



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

**Méthodes de lutte contre les thrips inféodés aux plantes
cultivées**

Présenté par :
Kawthar Bourezzane

Devant le jury composé de :

Mr Tarai Nacer Professeur
Mr Razi Sabah MCA
Mr Achoura Amar MCA

Président
Encadreur
Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

Liste des tableaux

Tableau 1	Produits chimiques utilisés contre les thrips (Anonyme, 2006).
Tableau 2	matières actifs d'insecticides sélectionnés et leurs codes attribués par la résistance aux insecticides Comité d'action (IRAC) (Held & Pickens, 2018).
Tableau 3	Comparaison des propriétés insecticides du spinosad, du pyridalyl, de l'oxymatrine et de l'azadirachtine (Gholami & Sadeghi, 2015)
Tableau 4	les agents de lutte biologique les plus couramment et commercialement utilisés (Gholami & Sadeghi.2015).

Liste de figure

Figure 1	<i>Melanthrips fuscus</i> (photos personnelles)
Figure 2	Diagnostic protocols for regulated pests: <i>Thrips palmi</i> Karny (2010). Ed. FAO et International Plant Protection Convention, 11p. Disponible sur le site : http://www.fao.org/3/a-k3229e.pdf . Consulté le : 14/010/2016. (ISPM, 2016)
Figure 3	Dommmages causés par l'alimentation des thrips sur une rose (Murphy &Ferguson, 2014).
Figure 4	Dommmages causés par l'alimentation des thrips sur des feuilles de chrysanthème. (Murphy &Ferguson, 2014).
Figure 5	: Symptômes du virus de la maladie bronzée de la tomate sur les feuilles des plants de poivron. (Murphy &Ferguson, 2014).
Figure 6	Symptômes du virus des taches nécrotiques de l'impatiante sur la cinéraire : lésions sur les tiges (Murphy &Ferguson, 2014).
Figure 7	Figure 7 : Thrips des serres adultes et larves (Joseph et al., 2019).
Figure 8	Dégâts des thrips sur les plantes cultivées de Biskra. A : Fruit de poivron, B : feuilles de poivron, C : fruit de piment, D : feuille d'oignon (Razi, 2017)
Figure 9	Dégâts de thrips sur les plantes cultivées de Biskra. A, B : Fruit de tomate, C : Fruit de Aubergine : D : Fruit de pomme, E : Fruit de poivron, F : fleurs de fève (Razi, 2017)
Figure 10	Nombre moyen de thrips par plante suite à l'utilisation pendant deux mois de produits phytopharmaceutiques (Flagship pro, Vertimec), de produits biologiques (Prev Am 0,5 %, Prev Am 0,8 %, Dspi 024, Dspi 07) et d'acariens prédateurs (<i>Amblydromalus limonicus</i> , <i>Neoseiulus cucumeris</i> , <i>Amblyseius swirskii</i>). Les moyennes avec des lettres identiques ne sont pas

	significativement différentes (Marchetti, 2017).
--	---

Sommaire

• INTRODUCTION	1
• CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS.....	3
○ 1.1-Définition et taxonomie des thrips	3
○ 1.2-Biologie et Reproduction	4
○ 1. 3-Description des stades de vie des thrips.....	5
1.3.1-L'Œuf.....	5
1.3.2-Larves	5
○ 1.3.3-Nymphe.....	6
1.3.4-Adulte.....	7
○ 1.4-Identification.....	8
○ 1.5-Plantes hôtes.....	8
○ 1.6-Conditions favorables au développement du thrips.....	8
○ 1.7-Prise de nourriture	9
○ 1.8-Dégâts	10
○ 1.8.1-Dégâts directs.....	10
• CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS	16
○ 2.1-Surveillance et d'échantillonnage des thrips	16
○ 2.2-Méthodes de lutte.....	17
○ 2.2.1-Lutte physique.....	17
○ 2.2.2-Lutte chimique	17
• 2.2.2.1-Les bio-pesticides utilisés contre les thrips.....	23
○ 2.2.3-Lutte biologique contre les thrips	26
○ 2.2.4-Lutte alternative : Stimulateur de Défense.....	32
○ 2.2.5-La lutte intégrée	35
○ CONCLUSION	40

INTRODUCTION

Les plantes cultivées sont menacées par plusieurs maladies et ravageurs, parmi ces ravageurs, il y a les oiseaux, les rongeurs, les acariens, et les insectes. Parmi les insectes, il y a les thysanoptères qui sont très peu connues par les agriculteurs et très peu étudiées surtout en Algérie. En effet, les thysanoptères dits « thrips », comme l'indique leur nom toujours au pluriel, insectes qui vivent en groupes (**Duval, 1993**).

Les difficultés qui surgissent lors des études consacrées aux thrips peuvent être rattachées à plusieurs phénomènes caractéristiques. En effet de par leur petite dimension, les thrips sont difficiles à observer lors des repérages en culture ce qui explique parfois les difficultés de gestion phytosanitaire de ces ravageurs un peu particuliers. Par ailleurs, leur grande polyphagie qui s'étend à plus de 200 espèces végétales uniquement pour le thrips californien explique les contaminations importantes qui peuvent se passer entre les serres de différentes cultures au niveau même d'une exploitation maraîchère. Aussi leur reproduction parthénogénétique et fécondité élevée couplée avec la capacité de produire 5 à 7 générations par cycle de culture sous serre rendent la tâche de lutte chimique très difficile, ce qui explique en partie les échecs fréquents de cette dernière. Les difficultés de la lutte chimique sont également en relation avec la faible vulnérabilité des différents stades des thrips. En effet, les œufs sont insérés dans les tissus, les stades nymphals sont protégés dans le sol et les adultes ont une sensibilité aux insecticides beaucoup moins importante que les larves (**Monnet 1995**).

C'est pourquoi une intervention chimique unique, même dirigée contre un stade larvaire dominant n'est jamais suffisante pour éradiquer une population dans une serre car si une bonne proportion des adultes n'est pas détruite, une nouvelle génération larvaire apparaît à partir des œufs en incubation au moment du traitement insecticide et les nymphes carrément protégées au niveau du sol donnent naissance à de nouveaux adultes. Aussi les facteurs listés dessus font des thrips d'excellents candidats à la résistance aux insecticides. L'efficacité donc limitée de la lutte chimique classique fait des thrips des ravageurs très performants aux yeux des producteurs. En l'absence de variétés résistantes, il faut construire une véritable stratégie de lutte intégrant la lutte chimique, la lutte biologique et les mesures prophylactiques (**Hanafi & Lacham, 1999**).

Selon Guillebeau *et al.*, (2008). L'estimation de total des pertes causé par les thrips et les coûts de contrôle sur Coton à Georgia 2006 est 14, 844,000\$, sur plantes ornemental, de

pelouse et de gazon 15, 245,000\$, sur Cacahuète 5, 118,750\$, sur le tabac 504,000\$, sur Haricots Snap 138,300\$, sur Aubergine 55,500\$, sur Oignons 2,382,700\$, sur Poivron 7,785,300\$, sur tomate 7,284,900\$, sur Pois du sud 40,000\$.

Les infestations de thrips de l'oignon ont entraîné des pertes de rendement de l'oignon de 43 et 34,5% avec des moyennes saisonnières maximales de 149,2 et 172,0 thrips par plante dans les parcelles non-traités en 1988 et 1989, respectivement (**Fournier et al., 1995**).

Shipp et al (2000), ont confirmé que *F. occidentalis* a réduit la production de concombre en serre de 4,7 à 27%, Canada, en 1996 et 1998. *Thrips tabaci* est l'espèce la plus nocive et la plus fréquente sur les cultures d'oignon. Les adultes et les nymphes provoquent la destruction des tissus et des taches d'argent sur la surface des feuilles.

Les thrips par leurs piqûres provoquent une réaction de la plante se traduisant par l'induction de boursouflures et de plages liégeuses de couleur grise brunâtre. Ce qui déprécie fortement la valeur commerciale et peut provoquer dans des cas extrêmes des chutes de rendement pouvant aller jusqu'à **30 %** de la production (**Herold et Stengel 1993**).

Indépendamment de l'espèce de thrips ou de la culture concernée, l'obtention d'un niveau de contrôle acceptable est la priorité absolue de tout producteur. Il y a eu de grands progrès dans la compréhension de la biologie, de la distribution, de la dynamique des populations, de l'écologie, etc., des thrips. Idéalement, ces informations peuvent être utilisées pour élaborer de solides programmes de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) (**Parrella, 1995**).

Leur impact économique croissant impose une certaine urgence au développement de nouvelles stratégies de lutte, en particulier des stratégies qui incorporent des composés naturels (**Koschier, 2008**).

L'objectif de ce travail est de montrer les différentes méthodes de lutte utilisées contre les thrips, surtout de déceler les méthodes qui ont des avantages sur l'environnement et qui montrent une bonne efficacité contre les thrips.

Ce manuscrit est divisé en deux grands chapitres, un premier chapitre qui représente une étude bibliographique sur les thrips, et un deuxième sur les méthodes de lutte contre ce ravageur. Nous n'avons pas pu réaliser la partie expérimentale à cause de la pandémie du corona virus et du confinement exigés.

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

1.1-Définition et taxonomie des thrips

Les thrips sont de forme de cigare appartenant à l'ordre des thysanoptères, dont le nom fait référence aux ailes frangées des insectes dans cet ordre (**Joseph et al., 2019**). Ils sont des insectes uniques assignés à leur propre ordre (thysanoptères), et peuvent être vu à l'œil nu, mais le grossissement est requis pour l'identification à l'ordre des insectes (**Held & Pickens, 2018**).

Le groupe des thrips compte plus de **6000** espèces qui sont classées en deux sous-ordres (Terebrantia et Tubulifera) et neuf familles, mais il existe un désaccord concernant le système de classification des familles (**Mound, 2007**). Les Phlaeothripidae constituent la plus grande famille et la seule famille du sous-ordre des Tubulifera avec environ 3 500 espèces décrites (**Mound & Morris, 2007**). Les huit autres familles font toute partie du sous-ordre des Terebrantia (2400 espèces). Les membres des Merothripidae (15 espèces) et des Uzelothripidae (1 espèce) sont tous de très petits thrips associés à des hyphes fongiques dans les pays chauds. En revanche, les membres des Melanthripidae (65 espèces) sont généralement grands et robustes (Figure 1), et ils se reproduisent tous en fleurs et se trouvent dans les zones tempérées. Les Aeolothripidae (190 espèces) sont une famille plutôt plus grande d'espèces principalement phytophages se nourrissant de fleurs ou de prédateurs non obligatoires d'autres arthropodes. Les espèces des trois familles suivantes sont mal connues, les Fauriellidae (5 espèces) de Californie, du sud de l'Europe et d'Afrique du Sud. Les Adiothripidae (6 espèces) ne sont connues que par les fleurs des palmiers dattiers, *Phoenix dactylifera* et Heterothripidae (71 espèces), ne se trouvent que dans le Nouveau Monde et, à une exception près, toutes les espèces vivent dans des fleurs. La huitième famille, avec près de 2100 espèces connues, est de loin la plus grande au sein de Terebrantia : les Thripidae se trouvent dans le monde entier et comprennent presque toutes les espèces nuisibles de thrips, dont beaucoup se nourrissent et se reproduisent à la fois sur les feuilles et dans les fleurs (**Reynaud, 2010**).

L'ordre est divisé séparé en deux grands groupes : les tubulifères et les terebrants. Les tubulifères ont le dernier segment abdominal est sous forme de tube facile à observer avec un objectif de 10-20 x. Ces thrips sont plus grands (2,5 à 3 mm) et appartiennent tous à la même famille (Phlaeothripidae) (**Held & Pickens, 2018**). Dont seulement quelques espèces sont des ravageurs des plantes, les deux les plus communs sont les thrips de figuier et thrips du laurier cubain (*Gynaikothrips spp.*) Tous les deux attaquent le figuier ornemental, sans aucune trace d'attaques sur figes fructifères (**Held & Pickens, J.2018**)

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

Les Terebrantia, avec dont le dernier segment abdominal est sous forme de scie. Les terebrantia adultes sont principalement des femelles, parce que les thrips femelles se développent à partir d'œufs non fécondés, tandis que les thrips mâles se développent à partir d'œufs fécondés (**Held & Pickens, 2018**).



Figure 1 : *Melanthrips fuscus* (photo personnelle).

1.2-Biologie et Reproduction

Les femelles utilisent le bord dentelé de l'ovipositeur pour couper de petits trous dans les plantes (feuilles, les fleurs ou les tiges tendres) et déposer les œufs dedans (les tissus végétaux plus mous de nouvelles feuilles ou les pétales des fleurs présentent des cicatrices de ponte). Les œufs éclosent après 5 à 7jrs, les thrips immatures sortent du trou de ponte et commencent à se nourrir immédiatement. Les deux premières stades larvaires ressemblent aux thrips adultes, mais beaucoup plus petit et sans ailes. Les deux étapes suivantes sont nommés nymphe car ils ne se nourrissent pas, et présentent des ébauches d'ailes (aile coussinets) qui leur donnent une apparence différente de celle des larves. Les pupes tombent des feuilles ou des fleurs dans le sol et les débris végétaux se trouvant au-dessous de la plante. Les adultes sortent alors du sol pour trouver un nouvel hôte pour l'alimentation et la ponte (**Held & Pickens, 2018**). Ils subissent une métamorphose s'apparentant davantage à la métamorphose complète qu'à l'incomplète (**Heming, 2015**).

La durée du cycle de vie du thrips est plus courte au fur et à mesure que les températures montent. Ainsi, avec la chaleur, les populations de thrips augmentent rapidement.

Pour les thrips des petits fruits dans une température de 25°C, le cycle dure environ 20 jours (Figure 3). Le développement cesse au-dessus de 35 °C ou sous 10 °C. Pas de diapause l'hiver .il pourrait survivre l'hiver dans des débris végétaux, jusqu'à -14 °C.

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

Pour le thrips de l'oignon (*Thrips tabaci*), le cycle dure de 14 à 30 jours à une température optimale de 16 et 28 °C. Le développement cesse sous 11,5°C, et entre en diapause l'hiver (jours courts).

Ces deux espèces de thrips se reproduisent de façon sexuée et asexuée (parthénogenèse) (Tousignant, 2018). Les thrips présentent une parthénogenèse (se reproduisant sans accouplement), et les femelles accouplées et non accouplées peuvent pondre des œufs (Joseph *et al.*, 2019).

