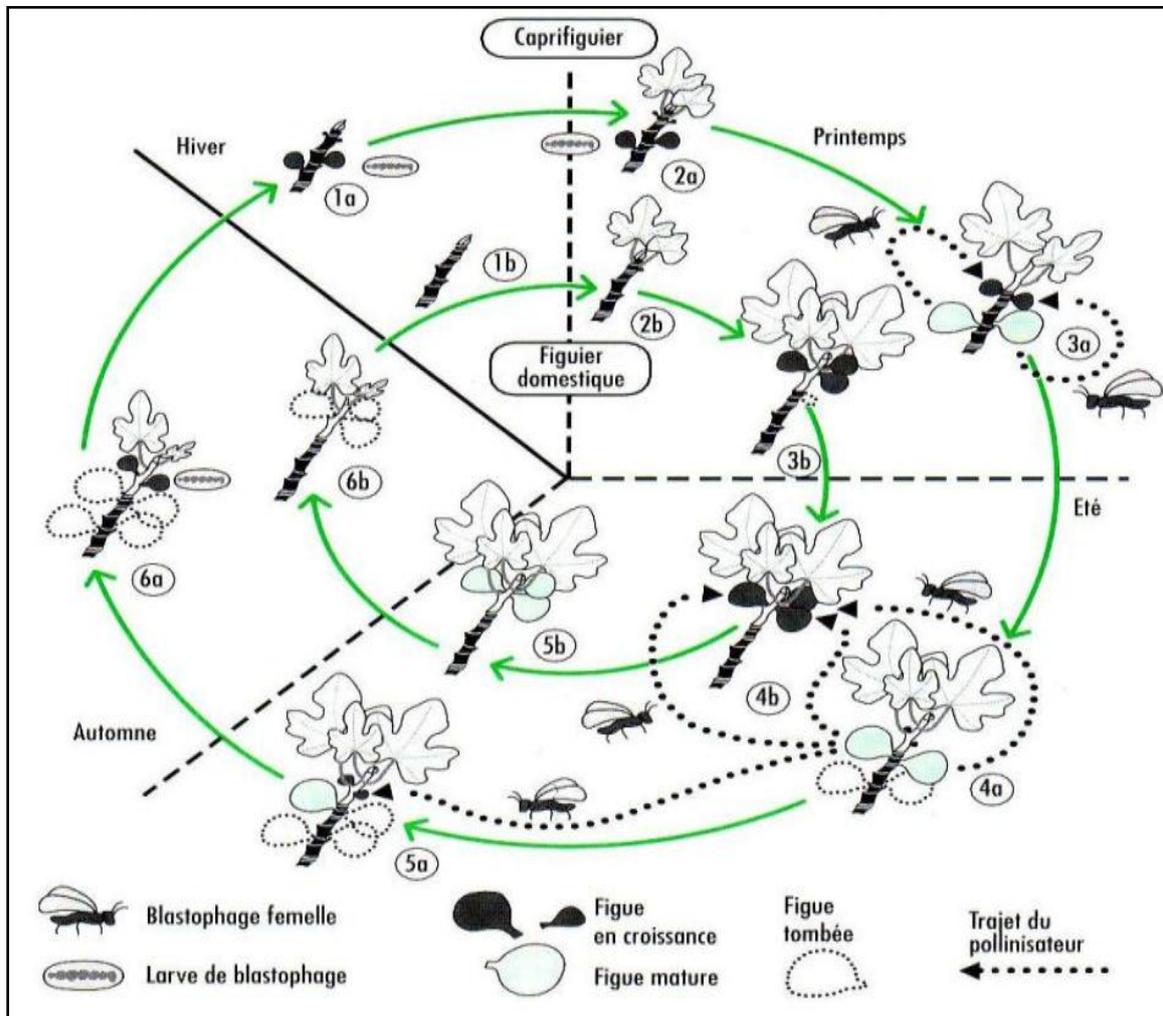


Figure 3: Cycle biologique simplifié du figuier et de son pollinisateurs (Vidaud, 1997).

I.9. La production mondiale des figes

En 2019 La production mondiale des figes a atteint 1 315 588 tonnes dont plus de 90% proviennent du bassin Méditerranéen et du Moyen Orient. Les quatre plus grands pays producteurs de figes fraîches sont la Turquie qui assure à elle seule, environ le quart de la production mondiale suivie par l'Égypte, le Maroc et l'Iran. Dans la même année, l'Algérie détient la cinquième plus grande production mondiale. Elle produit plus de 114 092 tonnes (Figure 4). Selon l'organisation mondiale FAO, la superficie récoltée mondiale de figuier a été estimée à 289 818 ha dont 62 969 ha

reviennent à la Turquie et 52 116 ha au Maroc. En Algérie, les plantations de figuier couvrent une superficie globale de 39 438ha (FAO, 2019).

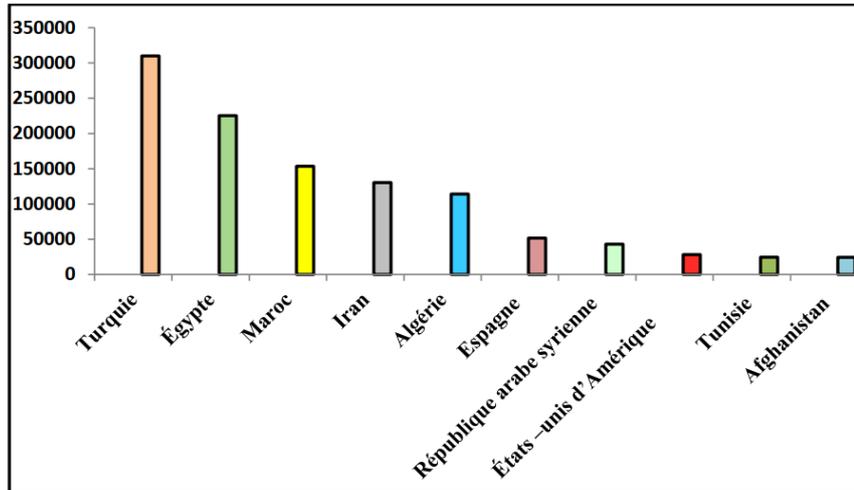


Figure 4: les principaux producteurs de figes en 2019 (FAO, 2019).

I.10. La production nationale des figes

La plantation des figes en Algérie occupe 39 830 ha, environ 6,9 % des plantations fruitières. Le figuier est classé en quatrième place, après l'olivier (33%), le palmier (20%) et les agrumes (9,1%). La production totale des figes est estimée à 606 900 Qt, dont plus de 80 % est consommée à l'état frais, le reste de la production est soumis au séchage (Ferradji *et al.*, 2011).

En Algérie, les figuiers sont cultivés dans tout le pays. La production algérienne de figes se concentre principalement dans les montagnes de Kabylie (Bejaïa et Tizi-Ouzou représentent respectivement 27% et 13% de la production nationale totale) (Mahmoudi *et al.*, 2018).

Chapitre II : Les maladies et ravageurs du figuier

Le figuier comme tous les arbres fruitiers possède des ennemis, dans ce travail nous allons parler sur les maladies et ravageurs les plus connus pour cet arbre.

II.1. Les maladies virales et cryptogamiques

On parle de maladies fongiques lorsque l'agent pathogène est un champignon, alors que la maladie virale est causée par un virus.

II.1.1. La mosaïque du figuier (Fig Mosaic Disease : FMD)

La mosaïque du figuier (FMD) est une maladie virale qui affecte les figuiers du monde entier. Ce a été décrite pour la premier fois en Californie au début des années trente (Bayouhd *et al.*, 2014). Les symptômes comprennent des taches chlorotiques et jaunâtres, une décoloration, une déformation et des motifs en mosaïque sur les feuilles et le fruit (Preising *et al.*, 2021). Plusieurs virus de genres différents sont associés à la (FMD) ont été identifiés sur figuier (Tableau1). Le virus de la mosaïque de la figue (FMV) est l'agent qui se produit dans les plantes symptomatiques plus souvent que n'importe lequel des autres virus à ARN infectant les figes, et est le principal incitateur de la mosaïque (Yahyaoui *et al.*, 2017). A l'exception de la FMV, on ne sait pas grand-chose sur les informations autres étiologies virales dans l'induction des symptômes. Cependant, des symptômes similaires à la maladie de la mosaïque sont apparus fréquemment observé dans les figuiers infectés sans FMV et les symptômes peuvent être stigmatisés non seulement par la FMV mais aussi par une infection virale mixte (Jamous *et al.*, 2020).

Tableau 1: les virus moléculairement caractérisés trouvés dans les figuiers affectés de mosaïque (Chimunti *et al.*, 2013).

Espèces virales	Genre
(FMV) fig mosaic virus	<i>Emaravirus</i>
(FLMaV-1) fig leaf mottle associated virus 1	<i>Closterovirus</i>
(FLMaV-2) fig leaf mottle associated virus 2	<i>Ampelovirus</i>
(FMMaV) fig mild mottle-associated virus	<i>Closterovirus</i>
(FFKaV) fig fleck-associated virus	<i>Maculavirus</i>
(FLV-1) fig latent virus 1	<i>Trichovirus</i>
(FCrV) fig cryptic virus	<i>Alphacryptovirus</i>
(FBV-1) fig badnavirus 1	<i>Badnavirus</i>

Les agents pathogènes qui causent la maladie de la mosaïque du figuier sont transmis par propagation végétative de boutures infectées provenant d'arbres malades à un autre sain et par bourgeonnement ou greffage de bourgeons reproducteurs infectés (Soliman, 2018), et dans la nature par l'acarien *Aceria ficus* mais pas avec des graines ou l'œuf d'acarien (Caglayan *et al.*, 2012). Les exception sont virus (FLV) et (FCV), qui sont des graines transmissibles (Preising *et al.*, 2021).

L'ultramicroscopie de tissus en coupe mince des feuilles de figuier symptomatique ont montré la présence de particulier liée à la membrane, ronde à ovoïde dense aux électrons structures de 90 à 200 nm de diamètre dans le cytoplasme de cellules de parenchyme, connues sous le nom de corps à double membrane DMBs (Elbeaino *et al.*, 2009 ; Caglayan *et al.*, 2010). Les DMBs contiennent des matières protéiques, de fines fibrilles et sont souvent à coté d'agrégats d'éléments filamenteux alambiqués denses aux électrons qui contiennent des glucides et sont partiellement digérés par la pronase. Ils sont aussi insensible à la tétracycline (Hafez *et al.*, 2011). Ces corps ronds ont été identifiés comme des particules du virus de la mosaïque de la figue (FMV) de la famille Bunyaviridae. Qui différaient par leur forme et leur taille (Caglayan *et al.*, 2009 ; Bayoudh *et al.*, 2017).

