



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Intitulé

Etude bibliographique sur les insectes
vecteurs d'agents phytopathogènes

Soutenu le : 30/06/2024

Présenté par :

Benouatas mouloud

Boutaher fatima

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	M. HERIZI Toufik	MAA	SNV-STU, Univ. de B.B.A
Encadrant :	M. SAYAH TAHAR	MAA	SNV-STU, Univ. de B.B.A.
Examineur :	Mme. LOUCIF LYNDA	MAB	SNV-STU, Univ. de B.B.A.

Année Universitaire :2023 /2024

Dédicaces

J'ai entre les mains aujourd'hui le fruit d'années d'efforts et de persévérance, un voyage qui a gravé dans ma mémoire, et au cours duquel j'ai appris le sens de la persévérance et de la détermination, et ma foi en la capacité de Dieu Tout-Puissant à réaliser l'impossible s'est accrue. qui ont éclairé mon chemin et fait fleurir le jardin de ma vie :

- À Dieu, le Tout-Puissant, qui m'a comblé de ses bienfaits apparents et cachés, sans nombre ni compte, je vous remercie du fond du cœur pour tout ce que vous m'avez donné
- À ma mère bien-aimée, source de tendresse et de générosité, qui m'a donné sa vie et son amour, je vous offre ce mémoire en signe d'amour et de gratitude pour tout ce que vous m'avez donné en sacrifices importants, pour vos soins assidus et votre belle patience.

À mon cher père, étoile brillante dans le ciel de ma vie, bien que son corps soit absent, son esprit est toujours présent dans mon cœur, je vous offre ce mémoire en priant pour vous la miséricorde et le pardon, et en récompense de tout ce que vous m'avez donné en amour, en soins et en attention.

- À ma sœur aînée, compagne de route et amie de toujours, je vous offre ce mémoire en signe d'amour et de gratitude pour votre présence constante à mes côtés et votre soutien à chaque étape de ma vie.
- À ma petite sœur, fleur du jardin de notre famille, je vous offre ce mémoire en signe d'amour et de vœux pour un avenir radieux plein de succès et de bonheur.
- À la famille Benouatas et habitouche, je vous présente mes plus sincères remerciements et ma reconnaissance pour votre amour et votre soutien

Mouloud

Dédicaces

Je remercie, tout d'abord, Dieu le tout puissant, pour avoir guidé mes pas vers un avenir

inchaallah prometteur, où le travail, la persévérance et la quête du savoir seront ma devise.

Je dédie ce travail à mes chers parents :

A ma chère maman ... Que j'adore beaucoup

Et à mon cher papa... Que j'aime tant,

Sans vous, je ne serai jamais arrivée là où j'en suis.

A Mes très chères amies ceux qui sont proches de mon cœur
J'adresse à tous un grand merci pour tout

Fatima



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier le Seigneur Tout-Puissant qui nous a accordé la santé, la volonté, le courage et la patience tout au long de nos études. Tout d'abord et avant tout, ce travail n'aurait pas été aussi enrichissant et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et les conseils de **M. Tahar Sayah**. Nous le remercions pour la qualité exceptionnelle de ses conseils, sa patience et sa précision. Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à tous les membres du comité, à **Mme Lynda Loucif** pour avoir présidé le comité et à **M. herizi Toufik** pour avoir consacré du temps à l'évaluation. Enfin, nous tenons à adresser nos remerciements profonds à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.



● Table de matière

Dédicaces.....	
Remerciement.....	
Table des matières.....	
Liste des figures.....	
Liste des abréviations.....	

Introduction :.....

Chapitre I:Caractéristiques anatomiques des insectes vecteurs d'agents

phytopathogènes.....	
1- Introduction.....	3
2-Taxonomie des hémiptères.....	3
3-Spécialisation et polymorphisme chez les insectes vecteurs.....	6
3-1 Spécialisation:.....	6
3-1-1Spécialisation morphologique:.....	6
3-1-2Spécialisation physiologique:.....	6
3-1-3Spécialisation comportementale:.....	7
3-2 Polymorphisme: Adaptation à des conditions environnementales variées.....	7
3-2-1 Polymorphisme génétique:.....	7
3-2-2 Polymorphisme saisonnier:.....	7
4- Pièces buccales :.....	7
4-1 Articles paires:.....	8
4-1-1 Mandibules :.....	8
4-1-2 Maxilles:.....	8
4-2 Article impair:.....	8
4-2-1 Labium:.....	8

5- Types d'appareils buccaux chez les insectes vecteurs d agent phytopathogene :	9
5-1 Appareil piqueur-suceur	9
5-1-2 Anatomie et fonctionnement de l'appareil piqueur-suceur	10
5-1-2-1 Stylets:	10
5-1-2-2 Trompe.	10
5-1-2-3- Glandes salivaires:	10
5-1-2-4 Pompe pharyngienne:	10
5-1-3 Fonctionnement détaillé de l'appareil piqueur-suceur	10
5-1-3-1 Pénétration:	10
5-1-3-2 Injection de salive:	10
5-1-3-3 Aspiration des liquides:	10
5-1-3-4 Ingestion:	10
5-1-4 Exemples d'insectes dotés d'un appareil piqueur-suceur	11
5-1-4-1 Puceron du melon (Hemiptera): Aphis gossypii :	11
5-2 L'appareil broyeur-mâchonneur :	12
5-2-1 Anatomie et fonctionnement de l'appareil broyeur-mâchonneur :	12
5-2-1-1Mandibules:	12
5-2-1-2Maxilles:	12
5-2-1-3Labium:	12
5-2-1-4Pharynx:	12
5-2-1-5Oesophage:	12
5-2-2 Fonctionnement détaillé de l'appareil broyeur-mâchonneur	12
5-2-2-2Manipulation et trituration:	12
5-2-2-3 Broyage et compactage:	13
5-2-2-4 Transport vers l'estomac:	13
5-3Exemples d'insectes dotés d'un appareil broyeur-mâchonneur	13
5-3-1Thrips des petits fruits : Frankliniella occidentalis	13

Chapitre II :Les agents phytopathogènes

1. Les agents responsables des maladies des plants.....	14
1.1. Maladies des plants :	14
1.2. Les maladies infectieuses(biotiques)	14
2- Les agents phytopathogènes.....	15
2-1 Les principaux maladies transmis par des insectes vecteurs	15
2-1-1 Les maladies virales	15
2-1-2 Les symptômes	16
-Virus mosaïque du concombre (CMV) :	16
2-1-3 Virus de la jaunisse Nanisant de l'orge (B Y D V) :	16
2-2 Les maladies phytoplasme (bactéries)	17
2-2-1 Les symptômes	17
2-2-2 La flavescence dorée de la vigne :	18
2-2-2-1 Les symptômes -.....	18
2-2-3 Le phytoplasme du stolbur :	19
2-2-3-1 Symptôme :	19
2-3 Les maladies de champignons :	19
2-3-1 Le coton (Gossypium hirsute) :	20
3- Les methode de identification des agentes Phytopathogènes.....	20
3-1 Techniques de diagnostic :	20
4- Les mecanismes de transmission par les insectes vecteur	21
4-1 Difinition:.....	21
4-2 Transmission non circulatoire :	22
4-3 Transmission circulatoire :	22
5- les effets de l'agent phytopathogenes sur linsectes vecteur	23
5-1 Les effets directs :	23
6- les effets indirects de l'agent phytopathogènes sur son insecte vecteur via le plant hote :	23
- Les effet sur la physiologie du vecteur :	23

Chapitre III :Les facteurs de risque et les méthodes de protection

1.Les facteur de risque :	23
2- Le changement climatique et les affections des végétaux.....	23
2-1 Température :	23
3- Methode de protection :	23
3-1 Méthodes préventives :	23
3-1-2 Elimination des plantes maladies :	23
3-1-3 Bonnes pratiques agricoles :	24
3-1-4 Surveillance régulière :	24
3-2 Méthodes curatives :	24
3-2-1 lutte biologique :	24
3-2-2 lutte chimique :	24
3-2-3 lutte par phéromones :	24
Conclusion Générale et Perspectives.....25	
Références bibliographiques	
Annexes.....28	
List des principaux insectes vecteurs d'agents pathogènes.....	28
Résumée.....	
Les mots cles : les insectes vecteurs , les agents phytopathogenes ,Transmission	32

Liste des figures

Figure 1 : Phylogénie datée du super-ordre des Hemipteroïdes (Paraneoptera) qui contient notamment l'ordre des Hémiptères. Les couleurs des cercles indiquent la solidité du nœud. L'échelle de temps est en millions d'années	4
Figure 2: Planche de dessins des familles représentatives des hémiptères	6
Figure 3: Articles paires et impaires chez les insectes	9
Figure 4 L'appareil piqueur-suceur	11
Figure 5 Description des pièces buccales chez Puceron du melon (Hemiptera): <i>Aphis gossypii</i> (Glover,1877).....	11
Figure 7 Appareil buccal broyeur-machonneur	13
Figure 8: Description des pièces buccales chez Thrips des petits fruits : <i>Frankliniella occidentalis</i> (Heidmann, 1904).....	14
Figure 9: Le triangle des maladies des plantes	14
Figure 10 Symptôme du virus mosaïque du concombre	16
Figure 11 Symptômes causés par le virus de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV)	
Figure 12 Balais de sorcière	18
Figure 13 Symptômes de flavescence dorée	18
Figure 14 Les symptômes de stolbur phytoplasme	19
Figure 15 Le coton (<i>Gossypium hirsute</i>) (L,1763)	20
Figure 16 La transmission d'une maladie d'une plante infectée à une plante saine par Cicadelle (<i>Metcalfa pruinosa</i>) (Baker, 1903)	22

Liste Abréviations

TSWV: Tomato spotted wilt virus ITMV Impatiens necrotic spot virus.....

Spp : Espèces (du latin "species")

UV : Ultraviolet

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

OEPP : Organisation Européenne et Méditerranéenne de Protection des Plantes

OMS : Organisation mondiale de la Santé

CMV : Virus de la mosaïque du concombre

BYDV : Virus de la jaunisse nanisant de l'orge

GNO : Jaunisse nanisant de l'orge



Introduction

Si l'on entend parler d'insectes vecteurs d'agents pathogènes, aussitôt pense-t-on aux moustiques et autres vecteurs de maladies humaines (fièvre jaune, paludisme etc.). Certes, ce sont des sujets majeurs en médecine. Toutefois, beaucoup ignorent que des vecteurs de maladies de plantes existent aussi et s'avèrent même très nombreux et souvent préoccupants (Mulot et al., 2020).

Parmi les nombreux rôles écologiques assurés par les insectes en relation avec le monde végétal, la vexion d'agents phytopathogènes revêt une importance particulière par ses effets négatifs sur les récoltes sur les plans quantitatif et qualitatif. (Herrbach et al., 2013).

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime que les insectes vecteurs de maladies causent des pertes de production agricole allant jusqu'à 200 milliards de dollars américains par an (Oerke, 2006).

Parmi les insectes vecteurs, les plus importants sont les hémiptères suceurs de sève, tels que les pucerons, les cicadelles, les fulgores et les aleurodes. Le sous-ordre des Homoptères (ordre des Hémiptères) constitue le groupe entomologique le plus important puisqu'on y trouve 80 % des Insectes vecteurs et, parmi eux, les Aphides, avec près de 200 espèces vectrices connues (environ 1/20 de la faune aphidienne décrite) transmettant près de 170 virus, représentent 86 % de tous les Sternorrhynques vecteurs, dont les Pucerons occupent un rôle de premier plan dans la dissémination des maladies à virus tant par le nombre de virus qu'ils sont susceptibles de transmettre que par le nombre d'espèces impliquées. En comparaison, 80 % des Auchénorrhynques reconnus vecteurs sont des Cicadelles sensu stricto (c'est-à-dire des Cicadellidae) parmi lesquelles 130 espèces transmettent près de 75 agents phytopathogènes dont une quarantaine de virus. (Marchoux et al, 1984).