Plusieurs générations peuvent se produire en un an, puisque le cycle de vie peut être complété en environ deux semaines dans des conditions favorables selon les hôtes, les conditions de développement et l'altitude. Les populations de thrips atteignent généralement un sommet au printemps et au début de l'été (Joseph *et al.*, 2019).

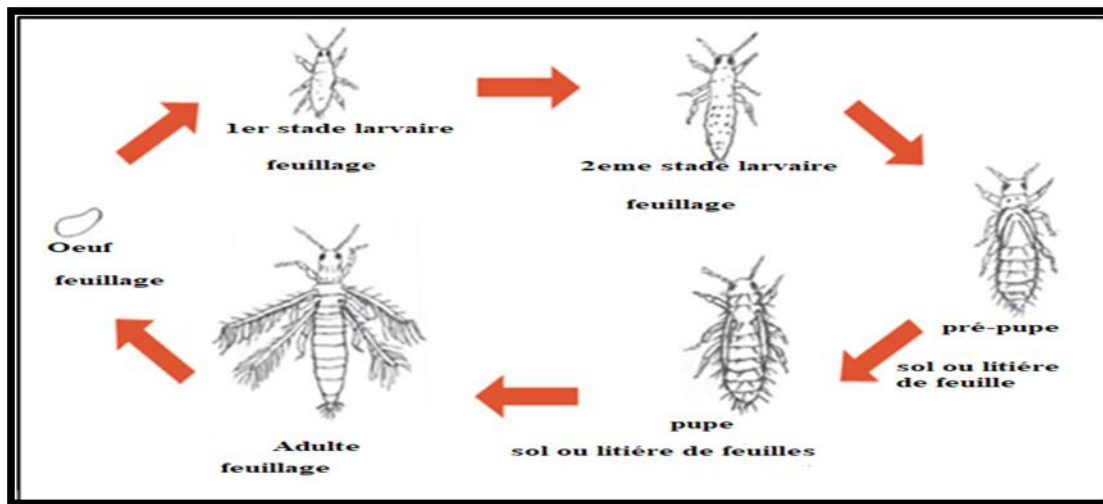


Figure 3 : Le cycle de vie des thrips des fleurs de l'Ouest (Joseph *et al.*, 2019).

1. 3-Description des stades de vie des thrips

1.3.1-L'Œuf : Il est minuscule, blanc, en forme de rein, partiellement inséré dans le tissu de l'hôte par les femelles.

1.3.2-Larves 5 à 7 jours après la ponte, des larves émergent, ils sont Difficiles à voir à l'œil nu, les larves de premier stade mesurent entre 0,4 et 0,6 mm et de 0,7 à 0,9 mm au 2e stade. Aptères (n'ont pas d'ailes). Corps allongé, de couleur blanche ou jaune, avec des yeux rouges. Pièces buccales similaires à celles des adultes. Et se nourrissent des feuilles et des fleurs. Elles sont très mobiles. Un deuxième stade larvaire suit. La larve

est alors presque aussi grande que l'adulte, mais plus pâle. À la fin de ce stade, la larve se laisse tomber au sol ou dans les cavités de la plante (Figure 7) (Tousignant, 2018).

1.3.3-Nymphe

Jeun nymphe

La jeune nymphe a une ressemblance générale avec une larve adulte en forme ; en couleur, il est beaucoup plus clair, étant jaune clair, avec les pattes, les antennes et les coussinets des ailes encore plus clairs. Yeux rougeâtres. Dans les antennes, les pattes et les coussinets alaires, la peau de la nymphe apparaît un peu comme une gaine pour ces parties de l'adulte en formation. Les antennes sont trois ou quatre articulées apparemment, épaisses et maladroitement. L'articulation basale est grande, enflée, légèrement plus longue que large ; le second est environ deux fois plus long que large et quelque peu resserré au milieu. La troisième articulation est environ un tiers plus longue que la seconde, se rétrécissant progressivement de manière distale vers une extrémité obtuse. Lorsque le stade nymphe est entré pour la première fois, les antennes projettent le céphalade, en position normale. En six ou huit heures, cependant, ils sont allongés sur la tête et le prothorax (Quaintance, 1898).

Les pièces buccales sont rudimentaires et ne sont manifestement pas adaptées pour se procurer de la nourriture à ce stade. Dans les pattes postérieures, le fémur et le tibia de longueur à peu près égale ; tarse indistinctement à une seule articulation, très court et arrondi distalement. Coussinets alaires courts, atteignant à peine l'extrémité caudale du deuxième segment abdominal, portant une ou deux soies. Abdomen comme chez la larve, avec des rangées de soies dorsales et latérales, qui cependant sont aiguës. Sur le dos du neuvième segment, près de la marge caudale, se trouvent quatre processus trapus, en forme de crochet, courbés en céphalade, qui semblent être les quatre soies modifiées pour cette région (Quaintance, 1898).

Nymphe mature (pupe) :

Longueur environ 1 mm. (0,039 pouce) ; largeur du thorax environ 0.22 mm. (0.008) ; couleur jaune clair ; forme très similaire à celle des thrips adultes. Peau de nymphe plus ou moins séparée du corps de l'adulte à l'intérieur, en particulier dans les pattes, antennes, pièces buccales, coussinets alaires et extrémité caudale de l'abdomen. Les coussinets d'aile atteignent environ le sixième segment. La nymphe mature n'est, bien sûr, que l'adulte enfermé dans la peau du nymphe (Quaintance, 1898).

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

1.3.4-Adulte : insectes très minuscules de moins de 2mm de longueur ; les couleurs des adultes varient selon les espèces du jaune au brun et presque au noir. La tête tournée vers le bas et aplatie de telle sorte que les pièces buccales font face à l'arrière et sont situées presque entre les bases des pattes antérieures. Les parties buccales sont asymétriques au stade adulte avec une mandibule fonctionnelle et une non fonctionnel (Figure 2). L'insecte coupe le tissu de la plante succulente avec la mandibule fonctionnelle et aspire la sève. Les adultes ont deux paires d'ailes frangées de poils. Bien que les thrips volent peu, les ailes aident à amener les insectes dans le courant d'air, ce qui peut les transporter rapidement vers de nouveaux sites d'alimentation à plusieurs kilomètres de distance. Les adultes de nombreuses espèces sont assez actifs et sautent ou s'envolent lorsqu'ils sont dérangés (Sutherland, 2006).

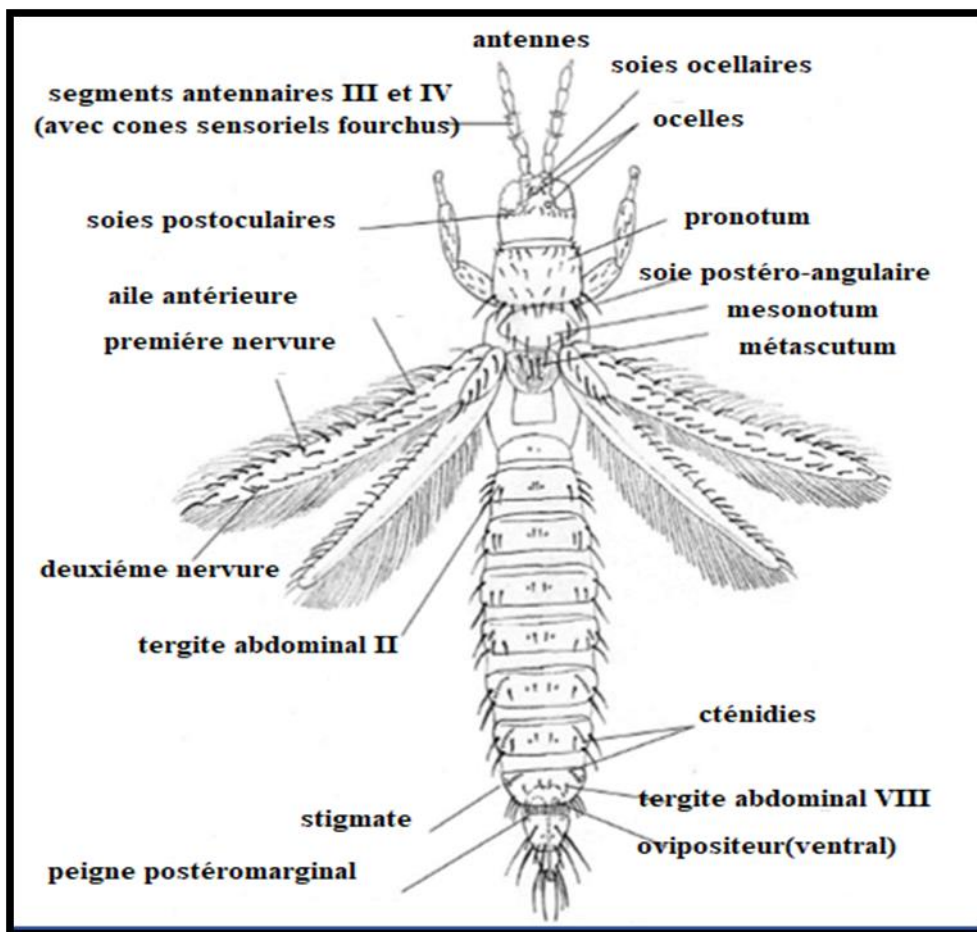


Figure 2 : Morphologie de l'espèce *Thrips palmi* (ISPM, 2016).

1.4-Identification

Ils peuvent être identifiés par des coussinets alaires et des antennes repliés sur leur tête et peuvent être trouvés sur la plante, dans le sol et sous la litière de feuilles (**Joseph et al., 2019**).

1.5-Plantes hôtes

De nombreuses espèces sont polyphages et se nourrissent de diverses plantes non apparentées. Les thrips des fleurs, les thrips du piment et les thrips à bandes rouges sont signalés dans des centaines de plantes, y compris les arbres, les plantes ornementales et maraîchères, les grandes cultures et les mauvaises herbes. Les thrips de serre sont répandus sur la plupart des cultures sous serre, mais on les voit également attaquer les plantes extérieures par temps chaud. Les thrips des glaïeuls sont principalement observés sur les fleurs et les bulbes de glaïeuls. Cependant, ils ont été signalés (mais sans succès) sur d'autres plantes telles que *Philodendron spp.*, *Clitoria spp.* et *Rhododendron spp.*

Les thrips du melon sont polyphages mais sont principalement connus comme ravageurs des cucurbitacées et des plantes solanacées. Ils attaquent également d'autres légumes tels que les haricots, les pois, le chou et la laitue ; les plantes ornementales telles que l'oeillet, le chrysanthème, l'hibiscus ; et des arbres comme l'avocat, la pêche et le prunier. Les thrips du laurier cubains se trouvent principalement sur les ficus, *Ficus retusa* L. étant leur hôte préféré. On rapporte qu'ils se nourrissent occasionnellement d'eucalyptus et d'orchidées (**Joseph et al., 2019**).

1.6-Conditions favorables au développement du thrips

- Un environnement chaud et sec favorise le développement du thrips.
- L'espèce de la plante hôte peut influencer la vitesse de développement du thrips.
- Les thrips se déplacent dans la serre par les courants d'air, par le déplacement des plantes et des travailleurs. Ils peuvent aussi voler sur de courtes distances.
- Le thrips de l'oignon peut se nourrir d'œufs d'acariens, ce qui augmente sa vigueur et sa capacité de reproduction. Il peut se cacher dans les toiles d'acariens et ainsi se protéger de ses prédateurs (**Tousignant, 2018**).

Influence la température, d'humidité, et du sol sur le développement des thrips

Une augmentation des températures correspond une accélération des cycles biologiques ce qui explique leur pullulation brutales dans les cultures de poivron et de concombre sous serre. Ils préfèrent spécialement des intensités lumineuses modérées. C'est pour cela qu'on les trouve souvent à la face inférieure des feuilles ou carrément à l'intérieur des bourgeons u des fleurs (**Hanafi & Lacham, 1999**).

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

Des **températures relativement élevées et une sécheresse modérée** sont plutôt favorables aux thrips (**Hommes, Hurni et al. 1994**). Le développement des thrips dans les cultures protégées est favorisé par des températures et des hygrométries élevées (**Hanafi & Lacham, 1999**).

Le développement optimal des thrips semble se situer à une température de 25°C ; le taux d'éclosion des œufs devient faible à des températures de 30°C (par rapport à des températures entre 15 et 25°C) (**Murai 2000**).

Les **fortes pluies sont défavorables** car elles tuent les jeunes larves, diminuent la population de thrips (**Kirk 1997**). Elles entraîneraient également le développement de champignons entomopathogènes sur les pré-nymphes et nymphes du sol (**Aviron, Krauss et al. 2009**).

Sol (type, texture, travail du sol)

L'aération du sol et l'apport de calcaire peuvent atténuer les dégâts (**Thicoipe 1990**). Les labours seraient défavorables aux thrips qui font une partie de leur cycle dans le sol (à l'automne, dessiccation des larves mises à jour, ou en hiver, attaques par entomophthorales du sol) (**Bournier 1983**).

Irrigation

L'irrigation permettrait la formation d'une croûte de sol, qui tuerait les thrips ; il semble intéressant de préférer des intervalles courts entre les arrosages et d'éviter les irrigations en sillon (le haut des buttes n'étant pas arrosé). L'idée est d'éviter les sols friables pour augmenter la mortalité des thrips (**Kirk 1997**).

1.7-Prise de nourriture

Les pièces buccales des thrips sont uniques à leur famille et asymétriques, contrairement à celles de la plupart des insectes. La mandibule gauche forme un stylet étroit qui tire la sève de la plante et la mandibule droite est réduite ou absente. Le mécanisme d'alimentation peut être décrit comme «poinçonnage et succion», à travers lequel la surface de la plante est frottée pour casser la surface et la sève exsudative est aspirée (**Joseph et al., 2019**).

Les espèces de thrips peuvent se nourrir de champignons, de plantes et d'autres insectes. (**Held & Pickens, 2018**). Les tubulifères se nourrissent principalement des champignons ou autres insectes, avec seulement quelques espèces qui sont ravageurs. Cependant, les thrips ravageurs des plantes les plus courants sont tous des terebrantias. L'ovipositeur de ces thrips ressemble à un couteau dentelé (une scie) (**Held & Pickens, 2018**).

