

**AFPP – CINQUIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES MÉTHODES ALTERNATIVES DE PROTECTION DES PLANTES
LILLE – 11 AU 13 MARS 2015**

APPROCHE SEMIOCHIMIQUE DANS LA LUTTE CONTRE LE THRIPS SOUS SERRE

E. MAUGIN ⁽¹⁾, G. FORESTIER ⁽¹⁾, R. JOUANNIC ⁽¹⁾, et J.-M. DEOGRATIAS ⁽¹⁾

(1) GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest. 71 avenue E. Bourlaux. BP 81. 33883 Villenave d'Ornon, France. emilie.maugin@astredhor.fr,

RÉSUMÉ

Les stratégies de Protection Biologique Intégrée menées en horticulture sous serre contre le thrips *Frankliniella occidentalis* utilisent essentiellement des lâchers inondatifs d'acariens Phytoséiides visant le stade larvaire du ravageur. Or, le stade adulte, avec une durée de vie bien supérieure, n'est pas ciblé par cette approche. Depuis deux ans, un programme basé sur l'utilisation de répulsif à base d'ail pour orienter le comportement des adultes est une des autres voies de gestion des populations explorées. Il a pour but de rendre la culture végétale à protéger moins appétente. Les premiers résultats montrent la possibilité d'introduire une substance répulsive sans empêcher l'installation des acariens phytoséiides, avec un effet répulsif partiel quand la pression du ravageur est faible. En 2014, l'approche est associée avec des kairomones pour tenter une stratégie de type « push and pull ».

Mots-clés : thrips, semiochimie, protection intégrée, kairomone, ail.

ABSTRACT

SEMIOCHEMICAL APPROACH IN THRIPS MANAGEMENT IN GREENHOUSE

IPM Strategies conducted in glasshouse in horticulture to manage the thrips *Frankliniella occidentalis* mainly use inundative releases of phytoseiid mites to the larval stage of the pest. However, the adult stage, with a period of much higher life, is not targeted by this approach. For two years, a system based on the use of garlic-based repellent to guide the behavior of adults is another program explored to manage populations. It aims to make the vegetable crop to be protected for less palatable. Initial results show the possibility of introducing a repulsive substance without preventing the installation of phytoseiid mites with partial repellent when pest pressure is low. In 2014, the approach is associated with kairomones to try an approach of "push and pull" kind.

Keywords: thrips, semiochemical, IPM, kairomone, garlic.

INTRODUCTION

Le thrips californien, *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), est un des bioagresseur les plus problématiques en horticulture ornementale. C'est une espèce remarquablement polyphage, signalée sur 244 espèces végétales de 62 familles. Signalé sur tous les continents depuis sa dissémination dans les années 80, il est connu surtout en serre, sur une gamme de plantes-hôtes qui ne cesse de s'étendre (OEPP, 1989). Il s'attaque aux cultures économiquement les plus importantes comme le *Pelargonium*, le cyclamen ou encore le chrysanthème.

Cet insecte piqueur-suceur, vide les cellules épidermiques et engendre des dégâts aussi bien sur le feuillage que sur les fleurs. Il provoque le plus souvent des symptômes de décoloration d'aspect argenté ponctuée de déjections noires sur la face supérieure des feuilles. En cas de pullulation, les dégâts sont plus nuisibles, avec déformation des feuilles, mauvaise croissance et avortement des boutons floraux. Or, en horticulture particulièrement, le moindre dégât a un effet important sur la qualité commerciale. Le ravageur est également le principal vecteur du *tomato spotted wilt virus* (TSWV), grave maladie virale acquise par les larves et transmissible tout au long de la vie de l'adulte. L'expansion de ce virus est à relier à la pullulation de son vecteur. Un grand nombre de plantes alimentaires comme ornementales sont sensibles à ce virus et aucune solution de lutte n'existe si ce n'est la destruction des lots touchés (Tommasini *et al.* 1995).