Ainsi, des tentatives pour produire des arbres exempts de FMD ont été lancées au milieu des années 1960, par thérapie ou méristème *in vitro* culture du pourboire. Les résultats de ces essais étaient encourageants dans la mesure où les plantules n'ont pas montré de symptômes. En tous cas, cependant, le type et le nombre de virus présents dans les plantes soumises à l'assainissement ont été déterminés avant et après le traitement (Chimunti *et al.*, 2013).

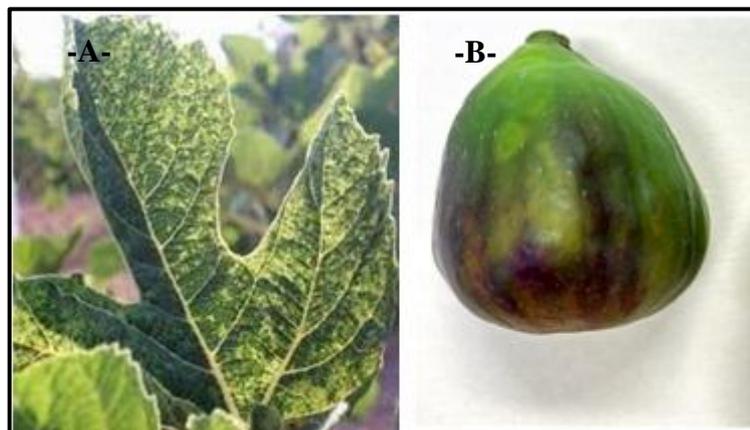


Figure 5: les symptômes du FMV -A- sur les feuilles - B- sur les fruits (Bayoudh *et al.*, 2016; Preising *et al.*, 2021).



Figure 7: *Aceria ficus* vecteur de la FMV observé sous microscope électronique (G:800x)(Caglayan *et al.*, 2012).

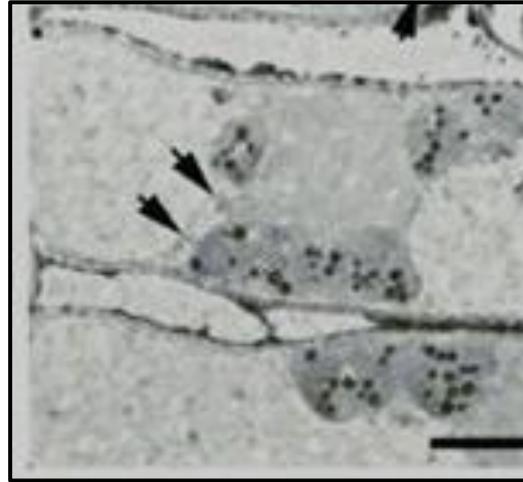


Figure 6: corps à double membrane (DMB, flèches) associés à la maladie de la mosaïque du la figue dans les cellules du mésophylle (Caglayan *et al.*,2009).

II.1.2. Pourridié des racines :

La pourriture des racines de figues ou « pourridié laineux » est due au champignon *Rosellinia necatrix* et provoque le dépérissement de la croissance avec l'apparition des rameaux court noués et feuilles réduites et une absence de la turgescence (La massese *et al.* 1983).

II.1.3.Chancres du figuier :

Il s'agit d'une maladie des figues très courante et dangereuse, qui a été décrite pour la première fois en 1879 en Italie, l'agent causal est *Phomopsis cinerescens*. Les symptômes apparaissent principalement sur les rameaux, mais ils peuvent également apparaître sur le tronc, et parfois sur les feuilles de figuier. Les blessures sur les parties ligneuses de la plantes, le dessèchement et la fissuration de l'écorce des branches et des troncs affectés sont des symptômes connus de cette maladie (Milicencic et Marin, 2020).

II.1.4.Rouille du figuier :

La rouille du figuier causé par le champignon phytopathogène *Cerotelium fici* qui préfère les conditions estivales humides et chaudes. Les symptômes comprennent de petites taches jaunes à brun rougeâtre sur la face supérieure des feuilles et des taches orange et des pustules brun rougeâtre sur la face inférieure des feuilles avec des zones

nécrotiques qui provoquent l'enroulement de la feuille. Cet enroulement des feuilles entraîne une diminution de la surface d'absorption requis pour une activité photosynthétique optimale et donc un effet sur le rendement (Latinovic *et al.*, 2015).

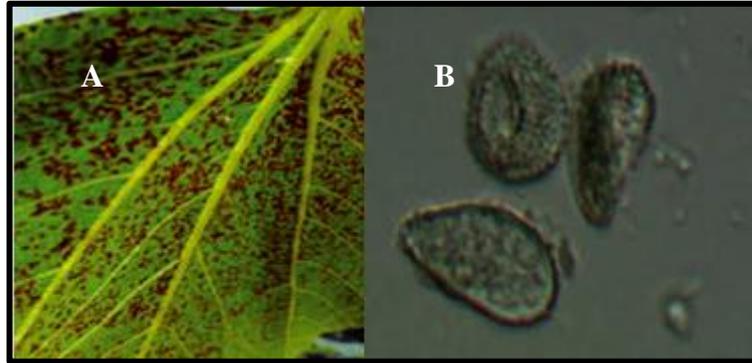


Figure 8: *Cerotelium fici* (A- les pustules de la rouille sur les faces des feuilles B- urédospores de *Cerotelium fici* sous microscope (Parthasarathy *et al.*,2020).

II.2. Les ravageurs

II.2.1. La mouche méditerranéenne des fruits ou cératite (*Ceratitis capitata*) :

Mouche méditerranéenne des fruits, *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1829) (Diptère : Tephritidae), est le principal ravageur de plus de 350 types d'espèce fruitières différents dans le monde, cette insecte diptère est considéré comme la plus envahissant de tous les Tephritidea (Ghabbari, 2018).

Les femelles pondent ses œufs dans les fruits murs et les larves de la mouche se nourrissent et se développent sur la pulpe, détruisant les fruits et causant des dommages directs (Suarez, 2021). La mouche entraîne une perte économique directe aux agriculteurs et affecte de manière significative le commerce local et international des fruits (kouloussis, 2022).Jusqu'à 100% de la production peut être perdue si des mesures préventives ne sont pas prises immédiatement (Brahem, 2013).

II.2.1.1.La classification de la *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1829) :

La position systématique de la *Ceratitis capitata* est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embr : Hexapoda

Classe : insecta

Ordre : Diptèra

Sous ordre : Brachycèra

Famille : Tephritidea

Genre : *Ceratitis*

Espèce : *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1829).

II.2.1.2. Les caractères morphologiques :

- **Œufs et larves** : Les œufs sont très fins, recourbés, 1 mm de long, lisses, blanc brillant, la région micropylaire est nettement tuberculeux. La larve est oblongue et pointue à partir de la tête ; la première larve est de 1mm, le corps est principalement transparent, le corps du deuxième stade est partiellement transparent et le troisième stade est complètement développé de 6 à 8 mm, le corps est blanc complètement opaque ou colorant alimentaire (Weems, 1981).
- **Pupes et adultes** : La pulpa est cylindrique, de 4 mm de long, brun rougeâtre foncé, et ressemble à un grain gonflé du blé. La mouche adulte mesure 3 à 5 mm de long est de couleur jaune brunâtre, avec des cornes blanches sur les coins inférieurs du visage. les yeux sont violet rougeâtre, le thorax est blanc crème à jaune avec un motif distinct de taches noires. Le scutellum est gonflé et noir brillant. L'abdomen est ovale avec des poils noirs dispersés sur la surface dorsale et les ailes sont vitreuses noire à brun avec une bande jaune-brun au milieu (Thomas *et al.*, 2001).

II.2.1.3. Cycle de vie

Ferron (1962) et dans une étude détaillée a démontré que les femelles sont attirées et stimulées sexuellement par la phéromone sexuelle male, qui est manifestement émis par une gouttelette formés à l'extrémité distendue de l'anus. La phéromone a été identifiée comme un mélange d'un alcool, d'un ester et de plusieurs acides gras.

Trois étapes importantes peuvent être distinguées dans la biologie de la reproduction des mouches des fruits. Il s'agit de la maturation des gonades et des gamètes, de l'accouplement et de la ponte (Duyck, 2000).

Le cycle de vie typique commence lorsque la femelle pond ses œufs dans le fruit, ou ils éclosent en 1 à 3 jours. Les larves se nourrissent pendant 1 à 2 semaines, passant par trois stades, et sortent du fruit pour se nymphose dans le sol. Après 1 à 2 semaines

sous forme de pupes dans la pupes dans le sol, les adultes émergent des pupes pour compléter le cycle de vie (Karagoz *et al.*,2009).



Figure 9: *Ceratitits capitata* (A: la pupes B: male adulte) (Thomas *et al.*,2001).

II.2.2. Mouche noire de figuier (*Silba adipata*) :

La mouche noire du figuier, *Silba adipata* (Mcalpine1956) (Diptères : Lonchaeidae) est une espèce de mouche monophage frugivore originaire de méditerranée et le Moyen-Orient.il a d'abord été décrit par Mcalpine (1956) d'Italie, de chypre et de Grèce et il est présent dans d'autres pays et a été auparavant identifié à tort comme *Lonchaea aristella* Becker (Abbes *et al.*,2021). Cette espèce est considérée comme une mouche dangereuse sur les figuiers (*Ficus carica*) et la partie principale de la figue de ce ravageur est les fruits et les plus infectés sont ceux aux extrémités des branches, qui sont bien visibles (Ismail *et al.*,2016).

Les larves se nourrissent uniquement de tissu de syconia sous la peau, endommageant les fruits et provoquant la chute prématurée des fruits immatures. Il peut être distingué de *Ceratitits capitata* car il n'entraîne pas de pourriture interne du fruit et les temps d'attaque sont différents (Mifsud *et al.*,2012).

Lorsque la larve atteint son développement maximal, elle perce l'épiderme du figuier pour tomber au sol, où il se nymphosera et restera jusqu'à l'émergence des adultes ; ces figues avec trou de sortie des larves finir par tomber prématurément. Cela dit, il est courant de trouver des figues avec la piqure de cette mouches ou avec le trou de sortie de la larve dans le sol (Queiroz,2019).

II.2.2.1. La classification de la *Silba adipata* (Mcalpine 1956)

La systématique de la *Silba adipata* synonyme de la *Lonchaea aristella* est la suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embr : Uniramia

Classe : insecta

Ordre : Diptera

Famille : Lonchaeidae

Genre : *Silba*

Espèce : *Silba adipata*

II.2.2.2. Les caractères morphologiques

- **Œufs et larves** : les œufs sont blancs, de forme allongée, rétrécis aux deux extrémités, tailles 0,9 à 0,22 mm. La larve est de couleur blanc crème, avec une partie avant pointue et coupée derrière (Rot *et al.* 2017).
- **Pupes et adultes** : la pupa est de couleur jaune brunâtre, en forme de tonneau, 4 mm de taille. L'adulte atteint une taille de 3,5 à 4,5 mm. La couleur dominante du corps est la noire brillant. Les yeux sont grands, de couleur rouge-brun. Le thorax est noir brillant, l'écaille est légèrement jaunâtre nuances. Les ailes sont transparentes avec des veines jaune pâle. C'est l'arrière aplati dorso-ventralement. Les femelles ont une portée pointue et télescopique (Rot *et al.* 2017).