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

Les thrips utilisent trois principales sources de nourriture : les hyphes et les spores fongiques, les feuilles vertes et les fleurs avec ou sans feuilles. Quelques espèces sont également des prédateurs et très peu se nourrissent uniquement de mousses (**Mound et Marullo, 1996**).

Environ 50% des espèces connues de thysanoptères se nourrissent de champignons, et environ 40% se nourrissent de tissus vivants de plantes et le reste exploite les mousses, les fougères, les gymnospermes, les cycadales ou sont des prédateurs (**Morse & Hoddle, 2006**).

Plus de 95% des Terebrantia sont associés à des plantes vasculaires, tandis qu'environ 60% des espèces de Tubulifera sont des fongivores (**Mound ,2002**). Mais sur environ 8 000 espèces existantes de thrips (**Lewis ,1997**) et plus de 5 500 espèces décrites, à peine 1% sont enregistrés comme ravageurs graves, principalement dans la famille des Thripidae (**Mound & Teulon, 1995**).

1.8-Dégâts

Suite aux piqures d'alimentation et de ponte, les thrips tuent les cellules des tissus des plantes succulentes, les faisant brunir, se dessécher et se déchirer facilement. Ils parsèment également le feuillage infesté de leurs excréments. Certaines espèces sont connues comme des vecteurs de virus affectant certains légumes et plantes ornementales (**Sutherland, 2006**). Donc il y a deux types dégâts causés par les thrips aux plantes cultivées, les dégâts directs et les dégâts indirects :

1.8.1-Dégâts directs

Les thrips peuvent se nourrir de feuilles, de boutons floraux, de fleurs ou de fruits, selon l'espèce. Les dommages causés par les thrips provoquent une décoloration, une déformation, un séchage prématuré et une perte des feuilles, des fleurs et des bourgeons (figures 4, 5, 6,9). L'alimentation peut également avoir un impact sur la capacité de croissance d'une plante, provoquant un retard de croissance ou un nanisme. Les fruits infestés sont décolorés, déformés et croûtés (figure 7, 10,11). Les cornes et les bulbes deviennent mous et sensibles à la pourriture (**Joseph et al., 2019**).

Certaines espèces injectent des enzymes digestives dans la plaie, ce qui provoque des taches de couleur argenté ou bronzé à la surface de la plante (Figure 8). De petites taches noires d'excréments peuvent également être vues sur les parties affectées. Certains thrips excrètent également la rosée de miel, ce qui favorise la croissance de la fumagine noire (**Joseph et al., 2019**).



Figure 3 : Dommages causés par l'alimentation des thrips sur une rose (Murphy & Ferguson, 2014).



Figure 4 : Dommages causés par l'alimentation des thrips sur des feuilles de chrysanthème (Murphy & Ferguson, 2014).



Figure 5 : Symptômes du virus de la maladie bronzée de la tomate sur les feuilles des plants de poivron (Murphy & Ferguson, 2014).



Figure 6 : Symptômes du virus des taches nécrotiques de l'impatiante sur la cinéraire : lésions sur les tiges (Murphy & Ferguson, 2014).



Figure 7 : Thrips des serres adultes et larves (Joseph *et al.*, 2019).

De nombreux tubulifères provoquent également des galles. Les thrips peuvent également être considérés comme des ravageurs en raison de leur habitude de ramper dans de petits espaces, un comportement connu sous le nom de *thigmotaxie*. Ce comportement peut déclencher des détecteurs de fumée et des alarmes d'incendie et causer ainsi des inconvénients considérables. De même, les thrips peuvent envahir les ordinateurs, les montres, les peintures, l'isolation des bâtiments en polystyrène, les aiguilles hypodermiques en cours de fabrication et de nombreux autres endroits improbables (Hoddle *et al.*, 2008). Les déchirures peuvent également devenir une nuisance lorsqu'elles grouillent et atterrissent sur des zones de peau exposées, mais les humains sont généralement des hôtes involontaires, occasionnels et à court terme sans conséquences médicales (Faulde *et al.*, 2007).

CHAPITRE 1- DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES THRIPS

Selon **Ramírez et al (2010)**, lorsque les populations de thrips sont nombreuses, elles peuvent provoquer un flétrissement et une sénescence prématurée. Les plantes souffrant de stress hydrique sont plus sensibles aux attaques de *T. tabaci*, Les larves et les adultes attaquent la culture d'oignon à tous les stades de sa croissance, ce qui entraîne une réduction du rendement et de sa qualité. Malgré les lourdes pertes résultant des dégâts causés par les thrips de l'oignon, très peu d'efforts ont été faits pour développer une stratégie de lutte intégrée contre ce ravageur dans de nombreux pays africains (**Waiganjo, 2008**).

Le thrips des petits fruits est principalement attiré par les fleurs, dont il se nourrit du pollen. Il Attaque davantage les apex et les boutons floraux. Il cause des déformations et des décolorations aux fleurs et aux feuilles. Le thrips de l'oignon se nourrit principalement sur la face inférieure des jeunes feuilles. Les lésions sont souvent observées à la jonction des nervures et s'agrandissent avec la croissance des feuilles. Ce thrips peut toutefois être retrouvé dans toutes les parties aériennes de la plante, incluant les fleurs. Les deux espèces : *ne sucent pas la sève*, ils injectent de la salive qui liquéfie le contenu de la cellule pour ensuite l'aspirer, laissent des stries blanchâtre argenté sur les feuilles, avec de petites boules d'excréments noirs, sur les pétales, les taches sont transparentes (**Tousignant, 2018**).

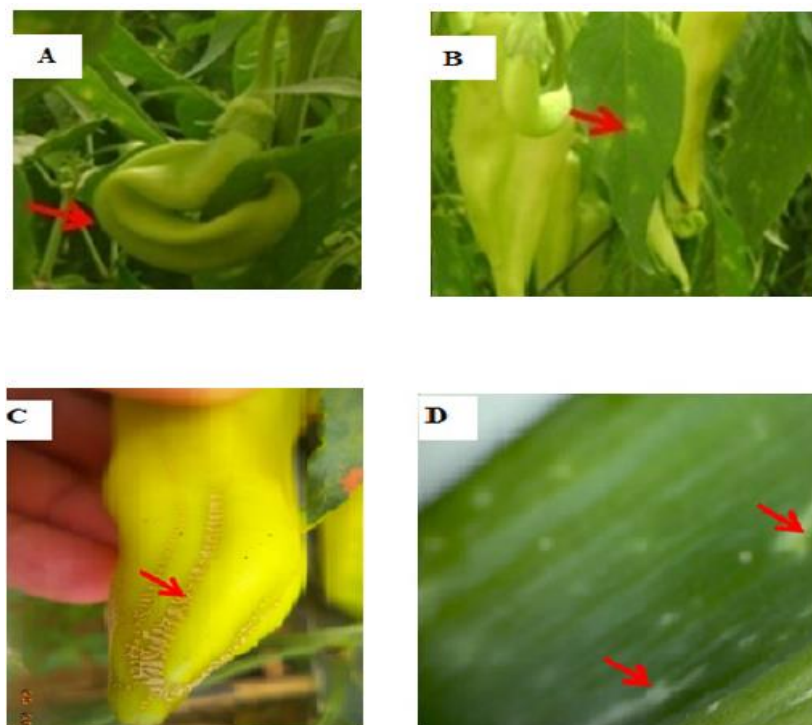


Figure 8 : Dégâts des thrips sur les plantes cultivées de Biskra. A : Fruit de poivron, B: feuilles de poivron, C: fruit de piment, D : feuille d'oignon (**Razi, 2017**).

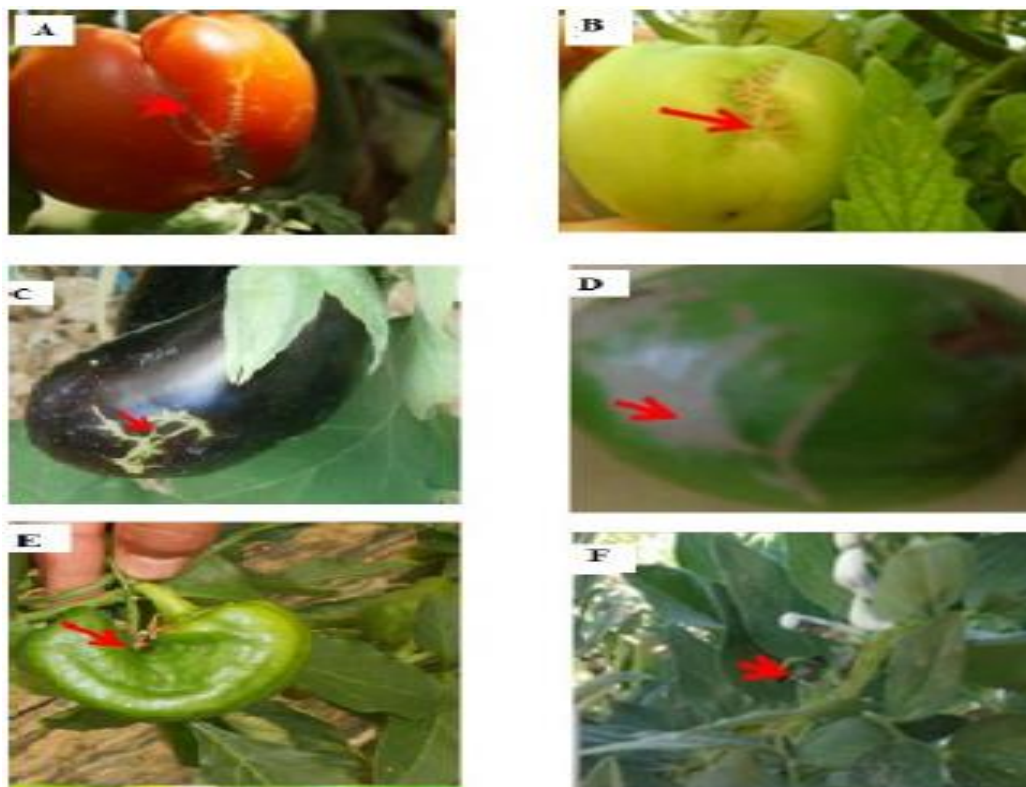


Figure 9 : Dégâts de thrips sur les plantes cultivées de Biskra. A, B : Fruit de tomate, C : Fruit de Aubergine : D : Fruit de pomme, E : Fruit de poivron, F : fleurs de fève (**Razi , 2017**).

Sur céréales, les thrips font partie des principaux ravageurs du blé. À l'échelle mondiale, la faune des thrips peut causer de graves dommages au blé d'hiver (**Schröder, 2009**) et les méthodes de lutte actuelles ne sont pas entièrement suffisantes pour éviter les dommages aux cultures. Environ 90 espèces de thrips sont économiquement importantes. Neuf d'entre eux sont des vecteurs de virus (dans les virus du genre Tospovirus) (**Ullman et al., 1997**).

Kąkol & Kucharczyk (2004) ont signalé que *Limothrips denticornis* et *Haplothrips aculeatus* sont les plus communs parmi les cinq espèces de thrips du blé d'hiver et de printemps. **Larsson (1988 ; 2005)** a signalé qu'en Suède, les espèces communes du *Limothrips denticornis*, *Limothrips cerealium*, *Haplothrips aculeatus*, *Thrips angusticeps* et *Frankliniella tenuicornis*. En Finlande, dans le seigle d'hiver et d'autres céréales, *Limothrips denticornis*, *Haplothrips aculeatus* et *Anaphothrips obscurus* , *Frankliniella tenuicornis* ont été trouvés (**Köppä, 1970**).

En Europe, c'est très caractéristique des thrips des céréales (**Kobro et al., 2000**). En Lituanie, les thrips sont l'un des principaux insectes ravageurs des cultures céréalières (**Šmatas, 2007**).

1.8.2-Dégâts indirects

Dans le monde, seules six des 210 espèces décrites du genre *Frankliniella* sont connues pour être des vecteurs de virus, seulement quatre des 290 espèces du genre Thrips et une seule des 100 espèces de Scirtothrips. De plus, une espèce de Ceratothripoides et de *Microcephalothrips abdominalis* est connue pour transmettre le virus. Ces thrips transmettent des virus végétaux des genres Tospovirus, Ilarvirus, Carmovirus, Sobemovirus et Machlomovirus (**Jones ,2005**).

Les noms de virus peuvent être trompeurs car il existe des centaines d'hôtes de chacun de ces virus. Certaines plantes infectées par ces virus peuvent rester asymptomatiques (asymptomatiques) ou ne peut développer des symptômes qu'en période de stress. Parmi les terebrantias, le thrips des californien est le vecteur le plus efficace des tospovirus. Les Tospovirus sont acquis et transmis pendant l'alimentation de thrips, Il n'y a que trois étapes d'alimentation : adulte et deux stades larvaires (premier et deuxième stades). (**Held & Pickens, 2018**).

Le cycle de vie de virus est lié à des stades de vie spécifiques des thrips. Si d'abord les larves de stade larvaire se nourrissent d'une plante (avec ou sans symptômes), ils peuvent internaliser le virus. Les larves sont cependant capables de transmettre le virus à une autre plante. Si les larves infectées sont déplacées sur des boutures ou entre des plantes qui se touchent, elles peuvent transmettre le virus. Ils retiennent le virus à l'intérieur pendant leur traversée, les nymphes se développent et deviennent adultes. À l'âge adulte, les thrips peuvent transmettre le virus à d'autres plantes et pour de grandes distances. Mais un adulte n'est capable de transmettre le virus que si cet individu se nourrit d'une plante infectée en tant que larve de premier stade. L'adulte est incapable d'acquérir le virus d'une plante infectée. Une fois infecté, l'adulte peut transmettre le virus tant qu'il vit. Les plantes infectées par le virus sont plus attrayantes pour les thrips, et les thrips infectés ont tendance à se nourrir plus que les thrips non infecté par le virus (**Held & Pickens, 2018**).

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

2.1-Surveillance et d'échantillonnage des thrips

Pour mener et réussir une lutte contre les thrips, il faut d'abord détecter la présence de ces insectes et surveiller leurs populations. Pour la surveillance et la détection de la présence des thrips, plusieurs méthodes sont utilisées :

1. Inspection visuelle

Selon **Chong(2017)**, elle consiste l'inspection régulière des plantes pour détecter les symptômes de dommages. comme la décoloration argentée ou bronze, et la distorsion des feuilles et des fleurs adera également à identifier les dommages causés par les thrips (**Joseph et al., 2019**).