La lutte chimique a été la première stratégie de contrôle du ravageur. Or, dès les années 90, des résistances aux principales familles d'insecticides sont reportées (organochlorés, organophosphorés, carbamates, pyréthrinoides). Plus récemment, plusieurs cas de résistances au spinosad ont été constatés (Bielza *et al.*, 2007). De plus, la lutte est rendue particulièrement difficile par les particularités biologiques de l'insecte : cycle court, petite taille, habitat cryptique (Cloyd, 2009). Les œufs sont insérés dans le parenchyme des feuilles et la nymphose se passe le plus souvent dans le sol ce qui rend la lutte chimique sur ces deux stades inefficaces. De plus, larves et adultes se cachent facilement dans les anfractuosités et les organes en croissance. De ce fait, la lutte intégrée a largement été développée à l'encontre de ce bioagresseur. A l'heure actuelle, les stratégies préconisées utilisent des lâchers inondatifs d'acaridés phytoséides comme *Amblyseius cucumeris* (Oudemans, 1930) et *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot, 1962) pour lutter contre le thrips. Or, il apparaît que ces prédateurs du stade larvaire ne ciblent finalement qu'une partie assez courte du cycle biologique du ravageur. À 20°C sur culture de chrysanthème, les œufs insérés dans l'épiderme éclosent en 7 jours, puis les stades larvaires se développent au niveau de la feuille sur 7 jours. La nymphe se laisse ensuite tomber au sol pour y terminer son cycle sur environ 5 jours. La femelle adulte ainsi formée vivra environ 75 jours et pondra 126 œufs. Ainsi, La durée du cycle varie de 15 à 45 jours selon si le cycle se déroule à 15 ou à 30°C respectivement (Malais et Raversberg, 2006).

De ce constat, il est apparu essentiel de concentrer les efforts de lutte sur le stade adulte du ravageur. Les solutions actuelles passent par le piégeage de masse à l'aide de panneau chromatique englué parfois complétées par l'utilisation de phéromone. Des recherches sont donc menées sur la sémiochimie, science qui étudie la communication à l'aide de molécules chimiques produites par les êtres vivants dans l'environnement. Ces métabolites secondaires sont utilisés pour la communication intraspécifique (phéromones sexuelles et d'agrégations) mais aussi interspécifique (allomones, kairomones, synomones). Ces composés n'ont pas un effet toxique direct sur leurs ennemis naturels. Ils peuvent avoir un effet sur la biologie des ravageurs phytophages (comme la croissance, la reproduction, l'alimentation ou la longévité), un effet répulsif ou anti-appétent, ou encore un effet attractif sur des insectes entomophages (Terry, 1997 ; Auger *et al.*, 2002 ; Koschier, 2008).

Parmi les composés secondaires connus, les substances allélochimiques soufrées des *Allium sp.*, et plus spécifiquement les dérivés de la cystéine (alkenyl-L-cystéine) sont plus particulièrement étudiées. Les travaux de Thibout et Auger mentionnent une perturbation de l'établissement et de l'alimentation de *Myzus persicae*, un effet répulsif sur *Tetranychus urticae*, une sensibilité de *Bemisia*

argentea face aux extraits d'ail, une toxicité de ces composés sur *Pieris brassicae*, un effet répulsif sur des fourmis ou encore un effet anti-appétent contre les ravageurs du niébé (Thibout & Auger, 1997 ; Auger *et al.*, 2002). Il apparaît également que ces extraits augmenteraient l'efficacité des traitements phytosanitaires contre *Thrips palmi* (Burubai *et al.*, 2011). Des essais, menés au sein du réseau ASTREDHOR sur *Gerbera* et *Pelargonium* avec des répulsifs à base d'extraits d'ail, ont montré un effet répulsif partiel de l'ail, provoquant une « sortie » temporaire de l'insecte des fleurs, et une utilisation compatible avec les acariens phytoséiides *Amblyseius cucumeris* et *Amblydromalus limonicus* (Garman and McGregor) utilisés en PBI (Protection Biologique Intégrée) (GIE FPSO, 2013).