II.2.2.3. Cycle de vie

Silba adipata hiverne sous forme de pupa dans le sol. Au printemps, les adultes émergent, s'accouplent et commencent à attaquer les figues. Cette espèce est monophage multivoltine et peut avoir entre 4 et 6 générations par an. Les femelles déposent leurs œufs dans l'ostiole de la figue, qui est une ouverture bordée d'écailles à la base (extrémité distale) de ce que l'on appelle le fruit de la figue. Le fruit de la figue est en fait un syconium, qui est un réceptacle creux charnu qui contient des fleurs de figuier à l'intérieur. Les larves émergent et se nourrissent à l'intérieur du tissu immature du réceptacle, juste sous la peau du syconium. A la fin de développement, les larves sortent de fruit, tombent sur le sol et se nymphosent. Les adultes sont connus pour se nourrir de la sève des figues trop mûre et ont une forte

préférence pour le latex laiteux sécrété par les figes (Britt *et al.*, 2022 ;Bautista-Martinez *et al.*,2021).



Figure 10: *Silba adipata* (A: les œufs B: la pupa C: la larve D: femelle adulte déposant des œufs dans l'ostiole de la figue)(Abbes *et al.*,2021 ; Britt *et al.*,2022).

II.2.3. La cochenille du figuier (*Ceroplastes rusci*, Linnaeus, 1758) :

La cochenille du figuier *Ceroplastes rusci* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera : Coccidae) est un ravageur bien connu des figes (*Ficus* spp.) et attaque un large éventail de plantes, y compris au moins 21 familles différentes. Cela peut causer de graves dommages à des cultures fruitières commerciales dont la banane, agrumes, noix de coco, raisin et mangue (Deng *et al.*,2015).*C. rusci* est considéré comme originaire de la région afrotropicale, mais avec l'aide des humains, il a maintenant une large distribution comprenant les régions orientale, éthiopienne, néotropicale et arctique pale (Vu *et al.*,2006).*C. rusci* a une large gamme de plantes hôtes ; et est parfois un ravageur dans les vergers de fruits tropicaux, mais semble être le plus abondant sur les plantes du maquis méditerranées comme *Ficus carica*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Pistacia lentiscus* et *P. terebinthus*. Cependant, la plantes hôtes préférée est le figuier sur lequel les fortes infestations sont assez

courantes (Pellizzari *et al.*,2010). Les individus de *C. rusci* sucent la sève des plantes, endommagent les tissus végétaux et sécrètent un miellat collant qui fournit un substrat pour la croissance des moisissures et altère la photosynthèse des plantes (Deng *et al.*,2015).

II.2.3.1. La classification de *Ceroplastes rusci* (Linnaeus, 1758) :

Le Céroplaste du figuier (*Ceroplastes rusci*) est une espèce d'insectes hémiptères de la famille des Coccidae avec cette position systématique :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Famille : Coccidae

Genre : Ceroplastes

Espèce : *Ceroplastes rusci*

II.2.3.2. Les caractères morphologiques :

- **Œufs** : l'œuf est ovale, jaune lorsqu'il vient d'être pondu. Il vire en rose ou même au rouge près de l'éclosion. La largeur moyenne est de 0,27 mm et la longueur moyenne est de 0,15 mm. En masse, les œufs apparaissent souvent roses (Khasawinach,1963).
- **Larves et adultes** : la larve a une taille d'environ 3 mm, de couleur rougeâtre avec des masses cireuses environnantes. A une troisième double sécrétion latérale et 15 sécrétions pyramidales. L'adulte a une taille entre 3 et 6 mm. Quand les sécrétions pyramidales disparaissent ils forment des plaques, laissant l'insecte blanc. Six assiettes, clairement différenciée. Le mâle adulte est ailé et peut voler, mais sa durée de vie est très courte (Queiroz, 2019).

II.2.3.3. Cycle de vie

C. rusci a 1 ou 2 génération /an, selon le climat. L'hivernage est effectué principalement par les nymphes du 3^{ème} stade et les jeunes femelles adultes qui se

sont installées sur les brindilles. Dans les zones où cette espèce est bivoltine, la ponte a lieu principalement de mi-avril à mai et l'éclosion maximale des œufs a lieu en mai-début juin. Les 1^{ers} stades rougeâtres se déposent sur la face supérieure des feuilles, le long des nervures médianes. En juin, après la première mue, une partie de la population migre des feuilles et s'installe sur les pétioles et les pousses annuelles jusqu'au stade adulte. Les nouvelles femelles et mâles adultes apparaissent principalement en juillet et les 1^{ers} stades de deuxième génération apparaissent principalement en août (Pellizzari *et al.*,2010).



Figure 11: *Ceroplaste rusci* (A: forte infestation par *C.rusci* sur figuier B:jaunes stades sur la face supérieure des feuilles (Pellizzari *et al.*,2010).

II.2.4. Psylle du figuier (*Homotoma ficus*, Linnaeus 1758)

Les psylles ou pucerons sauteurs (Hemiptera : Sternorrhyncha : psylloidea) sont un petit groupe de environ 4000 espèces dans le monde. Ce sont de petits insectes suceurs phytophages (1-12mm) qui se nourrissent de sève du phloème des plantes vasculaires. Les psylles sont actuellement classés en huit familles existantes. La famille des Homotomidae est plutôt petite avec 12 genres et 85 espèces dans le monde, tous apparentés à la famille des mûriers (Moraceae) et au genre principalement ficus (Soors *et al.*,2020). Le psylle du figuier *Homotoma ficus* L (Hemiptera : Homotomidae) est un ravageur potentiel des *Ficus carica* et des caprifiguiers. *Homotoma ficus* est distribué largement et se produit dans les régions productrices de figes du Caucase, Géorgie, Italie, Turquie, Ukraine, Europe de sud et USA (Gencer *et al.*,2006). C'est dû aux directs effets de l'alimentation des larves et des adultes sur les feuilles, et parfois aussi sur les fruits, et développement de la

fumagine à la suite de l'excrétion de miellat par les larves et adultes. la fumagine inhibe la respiration et la photosynthèse des plantes infestées et réduit également la valeur marchande des figues infestées (Prodanovic ,2011).

II.2.4.1. La classification de la *Homotoma ficus* (Linnaeus, 1758)

Homotoma ficus est une espèce d'insectes homoptères de la famille Homotomidea qui ne se nourrit que de la sève du figuier avec cette position systématique :

Règne : Animalia

Emb : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Sternorrhyncha

Super-famille : Psylloidea

Famille : Homotomidae

Genre : *Homotoma*

Espèce : *Homotoma ficus* (Linnaeus, 1758)

II.2.4.2. Les caractères morphologiques

- **Adulte** : longueur du corps mâle 3,25-3,5 mm tandis que femelle 3,5-3,8 mm. Femelle nouvellement muée de couleur verdâtre à vert foncé, jaune-brun à brunâtre. Antennes avec 10 segments bruns couverts de longues soies. Aile antérieure à angle aigu à l'apex, soies présentes le long des nervures, taches brun foncé au bout des nervures alors qu'il y en avait deux au bout de la veine anale (Zeity et Mofleh,2020) .
- **Œuf et larve** : l'œuf est de forme ovale, avec un pédicelle situé ventralement et long filament terminal. Sa couleur est jaune claire, devenant plus tard jaune vif. La larve de premier stade avec corps jaune, yeux rouge vif et pattes marron foncé. Vert vif de cinquième stade avec des goussetes alaires blanchâtres ; le dos et la marge de corps sont densément couverts de soies simple, arolium tarsien et pore circumanal (Prodanovic,2011).

II.2.4.3. Cycle de vie

Homontoma ficus hiverne au stade œuf d'octobre à avril sur les bourgeons terminaux et les lentilles des bourgeons de figuier. Les œufs éclosent en avril et les

larves traversent cinq stades. Les adultes apparaissent en mai et la position ovale se produit à partir de la fin septembre (Singh *et al.*,2022).

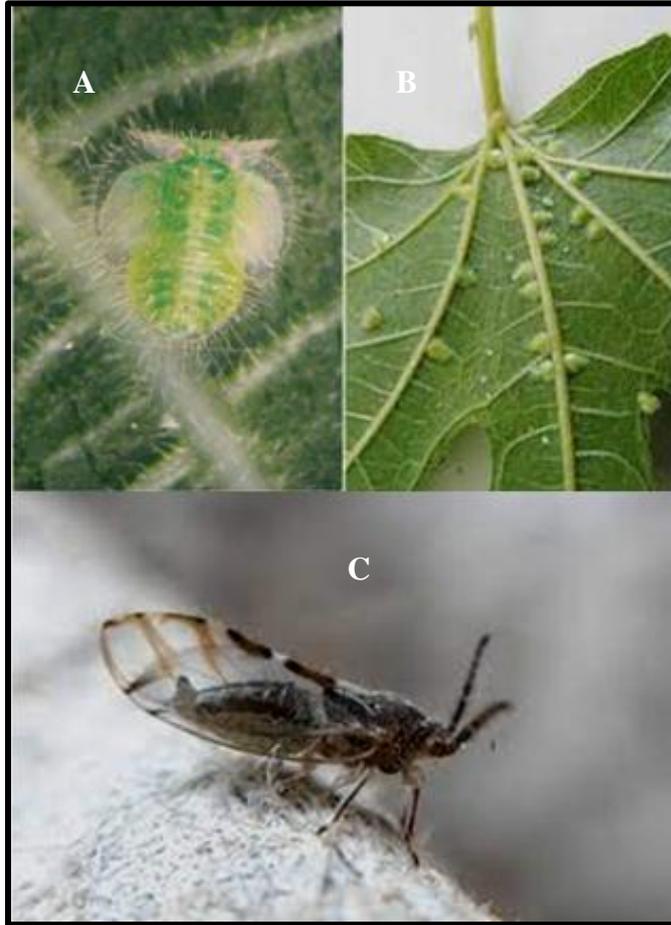


Figure 12: *Homontoma ficus* sur figuier (A: nymphe B: larve C: adulte) (Prodanovic, 2011; Soors *et al.*, 2020)

II.2.5. Teigne de figuier (*Choreutis nemorana*, Hünner)

La teigne de figuier ou la papillon squelettique de figuier, *Choreutis nemorana* Hünner (Lepidoptera : choreutidae), est un ravageur généralement commun des figuiers. Les larves de ce ravageur se nourrissent des feuilles de figuier causant une défoliation massive mais, parfois d'infestation grave, il se nourrit également de feuilles entraînant une énorme perte de la récolte. Ils sont protégés par une toile de fils de soie et nourrissent sur les cellules de l'épiderme supérieur et de parenchyme (Ghitar *et al.*,2013). *C. nemorana* est répandu surtout en méditerranée, où sa plante hôte pousse. Il a été enregistré dans les pays suivants : Espagne, Portugal, France,

Italie, Albanie, malte, Roumanie, macédoine, Grèce, Turquie, Croatie, Ukraine, suisse, Autriche, Hongrie, Belgique, Pays-Bas. En dehors de l'Europe, il est réparti dans le nord-ouest de l'Afrique, en Asie mineure, dans le Caucase et en Russie. Les autres pays sont Iran, la Géorgie, l'Azerbaïdjan, l'Arménie et le Turkménistan, Ouzbékistan et chine (Lendel, 2017).