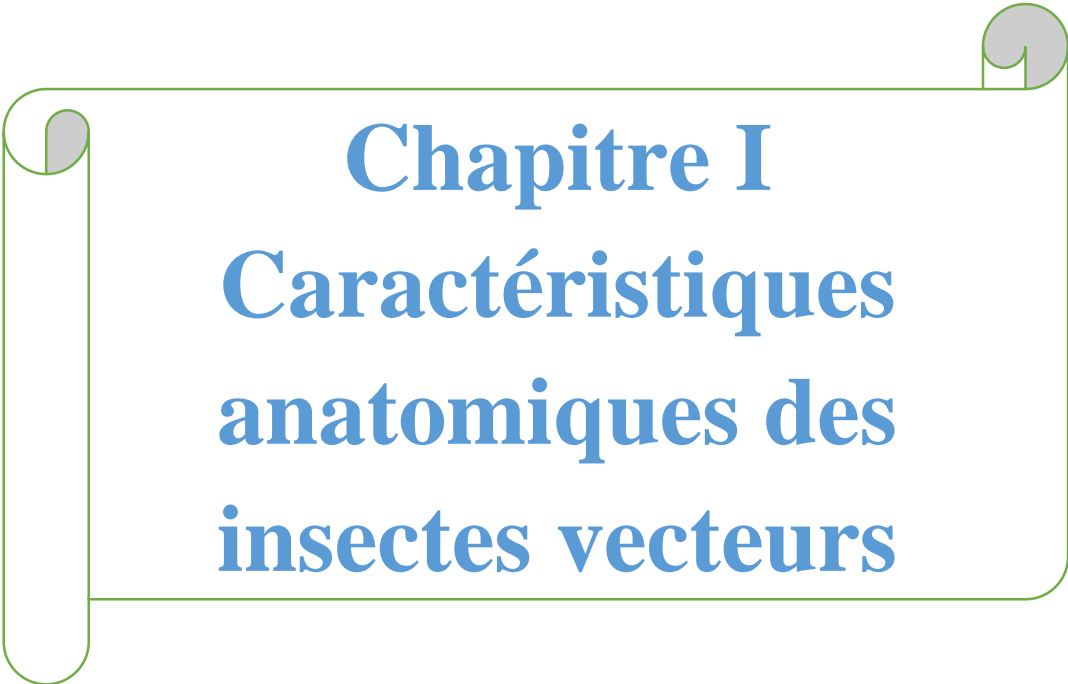
Auxquels s'ajoutent les thrips (Thysanoptères), dont 10 espèces sont vectrices de virus. Bekhouche et Djouama , 2021).

De manière occasionnelle les coléoptères (ordre des Coleoptera) sont également décrits comme vecteurs de phytovirus (Herrbach, 2013).

Divers agents pathogènes sont en cause, tels que (virus, phytoplasmes, bactéries, champignons, protozoaires, les phanérogames parasites, etc...). Ces parasites sont généralement infectieux car ils envahissent l'hôte et s'y multiplient et sont contagieux, par leur transmission d'une plante infectée à une plante saine (Lepoivre, 2003).

Notre but, de cette étude bibliographique, est de maitre le point sur les différents groupes d'insectes en cause, et faire ressortir ses différentes caractéristiques. Cette étude va nous permettre de mieux comprendre les interactions entre les insectes vecteurs, les agents pathogènes et les plantes, ainsi que les mécanismes de transmission des maladies.

La présente étude se structure en trois chapitres, le premier représente les caractéristiques anatomiques des insectes vecteurs d'agents phytopathogènes, le second chapitre englobe les différents agents phytopathogènes et dans le troisième chapitre nous avons mentionné les facteurs de risque et les méthodes de lutte. Enfin, nous concluons ce travail par des perspectives et des recommandations.

A decorative graphic of a scroll with a green outline and grey circular accents at the corners, containing the chapter title.

Chapitre I

Caractéristiques anatomiques des insectes vecteurs

1- Introduction

Les insectes vecteurs englobent une diversité d'espèces, y compris les pucerons, les aleurodes, les punaises, les papillons et les coléoptères. (Oerke, 2006).

Selon Conti et Lovisolo (1984), les plus nombreux vecteurs de virus de plante appartiennent à l'ordre des hémiptères.

2- Taxonomie des hémiptères

Le mot "hémiptère" vient du grec hémi (demi) et pteron (ailes), et fait référence aux deux structures des ailes supérieures de certains hémiptères (ex : punaises) : coriaces près de la tête et membraneuses près de l'abdomen. L'ordre des hémiptères se caractérise aussi par : i) des pièces buccales piqueuses avec un long rostre articulé ii) l'absence de palpes maxillaires et labiales (organes sensoriels) et iii) des antennes longues. Il se divise en quatre sous-ordres que sont les Hétéroptère (punaises), les Coleorrhyncha, et ceux qui nous intéresseront particulièrement à savoir les Auchenorrhyncha et les Sternorrhyncha (Johnson, 2018) (Figure. 01).

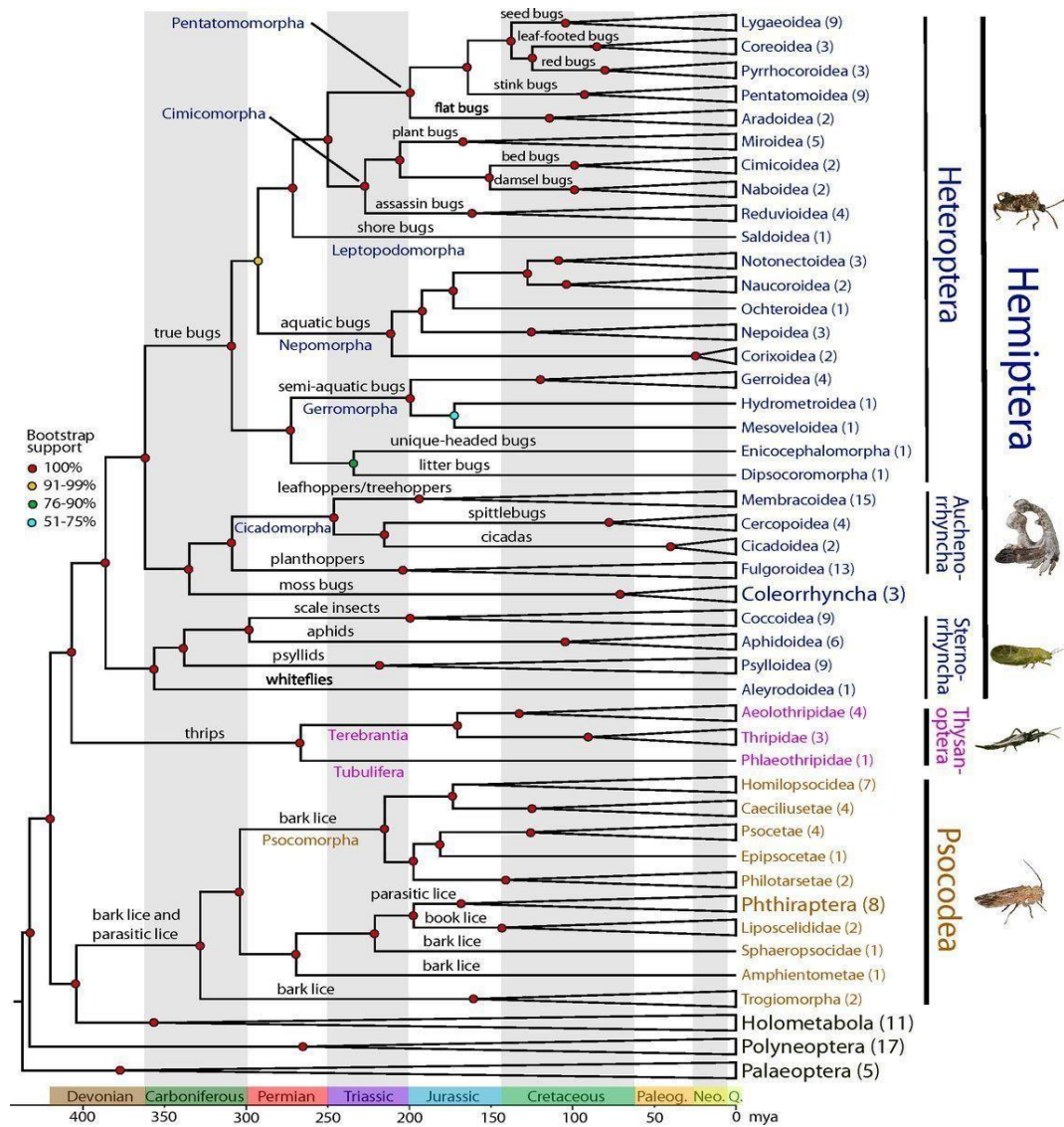


Figure 1

Figure 01 : Phylogénie datée du super-ordre des Hémiptéroïdes (Paraneoptera) qui contient notamment l'ordre des Hémiptères. Les couleurs des cercles indiquent la solidité du nœud. L'échelle de temps est en millions d'années (Johnson, 2018).

Auchenorrhyncha vient du grec *auchen* (cou), et *rhyncos* (nez). Cela fait référence à la position du rostre de ces insectes, dont l'extrémité est visible à proximité de leur cou. Les Auchenorrhyncha sont subdivisés en deux infra-ordres : les Fulgoromorpha (planthoppers) et les Cicadomorpha. Chez les Fulgoromorpha, la super-famille Fulgoroidea est la seule à compter des représentants encore vivants dont les cixiidées (Cixiidae), les delphacides (Delphacidae), et les fulgores (Fulgoridae) qui sont des vecteurs de phytovirus (Wefels, 2015 ; Moeini, 2019).

Les Cicadomorpha, comptent trois super-familles les Cercopoidea (cercopes, spittlebugs or froghoppers), les Cicadoidea (cigales, cicadas), et les Membracoidea. Des vecteurs de phytovirus sont présents chez les Membracoidea avec les familles Cicadellidae (cicadelles, leafhoppers) et Membracidae (membracides, treehoppers). Le deuxième sous-ordre qui nous intéressera ici est les Sternorrhyncha, du grec sterno (thorax). Combiné à rhyncos, cela signifie que l'extrémité du rostre de ces insectes est située à proximité du thorax, au milieu de la première paire de patte.

Les insectes appartenant à ce sous-ordre, sont divisés en cinq super-familles : Aleyrodoidea (aleurodes, whiteflies), Aphidoidea (puccerons, aphids), Coccoidea (cochenilles, coccids), Psylloidea (psylles, psylloids or jumping-plant lice), Phylloxeroidea (adelgids and phylloxerans).

Des vecteurs de virus ont été décrits uniquement chez les aleurodes, les pucerons et les cochenilles (Herrbach, 2016).

Ainsi, chez les Sternorrhyncha, seuls les insectes appartenant aux super-familles Phylloxeroidea et les Psylloidea ne sont pas décrits à l'heure actuelle comme vecteurs de virus. Néanmoins, certaines espèces de psylles sont connues pour transmettre des bactéries (phytoplasmes ou Liberibacters) ayant un très fort impact en agriculture (ex: huanglongbing des Citrus) (Gottwald, 2010 ; Kumari, 2019).

Les hémiptères vecteurs de géminivirus appartiennent à la fois au sous-ordre des Auchenorrhynques avec les familles Cicadellidae, Membracidae, et au sous-ordre des Sternorrhyncha avec les familles Aleyrodidae et Aphididae (figure 02).