Aux regards de ces éléments, la réalisation de cette étude vise à améliorer la lutte contre le thrips en intégrant des composés sémiocchimiques pour pratiquer une stratégie de type « push and pull ». La méthode consiste à repousser des cultures les adultes de *F. occidentalis* à l'aide de répulsif, ici des composés soufrés issus d'un produit formulé à base d'ail appelé ALSA, et de les attirer à l'extérieur par l'intermédiaire d'attractifs, ici des substances phéromonales. Concernant ces dernières, une phéromone sexuelle, une phéromone d'agrégation (De Kogel & Van Deventer, 2003 ; Kirk & Hamilton, 2004), et une kairomone sont connues pour augmenter les captures de thrips dans les cultures sous abris (Davidson *et al.*, 2007 ; Harbi *et al.*, 2013). Deux d'entre elles sont testées. En parallèle, le répulsif est utilisé dans différentes stratégies de lutte chimique afin d'optimiser son positionnement dans un schéma de gestion globale du ravageur.

MATERIEL ET MÉTHODE

MATERIEL VEGETAL

L'essai est mené sur *Pelargonium peltatum* 'RED FOX Great Balls of Fire Deep Rose'. Les boutures racinées, reçues mi-mars en mini-mottes, sont rempotées en pots de 12 dans un substrat TCH2 (Dumona) avec une fertilisation incorporée de 4 kg/m³ d'Osmocote Pro 6 mois 11-11-18. Les plantes sont enracinées en compartiment chaud pendant un mois puis installées en condition de culture mi-avril à raison de 50 plantes par modalités.

Ces plantes sont inoculées artificiellement (7/05) à la dose d'1 thrips/plante avec des adultes de *Frankliniella occidentalis* issus d'une population prélevée sur *Pelargonium sp.* en entreprise et identifiée par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail).

METHODE

Six modalités expérimentales sont mises en place dans trois compartiments insect-proof (Tableau 1). Elles correspondent à différentes stratégies de lutte contre *Frankliniella occidentalis*.

Compartiment 1 : Stratégies de référence

Modalité n°1 : Lutte chimique conventionnelle. La tablette de culture est traitée avec une alternance de produits phytosanitaires (SPINOSAD 120 g/l à 0,75 l/ha ; abamectine 18 g/l à 0,5 l/ha). Ils correspondent aux références les plus utilisées en production car faiblement rémanents pour les auxiliaires utilisés. La modalité a été traitée six fois lors de l'essai (19/06, 26/06 pour le spinosad ; 03/07, 11/07, 25/07 et 01/08 pour abamectine).

Modalité n°3 : Utilisation du répulsif à base d'ail positionné avant une application phytosanitaire.

L'hypothèse de travail est ici que le répulsif permet de faire sortir le ravageur des anfractuosités du végétal (fleurs, organes en formation) et d'améliorer ainsi l'efficacité du traitement en permettant une meilleure atteinte de la cible. Cette stratégie est déjà mise en place par certains producteurs sans pouvoir quantifier son efficacité. Le répulsif est appliqué en pulvérisation à 2l/ha le matin et le traitement phytosanitaire en fin d'après-midi. Les molécules utilisées et les dates de traitements phytosanitaires sont les mêmes que pour la modalité 1.

Compartiment 2 : Utilisation du répulsif en complément d'une lutte chimique

Modalité n°2 : Utilisation du répulsif à base d'ail positionné en préventif avant inoculation du ravageur puis en mélange au traitement phytosanitaire. L'objectif est ici de limiter l'appétence de la culture pour le ravageur. Le répulsif est appliqué 1 fois par semaine, 4 fois avant l'inoculation du bioagresseur (16/4, 23/4, 30/4, 7/5) puis 3 fois après (14/5, 21/5, 28/5) soit environ pendant 1 génération. Le répulsif est également appliqué en mélange au traitement selon les mêmes fréquences que pour le compartiment 1.

Modalité n°4 : Utilisation du répulsif à base d'ail positionné en mélange au traitement phytosanitaire. Le but de cette modalité est de diminuer le temps de manipulation en comparaison à la modalité 3. Mêmes périodes d'application.