II.2.5.1. La classification de la *Choreutis nemorana* (Hunber,1799)

Choreutis nemorana ou rouleau de feuille de figuier est une espèce de papillon de nuit de la famille des choreutidae avec cette position systématique :

Règne : Animalia

Phylum : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Lepidoptera

Famille : Choreutidae

Genre : *Choreutis*

Espèce : *Choreutis nemorana*

II.2.5.2. Les caractères morphologiques

- **Œuf et larve** : les œufs sont sphériques (0,5 mm de diamètre) de couleur blanc crème. Les larves sont jusqu'à 20 mm de long, elles sont vert clair, brillantes et semi-transparentes, avec des lignes latéro-dorsales blanches, une ligne dorsale médiane claire et nombreuses grosses verrues noires sur fond vert. La tête est presque noire avec quatre points dans le dessus. Le bouclier prothoracique a la même couleur de corps, avec une profusion de points et bouclier anal gris-vert avec un petit contour noir (Zouba, 2010).
- **Pupes et adultes** : les pupes sont courtes (7-8 mm) et épaisses caractérisées par une couleur brun très foncé avec des parties inférieures plus claires. La longueur du corps adultes est comprise entre 16 et 20 mm, ses ailes antérieures sont principalement brun rougeâtre à brun ocre, imprégné de noir et abondamment marqué de blanc à échelles de gris. Les ailes postérieures sont brunâtres, chacune avec une paire de taches pâles vers la marge (Zouba, 2010).

II.2.5.3. Cycle biologique

En fonction de l'altitude, de la zone se trouve l'espace et des conditions météorologiques, *Choreutis nemorana* peut avoir une génération par an, mais le plus souvent il a deux générations ou plus par an. Son adulte hiverne dans des endroits cachés. Les individus ayant hiverné apparaissent au début du printemps et les femelles pondent leurs œufs sur la face des feuilles de figuier. Les larves se nourrissent des parties les plus molles des feuilles entre les nervures et vivent protégées pendant quelques semaines sous des fils soyeux transparents peu définis. Les adultes de la génération estivale éclosent généralement en juillet et août, tandis que la deuxième génération de papillon se produit à l'automne (septembre-octobre) et hiverne dans les débris végétaux et autres endroits cachés (Stojanovic *et al.*, 2020).

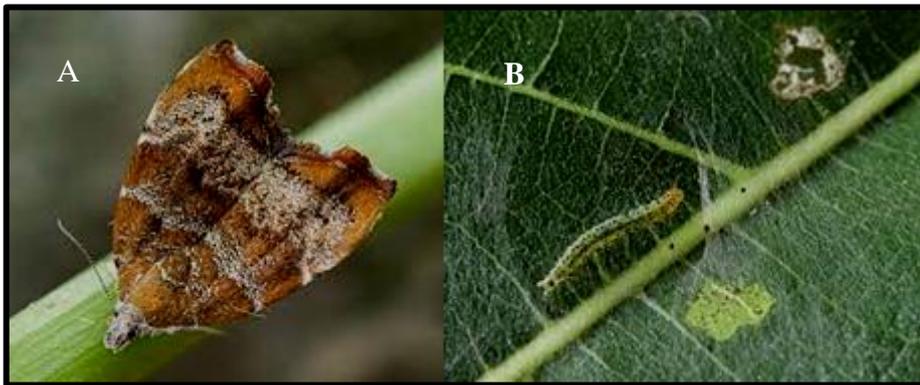


Figure 13: *Choreutis nemorana* (A: adulte B:larve dans une toile lache) (Fauster, 2016; Lendel, 2017).

II.2.6. Autres ravageurs

- **Scolyte du figuier (*Hyporborus ficus*)**

Hyporborus ficus est les insectes les plus courants qui attaquent les figuiers. Ce ravageur il attaque les arbres affaiblis, accélère le flétrissement et peut causer la mort des branches et des arbres si existent en grand nombre. L'infection se produit tout au long de l'année. *H. ficus* est largement distribué dans la région méditerranéenne. Parmi ses ennemis naturels l'acarien *Pymotes johnmoseri* qui se généralement nourris de larves (90%), et occasionnellement sur œufs ou pupes de *H. ficus* (Aksit *et al.*, 2007) .

- **Acarien**

Daneshnia et Akrami (2013) ont étudié 31 espèces nuisibles d'acarien du figuier appartenant à 27 genres et 24 familles tels que : *Eotetranychus hirsti*, *Galumna karajica*, *Tyrophagus putrescentia*, *Cunaxa setirostris*, *Stigmaeus elongatus*, *Anystis baccarum*, *Gaeolaelaps*.

- **Hyménoptères**

D'après Chamont (2019), il existe quelques espèces d'hyménoptères qui causent la dégradation des figues tels que le frelon européen (*Vespa crabo*) et certaines guêpes (Vespidae) pour se nourrir

- **Nématodes parasites**

Plusieurs espèces situées généralement dans le bassin méditerranéen et qui attaquent le figuier, leurs attaques sont reconnaissable par les nodosités et les gales qu'elles provoquent sur les racines (Roger, 2003).

Chapitre III : Discussion sur la relation maladie ravageur

Les ravageurs attachés pendant un grand part de leur vie sur les plantes hôtes considérés comme principale cause de transmission des maladies par soit par le déplacement de certain virus ou champignons ;

III.1. Les phytovirus

Les virus des végétaux sont des virus qui infectent les plantes. Une particule virale, également connue sous le nom de virion, est un très petit agent infectieux. Il s'agit essentiellement d'acide nucléique (ADN ou ARN) enfermé dans une couche protéique appelée capsid. Tous les virus sont des parasites obligatoires. Ils infectent tous les types d'organismes vivants, y compris les végétaux et provoquent des maladies infectieuses. Ils provoquent de nombreuses maladies importantes des plantes, qui entraînent des pertes importantes de rendement et de qualité des cultures dans le monde. Les virus utilisent l'énergie chimique, les protéines et les acides nucléiques de l'hôte pour se répliquer. Les plantes infectées présentent une gamme de symptômes tels que le jaunissement des feuilles, la déformation des feuilles (enroulement) ou d'autres anomalies de croissance (rabougrissement des plantes, floraison anormale ou formation de fruits) (Agarios,1978; Agarios,2005; Lecoq, 2008).

Les virus ne peuvent pas se déplacer par eux-mêmes puisque techniquement ils ne sont pas des êtres vivants. Il nécessite un vecteur de transmission. Les virus peuvent être transmis dans la sève des plantes par transmission mécanique directe. Si les mains ou les ustensiles drainent la plante puis touchent une plante propre, le virus peut être attisé. Les vecteurs de virus végétaux sont généralement des insectes qui transportent le virus sur les parties de leur bouche ou de leurs glandes salivaires. Les plantes sont constamment influencées par les insectes nuisibles qui peuvent réduire considérablement les rendements. Les insectes sont le vecteur le plus important de transmission de virus dans la nature. La plupart des insectes qui transmettent des virus sont des insectes suceurs (*Homoptera*), tels que : les aphides (pucerons), les aleurodes, les cicadelles, les thrips et les cochenilles. Il existe quelques virus qui sont transmis par des insectes piqueurs tels que les coléoptères (Feres et Racciah, 2015 ; Hébrard *et al.*, 1999).

Watson et Roberts (1939) ont proposé une classification de la transmission des virus végétaux en deux groupes, non persistants et persistants. Cependant, cette

classification a été restreinte aux virus transmis par les insectes de l'assemblage des hémiptères. En cas de transmission non persistante, les insectes peuvent inoculer le virus dans les plantes pendant seulement quelques minutes après l'acquisition et l'insecte perd le virus en quelques minutes et lors de la mue. En cas de transmission persistante, les insectes peuvent inoculer le virus acquis pendant des périodes beaucoup plus longues, transmettant le virus même après la mue et souvent pendant toute leur durée de vie. Plus tard, il a été reconnu qu'une catégorie intermédiaire de virus semi-persistants existent; ceux-ci peuvent être transmis par le vecteur de quelques heures à quelques jours après acquisition mais sont perdus après la mue.

D'après Gray et Banerjee (1999), Il existe deux types de relations entre les virus et les insectes vecteurs :

- **Transmission mécanique :** La théorie « portée par le stylet » adoptée à partir de la théorie de la transmission mécanique des virus, suggère que le virus s'associe de manière non spécifique à ou contamine l'extrémité distale du stylet et simplement inoculé dans la suivante plante lorsque le vecteur commence à se nourrir. Dans ce mécanisme, le vecteur est essentiellement un « aiguille ». Ce groupe de virus, que l'insecte perd rapidement la capacité de transmettre, est appelé virus non persistant ou virus externe.
- **Relation biologique :** Les virus persistants se déplacent à travers l'insecte vecteur, de la lumière intestinale dans l'hémolymphe ou d'autres tissus et enfin dans les glandes salivaires à partir desquelles ces virus sont réintroduits dans la plante lors de l'alimentation des insectes. Les virus circulatoires sont en outre divisés en deux catégories :

➤ **Les virus persistants circulants :** La plupart des virus circulants ne se répliquent apparemment pas dans leurs insectes vecteurs. Espèces virales des familles Luteoviridae, Geminiviridae et Nanoviridae sont transmis de manière circulatoire persistante. Tous ces virus ont des icosaèdres particules dans lesquelles les acides nucléiques sont contenus dans une capsid protéique sans enveloppe lipidique. Les lutéovirus et les nanovirus se transmettent uniquement par pucerons, alors que les géminivirus peuvent être transmis par les aleurodes ou les cicadelles (Ammar *et al.*, 2009).