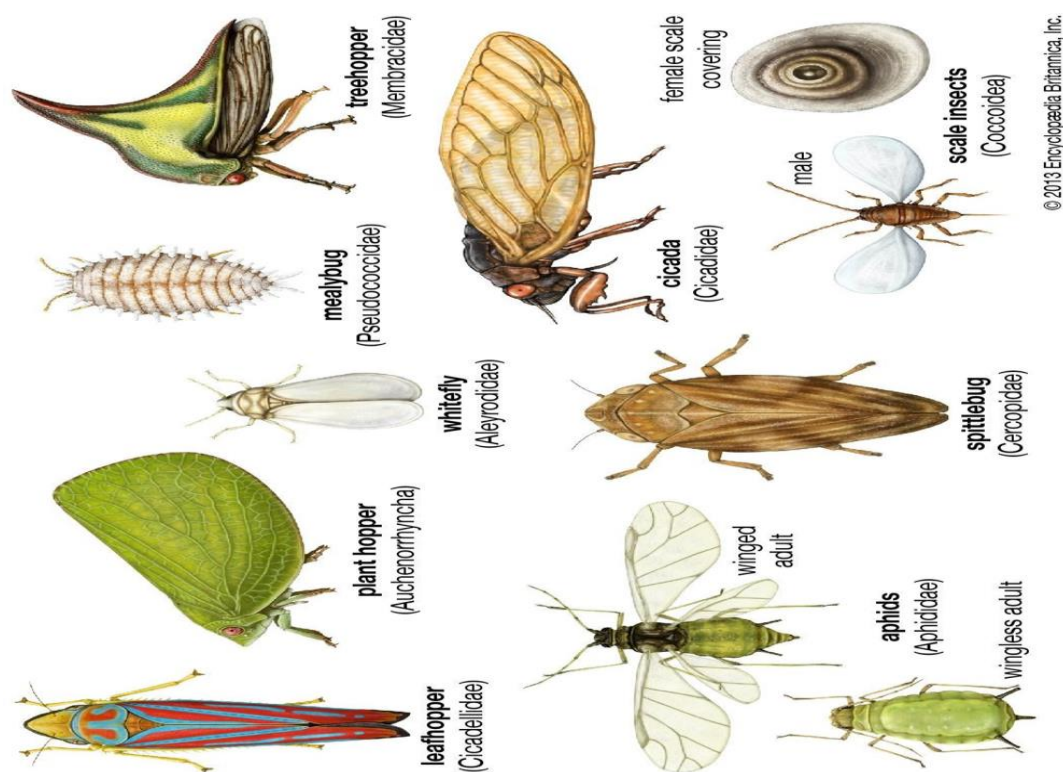


Figure 2

Figure (02) : Planche de dessins des familles représentatives des hémiptères (Issu de Encyclopedia Britannica in Ryckebusch, 2020).

3- Spécialisation et polymorphisme chez les insectes vecteurs

3-1 Spécialisation : Adaptation à des hôtes et des agents phytopathogènes spécifiques

La spécialisation des insectes vecteurs se traduit par leur capacité à se concentrer sur des hôtes et des agents phytopathogènes spécifiques (Martelli et al., 2007). Cette spécialisation peut être morphologique, physiologique ou comportementale (Kivi et al., 2016).

3-1-1 Spécialisation morphologique : La morphologie des pièces buccales et des pattes peut être adaptée à un type d'hôte ou d'agent phytopathogène spécifique. Par exemple, certains insectes vecteurs possèdent des pièces buccales longues et fines permettant de percer des tissus végétaux spécifiques pour atteindre les vaisseaux conducteurs, tandis que d'autres ont des pièces buccales robustes pour broyer des tissus végétaux plus durs (Jones et Jones, 2004)

3-1-2 Spécialisation physiologique : Le système digestif des insectes vecteurs peut être adapté à la digestion d'agents phytopathogènes spécifiques. Certains agents phytopathogènes

nécessitent des enzymes digestives spécifiques pour être décomposés et absorbés par l'insecte (Schaad & Scorti, 2008).

3-1-3 Spécialisation comportementale : Les insectes vecteurs peuvent développer des préférences comportementales pour certains types d'hôtes ou d'environnements. Par exemple, certains insectes vecteurs sont attirés par des plantes spécifiques en raison de leur odeur ou de leur couleur (Martelli et al., 2007)

La spécialisation des insectes vecteurs peut avoir des implications importantes pour la gestion des maladies végétales. En effet, en ciblant les insectes vecteurs spécialisés, il est possible de réduire plus efficacement la transmission des agents phytopathogènes (Kivi et al., 2016).

3-2 Polymorphisme : Adaptation à des conditions environnementales variées

Le polymorphisme chez les insectes vecteurs se caractérise par l'existence de plusieurs formes morphologiques au sein d'une même espèce (Jiggins, 2008). Ce polymorphisme peut être induit par des facteurs génétiques ou environnementaux (Fox, 2016).

3-2-1 Polymorphisme génétique : Certaines espèces d'insectes vecteurs présentent des formes génétiquement distinctes qui diffèrent par leur morphologie, leur physiologie ou leur comportement (Kivi et al., 2016)

3-2-2 Polymorphisme saisonnier : Certaines espèces d'insectes vecteurs développent des formes morphologiques différentes en fonction des saisons. Par exemple, certaines espèces peuvent développer des ailes plus longues au printemps pour migrer vers de nouveaux habitats (Brown, 2014)

Le polymorphisme des insectes vecteurs peut leur permettre de s'adapter à des conditions environnementales variées, telles que des changements de température, d'humidité ou de disponibilité des ressources alimentaires (Jiggins, 2008). Cette capacité d'adaptation peut contribuer à leur succès dans la colonisation de nouvelles niches écologiques et à leur persistance dans des environnements changeants (Thomson, 2010).

4- Pièces buccales :

L'appareil buccal joue un rôle important dans la survie et la reproduction des insectes. Cela leur permet de se nourrir, d'obtenir les nutriments dont ils ont besoin pour leur croissance et leur développement et de se reproduire (Borror & DeLong, 1971). La diversité de la structure

et de la fonction de l'appareil buccal des insectes reflète leur adaptation à différents modes de vie et environnements (Chapman, 1998).

Nous répartissons les insectes vecteurs d'agents phytopathogènes selon : les articles pairs et les articles impaires (Snodgrass, 1956. &Chapman, 1998).

4-1 Articles paires :

4-1-1 Mandibules : La mandibule est un pièces buccal puissant et pointu situé à l'avant de la tête.

Utilisé pour broyer, déchiqueter et couper les aliments. (Snodgrass, 1956).

Ils existent toujours par paires et forment la première paire d'appendices buccaux (Snodgrass, 1956).

4-1-2 Maxilles : Les maxilles sont la pièce buccale située derrière la mâchoire inférieure.

Ils sont généralement constitués de lobes sensoriels et d'antennes qui nous aident à manipuler et à goûter les aliments.

De plus, ils existent toujours par paires, formant la deuxième paire d'appendices buccaux (Borror & DeLong, 1971).

4-2 Article impair :

4-2-1 Labium : Le labium est une pièce buccale située derrière les maxilles. Il est généralement constitué d'une langue, de palpes et de lobes sensoriels. Il est toujours présent en un seul exemplaire et constitue la troisième paire d'appendices buccaux (Chapman, 1998).

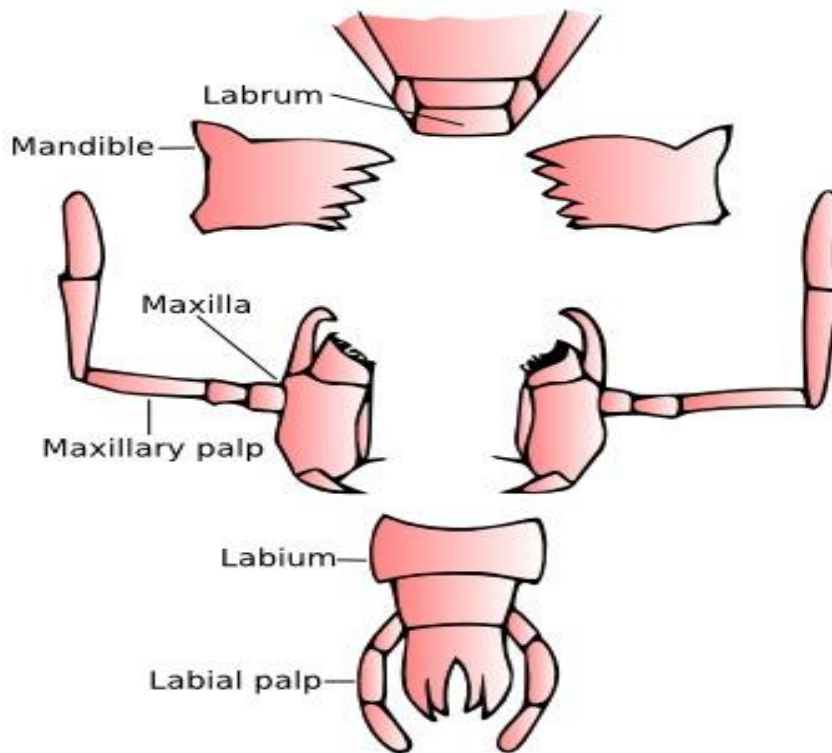


Figure 3

FIGURE 03 : articles paires et impaires chez les insectes (Benoît, 2019).

5- Types d'appareils buccaux chez les insectes vecteurs d'agent phytopathogène :

Chez ces insectes, la variété des types d'appareils buccaux a un impact sur leur aptitude à s'approprier, inoculer et transmettre les agents pathogènes. (Jeger et al., 2010).

5-1 Appareil piqueur-suceur

L'appareil piqueur-suceur, C'est un mécanisme d'alimentation particulièrement adapté à l'extraction de liquides nourrissants, présent chez de nombreux insectes. (Snodgrass, 1956)

La complexité de cette structure, constituée d'éléments spécialisés, permet aux insectes de se nourrir de différentes sources, telles que le nectar, la sève et le sang. Dans cette partie, nous allons examiner de manière approfondie les divers éléments de cet appareil, son fonctionnement, et expliquer son utilisation à travers des exemples d'insectes illustratifs (Jeger et al., 2010)

5-1-2 Anatomie et fonctionnement de l'appareil piqueur-suceur

L'appareil piqueur-suceur se compose de plusieurs éléments clés qui travaillent en synergie pour assurer une alimentation efficace :

5-1-2-1 Stylets : Les stylets, éléments pointus et cannelés, constituent le cœur de l'appareil. Ils sont généralement formés de quatre stylets : deux mandibules et deux maxilles (Snodgrass, 1956). Les mandibules, plus rigides, servent à percer les tissus végétaux ou animaux, tandis que les maxilles, plus flexibles, permettent l'aspiration des liquides nourrissants.

5-1-2-2 Trompe : La trompe, structure tubulaire formée par la fusion des maxilles, sert de gaine protectrice aux stylets et de conduit pour l'acheminement des liquides aspirés vers le pharynx (Borror & DeLong, 1971).

5-1-2-3 Glandes salivaires : Les glandes salivaires, situées à la base de la trompe, produisent une variété d'enzymes digestives. Ces enzymes sont injectées dans les tissus lors de la piqûre et facilitent la dégradation des sucres et des protéines avant leur absorption (Chapman, 1998).

5-1-2-4 Pompe pharyngienne : La pompe pharyngienne, située dans la tête de l'insecte, crée une pression négative qui permet d'aspirer les liquides nourrissants à travers les stylets et la trompe (Jeger et al., 2010).

5-1-3 Fonctionnement détaillé de l'appareil piqueur-suceur

5-1-3-1 Pénétration : Les stylets pointus sont utilisés pour percer les tissus végétaux ou animaux, créant une ouverture pour l'accès aux liquides nourrissants (Snodgrass, 1956).