Pour les thrips du piment, la croissance terminale est le meilleur endroit pour prélever des échantillons de plantes. Les fleurs et les boutons floraux sont le meilleur endroit pour obtenir des échantillons de plantes pour les thrips des fleurs de l'Ouest (**Held & Pickens, 2018**).

2 .Le piégeage, en utilisant les plaques engluées colorée et les pièges à eau En effet, pour les plaques collantes, les thrips sont attirés par les couleurs jaune et bleu, les cartes auto-collantes sont un moyen efficace de surveiller les populations (**Chong, 2017**). Les cartes doivent être placées parmi les plantes juste au-dessus du niveau de la canopée afin que les insectes soient capturés pendant le vol. Des pièges à eau bleue ou blanche peuvent également être utilisés pour la surveillance.

2. Le secouage ou battage des plantes

Selon Joseph et al., (2019), le secouage consiste à secouer ou à tapoter des plantes au-dessus d'un support ou une feuille de battement commerciale. Cette méthode permet de compter le nombre de thrips par plante ou par bloc. C'est le moyen le plus rapide (environ 2 minutes par échantillon) et le moins coûteux d'échantillonner les thrips, mais il peut également nécessiter une loupe pour compter les immatures et les thrips plus petits (thrips du piment). Les thrips vivants trouvés dans un échantillon de battement peuvent facilement être capturés dans l'eau ou l'alcool pour identification (**Held & Pickens, 2018**).

4. L'utilisation des plantes indicatrices, les plantes indicatrices les plus attrayantes et les plus sensibles aux thrips que la culture primaire peuvent fournir une indication précoce de l'infestation des thrips. Par exemple, les pétunias sont des indicateurs utiles de l'infestation par

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

les thrips des fleurs de l'Ouest (**Joseph et al., 2019**). Les roses et les gerberas sont des plantes indicatrices courantes des thrips des fleurs de l'Ouest. Les thrips du piment ont des préférences distinctes pour les poivrons, la bruyère mexicaine, les roses, le cleyera, le bambou et l'aubépine indienne. Ces plantes plus sensibles seraient le meilleur endroit dans une serre ou une pépinière pour commencer l'échantillonnage (**Held & Pickens 2018**).

Après collecte des thrips, des échantillons sont emmenés au laboratoire afin de les monter sur lame et lamelle pour une observation microscopique et la détermination avec des clés établis par certains auteurs. Cette détermination permettra de mieux gérer la lutte contre les espèces endommageant.

2.2-Méthodes de lutte

2.2.1-Lutte physique

Plusieurs techniques culturales peuvent réduire le nombre des thrips dont :

le travail du sol (**Bournier, 1982**), le choix de matériel végétal sain (**Mound & Teulon, 1995**), le paillage plastique (**Snu et al., 1986 in Guyot ; 1988 Rodriguez, 2006**), le désherbage, l'élimination des résidus végétaux (**Anonyme, 2006**), la solarisation, l'utilisation des moustiquaires (**Nasu et al., 1986 in Guyot, 1988**), l'élimination des organes végétaux morts (fleurs mortes inutile) (**Tousignant, 2018**), la taille (**Chong,2017**), le choix des variétés résistantes, la fertilisation, l'irrigation (**Chong,2017**) et le piégeage avec des pièges collants, des pièges à eau et des plantes pièges (**Marchetti, 2017**).

2.2.2-Lutte chimique

Plusieurs produits chimiques sont utilisés pour limiter la densité des populations de thrips, et les dégâts, le tableau résume quelques insecticides utilisés.

Tableau 1 : Produits chimiques utilisés contre les thrips (**Anonyme, 2006**).

Nom commercial	Matière actif	Culture : serre / champ	Sous- Mode d'application
Carbamate			
Trumpet	Bendiocarb	Sous-Serre	Pulvérisation foliaire / trempage du sol
Sevin	Carbaryl	Sur Champ	Pulvérisation foliaire
Organophosphate			

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Cygon / Lagon	Dimethoate	Sur Champ	Spray/peinture foliaire
D.D.V.P.	Dichlorvos	Sous-serre	Fumigant
Dursban	Chlorpyrifos	Sur Champ	Pulvérisation foliaire
Malathion	Malathion	Sous- serre / champ	Pulvérisation foliaire
Orthene	acephate	serre / champ	Pulvérisation foliaire
Pyrethroid			
Decis	Deltamethrin	Sous-serre	Pulvérisation foliaire
Botanique			
Nicotine	Nicotine	Sous-serre	Fumigant
Autre			
Success	Spinosad	Sous-serre	Pulvérisation foliaire

Les producteurs devraient incorporer au moins deux insecticides différents de deux classes différentes. Si vous utilisez le produit ou la formulation pour la première fois, faites un test (**Anonyme, 2006**).

Plusieurs produits chimiques sont testés contre les thrips en vue de leurs homologations. En effet, au Royaume-Uni et d'après **Helyer & Brobyn (1992)** 51 pesticides actuellement homologués pour une utilisation ont été testés au laboratoire contre l'espèce *Frankliniella occidentalis*) sur les feuilles de chrysanthème. Le malathion s'est avéré être le produit chimique le plus puissant, actuellement homologué, pour lutter contre les thrips sur une large gamme de cultures horticoles.

En Australie, ont démontré dans une étude sur l'efficacité de 16 insecticides contre *F. occidentalis* établies dans quatre essais sur des petites parcelles de piments et de poivron. Le spinosad, le fipronil et le méthamidophos étaient efficaces contre les adultes et les larves (**Kay & Herron, 2010**).

Les essais ont démontré que certains insecticides autorisés contre *F. occidentalis* ne sont pas efficaces et ont identifié un certain nombre d'insecticides, y compris les nouveaux spirotétramat et pyridalyl, qui sont efficaces et qui pourraient être utilisés pour lutter contre le ravageur dans le cadre d'un programme de gestion de la résistance (**Herron et al., 1996**).

Dans une autre étude, **Kay & Herron (2010)** ont montré que le fipronil et le méthamidophos étaient efficaces aux stades nymphe et adulte en Australie 2005-2006.

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Cependant, la cyperméthrine à 2000 ppm n'avait aucun effet direct sur l'adulte et le carbosulfan avait un impact plus important sur le comportement alimentaire et la fertilité. En revanche, il s'est avéré que le spinosad affectait fortement *F. occidentalis* dans le poivron des champs dans le nord de la Floride en 1996 (**Egeret *et al.*, 1998**).

Au Japon, des expériences sur les nymphes de *F. occidentalis* ont indiqué que parmi les organophosphates, le dichlorvos, le sulprofos, le profenofos, le prothiofos, le malathion, le chlorpyrifos-méthyl, le chlorfenvinphos, le fenthion et le phenthoate étaient toxiques avec plus de 90% de mortalité corrigée. La plupart des carbamates, à l'exception du méthomyl et des pyréthriinoïdes, étaient moins toxiques, Parmi les IGR (régulateurs de croissance des insectes) le lufénuron, le chlorfluazuron et le flufénoxuron étaient efficaces. Le chlorphénapir et le spinosad ont atteint 100% de mortalité (**Morishita, 2001**).

Toujours au Japon, les produits suivants ont été testés contre les thrips et ont donné les résultats les plus encourageants. Précisons que certaines d'entre elles ne sont pas homologuées en France (prothiofos, mecarbam) ou ne sont que sous forme granulée (carbosulfan) (**Guyot, 1988**) :

- Le carbosulfan en concentré émulsifiable à la dose de 0,25 kg m.a (m.a : matière active). Par hectare s'est avéré le plus efficace des produits testés au Japon sur pomme de terre, aussi bien sur larves que sur adultes (**Rtoa *et al.*, 1982 in Guyot, 1988**). Le carbosulfan peut aussi être utilisé en granulés à la plantation en traitement du sol localisé à raison de 2,0 g de matière active par plante. Il est alors très efficace et son action se prolonge pendant plusieurs mois (**Guyot, 1988**).

- L'oxamyl a été utilisé à Hawaï à la dose de 1,2 kg m.a (matière active) par hectare. Ce produit réduit la densité de larves mais ne semble pas avoir d'action sur les adultes. Au Japon, la dose utilisée était de 1,5 kg m.a. par hectare sous forme granulée.

- Le prothiophos en concentré émulsifiable à 0,45 kg m.a. par hectare s'est avéré efficace sur la pomme de terre au Japon (**Iota *et al.*, 1982 in Guyot, 1988**).

- Le chlorfenvinphos (concentré émulsifiable) à 0,48 kg m.a. (matière active) par hectare additionné de mancozèbe en poudre mouillable (1,5 kg m.a. par hectare) utilisé au Japon sur pomme de terre a donné des résultats moyens (**Rtoa *et al.*, 1982 in Guyot, 1988**).

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

- Le mecarbam (concentré émulsifiable) à 0,36 kg m.a. par hectare a été moyennement efficace sur la pomme de terre au Japon (**Rtoa et al, 1982 in Guyot, 1988**).

- le profenofos est conseillé à des doses de 0,5 à 0,75 kg m.a. par hectare environ tous les 7 jours sur aubergines et sur Cucurbitacées en Guadeloupe et Martinique. Cependant, ce produit ne peut pas être utilisé moins de 40 jours avant la récolte et son efficacité ne dure que 2 ou 3 semaines après son application(**Guyot, 1988**) .

Dans une autre étude aux Colombie britannique en 2006 les insecticides jugés efficaces dans une certaine mesure comprennent : le DDVP ; le Decis ; la nicotine ; L'orthène et la trompette. Le programme suivant a été efficace pour de nombreux producteurs : Appliquer Trumpet trois fois à des intervalles de 5 jours, suivis de deux pulvérisations d'Orthene ou de Decis à des intervalles de 10 à 14 jours. Les pulvérisations suivantes doivent être appliquées au besoin (**Anonyme, 2006**).

Une autre expérience sur le terrain aux Station de recherche régionale Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya - Bengale occidental, Inde. a été menée pendant les saisons hivernales des années 2004-2005 et 2005-2006 pour évaluer l'efficacité de différents insecticides conventionnels et écologiques (d'origine synthétique et biologique) contre les thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) qui infestent les piments (*Capsicum frutescens*) L'efficacité de quatre insecticides acétamipride 0,004% (Dhanpreet - 20% SP), thiaméthoxame 0,005% (Avant-25% WG), neem 0,4% (ultineem 1% P / P) et *Bacillus thuringiensis*, subsp. kurstaki (BT) à gL-1 a été évalué dans le champ de la zone saline côtière du Bengale occidental contre les thrips. Il ressort clairement des résultats que l'acétamipride et le thiaméthoxame étaient les plus efficaces pour réduire au minimum la population de thrips de 93,3% et 89,93% respectivement. Le pesticide (54,2%) et le pesticide microbien BT (43,43%) se sont avérés modérément efficaces. Cependant, deux pulvérisations d'acétamipride et de thiaméthoxame suivies de deux pulvérisations de pesticide de neem et de BT se sont avérées efficaces pour la gestion des thrips et ont donné le meilleur rendement commercialisable, un rapport coût-bénéfice plus élevé et une réduction de la population de thrips (**Mandi & Senavati, 2009**).

Étant donné que la tolérance aux dommages de certaines plantes ornementales contre les tospovirus chez la tomate (TSWV) est relativement faible, les insecticides constituent la principale stratégie de lutter (**Jensen ,2000 ; Contreras et al., 2001 ; Herron & James 2005**

in Gholami & Sadeghi.2015). Pour réduire convenablement une occurrence massive de TSWV, il faut 3 à 5 fois d'application d'insecticide sur une période de 7 à 10 jours pour éviter une propagation secondaire (**Seaton *et al.*, 1997 ; Cloyd 2009 in Gholami & Sadeghi.2015**). Sinon, 3 à 5 applications d'insecticide espacées par semaine suffisent dans la culture de la tomate (**Funderburk *et al.*, 2000 in Gholami & Sadeghi, 2015**).

Limites de la lutte chimique

La lutte chimique est la stratégie de lutte antiparasitaire qui repose sur les pesticides pour réduire la population et les dégâts des ravageurs. Certains pesticides peuvent tuer ou interférer avec les activités des ennemis naturels ou des agents de lutte biologique. Par conséquent, il est important de savoir si le pesticide est compatible avec les agents de lutte biologique existants et de savoir comment minimiser l'impact néfaste (**Chong, 2017**).

La lutte chimique devient souvent nécessaire dans les cas des infestations sévères, mais il est important de comprendre que les thrips sont difficiles à contrôler pour plusieurs raisons. En raison de leur petite taille, ils peuvent se cacher dans des endroits inaccessibles aux pesticides (**Joseph *et al.*, 2019**). Aussi de leur comportement, de leur taux de reproduction rapide et de leur potentiel d'infliger de gros dommages même à de faibles populations (dans le cas des vecteurs viraux) (**Rodriguez, 2006**).

L'utilisation d'une seule approche de la gestion des thrips pourrait entraîner des problèmes de résistance à plus long terme. La pulvérisation localisée et la surveillance sont des outils de gestion à long terme des thrips (**Held & Pickens, 2018**).

L'évolution de la résistance peut être influencée par la saisonnalité et l'abondance relative des plantes hôtes traitées et non traitées, ainsi que par les schémas de migration entre ou parmi les hôtes à différents moments de l'année. De plus, la disponibilité continue de plantes hôtes appropriées permet aux populations de WFT d'être actives et de se reproduire tout au long de l'année. Les variations régionales des systèmes de production peuvent avoir un impact sur le taux de développement de la résistance et sur l'efficacité des recommandations de gestion de la résistance (**Bielza, 2008**).

Il est important de faire alterner les modes d'action et pas seulement les classes chimiques pour gérer la résistance aux insecticides. Tous les insecticides se voient attribuer un

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

numéro ou une combinaison de chiffres et de lettres par l'IRAC (tableau 5, 6). Le nombre représente le mode d'action de l'insecticide et la lettre représente différents produits chimiques classes qui peuvent avoir ce mode d'action. Le système de codage IRAC facilite la compréhension de ce qui mieux utiliser en rotation avec d'autres matériaux. Les produits portant le même numéro IRAC ne doivent pas être utilisés dans des applications successives (**Held & Pickens, 2018**).