➤ **Les virus persistants propagatifs :** Les virus de cette classe se propagent à l'intérieur du corps du vecteur. En outre, les virus propagatifs sont souvent transmis à

la descendance du vecteur par infection des embryons ou des cellules germinales chez les insectes femelles. Tous les virus végétaux enveloppés sont transmis de manière persistante propagative. Ces espèces virales comprennent Bunyaviridae et Rhabdoviridae. Les virus non enveloppés comme Marafivirus se transmettent de manière persistante et propagative. La plupart des virus propagatifs sont également transmis par un nombre limité d'insectes espèces/genres, par exemple cicadelles et pucerons. Les thrips transmettent tous les Tospovirus; les cicadellidae transmettent les Marafivirus ; les Phytoreovirus ; les Fijivirus, Oryzavirus et tous les Tenuivirus (Hogenhout et al.,2008).

III.2. La transmission des maladies fongiques par les insectes vecteurs

Les insectes jouent ainsi le rôle de vecteur et favorise l'installation du champignon grâce aux blessures qu'il occasionne aux plantes pour se nourrir ou pour pondre. Certains insectes possèdent même des structures particulières qui leur permettent de transporter les champignons dans des cavités localisées sur les pièces buccales ou d'autres parties du corps. Ces structures contiennent parfois des cellules sécrétrices qui facilitent la germination du champignon lors de l'arrivée de l'insecte sur un nouveau substrat (Six, 2003).

La maladie hollandaise de l'orme est un exemple représentatif d'une maladie causée par un champignon transmis par le coléoptère *Ophiostoma ulmi*. Les spores fongiques d'*O. ulmi* sont collantes et s'attachent à les scolytes adultes nouvellement apparus. Après avoir volé à autres ormes, les coléoptères introduisent les spores dans l'alimentation blessures sur de petites brindilles ou dans les tunnels creusés sous l'écorce d'orme par les scolytes pour la ponte. Le champignon se propage dans le système vasculaire de l'arbre (Purcell et Almeida, 2005).

- **Quelques exemples sur les relations symbiotiques entre les champignons et les insectes**

➤ Les scolytes et les coléoptères de l'ambrosie (Scolytidae et Platypodidae) sont des insectes forestiers qui causent souvent des dommages économiques aux arbres et au bois. Les coléoptères se reproduisent généralement dans les plantes ligneuses soit dans l'écorce soit dans le bois. La grande majorité des espèces ne se reproduisent que sur des plantes mortes. Un très petit pourcentage est capable d'attaquer et de tuer des arbres sains. Les champignons jouent un rôle important dans

le cycle de vie des coléoptères. Ils sont généralement associés à des champignons. la majorité appartient à Ascomycotina. (Principalement des membres du genre *plectomycète Ceratocystis*). Les avantages du mutualisme impliquent un avantage pour les deux partenaires de l'union.

Le principal avantage des champignons est la diffusion fiable des spores et leur inoculation dans de nouvelles cellules. Aussi, creuser des coléoptères aide à la pénétration rapide du mycélium et à retarder ou empêcher la croissance d'autres champignons.

Les avantages directs des coléoptères sont variés. Les champignons sont la seule véritable source de nourriture pour les coléoptères adultes et les larves. Ils peuvent fournir une source supplémentaire de nourriture pour certaines larves de scolytes et adultes en général. Les champignons peuvent être impliqués dans la conversion des produits chimiques de l'arbre hôte en phéromones de coléoptères. Le champignon aide à réduire les mécanismes de défense de l'hôte à proximité des attaques de coléoptères. Les chances de succès de la colonisation par les coléoptères sont améliorées. Pour les coléoptères qui se reproduisent dans les arbres morts, les avantages peuvent être indirects. Ainsi, l'alimentation d'adultes immatures de différentes espèces de *Scolytus* sur des branches d'orme vivantes peut entraîner l'introduction de l'agent pathogène *Ceratocystis ulmi*. Le champignon se propage à travers l'arbre, le tuant progressivement. Les coléoptères peuvent alors se reproduire dans les branches que le champignon a tuées (Beaver *et al.*, 1989).

➤ Un autre exemple d'une relation mutualiste entre un lépidoptère ravageur du vignoble *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) et un champignon phytopathogène *Botrytis cinerea*. Au vignoble, ces deux organismes sont souvent associés. L'insecte favorise la dissémination et le développement du champignon responsable de la pourriture grise maladie très préjudiciable pour la vendange. Les larves jouent le rôle d'agents de dispersion du champignon, car de nombreuses conidies sont emprisonnées dans les ornements de la cuticule. De plus, les larves tunnelières facilitent la pénétration rapide et le développement du mycélium.

Le champignon joue un rôle principal dans la vie de l'insecte. Il constitue une véritable source de nourriture complémentaire pour les larves. Les champignons produisent des stérols et des vitamines (en particulier les vitamines du groupe B) dont il a été démontré être essentiel pour le développement des insectes. Les

enzymes fongiques augmentent la capacité digestive de l'insecte. Certains auteurs soupçonnent également que les champignons sont un nutriment qui augmente la production d'œufs. Parce que les insectes sont incapables de synthétiser les stérols de novo, ils dépendent de sources exogènes pour leur économie de stéroïdes (Mondy *et al.*,1998).

➤ Comme un troisième exemple, les entomologistes notent une interaction entre *Epichloe typhina*, un endophyte ascomycète des graminées, et les mouches anthomyiidés du genre *Phorbia*. La mouche était considérée comme un parasite très spécialisé du champignon, car il est connu pour se nourrir uniquement d'*E. typhina*. Les chercheurs ont noté que les mouches visitaient les stromas épiphytes du champignon pour se nourrir et la ponte. A l'éclosion de l'œuf, les larves se nourrissent de stroma. Le champignon *E. typhina* est un hétérothallique. Les individus, produisant l'un des deux types d'accouplement, existent au sein d'une population fongique. Le transfert de spermaties d'un individu fongique poussant sur une touffe d'herbe à un autre individu (sur une autre touffe d'herbe) est nécessaire à la poursuite du cycle de vie d'*E. typhina*, les stromas sont auto-incompatibles. Après la fertilisation croisée, la cellule mère de l'ascospore résultante subit une méiose pour former des ascospores dans les périthèces qui se développent en couche sur les hyphes portant les spermaties.

Le rôle de *Phorbia* dans le cycle de vie d'*E. typhina* et la transfert de spermaties provient d'une étude en laboratoire. La femelle capturée sur le terrain ont été placés dans des terrariums abritant plusieurs stromas d'*E. typhina*. Les femelles visitent les stromas et pondent des œufs.

Les mouches ont ensuite été transférées dans un deuxième terrarium logement juste un stroma non fécondé. Contrôler les stromas n'était pas autorisés à accéder aux mouches. Alors qu'aucun ne contrôle les stromas ont produit des périthèces, tous les stromas expérimentaux l'ont fait. Par conséquent, la mouche semble agir comme un mutualiste avec le champignon d'une manière analogue aux insectes et le angiospermes qu'ils pollinisent (Bultman *et al.*,1995).

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Avec la croissance démographique mondiale, il est devenu nécessaire d'avoir des méthodes améliorées de production agricole afin d'atteindre une production alimentaire maximale pour les peuples de la terre, car la population mondiale devrait atteindre 9,6 milliards de personnes en 2050. La surveillance des maladies des arbres fruitiers et l'étude du comportement de leurs ravageurs permettent aux agriculteurs et aux spécialistes de prendre des mesures avec des objectifs qui permettent de les affronter et de minimiser leurs dommages économiques.

Le figuier est un arbre fruitier très important dans la région méditerranéenne et dans le reste du monde. Il est cultivé pour ses fruits, qui ont une grande importance économique et nutritionnelle, c'est pourquoi une grande importance est accordée aux études et aux recherches qui traitent des problèmes de sa production.

Et comme nous l'avons mentionné dans le deuxième chapitre, le figuier est exposé aux infections virales et fongiques ainsi qu'aux risques d'attaques d'insectes nuisibles. Ce qui nous intéresse dans ces études, c'est la protection contre ces attaques. Les méthodes de lutte contre les maladies sont variées, y compris la lutte chimique (utilisation des pesticides chimiques), la lutte biologique (utilisation d'ennemis naturels) et les méthodes préventives.

Les virus en général sont difficiles à traiter, comme le virus de la mosaïque de la figue (FMV), il faut donc faire attention aux méthodes préventive contre les maladies virales tels que : la plantation de jeunes plants exempts du virus de la mosaïque de la figue, la lutte contre les acariens et leur apparition en tant que les principaux vecteurs de virus, l'utilisation des outils agricoles propres et contrôle de l'irrigation et la fertilisation des figuiers afin qu'ils puissent résister le virus.

Parmi les maladies fongiques causées par les champignons, nous avons mentionné la pourriture des racines, le chancre du figuier et la rouille du figuier.

Le pourridié laineux des racines et du collet causé par le champignon polyphage *Rosellinia necatrix*. Une fois infecté par cet ascomycète, la pourriture racinaire est malheureusement difficile à combattre. Les fongicides véhiculé par la sève peuvent s'avérer efficaces pour les infestations partielles. Mais le meilleur remède reste une autre fois celui de la prévention. Un sol bien drainé pour évitez l'accumulation

Conclusion et perspectives

excessive d'eau en hiver et au printemps. Eviter également de blesser l'arbre au niveau de ses racines ou branches.

Le chancre du figuier causé par le champignon *Phomopsis cinerescens*. Souvent les plaies occasionnées à l'arbre qui sont la cause de cette maladie, qui peuvent intervenir lors de la taille. Malheureusement pas de remède à cette maladie. Si l'arbre est trop atteint il est nécessaire de le couper, pour éviter la contamination des autres arbres. Seules les branches infectées peuvent être coupées et la plaie traitée avec une bouillie bordelaise avant de la refermer.

La rouille du figuier causé par le champignon phytopathogène *Cerotelium fici* et le temps pluvieux peut aggraver la maladie. Donc, il est préférable de tailler l'arbre pour aider à améliorer la circulation de l'air, permettant à l'excès d'eau de s'évaporer, et l'irrigation pendant les heures du matin jusqu'à ce que le soleil sèche les feuilles. Les figuiers sont également pulvérisés avec des fongicides contenant du sulfate de cuivre et de la chaux pendant la période de dormance et de suivre le traitement en continu toutes les deux à trois semaines.

En ce qui concerne les ravageurs, nous avons mentionné un groupe d'insectes nuisibles plus les acariens et les nématodes parasites.

La mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata* est l'un des insectes ravageurs les plus meurtriers au monde. Ses larves se nourrissent de la pulpe du fruit, causant des pertes importantes. Il s'attaque à de nombreuses espèces, dont *Ficus carica*. Cet insecte a de nombreux ennemis naturels dans le cadre de la lutte biologique. Parmi les bactéries entomopathogènes nous citons *Bacillus thuringiensis* qui sécrète deux types de toxines qui agissent comme un insecticide sur *C.capitata*. Les endotoxines qui agissent sur la mortalité des larves et les exotoxines qui ont un effet notamment sur les émergences des adultes. Pour les champignons entomopathogènes nous pouvons citer *Beauveria bassiniana* et *Penicillium requeforti* qui ont obtenu des résultats avec une mortalité de 100% pour les larves et les pupes de la cératite. Dans la lutte chimique le malathion combiné à de l'hydrolysate de protéines est l'insecticide le plus utilisé contre les mouches des fruits. D'autres insecticides s'avèrent aussi efficaces tels que : les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoides. Des autres méthodes de la lutte utilisées pour réduire les risques des pesticides chimiques comme les pièges de masse, des pièges combinant un attractif alimentaire

Conclusion et perspectives

et un insecticide. L'objectif est de capturer et de détruire un grand nombre d'insectes ravageurs. Aussi, l'utilisation d'insecte stérile (TIS) et la lutte par confusion sexuelle qui consiste à diffuser des quantités de phéromones sexuelles de synthèse, de façon à désorienter les mâles et empêchant la rencontre des sexes.

La mouche noire de figuier *Silba adipata* est l'un des ravageurs les plus importants des figes. Les femelles pond ses œufs généralement dans les fruits non mure, les larves creusent des trous dans les fruits, les faisant tomber prématurément. La lutte préventive est réalisée en cultivant des variétés moins infectées par cette mouche, comme la variété blanche par exemple. De plus, des pièges à phéromones ou des attractifs peuvent être utilisés. Mais dès que la présence de la mouche dans les piège est constatée, le contrôle des pesticides est utilisée (les insecticides phosphorés) tels que le diméthoate et le parathion-méthyl.

La cochenille du figuier *Ceroplastes rusci* infecte les branches, les feuilles et les fruits. Il suce la sève de la plante, perturbant le processus de photosynthèse et finissant par affaiblir l'arbre. Le traitement chimique commence après l'éclosion des œufs et l'émergence des nymphes du premier stade début juin, à l'aide d'un pesticide phosphoreux organique le dimeyon-méthyl ou parathion-méthyl.

Le psylle du figuier *Homontoma ficus* est un ravageur qui peut causer des dégâts aux figuiers. Le contrôle préventif se fait par l'intérêt à aménager le terrain avant la plantation des figuiers. Les figuiers sont plantés à des distances appropriées pour réduire les ravageurs et maladies. Le dimétone-méthyl peut être utilisé dans le cadre de la lutte chimique avant l'émergence des nymphes ou le début de l'infestation, mais elle reste inutile du fait car les dégâts causés par cet insecte sont très limités.

La teigne du figuier *Choreutis nemorana* est l'un des ravageurs dangereux et nuisibles à la production des figes. Afin de lutter contre la teigne de figuier, un certain nombre de mesures préventives doivent être suivies, notamment une fertilisation minérale équilibrée NPK, le désherbage autour des vergers de figuiers pour éliminer les pupes de la teigne et la suspension des pièges en verre ou de plastique ou de phéromones ou des pièges lumineux sur les arbres pour attraper les papillons tunnels. Et pour la lutte curative, il est recommandé d'utiliser des insecticides phosphorés dans les vergers de figuiers.

Conclusion et perspectives

Les nématodes parasites infectées les racines des figuiers, et l'infection apparaît sous la forme de nœuds. Qu'est qui empêche la croissance de nouveaux racines et les poils absorbants qui nourrissent les arbres. Puis les figuiers cessent de croître. Les nématodes peuvent être contrôlés à l'aide d'ennemis naturels tels que les bactéries, les champignons et certains types de nématodes prédateurs. Les pesticides de stérilisation avant la plantation des figuiers comme le pesticide DOMINUS peut être utilisé dans le cadre de la lutte chimique. Cependant, avant d'être infecté, une certaine méthode préventive doit être suivie tels que la régulation du processus d'irrigation et la vérification périodiquement de l'eau. L'utilisation d'un sol exempt de maladies, des outils agricoles propre et d'engrais organiques traités.

Malgré les limites imposées par la pandémie de COVID-19 qui ont empêché des études sur le terrain, il existe plusieurs perspectives pour approfondir la recherche sur la culture du figuier et la lutte contre ses ravageurs. Voici quelques suggestions :

1. Il serait bénéfique de mener des études sur le terrain pour observer directement les interactions entre les ravageurs et la culture du figuier. Cela permettrait d'obtenir des données précises et d'identifier les méthodes de lutte les plus efficaces.
2. Recherche sur la lutte biologique : Il convient d'approfondir les études sur l'utilisation d'ennemis naturels dans la lutte contre les ravageurs du figuier. Il est important de comprendre leur comportement, leur efficacité et les conditions optimales pour leur utilisation afin de développer des stratégies de lutte biologique efficaces et durables.
3. Études sur les impacts environnementaux : Il est important de comprendre les conséquences environnementales des méthodes de lutte utilisées dans la culture du figuier. Des études sur les effets des pesticides sur la biodiversité locale, l'évaluation de l'empreinte écologique des différentes pratiques agricoles et l'exploration de méthodes respectueuses de l'environnement sont nécessaires pour promouvoir une agriculture durable.

En combinant ces différentes perspectives de recherche, il sera possible de développer des approches plus efficaces et durables pour la culture du figuier, tout en minimisant l'utilisation de produits chimiques et en préservant l'environnement.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abbes, K., Hafsi, A., Harbi, A., Mars, M., & Chermiti, B. (2021).** The black fig fly *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae) as an emerging pest in Tunisia: preliminary data on geographic distribution, bioecology and damage. *Phytoparasitica*, 49, 49-59.
2. **Agrios, G. N. 1978.** Plant Pathology. Second Edition. Academic press. INC, Orlando, Florida. USA.
3. **Agrios G.N. (2005).** Plant Pathology. 5th Edition. Elsevier Academic Press. USA, UK.
4. **Aksit, T., Cakmak, I., & Moser, J. (2007).** Attack by *Pyemotes johnmoseri* (Acari: Pyemotidae) on *Hypoborus ficus* (Coleoptera: Scolytidae) in fig trees in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 41(4), 251-254.
5. **Aksoy U. (1998).** Why figs? an old taste and new perspective. *Acta Horticulturae*. 480:2526.
6. **Ammar, E. D., Tsai, C. W., Whitfield, A. E., Redinbaugh, M. G., & Hogenhout, S. A. (2009).** Cellular and molecular aspects of rhabdovirus interactions with insect and plant hosts. *Annual review of entomology*, 54, 447-468.
7. **Ara I., Naqvi Syeda H., Ur Rehman N., Moiz Qureshi M. (2020).** Comparative Antioxidative and Antidiabetic Activities of *Ficus Carica* Pulp, Peel and Leaf and their Correlation with Phytochemical Contents. *Pharm Res*, 2020, 4 (2):000197.
8. **Bautista-Martínez, N., Meraz-Álvarez, R., Valdez-Carrasco, J. M., & López-Bautista, E. (2021).** Black Fig Fly, *Silba adipata* McAlpine, in Backyards of the State of Mexico. *Southwestern Entomologist*, 46(3), 793-796.
9. **Bayouhdh, C., Labidi, R., Majdoub, A., & Mars, M. (2014).** Incidence de la mosaïque du figuier (FA) dans certaines régions du Centre-Est de la Tunisie. *Res Crops* , 15 , 893-901.
10. **BAYOUDH, C. (2016).** *Micropropagation et assainissement viral du figuier local (Ficus carica L.)* (Doctoral dissertation, Université de Sousse).
11. **Bayouhdh, C., Elair, M., Labidi, R., Majdoub, A., Mahfoudhi, N., & Mars, M. (2017).** Efficacité de la culture tissulaire dans l'élimination des virus des

- variétés de caprifigue et de figue femelle (*Ficus carica* L.). *La revue de pathologie végétale*, 33 (3), 288.
12. **Beaver, R. A., Wilding, N., Collins, N., Hammond, P., & Webber, J. (1989).** Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. *Insect-fungus interactions*, 121, 143.
 13. **Berg, C. C. (2003).** Flora Malesiana precursor for the treatment of Moraceae 1: the main subdivision of *Ficus*: the subgenera. *Blumea-Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants*, 48(1), 166-177.
 14. **Bey, M. B., et Louaileche, H. (2015).** A comparative study of phytochemical profile and in vitro antioxidant activities of dark and light dried fig (*Ficus carica* L.) varieties. *The J. Phyto*, 4(1), 41-48
 15. **Braham, M. (2013).** Piégeage d'adultes de la Mouche méditerranéenne *Ceratitis capitata* et d'insectes non ciblés : comparaison de pièges et de leurres à faible coût. *Tunis J Plant Prot*, 8 (2), 107-118.
 16. **Brien, J., & Hardy, T.S. (2002).** Fig growing in NSW, Agfact H3.1.19, first edition Order N°H3.1.19 Agdex 219. Edited by Ann Munroe, 1-8.
 17. **Britt, K. E., Gordon, P. E., Faber, B. A., Rios, S. I., & Wilson, H. (2022).** First Report of Black Fig Fly, *Silba adipata* (Diptera: Lonchaeidae), in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 13(1), 12.
 18. **Bultman, T. L., White Jr, J. F., Bowdish, T. I., Welch, A. M., & Johnston, J. (1995).** Mutualistic transfer of *Epichloë* spermatia by *Phorbia* flies. *Mycologia*, 87(2), 182-189.
 19. **Çağlayan, K., Medina, V., Gazel, M., Serçe, Ç. U., Serrano, L., Achon, A., ... & Gümüş, M. (2009).** Putative agents of fig mosaic disease in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(5), 469-476.
 20. **Çağlayan, K., Serçe, Ç. U., Barutcu, E., Kaya, K., Medina, V., Gazel, M., ... & Çalışkan, O. (2010).** Comparison by sequence-based and electron microscopic analyses of Fig mosaic virus isolates obtained from field and experimentally inoculated fig plants. *Plant Disease*, 94(12), 1448-1452.
 21. **Caglayan, K., Elci, E., Serce, C. U., Kaya, K., Gazel, M., & Medina, V. (2012).** Detection of fig mosaic virus in viruliferous eriophyid mite aceri ficus. *Journal of Plant Pathology*, 629-634.