5-1-3-2 Injection de salive : Les glandes salivaires injectent des enzymes digestives dans les tissus, qui commencent à décomposer les sucres et les protéines en molécules plus petites et assimilables (Borror & DeLong, 1971).

5-1-3-3 Aspiration des liquides : La pompe pharyngienne crée une pression négative dans la trompe, permettant l'aspiration des liquides nourrissants dégradés par les enzymes salivaires (Chapman, 1998).

5-1-3-4 Ingestion : Les liquides aspirés remontent par la trompe jusqu'au pharynx, puis sont avalés et dirigés vers l'intestin pour la digestion et l'absorption des nutriments (Jeger et al., 2010).

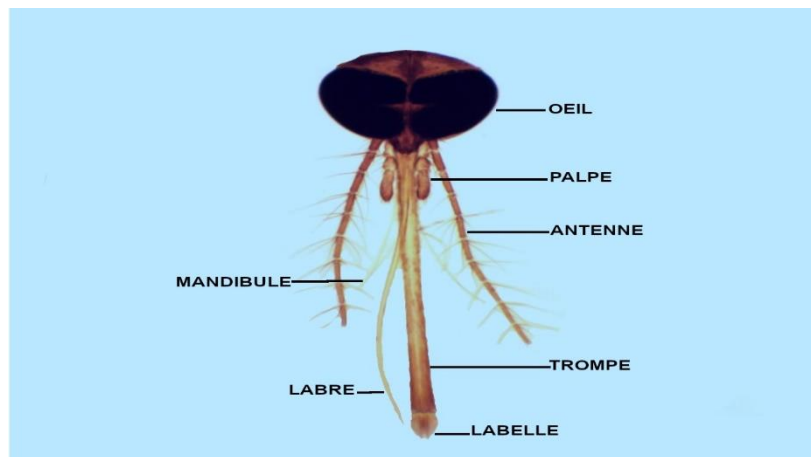


Figure 4

Figure 04 : L'appareil piqueur-suceur (Benoît, 2019).

5-1-4 Exemples d'insectes dotés d'un appareil piqueur-suceur

5-1-4-1 Puceron du melon (Hémiptère) : *Aphis gossypii* (Glover, 1877) : Puceron du melon : est un insecte vecteur d'agent pathogènes, dont des Virus (ex : mosaïque du concombre) Equipée d'un appareil buccal piqueur-suceur, elle s'attaque aux fruits mûrs en les perforant pour y Injection de la salive infectée dans le phloème de la plante et provoquant Jaunissement des feuilles, mosaïque des feuilles, nanisme de la plante (Martelli et al., 2007 & Snodgrass, 1956)

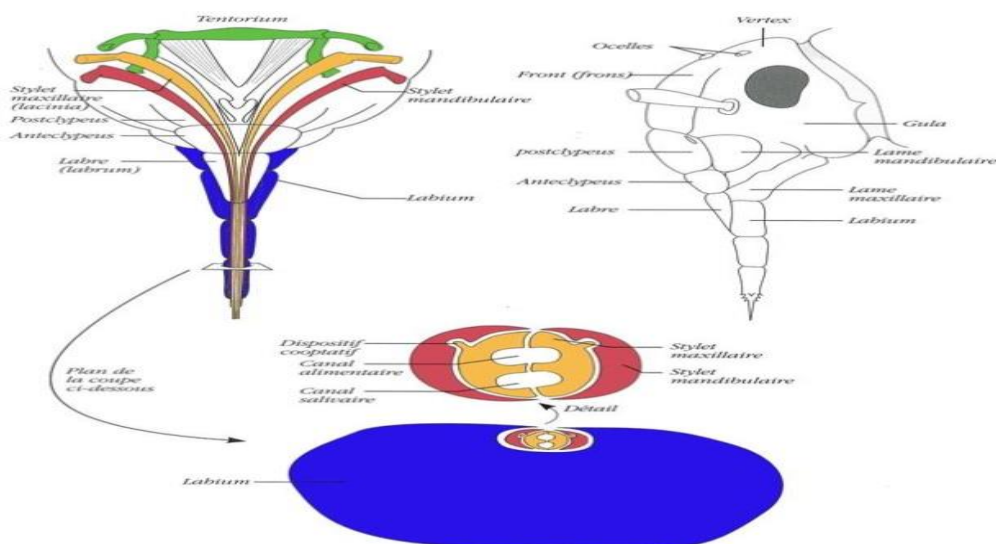


Figure 5

Figure 05 : description des pieces buccales chez Puceron du melon (Hémiptère) : *Aphis gossypii* (Glover, 1877)

5-2 L'appareil broyeur-mâchonneur :

L'appareil broyeur-mâchonneur, C'est un mécanisme d'alimentation particulièrement adapté à la transformation de matières végétales solides en nutriments assimilables, présent chez de nombreux insectes herbivores. Les insectes peuvent se nourrir de feuilles, de fruits, de graines et d'autres tissus végétaux grâce à cette structure complexe, constituée d'éléments spécialisés. (Jeger et al., 2010).

5-2-1 Anatomie et fonctionnement de l'appareil broyeur-mâchonneur :

L'appareil broyeur-mâchonneur se compose de plusieurs éléments clés qui travaillent en synergie pour broyer et mâcher efficacement les aliments végétaux :

5-2-1-1 Mandibules : Les mandibules, robustes et tranchantes, constituent les principaux outils de broyage. Elles sont articulées et permettent aux insectes de saisir, couper et broyer les aliments en petits fragments (Snodgrass, 1956).

5-2-1-2 Maxilles : Les maxilles, situées derrière les mandibules, sont équipées de palpes sensoriels qui aident à la détection et à la manipulation des aliments. Elles peuvent également comporter des lobes masticatoires qui participent au broyage et à la trituration des aliments (Borror & DeLong, 1971).

5-2-1-3 Labium : Le labium, formant la lèvre inférieure, est doté d'une langue qui sert à humidifier et à manipuler les aliments pendant la mastication (Chapman, 1998).

5-2-1-4 Pharynx : Le pharynx, situé dans la tête de l'insecte, est doté de muscles puissants qui permettent de broyer et de compacter les aliments en une masse homogène (Jeger et al., 2010).

5-2-1-5 Oesophage : L'oesophage, un tube musculaire, transporte la masse alimentaire broyée du pharynx vers l'estomac (Snodgrass, 1956).

5-2-2 Fonctionnement détaillé de l'appareil broyeur-mâchonneur

5-2-2-1 Saisie et coupe : Les mandibules saisissent et coupent les aliments en petits fragments.

5-2-2-2 Manipulation et trituration : Les maxilles et la langue manipulent les fragments alimentaires et les dirigent vers les mandibules et les lobes masticatoires pour une trituration plus fine.

5-2-2-3 Broyage et compactage : Les muscles du pharynx broient et compactent les aliments en une masse homogène.

5-2-2-4 Transport vers l'estomac : L'oesophage transporte la masse alimentaire broyée vers l'estomac pour la digestion ultérieure.

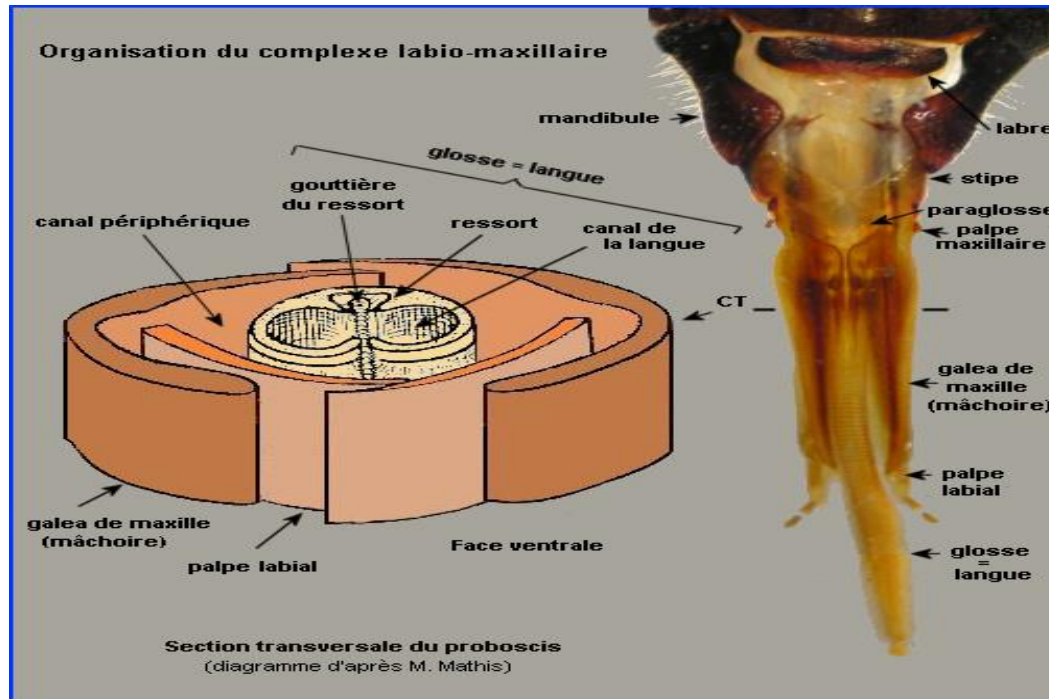


Figure 6

FIGURE07 : appareil buccal broyeur-mâchonneur(Benoît, 2019).

5-3 Exemples d'insectes dotés d'un appareil broyeur-mâchonneur :

5-3-1 Thrips des petits fruits : *Frankliniella occidentalis* (Heidmann, 1904)

Thrips des petits fruits : *Frankliniella occidentalis* est un insecte vecteur de plusieurs agents pathogènes dont des Virus (ex : maladie du poinçon du tabac) Equipée d'un appareil Broyeur-mâchonneur, elle s'attaque aux fruits mûrs en les perforant et Transmission par contact direct avec les tissus végétaux qui provoquant Jaunissement des feuilles, nécroses des feuilles, déformation des fleurs et des fruits (Jones & Jones, 2004)

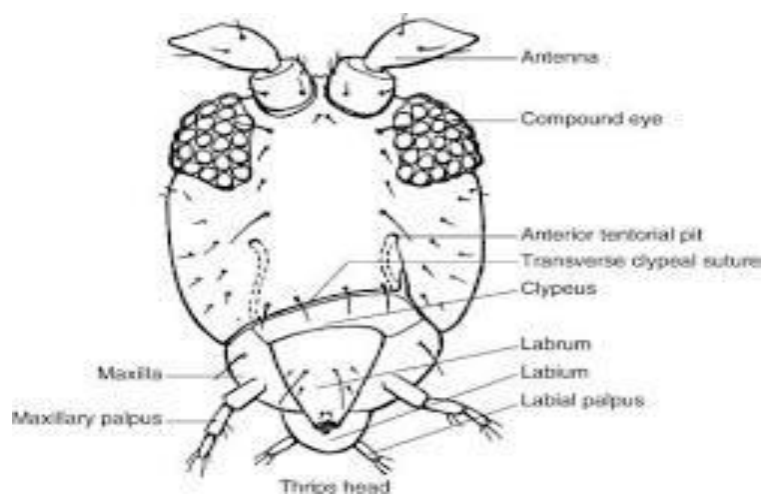


Figure 7

Figure 08 : Description des pièces buccales chez Thrips des petits fruits : *Frankliniella occidentalis* (Heidmann, 1904)

A decorative graphic consisting of a light green scroll-like border with rounded corners and small circular tabs at the top and bottom. The text is centered within this scroll.

Chapitre II Les agents phytopathogènes



1- Les agents responsables des maladies des plants

1-1- Maladies des plants :

La phytopathologie se concentre sur l'étude des maladies des plantes tout au long de leur cycle de vie, ainsi que sur les altérations des produits végétaux après leur récolte. (Lepoivre, 2003)

Les maladies des plantes peuvent être classées en deux grands groupes :

Les maladies non infectieuses (ou abiotiques) : causées par les facteurs de l'environnement.