Tableau 2 : matières actifs d'insecticides sélectionnés et leurs codes attribués par la résistance aux insecticides Comité d'action (**IRAC**) (**Held & Pickens, 2018**).

Ingrédient actif	Code IRC
Abamectin	6
Acephate	1B
Bifenthrin	3A
Carbaryl	1A
Clothianidin	4A
Cyfluthrin	3A
Deltamethrin	3A
Dinotefuran	4A
Imidacloprid	4A
Indoxacarb	22A
Lambda-cyhalothrin	3A
Permethrin	3A
Spinosad	5
Thiamethoxam	4A
Zeta-cypermethrin	3A

Pour gérer et améliorer la résistance aux insecticides, il faut :

- Réduire la pression de sélection des insecticides (**Bielza, 2008**).
- Utiliser des insecticides uniquement lorsque cela est nécessaire (**Bielza, 2008**).

- Diversifier les méthodes de contrôle (**Bielza,2008**). Faire une rotation des groupes chimiques et varier les méthodes d'intervention pour atteindre les thrips dans les replis des plantes et dans le sol. Certains produits de contact (ex. : savons insecticides) peuvent être employés sans provoquer de résistance, mais les applications doivent être répétées souvent (**Tousignant, 2018**).
- Conserver les ennemis naturels (**Bielza, 2008**) et sélectionner des insecticides qui ne détruisent pas les prédateurs et les parasitoïdes et privilégier les produits à faible risque pour la santé et l'environnement (**Tousignant, 2018**).

Il faut noter que la résistance aux pesticides n'est pas permanente. Une population de ravageurs résistants peut redevenir sensible au pesticide après un certain laps de temps pendant lequel le mode d'action en question n'est pas utilisé (**Guyot. 1988**).

2.2.2.1-Les bio-pesticides utilisés contre les thrips

Les extraits des plantes

Plusieurs produits d'origine végétale sont utilisés dans la lutte contre les thrips ravageurs et ont prouvé leur efficacité. En effet, l'oxymatrine par exemple est un nouvel insecticide végétal avec contact et action intestinale. Il s'agit d'un alcaloïde tétracycloquinolizidine dérivé des racines de *Sophora flavescens* Aiton (Leguminosae), de la matrine et / ou de l'oxymatrine, sous le nom commercial Kingbo (AS 0,2 + 0,4). La sophora est une ancienne herbe chinoise (**Akdeniz & Ozmen ,2011**). Il a été constaté que l'oxymatrine est produite par oxydation de la matrine et qu'elle agit sur le récepteur nicotinique de l'acétylcholine chez les blattes américaines, *Periplaneta americana* (**Liu et al., 2008**). Cet insecticide n'a aucun effet cytotoxique et génotoxique sur les plantes, il peut donc être proposé comme un biopesticide sûr (**Akdeniz & Ozmen, 2011**). L'oxymatrine a un effet mineur sur l'activité de l'acétylcholinestérase (AChE) des rats albinos (**El-Sayed et al., 2010**). Outre l'effet insecticide, l'oxymatrine peut inhiber la germination des conidies de certains champignons (**Yang & Zhao, 2006**). Il contrôle *Tetranychus urticae*, *Spodoptera littoralis*, *Leucinodes orbonalis* et *Liriomyza sativae*. Il est peu toxique pour les abeilles (*Apis mellifera*) par rapport au spinosad et au chlorfluazuron (**Rabea et al., 2009**). L'oxymatrine est plus toxique pour les larves du thrips californien (en particulier les larves de premier stade) que pour les adultes (**Gholami,2012**). L'application d'oxymatrine sur le thrips des petits fruits réduit le nombre de population après 7 jours (**PCT, 2008**). Il a un bon potentiel pour contrôler le thrips des petits fruits et il est plus efficace que le fipronil (un insecticide recommandé pour la lutte contre les

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

thrips), il peut donc être utilisé dans la gestion du WFT (**Gholami, 2012**). Il convient de noter que des tests plus poussés sont nécessaires.

Un autre produit à base végétale est largement utilisée dans la lutte contre les ravageurs des culture, il s'agit de l'azadirachtin qui extrait de l'arbre de neem et c'est un pesticide disponible dans le commerce qui est efficace contre *F. occidentalis* (**Thoeming et al., 2006; Cloyd ,2009**). L'azadirachtine est un régulateur de croissance des insectes et il agit comme un antagoniste de l'ecdysone. Il est toxique pour les larves. Il a également des propriétés dissuasives pour l'alimentation de nombreux insectes. L'azadirachtine est très peu toxique pour les vertébrés (**Morgan, 2009**). Les effets systémiques de l'azadirachtine sont observés à tous les stades d'alimentation du feuillage du WFT, après les applications au sol, y compris les stades d'occupation du sol (**Thoeming et al., 2003**). L'azadirachtine n'a aucun effet négatif sur *A. cucumeris* et *H. aculeifer* et la combinaison de l'azadirachtine avec des acariens prédateurs augmente l'efficacité du contrôle jusqu'à 99% (**Thoeming & Poehling ,2006**). En Inde, l'utilisation d'extraits de neem dans la lutte antiparasitaire fait partie des pratiques traditionnelles (**Schmutterer ,1990**).

Thoeming & Coll (2006) ont suggéré que le traitement des semences avec l'extrait de neem avant la plantation de haricots verts réduit efficacement les populations de *F. occidentalis* en période de floraison. Au Kenya, il a été suggéré que la combinaison d'insecticides botaniques et synthétiques sur les cultures est utile aux agriculteurs et à l'environnement en raison des effets moins dommageables (**Nderitu et al., 2010**).

Tableau 3 : Comparaison des propriétés insecticides du spinosad, du pyridalyl, de l'oxymatrine et de l'azadirachtine (**Gholami & Sadeghi, 2015**)

Insecticide	Source	Action	Mode d'action	Stade	Réduction du nombre de thrips	Intégration verticale
Spinosad	Saccharopolyspora spinosa	contacter ou ingestion	agoniste des récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine et activateur des canaux chlorure GABA	adultes et larves	dans 1 à 3 jours	chenilles, acariens
Pyridalyl	3,3-dichloro-2-propenyloxy group,	contacter ou estomac	inhibition de la croissance cellulaire	adultes et larves	au moins 7 jours	les chenilles

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

	2-(trifluoromethyl) and 4-phenoxyphenyl 3,3-dichloro-2-propenyl					
Oxymatrine	Sophora flavescens	contacter ou estomac	inconnue	plus toxique pour les larves que pour les adultes	après 7 jours	acarions, mineurs de feuilles, les chenilles
Azadirachtin	Azadirachtin indica	contact or ingestion	régulateur de croissance des insectes	larves	–	pucerons

D'autres extraits végétaux sont utilisés dans la lutte contre les thrips. En Ethiopie, certains extraits botaniques ont été testés contre les thrips, à savoir. *Artemisia annua*, *Azadirachta indica*, *Bidens pilosa*, *Chrysanthemum cinerariaefolium*, *Cymbopogon citratus*, *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana spp.*, *Parthenium hysterophorous*, *Phytolacca dodecandra*, *Securidaca longepedunculata*, les résultats ont montré que les extraits de plante testés présentaient entre 26,09 et 74,75% de mortalité chez le thrips de l'oignon. Cette étude a indiqué que *Nicotiana spp.*, *P. dodecandra*, *S. longepedunculata*, *N. tabacum* et *B. bassiana* étaient significativement très efficaces contre les thrips de l'oignon dans les conditions de terrain à la dose recommandée (Shiberu *et al.*, 2013).

L'utilisation des composés d'huiles essentielles soit comme produit allélochimiques qui manipulent le processus de sélection d'hôte des espèces de ravageurs thysanoptères, soit comme insecticides botaniques qui tuent ces ravageurs. Des mélanges d'extraits de piment (*Capsicum annum* L.) avec du neem (*Azadirachta indica* L.), de l'écorce d'orange (*Citrus sinensis* L.) avec des feuilles de curry africain (*O. gratissimum*) ou de l'écorce d'orange avec *Gmelina arborea* L. ont permis d'obtenir un bon contrôle, *Megalurothrips sjostedti* Trybom chez le haricot, dans les champs de niébé d'Afrique (Koschier, 2008).

En confirmation des résultats des essais biologiques réalisés au laboratoire, les traitements par pulvérisation avec des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* (Asso) ou d'*A. Monosperma* (Delile) (Compositae) ont réduit la population de *T. tabaci* à environ 80%, chez le concombre de serre (Oparaeke *et al.*, 2007).

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Au laboratoire, un autre insecticide botanique à base de l'huile essentielle de *Chenopodium ambrosioides* a induit une mortalité de 95,7% des adultes de *F. occidentalis* et des stades de troisième et quatrième stade. (**Chiasson et al., 2004**).

Les huiles essentielles hautement volatiles présentent un potentiel en tant qu'alternatives efficaces et respectueuses de l'environnement aux fumigants synthétiques conventionnels contre les ravageurs des produits stockés, jusqu'à présent, la toxicité fumigante des composés d'huiles essentielles n'a été testée qu'en laboratoire et principalement contre les deux ravageurs des serres *F. occidentalis* et *T. palmi*. Les deux espèces sont également d'importants organismes de quarantaine, en particulier dans l'exportation de fleurs coupées (**Janmaat et al., 2002**).

Une étude a prouvé que l'armoise (*Artemisia herba-alba* Asso.), le basilic (*O. basilicum*), la feuille de cèdre (*Thuja occidentalis* L.), la coriandre (*Coriandrum sativum* L.), le cyprès (*Cupressus sempervirens* L.), le bois de Ho-Wood (*Cinnamomum camphora* Sieb.), l'hysopé (*Hyssopus officinalis* L.), marjolaine (*Thymus matichima* L.), le myrte (*Myrtus communis* L.), la marjolaine sauvage espagnole (*Melaleuca viridiflora* Sol. Ex Gaertn.), Romarin (*R. officinalis*) et sauge de Dalmatie (*Salvia officinalis* L.) ont une toxicité fumigante puissante (**Yi et al., 2006**). Les larves de thrips semblent moins sensibles aux vapeurs toxiques que les adultes (**Koschier, 2008**).

Aussi dans autre étude, il semble que *Origanum majorana* est un répulsif prometteur de thrips qui pourrait être utilisé pour des tests supplémentaires dans un système push-pull avec l'attractif iso-nicotinate d'éthyle (**Rob et al., 2006**).

2.2.3-Lutte biologique contre les thrips

Concept de lutte biologique

La lutte biologique est l'action bénéfique des prédateurs, des parasites, des agents pathogènes et des concurrents dans la lutte contre les ravageurs et leurs dommages (**Gholami & Sadeghi, 2015**). Les ennemis naturels peuvent fournir une suppression / un contrôle des thrips pendant de plus longues périodes que les insecticides. Ils coûtent souvent plus cher par rejet qu'un insecticide, mais ils peuvent s'établir dans les cultures ligneuses, les serres ou les maisons d'hivernage pour fournir un tampon contre les épidémies de thrips (**Held & Pickens, 2018**).

Les programmes de lutte biologique peuvent être regroupés dans les catégories suivantes :

- La lutte biologique classique
- La lutte biologique renforcée
- Le contrôle biologique de conservation

1. Lutte biologique classique

La lutte biologique classique est également connue sous le nom de lutte biologique d'introduction ou d'importation. Dans ce type de lutte biologique, un ennemi naturel étranger est importé ou introduit dans un pays ou une zone pour lutter contre une espèce nuisible également introduite d'un autre pays ou région. En règle générale, les programmes de lutte biologique classiques sont très coûteux et nécessitent de nombreux tests et autorisations réglementaires (**Chong, 2017**).

2. Lutte biologique renforcée

La lutte biologique renforcée est le programme dans lequel un ennemi naturel introduit ou domestique est relâché dans le but soit d'établir une population permanente dans une zone où l'ennemi naturel n'existe pas déjà, soit de renforcer l'impact d'un ennemi naturel. La libération pour établir une population s'appelle la libération inoculative, tandis que la libération pour améliorer la distribution, la densité et l'impact d'une population ennemie naturelle existante est appelée libération inondative (**Chong, 2017**).

3. Contrôle biologique de conservation

Le contrôle biologique de conservation comprend des activités qui pourraient préserver et renforcer l'impact d'une population ennemie naturelle existante. Le contrôle biologique de la conservation fonctionne grâce à la manipulation des pratiques de gestion et des conditions environnementales sur le site, ce qui peut être obtenu avec relativement peu de perturbations de l'exploitation et un léger ajout au coût (**Chong, 2017**).

Les lâchers de temps des ennemis naturels doivent être initiés avant que les thrips n'entrent dans les bourgeons ou les fleurs (**Cloyd, 2009**).

Importance de la lutte biologique contre les thrips

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Comme la résistance aux pesticides est un problème important pour le contrôle du thrips, la lutte biologique est devenue l'approche privilégiée par une grande partie des producteurs, comme le thrips se loge à des endroits différents selon son stade de développement, il est judicieux d'utiliser des auxiliaires complémentaires (**Tousignant, 2018**).

Les prédateurs de thrips disponibles dans le commerce sont présentés dans le tableau N°7.

Les punaises

D'après **Tousignant (2018)**. La punaise prédatrice se nourrissant d'adultes et de larves de thrips *Orius insidiosus* (Say) et *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae), dont les punaises immatures et adultes se nourrissent du stade foliaire (stades adulte et immature) du thrips des petits fruits. Cependant, en hiver, *Orius insidiosus* et *Orius laevigatus* entrent en diapause en raison de la courte durée du jour et la population de thrips augmente à nouveau (**Sarmiento, 2014 in Gholami & Sadeghi, 2015**).

Orius similis Zheng en Chine où ont pu constater au laboratoire qu'un seul individu est capable de consommer près de 440 individus de *Thrips palmi* au cours de sa vie. Dans la région de Guangzhou, il présente 14 générations annuelles, chacune d'elles durant de 17 à 64 jours environ selon la température (**Guyot, 1988**).

Orius maxideutex Ghauri est présent en où il est un important prédateur de Thrips palmi sur jeunes feuilles de sésame, puis après la récolte sur une mauvaise herbe, Croton sparsiflorus. Le genre Orius est aussi présent à Hawaï où il est le seul prédateur de Thrips palmi recensé à ce jour. Cependant, il peut présenter des niveaux de population assez élevés (0,8 individu par feuille) (**Guyot, 1988**).