Références bibliographiques

22. **Chamont S. 2019.** Encyclopédie en protection des plantes .Le figuier ; *Ficus carica* .Fiche technique .INRA.
23. **Charles J. 2002.** Fabulous figs featured in California collection. *Agricultural Research*. 5: 14-15.
24. **Chawla, A., Kaur, R., & Sharma, A.K. (2012).** *Ficus carica* L.: A review on its pharmacognostic, phytochemical and pharmacological aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phyto-pharmacological Research*, 1(4), 215-232.
25. **Chitgar, M. G., Ghadamyari, M., & Sharifi, M. (2013).** Identification and characterisation of gutproteases in the fig tree skeletoniser moth, *Choreutis nemorana* Hübner (Lepidoptera:Choreutidae). *Plant Protection Science*, 49(1), 19-26.
26. **Chiumenti, M., Campanale, A., Bottalico, G., Minafra, A., De Stradis, A., Savino, V., & Martelli, GP (2013).** Essais d'assainissement pour la production de stocks de figues indemnes de virus. *Tourillon de pathologie végétale* , 655-658.
27. **Daneshnia, N., & Akrami, M. A. (2013).** Mites (Acari) associated with the fig trees (*Ficus carica* L.) in Estahban (Fars Province), Iran. *Persian Journal of Acarology*, 2(3).
28. **Déborah H. et Stéphanie O. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée. Haute école de santé Genève, Filière Nutrition et diététique. 1-3
29. **Deng, J., Wang, X. B., Yu, F., Zhou, Q. S., Bernardo, U., Zhang, Y. Z., & Wu, S. A. (2015).** Rapid diagnosis of the invasive wax scale, *Ceroplastes rusci* Linnaeus (Hemiptera: Coccoidea: Coccidae) using nested PCR. *Journal of Applied Entomology*, 139(4), 314-319.
30. **Duyck, P.F. (2000).** Comparative study of developmental biology in three species of fruit flies (*Ceratitis* spp.)(Diptera: Tephritidae), harmful to fruit crops in Reunion.
31. **El Bouzidi, S. (2002).** Le figuier : histoire, rituel et symbolisme en Afrique du Nord. *Dialogues d'Histoire Ancienne*, 28 (2), 103-120.
32. **Elbeaino, T., Digiaro, M., Alabdullah, A., De Stradis, A., Minafra, A., Mielke, N., ... & Martelli, G. P. (2009).** A multipartite single-stranded negative-sense RNA virus is the putative agent of fig mosaica disease. *Journal of General Virology*, 90(5), 1281-1288.

Références bibliographiques

33. **Ergul M., Ergul 2 M., Eruygur N., Atas M., Ucar E. (2019).** In Vitro Evaluation of the Chemical Composition and Various Biological Activities of Ficus carica Leaf Extracts. Turk J Pharm Sci 2019;16(4):401-9.
34. **FAO. (2019).** (Organisation des nations unis pour l'alimentation et l'Agriculture) Site web : www.faostat.org
35. **Fauster, R. (2016).**Choreutis nemorana (Hübner, 1799)–nun auch in der Steiermark angekommen (Lepidoptera: Choreutidae). Joanea Zoologie, 15, 85-88.
36. **Fereres, A., & Raccah, B. (2015).** Plant virus transmission by insects.
37. **Ferguson, L., Michailides, T. J., & Shorey, H. H. (1990).** The California fig industry. Horticultural Reviews, 12, 409-490.
38. **Ferguson, L. (1997).** Fig breeding. Advanced course on Fig production, 16 - 28 June, 1997, EUFA, Turkey.
39. **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): 1-129.
40. **Ferradji A., et Malek A. (2011).** Séchage solaire des figues : Bilan thermique et isotherme de désorption. Revue des Energies Renouvelables Vol 14. N°4. 717 pp.
41. **Flaishman, M. A., Rodov, V., & Stover, E. (2008).** The fig: botany, horticulture, and breeding , 34,119-125.
42. **Flores Domingues, A. (1989).** La Higuera. Ed. Mundi Prensa, Spain.
43. **Gaussen, H., Leroy, J.F., & Ozenda, P. (1982).** Précis de botanique, tome II : végétaux supérieure. Masson, grenadier. Transfer Génétique en Agriculture, 105, 558-560.
44. **Gencer, N. S., Coskuncu, K. S., & Kumral, N. A. (2007).** The colonization preference and population trends of larval fig psylla, Homotoma ficus L.(Hemiptera: Homotomidae). *Journal of pest science*, 80, 1-8.
45. **Ghabbari, M., Guarino, S., Caleca, V., Saiano, F., Sinacori, M., Baser, N., ... & Lo Verde, G. (2018).** Effets modificateurs de comportement et insecticides des extraits de plantes sur les adultes de Ceratitis capitata (Wiedemann)(Diptera Tephritidae). *Journal of Pest Science* , 91 (2), 907-917.

46. **Giraldo, E., Viruel, M. A., López-Corrales, M., & Hormaza, J. I. (2005a).** Characterisation and cross-species transferability of microsatellites in the common fig (*Ficus carica* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(2), 217-224.
47. **Giraldo, E., Lopez-Corrales, M., & Hormaza, J. I. (2005b).** Selection of morphological quantitative variables in fig characterization. In III International Symposium on Fig 798 (pp. 103-108).
48. **Gozlekci, S. (2011).** Pomological traits of fig (*Ficus carica* L.) genotypes collected in the west Mediterranean region in Turkey. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(4), 646-652.
49. **Gray, S. M., & Banerjee, N. (1999).** Mechanisms of arthropod transmission of plant and animal viruses. *Microbiology and molecular biology reviews*, 63(1), 128-148.
50. **Guvenc, M. E. (2009).** Analysis of fatty acid and some lipophilic vitamins found in the fruits of the (*Ficus carica*) variety picked from the Adiyaman district. *Research Journal of Biological Sciences*, 4 (3), 320-323.
51. **Haesslein, D., & Oreiller, S. (2008).** Fraîche ou séchée, la figue est dévoilée Heds (Haute école de santé) Genève. *Filière nutrition et diététique*, 1-4.
52. **Hafez, E., El Morsi, AA et Abdelkhalek, AA (2011).** Caractérisation biologique et moléculaire de la maladie de la mosaïque du figuier. *Pathogènes moléculaires*, 2 (2).
53. **Hébrard, E., Froissart, R., Louis, C., & Blanc, S. (1999).** Les modes de transmission des virus phytopathogènes par vecteurs. *Virologie*, 3(1), 35-48.
54. **Hogenhout, S. A., Ammar, E. D., Whitfield, A. E., & Redinbaugh, M. G. (2008).** Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 46, 327-359.
55. **Imran, A., Jat, R. K., & Varnika, S. (2011).** A review on traditional, pharmacological, pharmacognostic properties of *Ficus carica* (Anjir). *International Research Journal of Pharmacy*, 12, 124-127.
56. **Ismail, I. A., Abdel-Rahman, R. S., & Abdel-Raheem, M. A. (2016).** Utilization of certain plant extracts and entomopathogenic fungi for controlling the black fig fly, *Lonchaea aristella* on figtrees. *International Journal of ChemTech Research*, 9(4), 35-42.

57. **Jamous, RM, Zaitoun, SYA, Mallah, OB, Shtaya, M., Elbeaino, T., & Ali-Shtayeh, MS (2020).** Détection et analyse phylogénétique des virus liés à la maladie de la mosaïque du figuier chez dix-sept cultivars de figuier en Palestine. *La revue de pathologie végétale* , 36 (3), 267.
58. **Jerinić-Prodanović, D. (2011).** The first finding of the fig psylla *Homotoma ficus* L.(Hemiptera,Psylloidea, Homotomidae) in Serbia. *Pesticidi i fitomedicina*, 26(3), 205-212.
59. **Karagoz, M., Gulcu, B., Hazir, C., Kaya, H. K., & Hazir, S. (2009).**Biological control potential of Turkish entomopathogenic nematodes against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. *Phytoparasitica*, 37(2), 153-159.
60. **Khasawinah, A. (1963).** Life cycle studies of the fig wax scale *Ceroplastes rusci*,(Linn.). *PQDT-Global*.
61. **Kouloussis, N. A., Mavraganis, V. G., Damos, P., Ioannou, C. S., Bempelou, E., Koveos, D. S., & Papadopoulos, N. T. (2022).**Trapping of *Ceratitis capitata* Using the Low-Cost and Non-Toxic Attractant Biodelear. *Agronomy*, 12(2), 525.
62. **La Massese, C. S., Deportes, L., Mercier, S., & Roger, J. P. (1983).** Les principaux ennemis du figuier. *Phytoma*, (353/354), 37-41.
63. **Latinovic, J., Radisek, S., & Latinovic, N. (2015).**Severe infection of figs by fig rust pathogen *Cerotelium fici* in Montenegro. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 61(2), 101.
64. **LAUMONNIER R., 1960:** Culture fruitière méditerranéenne. Paris, Jablière et Fils ; pp 161-183.
65. **Lecoq, H. (2008, January).** Les virus des plantes.... des ennemis redoutables!. In *Légumes et petits fruits* (pp. 5-p).
66. **Lendel, A. (2017).** *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) a *gracillaria loriolella* (frey, 1881)–dva nové druhy motýľov pre faunu Slovenska. *Folia faunistica Slovaca*, 22, 1-5.
67. **Lim, T.K. (2012).** Edible medicinal and non-medicinal plants: *Ficus carica*. *Moraceae*. Volume 3, Fruits. Edition Springer Sciences Media B.V. Pp 362-376.

68. **Mahmoudi, S., Khali, M., Benkhaled, A., Boucetta, I., Dahmani, Y., Attallah, Z., & Belbraouet, S. (2018).** Fresh figs (*Ficus carica* L.) : Pomological characteristics, nutritional value, and phytochemical properties. *European Journal of Horticultural Science*, 83(2), 104-113.
69. **MADR. (2012).** Ministry of Agriculture and Rural Development .Service of the Statistics (Algiers, Algeria)
70. **Mat Desa, W.N., Masita, M., & Fudholi, A. (2019).** Review of drying technology of fig. *Trends in Food Science & Technology*, 88(1), 93-103.
71. **Mauri, N. (1939).** Les figuiers cultivés en Kabylie. Contribution à leur détermination et étalonnage.
72. **Michel A. (2002).** La rousse agricole.
73. **Mifsud, D., Falzon, A., Malumphy, C., Lillo, E. D., Vovlas, N., & Porcelli, F. (2012).** On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands.
74. **Miličević, T., & Marin, S. (2020).** Važnije bolesti smokve u Hrvatskoj. *Glasnik Zaštite Bilja*, 43(6.), 68-72.
75. **Mondy, N., Charrier, B., Fermaud, M., Pracros, P., & Corio-Costet, M. F. (1998).** Mutualism between a phytopathogenic fungus (*Botrytis cinerea*) and a vineyard pest (*Lobesia botrana*). Positive effects on insect development and oviposition behaviour. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series III-Sciences de la Vie*, 321(8), 665-671.
76. **Oukabli A. (2003).** Le figuier un patrimoine génétique diversifier à exploiter Unité de Recherche sur l'Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phyto-génétiques INRA, Centre Régional de Meknès. N° 106.
77. **Parthasarathy, S., Thiribhuvanamala, G., Ramalingam, K., Jebaraj, M. D., & Prabakar, K. (2020).** Incidence and ultramicroscopic characterization of *Cerotelium fici* (castagne) rust in *Ficus carica* L. *Journal of Applied Horticulture*, 22(1), 24-26.
78. **Patil V., Bhanghale S. C., et Patil V. R. (2010).** Evaluation of anti-pyretique potential of *Ficus carica* leaves. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 2 : 48-50.