Les maladies infectieuses (ou biotiques) : causées par des organismes vivants

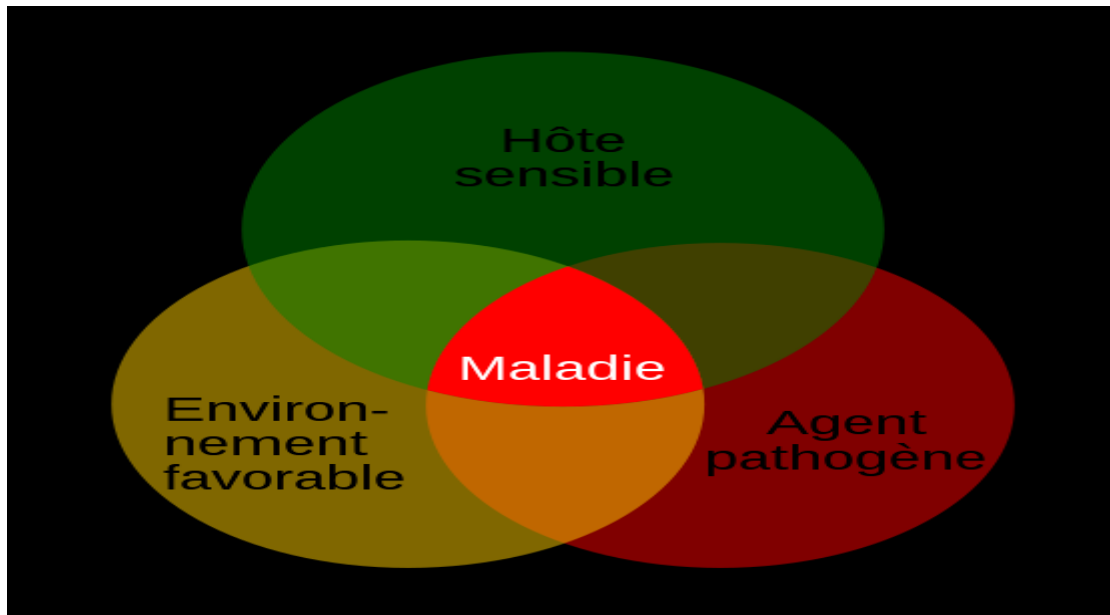


Figure 8

Figure09 : le triangle des maladies des plantes

1-2 Les maladies infectieuses(biotiques)

Les maladies des plantes sont généralement causées par des micro-organismes tels que les champignons, les bactéries, les virus et les viroïdes (Lepoivre,2003), et peuvent se propager par différents vecteurs tels que le vent, l'eau, les contacts entre végétaux, les insectes, ces agents pathogènes peuvent également être présent dans le sol, ce qui peut entraîner la maladie chez de nouvelles plantes sensibles selon Schiffer et Moreira(2011).

2- les agents phytopathogènes

Les agents phytopathogènes est un organisme vivant ou presque vivant comme un bactérie, un champignon, un virus ou nématode, capable d'infecter les plantes et de provoquer des maladies.

Ces agents sont considérés comme des bioagresseurs des cultures, aux cotes des ravageurs et des adventices, de nombreux virus phytopathogènes, appelés phytovirus ainsi que phytoplasmes, sont transmis de plante à plante par des vecteurs tels que des insectes phytophages (**Arous agriculture, 2012**).

2-1 Les principaux maladies transmis par des insectes vecteurs

Les insectes transmettent ou favorisent diverses maladies notamment celles causées par des agents pathogènes intraphloémiques tels que les phytoplasmes, certains virus, les bactéries de plus, ils peuvent faciliter la propagation ou le développement d'autres organismes comme les champignons (**Insectes vecteur, 1999**)

2-1-1 Les maladies virales

Les virus phytopathogènes transmis par les insectes ont été largement étudiés par rapport aux bactéries, une grande majorité des virus pathogènes des plants sont transmis par des vecteurs spécifiques (**Whitfield et al,2015 ; Gallet et al.,2018**) ; par exemple, les potyviridae sont transmis par les pucerons, tandis que les Ipomovirus le sont par les aleurodes (**Whitfield et al... ,2015**). On classe ces virus selon leur mode de transmission avec certaines familles ayant une transmission non circulatoire, comme les potyviridae, les Bromoviridae, les caulimoviridae transmis principalement par les pucerons, les cicadelles, et les aleurodes d'autre familles présentent une un transmission circulatoire, comme les Geminiviridae, également transmis par les pucerons mais aussi par les thrips (**Whitfield et al ,2015 ;Eigenbrode et al,2018 ;Islam et al.,2020**).En fait ,les insectes piqueurs -suceurs ,tels que les pucerons ,les aleurodes et les cicadelles ,sont parmi les vecteurs les plus importants .par exemple le puceron *Myzus persicae* transporte lui seul environ 50virus différent (**Alliou,2020**) .

2-1-2 Les symptômes

Causés par les virus chez les plantes varient en fonction du virus, de la variété ou l'espèce touchée

certain virus provoquent des mosaïques sur le feuillage, parfois avec des déformations telles que des cloques, un aspect filiforme ou gaufré, ou une réduction de taille.

D'autres virus entraînent des gaudissements du feuillage, souvent plus prononcés sur les feuilles âgées.

Certains virus induisent des nécroses plus ou moins généralisées sur les feuilles, les fleurs, les fruits ou les tiges, parfois entraînant le dépérissement de la plante. (Franki et al, 1979).

-virus mosaïque du concombre (CMV) :il peut infecter plus de 40familles de plantes à fleurs, et des légumes, des arbres fruitiers, se propageant, principalement via les pucerons, notamment le puceron noir (Aphis gossypii) (Franki et al ...,1979).

De symptômes tels que des mosaïques, des jaunisses et des nécroses, ainsi que des décolorations et des déformations des fruits (MOOC santé des plantes ,2017).



Figure 9

Figure 10 : symptôme du virus mosaïque du concombre (MOOC , 2017).

2-1-3 Virus de la jaunisse Nanisant de l'orge (B Y D V) : la Jaunisse Nanisant de l'orge (GNO) est un maladie provoquée par un virus : le virus (BYDV) transmis par différentes espèces de puceron majoritairement le pucerons du merisier grappes (Rhopalosiphum padi) ,la maladies viral attaque les céréales à paille : blé ,orge et avoine ,les orges d'hiver étant les plus sensibles ,les symptômes les feuilles jaunissent ,et lors de températures fraiches,les extrémités des feuilles les plus récentes deviennent rougeâtres ,le nanisme



Figure 11 : symptômes causés par le virus de la jaunisse nanisant de l'orge (BYDV)
(Moui, 2020)

Les maladies à phytoplasme (bactéries)

Les phytoplasmes font partie des Molécules, une classe de microorganismes bactériens sans paroi cellulaire, parasitant les plantes et les animaux, comme les piroplasmes et les mycoplasmes. Ils ont été découverts en tant qu'agents responsables des gaudisses des plantes en 1967, (Dio et ai.,1967).

Les vecteurs de phytoplasmes sont principalement des insectes piqueurs-suceurs de l'ordre des Hémiptères, qui se nourrissent de la sève des plantes. On distingue les Hémiptères Sternorrhynques (psylles aleurodes et pucerons) et les Eu hémiptères comprenant les Cicadomorphes (cigales et cicadelles) ainsi que les Néhoémiptères les principaux vecteurs sont les cicadelles, les Fulgoromorphes et les Phyllidie (Marie-Thérèse Cousin et Elisabeth Boudon-padiou,2002)

2-2-1 Les symptômes

Les signes les plus fréquents induits par les phytoplasmes affectent les parties végétatives :

Ils incitent la décoloration du feuillage (telles que les jaunisses ou les rougeurs)

Des déformations (comme l'enroulement)

Le dessèchement ou une croissance excessive des feuilles (connue sous le nom de balai de sorcière)



Figure 10

Figure 12 : Balais de sorciere (MOOC , 2017).

Chez les organes de reproduction de la plante on peut parfois observer des transformations des pièces florales conduisant à la stérilité, comme c'est le cas avec la phyllidie ou les pétales deviennent des feuilles.

2-2-2 la flavescence dorée de la vigne : la flavescence dorée est un maladie très contagieuse réglementée qu'affecte les vignobles du sud de l'Europe, cette épidémie est due à la transmission du phytoplasme par une cicadelle spécifique (Caudwell ,1957).

2-2-2-1 Les symptômes -incluent des rougeurs ou jaunissements des feuilles

-un dessèchement des grappes et une absence de lignification des rameaux qui restent souples.

-En fin de compte un cep de vigne infecté peut mourir deux ans après l'infection.

(Mooc santé des plantes 2017).



Figure 11

Figure 13 : symptômes de flavescence dorée (Julien Chucho, 2010)

2-2-3 Le phytoplasme du stolbur : le phytoplasme du stolbur est propagé par une cicadelle appelée *Hyalosiphum* obsolètes, reconnaissable à son corps foncé et ses larges yeux rouges, cette cicadelle est très polyphages, ce qui signifie qu'elle goute à de nombreuses espèces de plantes sans s'y installer durablement, ce qui la rend susceptible de contaminer, ce qui la rend susceptible de contaminer diverses cultures telles que la vigne, la tomate la pomme de terre, le tabac, entre autres. Les épidémies associées au phytoplasme varient selon les espèces cultivées (MOOC santé des plantes ,2017)

2-2-3-1 Symptôme : le phytoplasme du stolbur provoque alors un dessèchement progressif du plant

Aboutissant à une mortalité précoce (en 2-3ans).



Figure 12

Figure14 :les symptômes de stolbur phytoplasme (Blancard 2024).

2-3 Les maladies fongiques :

L'alimentation des insectes peuvent entrainer l'invasion de champignons qui endommagent les plantes ou leurs végétaux, différentes espèces d'insectes suceurs se nourrissant de fruits, le champignon *Nematospora corylii*, qui est responsable de la maladie de tache de levure du grain du café, du coton et d'autres cultures peut être introduit, alimenter une personne le phylloxéra du raisin est un insecte qui cause des

Domages aux racines de vignes envahies par des champignons du sol qui dégradent les racines. (Alexander H. Purcell. Rodrigo P. Almeida, 2005)

2-3-1 Le coton (*Gossypium hirsute*) : une culture précieuse souvent attaquée par des insectes nuisibles comme les punaises puantes et leur semblable. Ces punaises peuvent transmettre des agents pathogènes qui endommagent les graines et les fibres du coton (Entomologiste du sud-Ouest ,2019)



Figure 13

Figure15 : Le coton (*Gossypium hirsute*) (L,1763)

3- Les methode de identification des agentes Phytopathogènes

Phytopathogènes

L'objectif principal du phytopathologiste et lutter préventivement ou curative ment conter des maladies des plantes, pouce faire il doit été capable d'identifier correctement et de détecter précocement les agents pathogènes dans les plantes infectées, avec l'évolution des systèmes de production agricole et horticole, il est de plus en plus crucial d'avoir des techniques de diagnostic simples, rapides sensibles faibles et abordables (Lepoivre,1994)

3-1 Techniques de diagnostic : Le défi du diagnostic des maladies plantes comprend deux aspects distincts en termes de techniques et d'organisation :La détection d'un agent pathogène nécessaire pour des procédures de certification ou de quarantaine exige une sensibilité technique suffisante pour détecter les infections latentes chez les plantes asymptomatiques L'identification de l'agent causal nécessite des techniques moins sensibles mais très spécifiques permettant de caractériser précisément cet agent (espèce, pathovar,

biotype...) Les progrès en biologie moléculaire et génétique ont conduit à l'émergence de nombreuses techniques utilisant la caractérisation de molécules immunogènes (surtout les protéines) ou d'acides nucléiques. Ces méthodes connaîtront bientôt, des développements importants, rendant les tests de diagnostic des agents pathogènes des plans de plus en plus accessibles, il est crucial que les utilisateurs de ces techniques (pathologistes, améliorateurs, producteurs, distributeurs) soient bien informés des avancées techniques de leurs possibilités et de leurs limites. **(Lepoivre, 1994)**

4- Les mécanismes de transmission par les insectes vecteur

4-1- Définition:

La vocation la transmission d'un agent pathogène par un vecteur vivant, comme un insecte, à un autre hôte. Ce processus est actif et nécessite le comportement de l'insecte pour introduire le pathogène dans l'hôte. **(Interactions insectes-plantes 2013)**

Dans le monde de plantes, les vecteurs de pathogènes sont généralement des insectes qui se nourrissent de la sève en utilisant leurs pièces buccales piquer/suceurs appelées stylets pour accéder au xylème et au phloème **(Whitfield et al., 2015, Eigen brode et al., 2018)**, Ces insectes appartiennent principalement à l'ordre des hémiptères.