Le genre Orius existe également au Japon sur les concombres infestés par *Thrips palmi*, Des essais menés en laboratoire par **Kjita (1986)**, sur des fragments de jeunes feuilles ou de feuilles médianes de concombre de 2 C 2M ont montré que ces punaises à leur deuxième stade larvaire préfèrent consommer les larves (de premier et deuxième stade indistinctement) mais sont également capables de se nourrir d'adultes en l'absence de larves. Une punaise du genre Orius peut consommer 1,4 larve de premier stade en 24 h lorsque l'expérience est réalisée sur une jeune feuille et 4,1 lorsqu'on utilise une feuille médiane. Il apparaît ici un effet significatif de l'âge de la feuille sur la consommation de larves de premier stade (**Guyot, 1988**).aussi sur feuillage il ya d'autres prédateurs de thrips (*Transeius montdorensis* (Schicha), *Orius armatus*

(Gross), *Mallada signata* (Schneider) et *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans)) (**Manners et al., 2013**)

Les acariens prédateurs

Les acariens prédateurs peuvent être reconnus par leurs noms particuliers, *Amblyseius* ou *Phytoseiulus*. Ces acariens sont petits, presque microscopiques et libérés sur les plantes infestées. Les acariens peuvent avoir une préférence pour un stade de vie particulier, comme les thrips immatures. Ils peuvent cependant consommer 2 à 3 thrips par jour et par acarien. Dans une étude, une libération d'acariens prédateurs a fourni 28 jours de suppression des thrips du piment (**Held & Pickens, 2018**).

Au niveau du feuillage

Au Japon, **Kajita (1986)**, a aussi appelé des acariens de la famille des Phytoseiidae prédateurs de *Thrips palmi* sur concombre. Ils appartiennent à 2 espèces différentes : *Amblyseius mckenziei* Schuster et Pritchard et *Amblyseius okinawanus* Ehara. Les femelles de ces 2 espèces préfèrent consommer des larves de premier stade plutôt que des larves de deuxième stade ou que des adultes. Ainsi, sur une jeune feuille de concombre, la consommation en larves de premier stade sur une période de 24 h est de 0,2 pour *A. mckenziei* et de 1,0 pour *A. okinawanus*. Ces chiffres ne diffèrent pas significativement de ceux obtenus pour *Orius*.

Les acariens prédateurs qui se nourrissent des larves *Amblyseius swirskii*, *Amblyseius degenerans* et *Amblydromalus limonicus* (**Tousignant, 2018**), *Amblyseius cucumeris* (*Neoseiulus cucumeris*) et *Amblyseius barkeri* (Hughes) (Phytoseiidae: Acari) sont des agents de lutte biologique largement utilisés pour le contrôle des espèces de thrips et d'acariens phytophages sur les cultures ornementales et de plein champ (**Gillespie 1989; Zhang et al., 2000**). Pendant l'hiver, les femelles d'*A. Cucumeris* entrent dans la diapause de reproduction et la présence d'un prédateur de thrips ne faisant pas de diapause est nécessaire pour améliorer la lutte biologique. C'est *Amblyseius barkeri* qui se nourrit également des larves du premier stade larvaire du WFT. **Brodsgaard & Hansen (1992)** ont expliqué qu'il existe une compétition interspécifique entre *A. cucumeris* et *A. barkeri* dans les serres de concombre (**Gholami & Sadeghi, 2015**).

Certaines autres espèces de thrips ont des larves plus grosses (ex. : *Echinothrips americanus*). Le choix d'auxiliaires sera alors différent : *A. swirskii* et *Amblydromalus*

limonicus fonctionneraient bien sur les Echinothrips, alors que *Amblyseius cucumeris* et Orius procureraient moins de contrôle. Des bio-insecticides sont homologués contre le thrips en serre ; voir le site de SAgE pesticides (**Tousignant, 2018**).

Parmi les prédateurs du feuillage, *Transeius montdorensis*, et *Neoseiulus cucumeris*, *Orius armatus* ont obtenu les meilleurs résultats, réduisant de 30 à 99% le nombre de thrips adultes et immatures sur les fleurs et le feuillage (**Manners et al., 2013**).

Au niveau du Sol

Les acariens prédateurs du sol, *Hypoaspis aculeifer*) et *Hypoaspis miles*, se nourrissent du stade pupal de thrips des petits fruits dans du sol ou du substrat (**Cloyd, 2009**). Ces acariens peuvent être utilisés en conjonction avec un ennemyte naturel qui se nourrit du stade foliaire. L'efficacité de l'utilisation combinée de nématode entomopathogène parasite des larves *Steinernema feeliae* qui infecte le stade vivant dans le sol (larves mobiles et non mobiles) de *F. occidentalis* avec *H. aculeifer* pour la lutte contre les stades terrestres des thrips est rapportée (**Premachandra et al., 2003**). Cependant L'utilisation de *Steinernema feeliae* a des effets négatifs sur la dynamique de *O. laevigatus* (**Bonsignore & Vacante, 2012**).

Les Acariens prédateurs de larves et de pupes de thrips : *Galeolaelaps gillespiei* et *Stratiolaelaps scimitus* (*Hypoaspis miles*). *Galeolaelaps aculeifer* (*Hypoaspis aculifer*) est un autre choix, lorsqu'il est disponible sur le marché (**Tousignant, 2018**).

Aussi au niveau du sol on a des Coléoptères prédateurs se nourrissant de pupes de thrips : *Dalotia coriaria* (*Atheta coriaria*) et (*Geolaelaps aculeifer* (Canestrini) (**Tousignant, 2018**).

En Australie, il y a quatre prédateurs du sol WFT disponibles dans le commerce, *S. feeliae*, *G. aculeifer*, *Stratiolaelaps scimitus* (= *Hypoaspis miles*) (Berlese) et *D. coriaria*. À l'échelle internationale, la recherche a montré une mortalité significative de la WFT associée aux prédateurs du sol. L'espèce exacte, la culture (pour les nématodes) et la combinaison de prédateurs appliqués ont joué un rôle critique dans le niveau de mortalité de la WFT, qui était souvent de 40 à 80% (**Manners et al., 2013**).

Les champignons

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Biofongicides à base de champignons entomopathogènes : *Beauveria bassiana* et *Paecilomyces fumosoroseus* et : *Metarhizium anisopliae* (Tousignant, agr.2018).

Le champignon entomopathogène *B. bassiana* est un pathogène à large spectre et a le potentiel d'être combiné lorsque *A. cucumeris* ne peut pas contrôler seul (Ansari *et al.*, 2008 ; Sarmiento 2014). Les adultes de WFT sont plus sensibles à *B. bassiana* que les larves (Cloyd, 2009). L'infection dépend de la concentration de spores. Par exemple, *B. bassiana* en tant qu'insecticide biologique à la dose de $10^{13} \times 2$ spores / ml contrôle bien la population et reste efficace même 60 jours après l'application, ce pathogène peut donc être utile dans la gestion du programme de *F. occidentalis* (Bustillo, 2009).

Tableau 4 : les agents de lutte biologique les plus couramment et commercialement utilisés (Gholami & Sadeghi, 2015).

Classification	Type d'agent	première utilisation	disponible dans le commerce
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	1985	à l'échelle mondiale
Acariens	<i>Amblyseius barkeri</i>	1981	à l'échelle mondiale
	<i>Hypoaspis aculeifer</i>	1995	L'Europe
	<i>Hypoaspis miles</i>	1994	L'Europe
Anthocoridés	<i>Orius insidiosus</i>	1990	Amérique du Nord
	<i>Orius laevigatus</i>	1990	à l'échelle mondiale
Nématodes entomopathogènes	<i>Steinernema feltiae</i>	2005	à l'échelle mondiale
Champignon entomopathogène	<i>Beauveria bassiana</i>	2012	Europe et Amérique

Il existe aussi le Spinosad qui est un insecticide neurotoxique produit par la fermentation de l'actinomycète de sol *Saccharopolyspora spinosa* (Williams *et al.*, 2003) disponible est utilisé commercialement dans les serres pour lutter contre le WFT (Cloyd, 2009). Spinosad montre un impact élevé sur *F. occidentalis* dans le poivre de champ et les femelles sont les plus sensibles (Vargas & Ubillo, 2005). Le spinosad agit soit par contact soit par ingestion (Cloyd, 2009). Aucune autre classe d'insecticide n'offre ce niveau de contrôle (Broughton & Herron, 2007). Le mode d'action unique des insecticides à base de spinosyne et leurs propriétés

translaminaires les ont rendus très efficaces contre la WFT (**Demirozer et al., 2012**). Il a été prouvé que le spinosad n'a pas d'impact négatif sur les ennemis naturels de *F. occidentalis*. Par conséquent, le spinosad est un outil pratique et sûr en combinaison avec certains ennemis naturels du WFT et c'est l'une des clés de la conservation des espèces d'Orius (**Eger et al., 1998; Jones et al., 2005**). Une dose minimale d'application de spinosad a été suggérée pour l'utilisation dans les serres de fraises (**Broughton & Herron ,2007**). Par conséquent, pour prolonger l'efficacité du spinosad, l'utilisation d'alternatives au spinosad pour le contrôle des thrips pendant la saison est recommandée.

Limites de la lutte biologique

Des essais ont démontré qu'ils peuvent être utilisés avec succès la Lutte biologique sur certaines cultures de fleurs. Cependant, il y a également eu un certain nombre de tentatives infructueuses, qui ont généralement échoué parce que des pesticides ont dû être appliqués pour lutter contre d'autres problèmes de ravageurs entraînant la mortalité des agents biologiques. Un autre facteur contre l'utilisation de la lutte biologique en floriculture est le faible niveau de tolérance des clients pour les thrips ou autres ravageurs des fleurs. Il est difficile d'obtenir une culture totalement exempte de ravageurs en utilisant des agents biologiques. À l'heure actuelle, cette méthode de lutte antiparasitaire n'est pas pratique pour la plupart des cultures florales (**Anonyme, 2006**).

Dans les grandes cultures, l'utilisation d'agents de lutte biologique n'a pas été très efficace (**Parrella & Lewis, 1997 in Rodriguez, 2006**).

Hoy et Glenister (1991) in Rodriguez(2006). Ont tenté de lutter contre *T. tabaci* en inoculant et en inondant le champ avec *Amblyseius spp.* Mais il n'a pas montré de résultats positifs. La raison pour laquelle la lutte biologique n'est pas efficace sur le terrain pourrait être due au fait que les populations de thrips se déplacent très rapidement et en grand nombre.

2.2.4-Lutte alternative : Stimulateur de Défense

Le développement de molécules biologiques capables de stimuler les défenses naturelles des végétaux (SDN) est une stratégie qui attire de plus en plus l'attention. Une molécule SDN est un éliciteur susceptible de déclencher une série d'évènements biochimiques menant à l'expression de la résistance chez la plante. La perception du signal par des récepteurs membranaires spécifiques et sa transduction par diverses voies de signalisation conduisent à la

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

synthèse et à l'accumulation synchronisée de molécules défensives parmi lesquelles certaines jouent un rôle structural alors que d'autres exercent une fonction antimicrobienne directe (**Benhamou & Rey, 2012**).

Les barrières structurales contribuent à retarder la progression de l'agent pathogène dans les tissus de la plante et à empêcher la diffusion de substances délétères telles des enzymes de dégradation des parois ou des toxines. Les mécanismes biochimiques incluent, entre autres, la synthèse de protéines de stress et d'inhibiteurs de protéases ainsi que la production de phytoalexines, des métabolites secondaires ayant un fort potentiel antimicrobien. Les progrès remarquables accomplis ces dernières années en termes de compréhension des mécanismes impliqués dans la résistance induite chez les plantes se traduisent aujourd'hui par la commercialisation d'un nombre de plus en plus important de SDN capables de stimuler le « système immunitaire » des plantes en mimant l'effet des agents pathogènes (**Benhamou & Rey, 2012**).

Pour lutter contre les microorganismes nuisibles, les plantes utilisent l'immunité innée appelée M/PTI (Microbe/Pathogen-Associated Molecular Patterns Triggered Immunity). La perception des agents pathogènes se met en place lors de la reconnaissance des motifs conservés à la surface des micro-organismes (M/PAMPs), par des protéines membranaires de la cellule végétale appelées PRRs (Pattern Recognition Receptors). L'utilisation d'éliciteurs capables de mimer les M/PAMPs et d'améliorer la résistance des plantes lors d'un stress représente une méthode de lutte alternative à l'utilisation de pesticides. Ainsi, le criblage d'une chimiothèque de 1600 molécules a permis d'identifier cinq composés capables d'activer la mise en place des mécanismes de défense chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana*. (**Jaber, 2016**).

Nés à la fin des années 1970 au laboratoire et dans l'industrie, les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN) ont pris la forme de diverses spécialités commerciales : acibenzolar-S-méthyl (Bion®), laminarine (Iodus 40®), phoséthyl-Al (Aliette®), extrait végétal de *Reynoutria sachalinensis* (Milsana®)... Cette famille de substances présente des propriétés biologiques et agronomiques nouvelles qui ont intéressé aussi bien la recherche académique que l'industrie phytosanitaire, et qu'il a fallu systématiquement qualifier au laboratoire (**Blanchard, 2018**).

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Aussi Les sucres des plantes (glucose, fructose, saccharose, raffinose ...) jouent un rôle fondamental dans la résistance de la plante à différents stress. On parle d'un nouveau concept de *Sweet Immunity* ou **défense liée aux sucres**. Le projet USAGE (2012-2014, ONEMA) a proposé de tester des applications foliaires d'infra-doses de sucres sur les plantes pour renforcer et accélérer le processus de *SweetImmunity* sur différents couples de plante-bioagresseur. le fructose et le saccharose à 10 ou 100 ppm ont montré ponctuellement des effets protecteurs significatifs (pyrale et oïdium du melon, thrips du poireau) mais insuffisants lors de fortes pressions parasitaires (Arnault *et al.*, 2015).

Exploiter la réponse des espèces nuisibles des thrips aux odeurs a un fort potentiel pour améliorer la gestion des ravageurs des thrips, y compris la lutte biologique. Une meilleure compréhension de la réponse comportementale des thrips à ces odeurs, y compris les facteurs intrinsèques et extrinsèques qui peuvent affecter ces réponses, ainsi qu'une conception optimale des pièges et la formulation des odeurs, sera essentielle si les approches sémiologiques doivent être intégrées dans la gestion des thrips (Teulon , 2008).