79. **Pellizzari, G., Rainato, A., & Stathas, G. J. (2010).** Description of the immature female instars of *Ceroplastes rusci* (Linnaeus)(Hemiptera: Coccidae). *Zootaxa*, 2556(1), 40-50.
80. **Petkova, N., Ivanov, I., & Denev, P. (2019).** Changes in phytochemical compounds and antioxidant potential of fresh, frozen, and processed figs (*Ficus carica* L.). *International Food Research Journal*, 26(6), 1881-1888.
81. **Pontappidan A. (1997).** Le figuier. Le nom de l'arbre. 1ère édition, Actes sud, France.
82. **Preising, S., Borges, D. F., de Queiroz Ambrósio, M. M., & da Silva, W. L. (2021).** A fig deal: A global look at fig mosaic disease and its putative associates. *Plant Disease*, 105(4), 727-738.
83. **Purcell, A. H., & Almeida, R. P. (2005).** Insects as vectors of disease agents. *Encyclopedia of plant and crop science*, 10, 1-5.
84. **Queiroz, T. S. P. (2019).** Caracterização, Fenologia e Caprificação da Figueira Cultivar Dauphine e Captura em Massa de Mosco-do-Figo. *PQDT-Global*.
85. **Roger J.P. 2003.** La conduite du figuier (*Ficus carica* L.), Famille des Moracees, Genre *Ficus*. Actes de la Journée Figueur de l'INRA Maroc: Potentialités et perspectives de développement de la figue sèche au Maroc. 32-41.
86. **Rot, M., Žežlina, I., Jančar, M., Seljak, G., & Gorica, N. (2017).** Črna figova muha (*Silba adipata* McAlpine, 1956 [Diptera, Lonchaeidae]) je zastopana tudi v Sloveniji. *Zbornik predavanj in referatov*, 13, 47-52.
87. **Singh, S., Li, Z., Zhang, Y., Grieshop, M. J., Giliomee, J., Cocuzza, G. M., & Sandhu, R. K. (2022).** Arthropod Pests of Fig and Their Management. *The Fig: Botany, Production and Uses*, 332-366.
88. **Six, D. L. (2003).** Bark beetle-fungus symbioses. *Insect symbiosis*, 1, 97-114.
89. **Soliman, H. I. A. (2018).** Serological and molecular detection of viruses infecting fig to identify the virus-free plants. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8(1), 726.
90. **SOORS, J., DEN BIEMAN, K., & LOCK, K. (2020).** First records of the Mediterranean fig psyllid *Homotoma ficus* (Linnaeus, 1758)(Hemiptera,

Références bibliographiques

- Psylloidea, Homotomidae) in Belgium. *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie*, 156, 201-205.
91. **Starr, F., Starr, K. et Loope, L. (2003)**. (Ficus carica). Edible fig Moraceae. United States Geological Survey--Biological Resources Division Haleakala Field Station, Maui, Hawaii, Pp:1-6.
92. **Stojanović, D. V., Jerinić-Prodanović, D., Kereši, T., Graora, D., & Marković, M.(2020)**. *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799)(Lepidoptera: Choreutidae) in Serbia. *Topola*, (206), 29-34.
93. **Suárez, L., Biancheri, M. J. B., Diaz Nieto, L. M., Schliserman, P., Murúa, F., Rull, J., ... & Ovruski, S. M. (2021)**. Dynamic seasonal response of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) to fruit juice-based lures in fig orchards. *International Journal of Pest Management*, 1-13.
94. **Thomas, M. C., Heppner, J. B., Woodruff, R. E., Weems, H. V., Steck, G. J., & Fasulo, T. R. (2001)**. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Insecta: Diptera: Tephritidae). *Fla Depart Agr Cons Serv, DPI. Entomol Cir.*
95. **Valdeyron G.,(1967)** : Sur le système générique du figuier. Essai interprétation évolutive.Extrait des annales de l'INA paris 5-1-167P.
96. **Vidaud J., (1997)**. Le figuier: centre technique interprofessionnel des fruits et légumes,paris,Edi. SUDOC. 263 p 335p.
97. **Vidaud, J. (1997)**. Le figuier monographie du CTIFL (centre technique interprofessionnel des fruits et légumes). (Paris) 263-267 p.
98. **Vu, N. T., Eastwood, R., Nguyen, C. T., & Pham, L. V. (2006)**. The fig wax scale *Ceroplastes rusci*(Linnaeus)(Homoptera: Coccidae) in south-east Vietnam: Pest status, life history and biocontrol trialswith *Eublemma amabilis* Moore (Lepidoptera:Noctuidae). *Entomological Research*, 36(4), 196-201.
99. **Wagner, W. L., Herbst, D. R., & Sohmer, S. H. (1999)**. *Manual of the Flowering Plants of Hawai'i, Vols. 1 and 2* (No. Edn 2). University of Hawai'i and Bishop Museum Press.
100. **Watson, M. A., & Roberts, F. M. (1939)**. A comparative study of the transmission of Hyoscyamus virus 3, potato virus Y and cucumber virus 1 by the vectors *Myzus persicae* (Sulz), *M. circumflexus* (Buckton), and

Références bibliographiques

- Macrosiphum gei (Koch). Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences, 127(849), 543-576.
101. **WEEMS H., 1981.** Mediterranean fruit Ceratitis capitata Wied. (Diptera: Trypetidae). Pep. Agric. Cumer, Dir. Plant. Industry. Entomol. Circ. Florida (230). 12p.
102. **Yahyaoui, E., Frasheri, D., Germanà, M. A., Burrzano, S., D'Onghia, A. M., & Elbeaino, T. (2015, August).** Viruses infecting different Mediterranean genotypes of Ficus carica and their distribution in different plant organs. In *V International Symposium on Fig 1173* (pp. 273-278).
103. **Zeity, M., & Mofleh, M. (2020).** A new record of parasitoid Trechnites flavipes (Mercet)(Hymenoptera:Encyrtidae) on the Pauropsylla buxtoni (Laing, 1924) that infests cultivated fig in Syria. *Syrian Journal of Agricultural Research*, 7, 354-364.
104. **Zohary, D., & Hopf, M. (1988).** Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. *Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley.*
105. **Zohary, D., & Hopf, M. (2000).** *Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley* (No. Ed. 3). Oxford university press.
106. **Zouba, A. (2010).** First Report of Choreutis nemorana (Lepidoptera: Choreutidae) in Tunisia. *Journal of Plant Science and Biotechnology*, 4(2), 96-97.

Résumé

Résumé

Le figuier est sujet à plusieurs maladies et ravageurs qui peuvent compromettre sa santé et sa productivité. Parmi les ravageurs, on trouve des insectes tels que la mouche méditerranéenne, la mouche noire, la cochenille du figuier, la teigne du figuier, le psylle de figuier, les scolytes, les acariens, les guêpes, et les nématodes parasites. Ces ravageurs se nourrissent des feuilles, des fruits et des tissus de l'arbre, causant des dommages importants. En ce qui concerne les maladies, le figuier est affecté par diverses infections fongiques, dont la rouille du figuier, le chancre de la figue et la pourriture des racines. La rouille du figuier se manifeste par des taches sur les feuilles, tandis que le chancre provoque des ulcères sur les branches, entraînant la mort des extrémités. La pourriture des racines est causée par le champignon *Rosellinia necatrix*, qui endommage les racines et empêche la croissance normale de l'arbre. De plus, le figuier est susceptible de contracter des maladies virales telles que la mosaïque de la figue, qui provoque des taches jaunes sur les feuilles et affecte la vigueur de l'arbre. La compréhension de ces relations entre les maladies et les ravageurs est essentielle pour mettre en place des mesures de prévention et de lutte adaptées afin de minimiser les dommages causés aux figuiers et d'assurer une production saine et abondante.

Mots clés : ravageur, virus, maladie fongique, *Ficus carica*, FMV.

Abstract

The fig tree is susceptible to a range of diseases and pests that can impact its health and productivity. Among the pests, there are insects such as the Mediterranean fruit fly, the black fig fly, the fig wax scale, the fig leafroller, the fig psyllid, fig bark beetles, mites, wasps, and nematodes. These pests feed on the tree's leaves, fruits, and tissues, causing significant damage. Regarding diseases, the fig tree is affected by various fungal infections, including fig rust, fig canker, and root rot. Fig rust appears as spots on the leaves, while fig canker causes ulcers on the branches, leading to the death of branch tips. Root rot is caused by the fungus *Rosellinia necatrix*, which damages the roots and hinders normal tree growth.

Additionally, the fig tree is prone to viral diseases such as fig mosaic, which results in yellow spots on the leaves and affects the tree's vigor. Understanding these relationships between diseases and pests is crucial for implementing appropriate prevention and control measures to minimize damage to fig trees and ensure healthy and abundant production.

Key words: Pest, virus, fungal disease, *Ficus carica*, FMV.

الملخص

تعاني شجرة التين من عدة أمراض وآفات يمكن أن تؤثر على صحتها وإنتاجيتها. ومن بين الآفات، يوجد حشرات مثل الذبابة المتوسطة والذبابة السوداء وقمل شجرة التين ودودة التين والبق شجرة التين والصفرة والعت والنمل والديدان الطفيلية. تتغذى هذه الآفات على الأوراق والثمار وأنسجة الشجرة، مما يسبب أضرارًا كبيرة. أما بالنسبة للأمراض، فتتأثر شجرة التين بالعديد من العدوى الفطرية، بما في ذلك صدأ التين وقزحة التين وتعفن الجذور. يتجلى صدأ التين في ظهور بقع على الأوراق، بينما يسبب قزحة التين قروحًا على الأغصان تؤدي إلى موت الأطراف. يتسبب فطر *Rosellinia necatrix* في تعفن الجذور وتلف أنسجتها، مما يعوق النمو الطبيعي للشجرة. بالإضافة إلى ذلك، تصاب شجرة التين بالأمراض الفيروسية مثل موزاييك التين، الذي يسبب ظهور بقع صفراء على الأوراق ويؤثر على قوة الشجرة. إن فهم هذه العلاقات بين الأمراض والآفات أمر ضروري لتنفيذ إجراءات الوقاية والمكافحة المناسبة للحد من الأضرار التي تلحق بشجرة التين وضمان إنتاجية صحية ووفيرة.

الكلمات الأساسية : آفة، فيروس، الأمراض الفطرية، *FMV, Ficus carica*.