Parmi deux, les sous-ordres des Auchenorrhyncha et des Sternorrhyncha sont particulièrement importants. Les Auchenorrhyncha, tels que les Cicadelles, les Cercopes, sont principalement associés à la transmission de bactéries **(Perilla-Henao et Casteel, 2016)**, tandis que les sternorrhyncha compris les pucerons et les cochenilles, sont souvent impliqués dans la transmission de virus **(Perilla-Henao et Castel, 2016)**, certains groupes d'insectes tels que les cicadelles et

Les punaises peuvent transmettre à la fois des virus et des bactéries **(Perilla-Henao et Castel, 2016)**.

Les phytopathogènes transmis par les insectes peuvent être classés leur mode de transmission en deux catégories. La 1 comprend les pathogènes ayant une transmission **non circulatoire** et la 2 est composée des pathogènes présentant une transmission **circulatoire** **(Whitfield et al., 2015 ; Perilla-Henao et Castel, 2016 ; Eigen borde et al., 2018, Geger, 2020)**

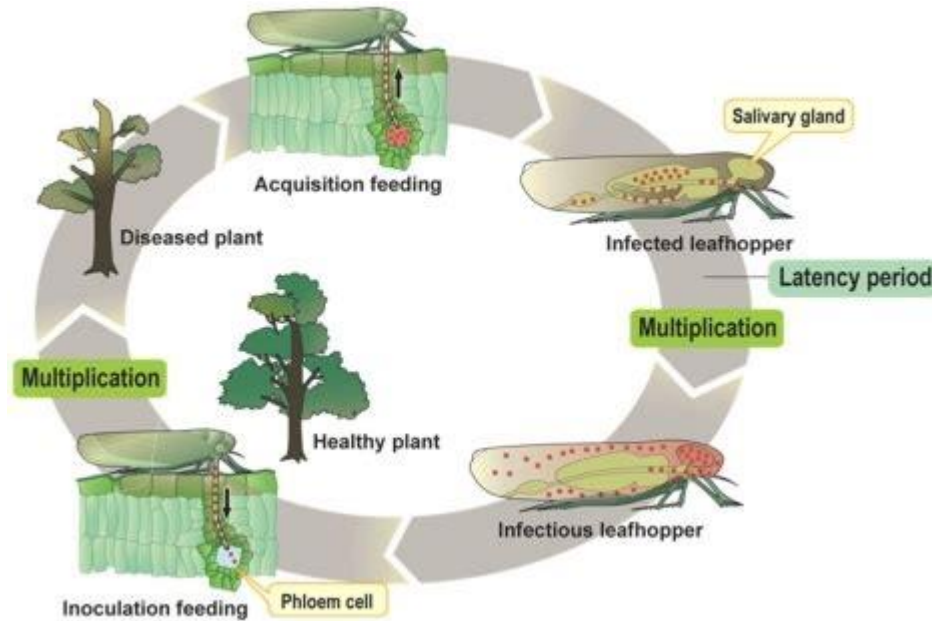


Figure 14

Figure 16 : la transmission d'une maladie d'une plante infectée à un plante saine par Cicadelle (*Metcalfa pruinosa*) (Baker, 1903)

4-2 Transmission non circulatoire :

Où le pathogène se fixe sur certaines parties du corps du vecteur telles que les pièces buccales ou le tube digestif, sans pénétrer dans l'hémolymphe de l'insecte. Cette transmission est subdivisée en transmission **non persistante**, où le pathogène reste fixé temporairement, et en transmission **semi-persistante**, où le pathogène peut rester plus longtemps, notamment dans le canal alimentaire ou la lumière du tube digestif antérieur. La transmission **semi-persistante** peut se produire lorsque le pathogène est acquis à un stade pré imaginal et est perdue lors de

La mue vers le stade suivant. (Whitfield et al.,2015, Perilla-Heno et Casteel, 2016 ; Eigenbrode et al.,2018).

4-3 Transmission circulatoire :

Où **persistante**, se produit lorsque le pathogène se propage dans le corps de l'insecte via l'hémolymphe jusque 'aux glandes salivaires, permettant ainsi une transmission peut être classée comme non-propagatrice ou propagatrice selon la capacité du pathogène à se

multiplier dans le vecteur (Perilla-Henao et Casteel, 2016 ; Eigenbrode et al., 2018. Geger, 2020).

En ce qui concerne les plantes, la plupart des agents pathogènes des pathosystèmes connus sont des virus.

5- les effets de l'agent phytopathogènes sur insectes vecteur

5-1 Les effets directs :

Les agents phytopathogènes, tels que les virus et les phytoplasmes, peuvent affecter directement leurs insectes vecteurs en s'accumulant dans divers tissus comme l'intestin moyen, l'hémocoel et les glandes salivaires. Cependant, les effets varient selon le type de vecteur et de pathogène. Par exemple, certains virus, comme ceux des familles Rh et Reoviridae, peuvent se multiplier dans les tissus du vecteur sans causer d'effets significatifs sur sa fécondité et sa longévité, alors que d'autres, peuvent avoir des effets négatifs sur leur vecteur. Rubinstein et Czosnek (1997)

Pour ce qui est des phytoplasmes, leur relation avec le vecteur a été examinée dans plusieurs cas. Certains insectes, comme certaines espèces de cicadelles peuvent mourir après une infection par des phytoplasmes, tandis que d'autres ne subissent aucun effet négatif et peuvent même survivre plus long temps à un jeûne prolongé grâce à ces phytoplasmes. (Ebbert et Nault, 1994 ; Madden et Nault, 1983 ; Madden et al., 1984).

6- les effets indirects de l'agent phytopathogènes sur son insecte vecteur via le plant hôte :

Les agents phytopathogènes peuvent influencer les insectes vecteurs à travers la plante hôte, affectant ainsi leur comportement, leur physiologie (comme la fécondité, la longévité et la croissance), leur choix d'hôtes et leur sensibilité.

Cela peut être considéré comme une forme de manipulation de la plante hôte par l'agent phytopathogène, qui se répercute sur les interactions entre la plante et l'insecte (**Interaction insectes -plantes, 2013**).

les effet sur la physiologie du vecteur :

Les effets physiologiques des virus sur leurs vecteurs sont variés et peuvent inclure une augmentation de la fécondité et de la longévité sur plante infectée (**Kennedy, 1951**)

-Action stimulante, rarement neutre ou inhibitrice, sur la physiologie du puceron dans le cas des lutéovirides (**Herrbach,1999**)

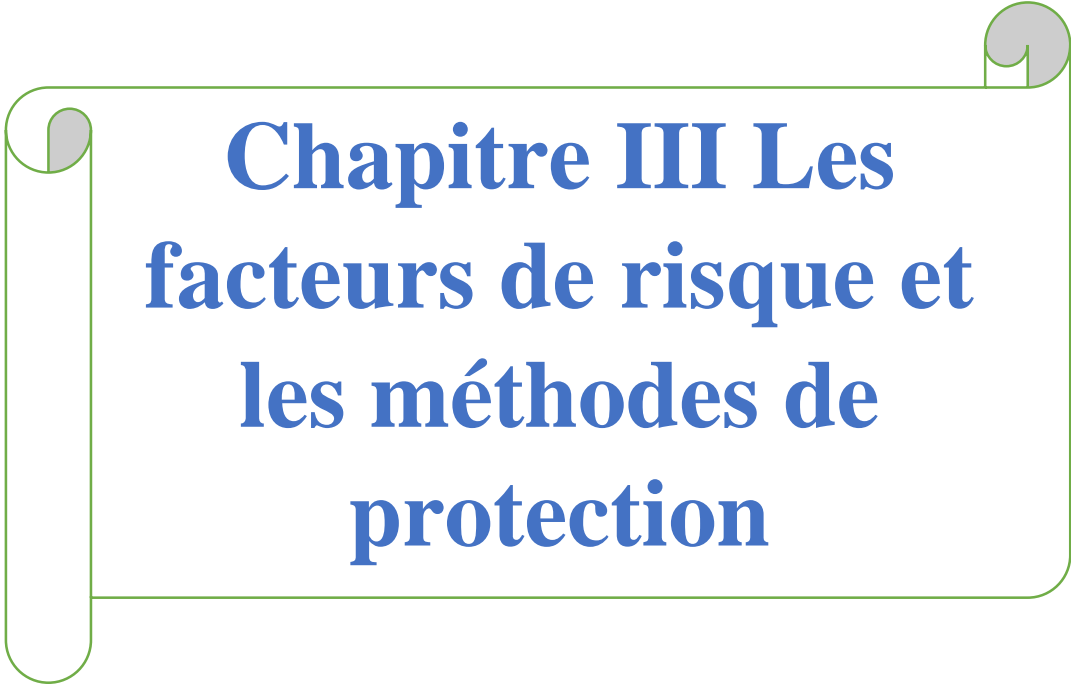
-modifications de la composition de la sève élaborée, notamment des concentrations supérieures en acides aminés libres et en glucides (**Herrbach ,1995**)

-apparition accrue des formes ailées chez le puceron vecteur pour certains virus, favorisant la dispersion du vecteur et du virus (**Mowry ,1995**)

-diffusion préférentielle du virus vers les feuilles colonisées par le puceron vecteur. (**Mowry,1995**)

-multiplication accrue du vecteur tabac se nourrissant sur tabac infecté par certains begomovirus (**Belliure et al...,2005**)

Effets physiologiques indirects : bénéfiques sur les vecteurs des phytoplasmes du groupe 16Srl, notamment une durée de vie accrue (**Hogenhout et al...,2008**)

A decorative graphic of a scroll with a green outline and grey circular accents at the corners, containing the chapter title.

Chapitre III Les facteurs de risque et les méthodes de protection



Chapitre 3 : Les facteurs de risque et les méthodes de protection

1- les facteur de risque :

Les insectes sont considérés comme des vecteurs importants de nombreuses maladies des plantes des chercheurs ont étudié les effets des changements climatiques sur les ravageurs des cultures.

2- Le changement climatique et les affections des végétaux

Le contexte donné par la littérature permet de comprendre l'éventuel impact des changements climatiques sur les maladies des plantes .la documentation concerne les maladies des cultures agricoles et aborde l'impact de la température, et précipitation du dioxyde de carbone, du rayonnement ultraviolet (UV) et des insectes sur les maladies des plantes (**Chakraborty et al ...,1998, Oakley ,1995, Porter et al...,1991, Sandermann,2000**).