Effets de lutte alternative sur l'environnement et la santé humaine

La lutte alternative est :

- Entre 10 et 100 fois moins toxique que la lutte chimique ;
- Déplacer les produits chimiques ayant des effets létaux connus sur la santé humaine tels que les organophosphorés ;
- Réduire l'exposition des travailleurs ;
- Très faible toxicité pour les oiseaux, les poissons, les abeilles et autres insectes utiles, et les organismes non cibles en général (calculée comme la toxicité directe du degré d'exposition),
- Très sélectif pour cibler les ravageurs,
- Faible potentiel de résistance aux ravageurs,
- Hautement compatible avec IPM,
- Efficace pour contrôler les ravageurs cibles,
- Faible potentiel de contamination des eaux souterraines,

Faible dérive et ruissellement (Rodriguez, 2006).

2.2.5- La lutte intégrée

La lutte intégrée contre les ravageurs est une approche systématique de la lutte antiparasitaire qui utilise plusieurs approches pour réduire la population et les dommages causés par les ravageurs à un niveau tolérable. Le but ultime de l'IPM est de minimiser les impacts sur l'environnement, les organismes non cibles et les travailleurs (**Chong, 2017**). Il y a plusieurs mises en garde importantes à cette définition générale de l'IPM :

1. Les principes de la lutte intégrée contre les ravageurs peuvent être appliqués à tous les ravageurs et à toutes les situations, les détails de chaque programme de lutte intégrée contre les ravageurs doivent être adaptés au ravageur et à la situation spécifique. Un programme de lutte intégrée contre les ravageurs est conçu sur la base d'une combinaison unique de la biologie des ravageurs, de l'impact du ravageur sur la plante touchée, de la sensibilité de la plante hôte au ravageur et des outils de gestion sélective disponibles pour gérer la population de ravageurs (**Chong, 2017**).

2. L'IPM ne produit pas de plantes «exemptes de parasites». Un programme IPM ne réduit la population de ravageurs qu'à un niveau non dommageable et tolérable.

3. La lutte intégrée contre les ravageurs signifie que les responsables de la lutte antiparasitaire devront avoir une compréhension complète et systématique des aspects biologiques et non biologiques du système et prendre ces aspects en considération lors de la conception d'un programme de lutte intégrée contre les ravageurs.

4. L'IPM ne préconise aucune méthode de contrôle particulière, plusieurs tactiques de gestion sont combinées ou intégrées pour créer un système par lequel la population de ravageurs est défiée par de multiples méthodes de contrôle. Ces défis aux facteurs de stress multiples sont très difficiles à surmonter pour les ravageurs en développant une résistance.

L'IPM ne commence pas par la détection d'un ravageur; L'IPM commence par la plantation d'un arbre ou d'un arbuste (**Chong, 2017**).

Aujourd'hui, les initiatives de lutte intégrée contre les ravageurs (IPM) pour lutter contre les thrips sont de plus en plus adoptées. L'approche IPM est basée sur cinq techniques : la

résistance de la plante hôte, le contrôle chimique, le contrôle mécanique, le contrôle de la culture et le contrôle biologique (**Parrella & Lewis, 1997 in Rodriguez, 2006**).

Exemple d'un essai de lutte intégrée contre les thrips

L'essai présenté a été conduit dans une serre canarienne de 2000 m² chez un producteur de la coopérative M'BROUKA; " Domaine AZROU " situé à 3 km d'Ait Melloul, sur la route à Taroudant.

La culture de poivron est conduite en plein sol avec un paillage plastique noir. La serre a été plantée en poivron, variété "Andalus" le 6 septembre 1994 à la densité de 2.7 plants/m² et l'essai a duré cinq mois.

Au sein de la serre, trois compartiments ont été délimités les uns des autres par une séparation plastique. Chaque compartiment comprend 12 lignes jumelées de 150 plants chacune. Au titre de cet essai les trois compartiments ont été affectés comme suit :

C 1 : compartiment 1 : conduite en lutte intégrée avec addition du filet thrips-proof (24 mèches/cm²) sur les côtés latéraux de la serre.

C2 : compartiment 2 : conduite en lutte intégrée sans filet thrips-proof sur les côtés latéraux de la serre.

C3 : compartiment 3 : conduite en lutte chimique classique sans filet thrips-proof sur les côtés latéraux de la serre

Cet essai a démontré clairement l'action positive du prédateur *Orius* dans les compartiments C 1 et C2 conduits en lutte intégrée. En effet dans ces deux compartiments quoique les captures de thrips dans les pièges jaunes étaient relativement supérieures à ceux observés dans le compartiment conduit en lutte chimique ; le nombre de thrips adultes et larves était assez comparable entre les trois compartiments (**Hanafi & Lacham, 1999**).

Durant la majeure partie de l'essai, le nombre moyen de thrips par fleur est resté nettement inférieur au seuil de 10 thrips /fleur et donc sans danger économique pour la culture de poivron. Des recherches à Antibes avait conclu que le seuil de nuisibilité pour le thrips californien en culture de poivron élan de 20 thrips/fleur. Il est donc possible de conclure que l'utilisation d'*Orius* avec une dose de lâcher de 10.000 individus par hectare donne des résultats comparables à la lutte chimique seule (**Hanafi & Lacham, 1999**).

Par ailleurs, l'utilisation des filets thrips-proof dans le compartiment C1 a permis clairement de réduire l'invasion de la serre par des nouvelles migrations de thrips vers la culture

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Le filet a aussi permis de maintenir les punaises *Orius* à l'intérieur du système serre et par conséquent sur la culture. Ceci a été clairement indiqué par l'explosion des thrips observée en fin de cycle dans le compartiment 2 qui n'était pas muni d'un filet thrips-proof. Par ailleurs il est important de préciser que la seule conduite en lutte intégrée a permis une réduction d'utilisation des insecticides de 60% et une réduction des traitements fongicides de 33.33% dans les compartiments 1 et 2 par comparaison au compartiment 3. Ceci a pu être réalisé grâce à un raisonnement de la lutte chimique basé non seulement sur la prévention ou la présence du ravageur mais sur le risque économique (Hanafi & Lacham, 1999).

Programme de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des solanacées cas de Thrips *Frankliniella occidentalis* (travail personnel) :

stades phénologiques	Avant semis	Après semis	Levé
Méthodes de lutte			
Techniques culturales	<ul style="list-style-type: none"> -Le labour, par la destruction des individus hivernants. -La destruction des mauvaises herbes. -l'élimination des débris de la culture précédente. -l'application de la rotation des cultures. - La fertilisation correcte. 	<ul style="list-style-type: none"> -l'utilisation des variétés résistantes -l'emploi d'un matériel végétal sain peut éviter l'infestation précoce des cultures juste après la plantation. -le respect de l'itinéraire technique -l'utilisation des plantes pièges 	Irrigation par submersion.
		Appliquer des apports de	-pulvérisations aériennes.

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Lutte chimique	traiter la semence	formulations granulées dans la ligne de semis	-les champignons entomopathogènes: <i>Beauveria bassiana</i> et <i>Metarhizium anisopliae</i> , produit non résiduels: savons et huiles (puresspray Green oil)
Lutte biologique	<p>Au sol (substrat) contre les pupes :</p> <p>Les petits acariens prédateurs <i>Sratiolaeps scimitus</i>. Actif en profondeur, <i>Geolaelaps gillespiei</i> actif en surface.</p>		<p>sur plante contre les jeune larves et adultes :</p> <p>-Parmi les prédateurs des thrips il y a lieu de citer :</p> <p>- Ordre des Heteroptera (Anthocoridae): <i>Orius albidipennis</i>, <i>O. insidiosus</i>, <i>O. laevigatus</i>, <i>O. majusculus</i>, <i>O. minutus</i>, <i>O. niger</i>, <i>O. tristicolor</i> .</p> <p>- Ordre des Thysanoptera: <i>Aeolothrips fasciatus</i>, <i>A. intermedius</i> , <i>Aeolothrips sp.</i>, <i>Franklinothrips sp. et Scolothrips sp.</i></p> <p>- Ordre des Acari (Phytoseiidae) : <i>Neoseiulus cucumeris</i>, <i>Amblyseius barkeri</i> .</p> <p>Quelques Hyménoptères des familles de Trichogrammatidae (<i>Megaphragma sp.</i>) et de Mymaridae (<i>Polynema sp.</i>) sont des parasitoïdes des œufs des thrips. la dose et une date précise pour chacun des lâchers.</p>
		Pièges collants jaunes aux porte des serres (rubans)	

CHAPITRE 2 : METHODES DE LUTTE CONTRE THRIPS

Lutte physique		trappage massif avec fixation des capsules soit à la base d'une attraction agissent comme phéromone sexuelle, soit à base kairomone agissent comme appétant alimentaire.	
----------------	--	--	--

CONCLUSION

Les thrips sont parmi les envahisseurs d'insectes les plus furtifs en raison de leur petite taille et de leurs habitudes cryptiques et de leur localisation sous les feuilles, leur reproduction très rapide avec un cycle de vie très court, leur grande mobilité. De nombreux thrips envahissants sont connus pour causer des dommages importants aux cultures même à faible densité de population, vecteurs de maladies virales grande diversité d'espèces décrites ce qui mène à une déstabilisation permanente des systèmes IPM en raison d'épidémies éruptives qui nécessitent une correction avec des insecticides, conduisant au développement d'une résistance aux insecticides. Plusieurs défis surgissent lorsque l'on tente de gérer des espèces de thrips incursives.

Les études sur les Thrips sont fragmentaires et nécessitent des investigations complémentaires, la compréhension des paramètres de distribution, les préférences de variétés hôtes, permis de mieux comprendre leur bioécologie dans une perspective de gestion intégrée de nos vergers agrumicoles. L'utilisation des moyens biotechnologiques tel que la généralisation et l'emploi des phéromones sexuels et des pièges bleues permettent une bonne compréhension des fluctuations de ces ravageurs par des Monitoring adaptés conduits à travers tous les stades phénologiques des cultures dans les différentes zones en vue d'une gestion durable de ces derniers. Aussi Une meilleure appréhension de la diversité des thrips et la recherche de nouvelles solutions de lutte adaptées et spécifiques à chaque espèce sont donc au cœur des réflexions portées pour une amélioration de l'efficacité dans la lutte contre les thrips.

Les thrips sont des ravageurs difficiles à contrôler mais plusieurs techniques testées ont abouti à des résultats satisfaisants ou Prometteurs. La mise au point d'une méthode fiable de lutte intégrée est un travail de longue haleine qui reste toutefois la seule voie raisonnable pour résoudre durablement ce problème.

Les résultats de cette étude bibliographique pourraient fournir les informations de base nécessaires pour une étude plus approfondie sur l'utilisation de certains de ces techniques de lutte contre les thrips ravageurs d'importance économique par exemple la lutte alternative qui a donné des résultats encourageants qui peuvent être améliorés bientôt.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIES

- Akdeniz, D. & Özmen, A. 2011.** Antimitotic effects of the biopesticide oxymatrine. *Caryologia*, 64(1): 117-120.
- Anonyme.2006.**THRIPS Biology & Control. Ministry of Agriculture and Lands Abbotsford Agricultural Centre 1767 Angus Campbell Road Abbotsford, B.C. V3G 2M3, British Columbia, pp. 4-5.
- Ansari, M.A., Brownbridge, M., Shah, F.A. & Butt, T.M. 2008.** Efficacy of entomopathogenic fungi against soil-dwelling life stages of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in plant-growing media. *Entomologia Experimentalis ET Applicata*, 127: 80–87.
- Arnault, I., Bardin, M., Ondet, S., Furet, A., Chovelon, M., Kasprick, A. C. & Romet, L. 2015.** Utilisation de micro-doses de sucres en protection des plantes. *Innovations Agronomiques*, 46 : 1-10.
- Aviron, S., Krauss, J. & Baur, R. 2009.** Lutte contre le thrips sur le poireau : les moyens chimiques suffisent-ils ? *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture*, 41(4) : 231-240.
- Benhamou, N. & Rey, P. 2012.** Stimulateurs des défenses naturelles des plantes : une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'écoproduction durable. I. Principes de la résistance induite. *Phytoprotection*, 92(1) : 1-23.
- Bielza, P.2008.** Perspective Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Pest Management Science* ,64:1131–1138.
- Blanchard, A. 2018.** Les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN), histoire d'une innovation phytosanitaire (1977-2007).

- Bonsignore, C.P. & Vacante, V. 2012.** Influences of botanical pesticides and biological agents on *Orius laevigatus*–*Frankliniella occidentalis* dynamics under greenhouse conditions. *Journal of Plant Protection Research*, 25: 15–23.
- Bournier, J. P. 1986.** Sur la distribution géographique de Thrips palmi Karny. *Col. Fib. Trop.*, 41 (1) : 59-60.
- Brodsgaard, H.F. & Hansen, L.S. 1992.** Effect of *Amblyseius cucumeris* and *Amblyseius barkeri* as biological control agents of *Thrips tabaci* on glasshouse cucumbers. *Biocontrol Science and Technology*, 2: 215–223.
- Broughton, S. & Herron, G.A. 2007.** *Frankliniella occidentalis* Pergand (Thysanoptera: Thripidae) chemical control: insecticide efficacy associated with the three consecutive spray strategy. *Australian Journal of Entomology*, 46:140–145.
- Bustillo, P.A.E. 2009** .Evaluation chemical and biological insecticides to control *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) in asparagus crops. *Revista Colombiana d'Entomologia*, 35: 12– 17. (In Spanish).
- Chiasson, H., Vincent, C. & Bostanian, N.J. 2004.** Insecticidal properties of a Chenopodium-based botanical. *Journal of Economic Entomology*, 97: 1378–1383.
- Chong, J.H. 2017.** Arthropod Pest Control. **In:** Neal, J., Chong J.C. & Woodward J. W. 2017. *Southeastern U.S. Pest Control Guide for Nursery Crops and Landscape Plantings*, Florence, SC, pp.45-64.
- Cloyd, R.A., 2009.** Western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) management on ornamental crops grown in greenhouses: have we reached an impasse? *Pest Technology*, 3: 1–9.
- Duval, J. 1993.** Les Thrips des cultures en serre. Rapport du projet pour une agriculture écologique, 6p.
- Eger, J.E., Stavisky, J. & Funderburk, J.E. 1998.** Comparative toxicity of spinosad to *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Thripidae), with notes on a bioassay technique. *Florida Entomologist*, 81: 547–551.