2-1 Température La température joue un rôle crucial dans la détermination de l'activité des insectes vecteurs de maladies végétales, chaque espèce ayant une température spécifique affectant sa croissance et sa reproduction. Ces températures varient entre les espèces et sont souvent appelées températures limites de croissance ou d'activité. Par exemple, certains insectes comme les acariens de la farine sont actifs à des températures comprises entre 25 et 30 degrés Celsius, tandis que d'autres espèces peuvent être grandement affectées par les variations de température et d'humidité dans leur environnement. (**Porter et al...., 1991**)

3- Methode de protection :

Les insectes vecteurs d'agents phytopathogènes menacent la production agricole et la sécurité alimentaire. Pour les combattre, une approche holistique s'impose, combinant des méthodes préventives et curatives, tout en encourageant l'innovation et la collaboration pour un avenir durable. (**Fao,2020**)

3-1 Méthodes préventives :

3-1-1 utilisation de variétés végétales résistantes : l'utilisation de variétés végétales naturellement résistantes aux maladies permet de réduire considérablement les risques d'infection et de transmission des agents pathogènes par les insectes vecteurs (**Gones &Gones,2004**)

3-1-2 Elimination des plantes maladies : Il est crucial d'éliminer et de détruire rapidement les plantes infectées par des maladies phytopathogènes afin d'empêcher la propagation des

Chapitre 3 : Les facteurs de risque et les méthodes de protection

agents pathogènes et de limiter les sources de nourriture pour les insectes vecteurs (Fao,2016)

3-1-3 Bonnes pratiques agricoles : l'adoption de bonnes pratiques agricoles telles que le labour profond, la rotation des cultures, l'utilisation d'engrais organiques, le control des mauvaises herbes et le nettoyage des champs contribue créer un environnement moins favorable aux insectes vecteurs et aux agents pathogènes (Kovach & Pestano, 2000).

3-1-4 Surveillance régulière : la surveillance régulière des cultures est essentielle pour détecter précocement les signes d'infestation par les insectes vecteur ou les symptômes de maladies

Phytopathogènes, cela permet de prendre des mesures de lutte appropriées rapidement et d'éviter une propagation importante des maladies (OEPP ,2015).

3-2 Méthodes curatives :

3-2-1 lutte biologique : l'utilisation d'agents de lutte biologique tels que les prédateurs naturels, les parasitoïdes ou les agents pathogènes microbiens offre une alternative écologique et efficace pour contrôler les populations d'insectes vecteurs (Van L'enterre et al...,2018).

3-2-2 lutte chimique : L'emploi de pesticides chimiques peut être nécessaire pour éliminer rapidement les infestations importantes d'insecte vecteurs. Cependant, il est crucial d'utiliser les pesticides de manière responsable

Et raisonne en suivant les directives strictes et en tenant compte de leur impact potentiel sur l'environnement et la santé humaine (OMS ,2015).

3-2-3 lutte par phéromones : l'utilisation de phéromones spécifiques aux insectes vecteurs peut être employée pour attirer les insectes vers des pièges ou perturber leur comportement reproducteur. Cette méthode offre

Une approche ciblée et permet de réduire l'utilisation de pesticides (EL-Sayed et al ,2011).

A decorative graphic of a scroll with a light green border and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with a grey shadow on the top edge. The text is centered within the scroll.

Conclusion Générale et Perspectives



Conclusion Générale et Perspectives

Les insectes constituent un maillon essentiel dans la chaîne des maladies des plantes, jouant des rôles variés dans leur transmission et leur développement. Grâce à leur capacité à transporter les agents pathogènes, qu'il s'agisse de virus, de bactéries ou de champignons, les insectes contribuent largement à la propagation de ces maladies dans diverses cultures agricoles.

Les modes de transmission des maladies par les insectes sont variés, allant des vecteurs non persistants qui transportent l'agent pathogène sur leurs parties externes du corps, aux vecteurs persistants chez lesquels l'agent pathogène devient une partie de leur cycle de vie interne. L'étude de ces modes de transmission et la détermination de leurs caractéristiques sont essentielles pour comprendre les mécanismes de propagation des maladies des plantes et développer des stratégies efficaces de lutte contre celles-ci.

L'importance de la lutte contre les maladies des plantes transmises par les insectes souligne leur rôle central dans le maintien de la santé des plantes en général. En effet, en limitant la propagation de ces maladies, il est possible d'assurer la productivité des cultures vivrières et de parvenir à la sécurité alimentaire.

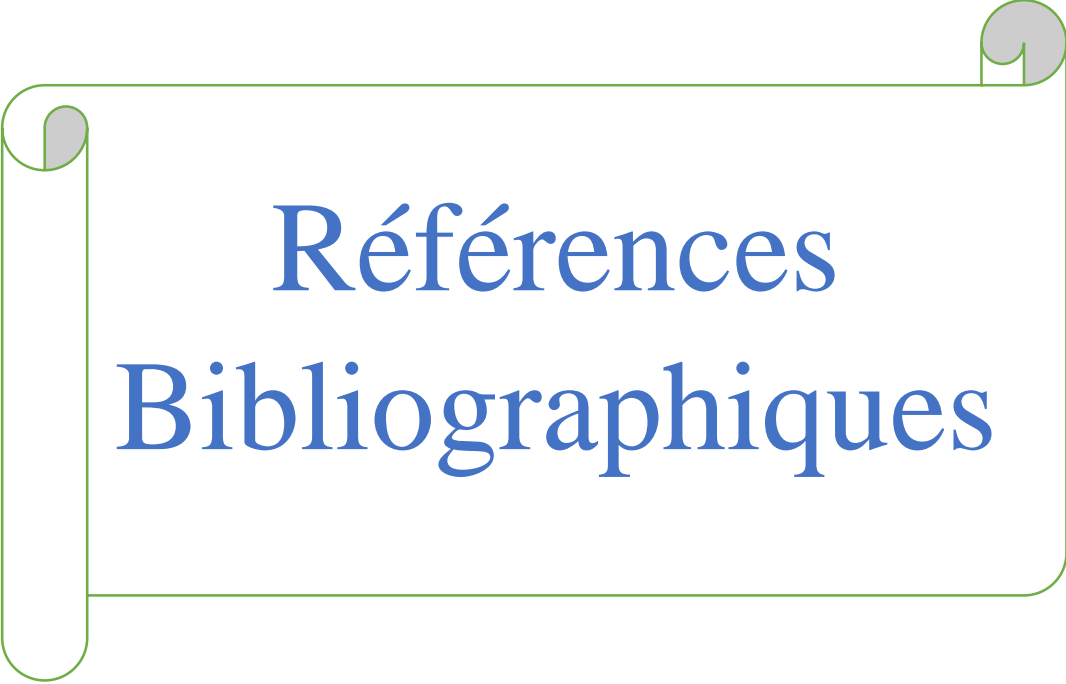
Par conséquent, la lutte contre les maladies des plantes transmises par les insectes nécessite une approche globale qui combine :

Des études scientifiques approfondies : pour comprendre les mécanismes de propagation des maladies et identifier les caractéristiques des vecteurs d'insectes. Des méthodes préventives : telles que l'utilisation de variétés résistantes aux maladies, l'élimination des plantes infectées et l'adoption de bonnes pratiques agricoles.

La lutte biologique : en utilisant des micro-organismes naturels ou des insectes prédateurs pour lutter contre les vecteurs.

La lutte chimique : en employant des pesticides de manière responsable et raisonnée, tout en tenant compte de leur impact sur l'environnement et la santé humaine.

En conclusion, les insectes représentent un défi majeur dans le domaine de la lutte contre les maladies des plantes, mais ils offrent également des opportunités d'innovation et de recherche scientifique. En comprenant les mécanismes de propagation des maladies et en développant des stratégies de lutte efficaces, nous pouvons protéger nos cultures vivrières et garantir la santé des plantes en général.

A decorative graphic of a scroll with a light green border and two grey circular accents at the top corners. The text is centered within the scroll.

Références Bibliographiques



Références Bibliographiques

1. **Alexandre PILON, (2022)**. Des récepteurs muscariniques peuvent-ils être considérés comme facteur dans le développement de nouvelles stratégies de lutte contre les insectes vecteurs de maladies, université d'ANGERS
2. **Alexander H, Purcell. Rodrigo P, Almeida, (2005)**. of insects as vectors of disease Agents p:2-4.
3. **Arous agriculture, (2012)**. Editions l'Arous
4. **Brown, C. (2014)**. Cotton leafhopper, biology and management. Entomology Today, 28(4), 238-242.
5. **Benoît, G. (2019)**. *Pièces buccales des insectes : Synthèse générale*. <https://passion-entomologie.fr/synthese-pieces-buccales-des-insectes/>.
6. **BEKHOUCHE et DJOUAMA, L. e. A. (2021)**. *Biodiversité des Thrips (Thysanoptères) dans les cultures maraichères à la région de Biskra* [MÉMOIRE DE MASTER non publié]. Université Mohamed Khider de Biskra
7. **BREUIL, M. (2007)**. *Biologie Ire année BCPST-véto*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
8. **Blancard D. (2024)**. Insectes vecteurs. En ligne <http://ephytia.inra.fr/fr/C/6056/Vigne-Insectes-vecteurs..>
9. **CABI. OMS. (2015)**. Guidelines for the safe use of pesticides: Third edition. World Health Organization. El-Sayed, A. M., Suckling, D. M., & Wearing, C. H. (2011).
10. **Etienne Herrbach, Nicolas Sauvion, Elisabeth Boudon-Padieu, Jean-Michel Lett, Bernard Reynaud et Reynaud et René Sforza (2013)**, une relation trophique originale : lavection entomophile d'agents pathogènes p :511-550.
11. **FAO. (2020)**. Plant quarantine and phytosanitary measures. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC110316/>
12. **Force, E. (2020)**. *La diversité des appareils buccaux et l'alimentation des insectes*. <https://totakenature.fr/tag-biologieanimale>

Références Bibliographiques

13. [la_diversite_des_appareils_buccaux_et_l_alimentation_des_insectes.html](#).
14. **Gray, D. J., & Kuhlmann, D. (2000)**. Potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), feeding behavior and its impact on potato plants. *Bulletin of Entomological Research*, 90(3), 255-262.
15. **Hibino, H. (1996)**. Rice tungro spherical virus disease. In *International Rice Research Institute (IRRI) (Ed.), Diseases of rice (2e éd., pp. 231-253)*.
16. **Hildebrand, P. F., & Uyemoto, J. K. (2014)**. Potato leafhopper, biology and management in potato. *Entomology Today*, 28(4), 222-227.
17. **INSECTES2bis. (s. d.)**. Le Monde des Insectes. <http://aramel.free.fr/INSECTES2bis.shtml>
18. **Johnson K. P. (2018)**. Phylogenomics and the evolution of hemipteroid insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115 (50) 12775 – 12780. <https://doi.org/10.1073/pnas.1815820115>
19. **Jones, R. A. C., & Jones, G. R. (2004)**. The potato leafhopper (2e éd.).
20. **Jones, J. B., & Jones, A. C. (2004)**. Plant disease control.
21. **Jones & Bartlett Learning. FAO. (2016)**. Plant quarantine and phytosanitary measures. <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC110316/>
22. **Julien CHUCHE, (2010)**. Comportement de scaphoïdes titan us, conséquences spatiales et démographiques, université de BORDEAUX, (2010) p :27-61.
23. **Kivi, E., Marusik, C., & Berezin, M. V. (2016)**. Review of the genus *Melolontha* in Fennoscandia and adjacent areas. *Entomological Review*, 96(2), 225-242.
24. **Kovach, T., & Pestano, A. (2000)**. Organic farming: A practical guide. Storey Publishing.
25. **LES RAVAGEURS DE PLANTES. (s. d.)**. protection botanique Villefranche sur Mer. <https://www.protection>
26. botanique.com/les-ravageurs-de-plantes/
27. **Martelli, G. P., Lawson, R. H., & Ciuffo, M. (2007)**. Apple mosaic virus (2e éd.).

Références Bibliographiques

28. **Mariau Dominique (1999)**. Insectes vecteurs .in : les maladies des cultures pérennes tropicales p :163-186 CIRAD-Agritrop(<https://agritrop.cirad.FR/391723/>).
29. **MOOC santé des plantés**, de l'observation ou diagnostic (2017) p :51-71, [www.jardiner-autrement, FR](http://www.jardiner-autrement.fr).
30. **OEPP. (2021)**. Standard methods for the determination of host range and resistance to pesticides. Bulletin OEPP, 51(1), 1-18.
31. **Poulic, G. (2018)**. Les cicadelles et les jaunisses des plantes (2e éd.). Quæ.
32. **Porter, J. R., & Diab, L. G. (2000)**. Synchytria solani: the potato wart fungus. The Plant Pathologist, 49(2), 163-184.
33. **Philippe Lepoivre**, Jean Kummert, Dominique Colinet, Olivier Duterme, Christine Anceau, (1994). Techniques moléculaires de détection et d'identification des agent phytopathogènes, cahiers agricultures p : 25-217.
34. **Ramel, A. (s. d.)**. Caractères généraux des Insectes. <http://aramel.free.fr/INSECTES2bis.shtml>.
35. **Roques, A., & Hérard, F. (2010)**. Colonisation of European ash trees by the invasive elm bark beetle Scolytus scolytus (Coleoptera: Scolytidae): spatio-temporal patterns and potential risks for tree survival. Journal of Applied Ecology, 47(3), 838-847.
36. **Régnauld, P. A. C., & Latourneau, A. J. (2012)**. Handbook of biological control in agriculture. Academic Press.
37. **Ryckebusch F. (2020)**. **Caractérisation de la transmission des capulavirus, des géminivirus d'un nouveau genre dont l'originalité est la transmission par puceron. Thèse de doctorat. Univ/ Montpellier. 312 p.**
38. **SAADAoui Malika, MERBji Hafidha, (2020/2021)**. Principales phytopathologies d'origines bactériennes et moyens de lutte, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A. p :4-5
39. **Schaad, N. W., & Scorti, A. (2008)**. Fire blight: A comprehensive monograph on the epidemiology, biology, and management of an apple and pear bacterial disease (2e éd.). APS Press.
40. **Stengel, D. L., & Fuchs, M. R. (2003)**. The role of Agrotis segetum (Lepidoptera: Noctuidae) in the spread of beet mild yellowing virus. Journal of Phytopathology, 151(2-3), 145-150.

Références Bibliographiques

41. **Tanguy J. (2015). Les Insectes Morphologie, Anatomie, Développement post-embryonnaire, Diversité, Importance agronomique**
42. ***Thrips.* (s. d.). Home | The Canadian Encyclopedia.** <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/thrips>
43. **Tête, J. J., & Molodtsov, D. (2010).** The role of *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) in the transmission of maize dwarf mosaic virus in the Russian Federation. *Journal of Applied Entomology*, 134(2), 114-121.
44. **van Lenteren, J. C., Biondi, A., & Colfer, R. G. (2018).** Sustainable pest management in agriculture.



Annexes

Annexes

List des principaux insectes vecteurs d'agents pathogènes

Ordre	Famille	Insecte exemples	Agent pathogène	Type d'appareil buccal	Mode de transmission	Dégâts sur la plante	Références
Hemiptera	Cicadellidae	Cicadelle pruinée : <i>Metcalfa pruinosa</i> (Baker, 1903)	Virus (ex : jaunissement nanisante du riz)	Piqueur-suceur	Injection de la salive infectée dans le phloème de la plante	Jaunissement des feuilles, nanisme de la plante, stérilité	(Martelli et al., 2007)
Hemiptera	Psyllidae	Psylle de l'olivier : <i>Euphyllura olivina</i> (Costa, 1839)	Virus (ex : psyllose du poirier)	Piqueur-suceur	Injection de la salive infectée dans le phloème de la plante	Jaunissement des feuilles, enroulement des feuilles, dépérissement de la plante	(Martelli et al., 2007)
Hemiptera	Aphididae	Puceron du melon : <i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	Virus (ex : mosaïque du concombre)	Piqueur-suceur	Injection de la salive infectée dans le phloème de la plante	Jaunissement des feuilles, mosaïque des feuilles, nanisme de la plante	(Martelli et al., 2007)
Diptera	Tephritidae	Mouche orientale des fruits : <i>Bactrocera</i>	Bactéries (ex :	Piqueur-suceur	Ponte des œufs dans les fruits infectés et contaminati	Pourriture des fruits, chute des fruits, altération de	(Schaad & Scorti, 2008)

Annexes

Ordre	Famille	Insecte exemples	Agent pathogène	Type d'appareil buccal	Mode de transmission	Dégâts sur la plante	Références
		dorsalis) (Hendel, 1907)	pourriture molle des fruits)		on des fruits sains	la qualité des fruits	
Lepidoptera	Noctuidae	Noctuelle potagère : Lacanobia oleracea (Linnaeus, 1758)	Virus (ex : carie des bourgeons du cotonnier)	Broyeur - mâchonneur	Ingestion de tissus végétaux infectés et contamination des bourgeons sains	Nécrose des bourgeons, déformation des tiges, retard de croissance	(Jones &Jones, 2004)
Lepidoptera	Yponomeutidae	Teigne du pommier : Cydia pomonella (Linnaeus, 1758)	Champignons (ex : tavelure du pommier)	Broyeur - mâchonneur	Ingestion de tissus végétaux infectés et contamination des fruits et des feuilles saines	Taches sur les fruits et les feuilles, déformation des fruits, chute des feuilles	(Stanton &Palmer, 2018)
Coléoptères	Chrysomelidae	Doryphore de la pomme de terre : Leptinotarsa decemlineata (Linnaeus, 1758)	Bacterium solanacearum (bactérie du feu bactérien)	Broyeur - mâchonneur	Injection directe de la sève végétale contaminée	Trous dans les feuilles, faiblesse de croissance, mort de la plante	D. J. Gray &D. Kuhlmann (2000)
Coléoptères	Chrysomelidae	Diabrotique du maïs : Diabrotica virgifera (baker,1877)	Virus de la mosaïque du tabac	Broyeur - mâchonneur	Injection directe de la sève végétale contaminée	Faiblesse de croissance, jaunissement des feuilles, déformation des feuilles,	J. J. Tête &D. Molodtsov (2010)

Annexes

Ordre	Famille	Insecte exemples	Agent pathogène	Type d'appareil buccal	Mode de transmission	Dégâts sur la plante	Références
						mort de la plante	
Coléoptères	Curculionidae	Charançon du cotonnier : Anthonomus grandis (wilhelm, 1843)	Fusarium verticillioides (fusariose du cotonnier)	Broyeur - mâchonneur	Transport des spores fongiques sur leurs pattes	Taches brunes sur les feuilles, flétrissement des feuilles, mort de la plante	P. A. C. Régnault & A. J. Latourneau (2012)
Coléoptères	Curculionidae	Charançon de la pomme de terre : Synchytria solani (de bary, 1853)	Synchytria solani (maladie du pied noir de la pomme de terre)	Broyeur - mâchonneur	Injection directe de la sève végétale contaminée	Taches noires sur les tiges, flétrissement des plantes, mort de la plante	J. R. Porter & L. G. Diab (2000)
Coléoptères	Scolytidae	Scolyte européen : Scolytus scolytus (fabricius, 1775)	Ophiostoma ulmi (champignons des racines)	Broyeur - mâchonneur	Transport des spores fongiques sur leurs pattes	Flétrissement des feuilles, mort de la plante	A. Roques & F. Hérard (2010)
Lépidoptères	Noctuidae	Noctuelle de la betterave : Agrotis segetum (linnaeus, 1758)	Beet mild yellowing virus (virus de la jaunisse de la betterave)	Broyeur - mâchonneur	Injection directe de la sève végétale contaminée	Faiblesse de croissance, jaunissement des feuilles, déformation des feuilles, mort de la plante	D. L. Stengel & M. R. Fuchs (2003)
Thysanoptera	Thripidae	Thrips des petits fruits : Frankliniella occidentalis	Virus (ex : maladie du poinçon du tabac)	Broyeur - mâchonneur	Transmission par contact direct avec	Jaunissement des feuilles, nécroses des feuilles, déformation	(Jones & Jones, 2004)

Annexes

Ordre	Famille	Insecte exemples	Agent pathogène	Type d'appar eil buccal	Mode de transmissio n	Dégâts sur la plante	Référence s
		(Heidmann, 1904)			les tissus végétaux	des fleurs et des fruits	
Coleopt era	Chrysomeli dae	Altise de la pomme de terre : Epitrix cucumeris (Linnaeus, 1758)	Bactéries (ex : feu bactérien du pommier)	Broyeur - mâchon neur	Ingestion de tissus végétaux infectés et contaminati on des feuilles saines	Taches foliaires, nécroses des feuilles, défoliation	(Schaad &Scorti, 2008)



Résumée

Les insectes jouent un rôle crucial en tant que vecteurs d'agents pathogènes végétaux, contribuant à la dissémination des virus, des bactéries et des champignons responsables de maladies dévastatrices dans les cultures agricoles. La diversité des insectes impliqués dans ces maladies se caractérise notamment par les types d'appareils buccaux qu'ils possèdent. Les deux types les plus importants sont les appareils piqueurs-suceurs et les appareils broyeurs-mastiqueurs. La structure de l'appareil buccal varie également en fonction de la spécialisation et du polymorphisme des insectes. De plus, les facteurs qui influencent leur efficacité en tant que vecteurs de maladies varient considérablement.

La compréhension de cette relation complexe repose sur des études scientifiques approfondies visant à analyser les mécanismes de transmission des maladies et leur impact sur les plantes hôtes. En étudiant les interactions entre l'insecte, l'agent pathogène et la plante, il est possible de développer des stratégies de lutte efficaces pour limiter la transmission des maladies et minimiser leurs effets sur la productivité agricole

Les mots clés : les insectes vecteurs, les agents phytopathogènes, transmission

ملخص :

الحشرات تعد وسائل نقل الرئيسية لمسببات الامراض النباتية مما يؤدي الي انتشار الفيروسات والبكتريا والفطريات التي تسبب امراضا مدمرة في المحاصيل الزراعية تتاين انواع الحشرات المساهمة في هذي الامراض خاصة وفقا لاجزاء افواها حيث يتمثل الأنواع الرئيسية في الحشرات تتفاوت هياكل أجزاء الفم أيضا وفق للتخصص والتنوع وتختلف للعوامل المؤثرة في قدرتها كوسيلة نقل امراض

يعتمد فهم هذا الارتباط المعقد علي الدراسات علمية متعمقة لتحليل اليات انتقال الامراض وتأثيرها علي النباتات المضيغة من خلال دراسة التفاعلات بين الحشرة والعامل الممرض والنبات يمكن تطوير استراتيجيات مكافحة فعالة للحد من انتقال المرض وتقليل تأثيره علي الإنتاجية الزراعية

الكلمات المفتاحية : الحشرات الناقلة ،العوامل المسببة للامراض النباتية، النقل

Abstract:

Insects are major vectors of plant pathogens, contributing to the spread of viruses, bacteria, and fungi that cause devastating diseases in agricultural crops. The types of insects involved in these diseases vary, notably based on their mouthparts, with the two most important types being piercing-sucking and chewing-mouthpart insects. The structure of the mouthparts also varies depending on specialization and polymorphism. Factors influencing their effectiveness as disease vectors also differ. Understanding this complex relationship relies on in-depth scientific studies to analyze disease transmission mechanisms and their impact on host plants. By studying the interactions between the insect, the pathogen, and the plant, it's possible to develop effective control strategies to limit disease transmission and reduce their impact on agricultural productivity

Keyword: Insects Vectors, phytopathogenes, transmission