- El-Sayed, S., Shalaby, M., El-Sayed, A. & El-Mageed, M.A. 2010.** Biochemical targets affected by subacute doses of new pesticide mixtures tested on albino rats. *Journal of Plant Protection Research*, 50: 513– 519.
- Faulde, M.K., Sorhage, B., Ksoll, A. & Tisch, M. 2007.** Human *Limothrips cerealium* infestation associated with onychomycosis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venerology*, 21: 841–843.
- Fournier, F., Boivin, G. & Stewart, R. K. 1995.** Effect of Thrips tabaci (Thysanoptera: Thripidae) on yellow onion yields and economic thresholds for its management. *Journal of Economic Entomology*, 88(5): 1401-1407.
- Gholam, Z. & Sadeghi, A. 2016.** Management strategies for western flower thrips in vegetable greenhouses in Iran: a review. *Plant Protection Science*, 52(2): 87-98.
- Gholami, Z. 2012.** Evaluation of susceptibility to synthetic and botanical insecticides in western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). [Master Dissertation.] Sanandaj, University of Kurdistan.
- Gillespie, D.R. 1989.** Biological control of thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber by *Amblyseius cucumeris*. *Entomophaga*, 34: 185–192.
- Graeme, M. & Gillian, F. 2014.** Lutte contre les thrips dans les cultures de serre. Disponible sur le site : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/14-002.htm>. Consulté le : 13/08/2020
- Guillebeau, L. P., Hinkle, N. & Roberts, P. 2008.** Summary of losses from insect damage and cost of control in Georgia 2006. University of Georgia. USA, pp.1-51.
- Guyot, J. 1988.** Revue bibliographique et premières observations en Guadeloupe sur *Thrips palmi* Karny. *Agronomie*, EDP Sciences, 1988, 8 (7), pp.565-575.
- Hanafi, A. & Lacham, A. 1999.** Lutte intégrée contre le thrips californien (*Frankliniella occidentalis*) en culture de poivron sous serre dans la région du sous-s. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 31: 435-440.

- Held, D. & Pickens, J. 2018.** Thrips: Pests of Ornamental Plants. Ed. Alabama A&M University and Auburn University, pp.1-5.
- Helyer, N.L. & Brobyn, P.J. 1992.** Chemical control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande). *Annals of Applied Biology*, 121: 219–231.
- Heming, B.S. 2015.** "Thrips". Dans *l'Encyclopédie Canadienne*. Historica Canada. Disponible sur le site : <https://thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/thrips> Consulté le : 14/07/2020.
- Herold, D. & Stengel, B. 1993.** Les thrips sur chou à choucroute : une situation inquiétante en Alsace. *PHM revue Horticole*, 336: 51-55.
- Herron, G.A., Rophail, J. & Gullick, G.C. 1996.** Laboratory- based, insecticide efficacy studies on field-collected *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) and implications for management. *Australian Journal of Entomology*, 35: 161–164.
- Hodde, M.S., Mound, L.A. & Paris, D.L. 2008.** Thrips of California. CBIT Publishing, Queensland. CD-ROM.
- ISPM. 2016.** Diagnostic protocols for regulated pests: *Thrips palmi* Karny (2010). Ed. FAO et International Plant Protection Convention, 11p. Disponible sur le site : <http://www.fao.org/3/a-k3229e.pdf>. Consulté le : 14/010/2016.
- Jaber, R. 2016.** Défenses naturelles des plantes : identification de nouveaux stimulateurs de défenses des plantes (SDP) capables d'améliorer la résistance du lin contre le champignon *Fusarium oxysporum* (Doctoral dissertation, Rouen) ,1p.
- Janmaat, A.F., De Kogel, W.J, Woltering, E.J. 2002.** Enhanced fumigant toxicity of p-cymene against *Frankliniella occidentalis* by simultaneous application of elevated levels of carbon dioxide. *Pest Management Science*, 58: 167–173.
- Jones, D.R, 2005.** Plant viruses transmitted by thrips. *European Journal of Plant Pathology* 113, 2: 119–157.

- Joseph, S.V. & Braman, K., Hudson, W. & Nair, S.2019.** Biology and Management of Thrips affecting the production nursery and landscape. University of Goergia.USA.5p.
- Kajita, H. 1986.** Predation by *Amblyaeius spp.* (Acarina : Phytoseiidae) and *Orius sp.* (Hemiptera : Anthocoridae) on *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera : Thripidae). Appl. Entomol., 21 (3), 482-484.
- Kakol, E., Kucharczyk, H. 2004.** The occurrence of thrips (*Thysanoptera, Insecta*) on winter and spring wheat in chosen regions of Poland. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 39: 263–269.
- Kay, R.I. & Herron, G.A. 2010.** Evaluation of existing and new insecticides including spirotetramat and pyridalyl to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peppers in Queensland. Australian Journal of Entomology, 49: 175–181.
- Kirk, W. D. J. 1997.** Distribution, abundance and population dynamics. Thrips as crop pests, pp.217-257.
- Kobro, S., Teksdal, A. E. & Andersen, A. 2000.** Cereals as host plants for thrips (*Tysanoptera*) in Norway. Norway Journal of Entomology, 47: 1–6.
- Köppä, P. 1970.** Studies on the thrips (*Thysanoptera*) species most commonly occurring on cereals in Finland. Annales Agriculturae Fenniae, 9: 191–265.
- Koschier, E. H. 2008.** Essential oil compounds for thrips control—a review. *Natural Product Communications*, 3(7) :1171-1182.disponible sur le site : <https://doi.org/10.1177/1934578X0800300726> consulté le 10/08/2020.
- Larsson, H. 1988.** Economic damage caused by cereal thrips in winter rye in Sweden. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 23: 291–293.
- Lewis, T. 1997.** *Thrips as Crop Pests*. Wellingford, Oxon, UK, New York, USA: CAB International. 349 pp.

- Li-Marchetti, C. 2017.** Dernières avancées dans la lutte contre les thrips : Cycle biologique et ennemis naturels. Ed. Institut technique d'horticulture.Paris, pp.3-7.
- Liu, L., Alam, M.S., Hirata, K., Matsuda, K. & Ozoe, Y.2008.** Actions of quinolizidine alkaloids on *Periplaneta Americana* nicotinic acetylcholine receptors. Pest Management Science, 64: 1222–1228.
- Mandi, N. & Senavati, A. K. 2009.** Integration of chemical botanical and microbial insecticides for control of thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood infesting chilli. The Journal of Plant Protection Sciences, West Bengal, India, 1(1): 92-95.
- Manners, A.G., Dembowski, B.R. & Healey, M.A.2013.** Biological control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in gerberas, chrysanthemums and roses. Australian Journal of Entomology. 52, 246–258.
- Monnet, Y. 1995.** Dossier thrips : Les problèmes posés par les thrips en cultures légumières. PHM Revue Horticole, 359: 9-14.
- Morgan, E.D. 2009.** Azadirachtin, a scientific gold mine. Bioorganic and Medicinal Chemistry, 17: 4096–4105.
- Morishita, M. 2001.** Toxicity of some insecticides to laraval of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) evaluated by the Petri dish-spraying tower method. Applied Entomology and Zoology, 36: 137–141.
- Morse, M.S. & Hoddle, M.S. 2006.** Invasion biology of thrips. Annual Review of Entomology, 51:67–89.
- Mound, L. A. & Morris, D. C. 2007.** A new thrips pest of *Myoporum* cultivars in California, in a new genus of leaf-galling Australian Phlaeothripidae (Thysanoptera). Zootaxa, 1495(1): 35-45.
- Mound, L.A. & Marullo, R. 1996.** The thrips of central and south America: an introduction (Insecta: Thysanoptera). Memoirs on Entomology, International, 6: 1–488.

- Mound, L.A. & Teulon, D.A.J. 1995.** *Thysanoptera as phytophagous opportunists*. In Parker BL, Skinner M, Lewis T. *Thrips Biology and Management*. New York: Plenum, 3–20.
- Mound, L.A. 2002.** So many thrips - so few tospoviruses. In Mound LA, Marullo R (Eds) *Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. Reggio Calabria, Italy: CSIRO Entomology, pp.15–18.
- Murai, T. 2000.** Effect of temperature on development and reproduction of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera : Thripidae), on pollen and honey solution." *Applied Entomology and Zoology*, 35(4): 499-504.
- Nderitu J., Mwangi F., Nyamasyo G., Kasina M. 2010.** Utilization of synthetic and botanical insecticides to manage thrips (Thysan: Thrip.) on snap beans (Fabaceae) in Kenya. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 5: 1–4.
- Oparaeke, A. M. 2007.** Toxicity and spraying schedules of a biopesticide prepared from Piper guineense against two cowpea pests. *Plant Protection Science-Prague*-, 43(3): 103.
- Parrella, M. P. 1995.** IPM—approaches and prospects. In *Thrips biology and management*. Springer, Boston, MA, pp. 357-363.
- PCT .2008.** Pesticidal formulation containing oxymatrine or matrine. *The Patent Cooperation Treaty*. OEPP/EPPO, 32: 241–243.
- Premachandra, W. T. S. D., Borgemeister, C., Berndt, O., Ehlers, R. U. & Poehling, H. M. 2003.** Combined releases of entomopathogenic nematodes and the predatory mite *Hypoaspis aculeifer* to control soil-dwelling stages of western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *BioControl*, 48(5): 529-541.
- Quaintance, A. L. 1898.** The strawberry thrips and the onion thrips. *Florida Agricultural Experiment Station Bulletin* 46. University of Florida, Gainesville, FL, pp. 94-96.
- Rabea, E. I., Badawy, M. E., Steurbaut, W., & Stevens, C. V. 2009.** In vitro assessment of N-(benzyl) chitosan derivatives against some plant pathogenic bacteria and fungi. *European Polymer Journal*, 45(1) :237-245.

- Ramírez, R.S., Osuna, C.F.J., Güemes, G.M.J., Bartolo, R. J.C, Ocampo OT. & Ayala, S.A. 2010.** Plagas y enfermedades del cultivo de cebolla. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatepec. Folleto Técnico N°47, 10 p.
- Razi, S. 2017.** *Etude éco-biologique des thrips de la région de Biskra.* thèse Doctoral, Université Mohamed Khider – Biskra, pp. 64-65.
- Reynaud, P. 2010.** Thrips (Thysanoptera). Chapter 13.1. In: Roques A et al. (Eds) Alien terrestrial arthropods of Europe. *BioRisk*, 4(2): 767–791.
- Rodriguez, H .A. A. 2006.** A study of the behavior, ecology, and control of flower thrips in blueberries towards the development of an integrated pest management (IPM) program in Florida and southern Georgia. Ed. University of Florida. Florida, pp.28-40.
- Saengyot, S. 2016.** Predatory thrips species composition, their prey and host plant association in Northern Thailand, *Agriculture and Natural Resources*, 50:380-387
- Schmutterer, H. 1990.** *Crop pests in the Caribbean with particular reference to the Dominican Republic.* GTZ, 1p.
- Schröder, A. 2009.** Evaluierung von Winterweizensorten zum Auftreten und Schadausmaß von Thysanopteren. Diplomarbeit Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg University, Germany, 94 p.
- Shiberu, T.; Negeri, M. & Selvaraj, T. 2013.** Evaluation of some botanicals and entomopathogenic fungi for the control of onion thrips (*Thrips tabaci* L.) in West Showa, Ethiopia. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 4 (1): 161 .
- Shipp, J. L., Wang, K. & Binns, M. R. 2000.** Economic injury levels for *western flower thrips* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. *Journal of economic entomology*, 93(6): 1732-1740.
- Šmatas, R. 2007.** Amarų ir tripsų plitimas ir žalos mažinimas javuose. Šių dienų augalų apsauga mokslo ir agroverslo kontekste. Lithuanian Institute of Agriculture, p. 187–194. (in Lithuanian).

- Šmatas, R., Tamosiunas, K. & Danyte, V. 2013.** Diversity and sex ratio of thrips (Thysanoptera) species in winter wheat in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol 100 (3), 289p.
- Sutherland, C. A. 2006.** Thrips. Ed. New Mexico State University, pp.1-3.
- Teulon, D.A.J., Davidson, M.M., Nielsen M.C., Perry, N.B. van Tol, R.W.H.M. & De Kogel, W. J. 2008.** The potential use of lures for thrips biological control in greenhouses: practice and theory. *Proceedings of the Third International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Christchurch, New Zealand, 302-305.
- Thicoipé, J. P. 1990.** *Thrips tabaci* on leek. Towards a global strategy. *Infos (Paris)*, 60: 15-20.
- Thoeming, G., Draeger, G. & Poehling, H. M. 2006.** Soil application of azadirachtin and 3-tigloyl-azadirachtol to control western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae): translocation and persistence in bean plants. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 62 (8): 759-767.
- Tousignant, M.É. 2018.** Thrips des petits fruits thrips de l'oignon. Québec. P.4-6. disponible sur le site : www.agrireseau.net > documents > Document 97052 consulté le :23/08/2020.
- Ullman, D. E., Sherwood, J. L. & German T. L. 1997.** Thrips as vectors of plant pathogens. *Thrips as crop pests* / Lewis T. (Ed.). Harpenden, UK, p.539–565.
- Van Tol, R. W., James, D. E., De Kogel, W. J. & Teulon, D. A. 2007.** Plant odours with potential for a push–pull strategy to control the onion thrips, *Thrips tabaci*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 122(1): 69-76.
- Waiganjo, M. M., Gitonga, L. M. & Mueke, J. M. 2008.** Effects of weather on thrips population dynamics and its implications on the thrips pest management. *African Journal of Horticultural Science*, 1.
- Wang, Z. Y., Zhao, Y. M., Wang, F. & Wang, J. 2006.** Syntheses of poly (lactic acid- co-glycolic acid) serial biodegradable polymer materials via direct melt polycondensation

and their characterization. *Journal of applied polymer science*, 99(1) : 244-252.
Disponible sur le site : www.aces.edu consulté le 30/08/2020.