Compartiment 3 : Utilisation du répulsif en complément d'une lutte biologique intégrée

Modalité n°5 : Stratégie de type « Push and Pull ». Utilisation du répulsif à base d'ail dès le démarrage de la culture hebdomadairement jusqu'à la commercialisation des plantes (16 applications) en complément de l'utilisation de kairomone (LUREM TR) sur panneau en englué bleu (10 x 25 cm). Un diffuseur pour 100 m² positionné le 4/6 et changé le 25/6 et le 19/7. Des apports de l'acarien auxiliaire *Amblyseius cucumeris* complètent cette stratégie à la dose de 200 individus/m² (4 apports le 4/6, 11/6, 26/6 et 24/7). Ils sont apportés dès observation des 1^{ères} larves de thrips.

Modalité n°6 : Stratégie de lutte intégrée. Les lâchers inondatifs de l'acarien phytoséiides *A. cucumeris* sont complétés uniquement avec l'utilisation de la kairomone. Le but étant de savoir si le répulsif apporte un atout supplémentaire en comparaison à une stratégie plus classique.

Les traitements phytosanitaires et l'application du répulsif sont réalisés avec un pulvérisateur à dos à jet projeté SOLO Accu Power 416 (buse conique LURMARK orange). Ils sont réalisés le même jour pour toutes les modalités chimiques à partir du moment où le seuil d'intervention de 4 thrips moyen/plante est atteint dans au moins une des modalités.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

L'essai est mené en serre verre, dans trois compartiments de 100 m² chacun, à la station d'expérimentation du GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest à Bordeaux (Astredhor), France. Les ouvrants sont munis de filet insect-proof pour limiter toute entrée extérieure de ravageur. Un dispositif de type randomisation totale a été choisi. Chaque modalité est constituée d'une parcelle unitaire de 50 plantes cultivées sur des tables de subirrigation de 7,6 m². Pour chaque modalité, un panneau bleu englué est mis en place. Des filets insect-proof sont tendus entre les modalités dans les compartiments 1 et 2 pour servir de barrière physique et ainsi limiter le transfert des populations d'une modalité vers l'autre. Sur les 50 plantes, 20 plantes sont suivies hebdomadairement au cours de l'essai, les 30 autres servent de bordures.

ÉVALUATION DE L'EFFICACITE DES STRATEGIES VIS-A-VIS DE FRANKLINIELLA OCCIDENTALIS

Les populations du ravageur sont dénombrées hebdomadairement sur 20 plantes marquées par modalité. Pour chaque observation les stades du ravageur sont dissociés en larves et adultes. Les notations sont réalisées en trois étapes :

1. Frappage des inflorescences sur feuille de papier blanc puis dénombrement des individus
 2. Frappage de la partie végétative sur feuille de papier blanc puis dénombrement des individus
 3. Observation de la plante entière et dénombrement des individus restants
- En parallèle, à chaque date, le nombre d'adultes sur panneaux chromatiques est comptabilisé.

TEST DES SUBSTANCES SEMIOCHIMIQUES

Deux phéromones sont testées, la kairomone LUREM-TR (Koppert) et la phéromone d'agrégation THRIPHER (Biobest). L'objectif est de savoir quelle substance sémiochimique possède le plus grand pouvoir attractif et si l'attraction par rapport à un panneau chromatique seul est améliorée. Les tests

sont également réalisés sans phéromone avec seulement un panneau englué. Ils sont réalisés en même temps mais dans des compartiments séparés pour éviter toutes interactions olfactives. Dans une cage insect-proof de 1 m³ une capsule de phéromone est positionnée sur panneau englué bleu (10x25 cm). Trente thrips adultes sont récoltés à l'aspirateur à bouche puis déposés sur un support végétal, ici des inflorescences de *Pelargonium* exempt de thrips positionnées dans un bœcher rempli d'eau au centre de la cage. Ce test est répété plusieurs fois. Le dénombrement du ravageur est réalisé sur panneau englué recto-verso au bout d'1, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 heures.

TRAITEMENT STATISTIQUE

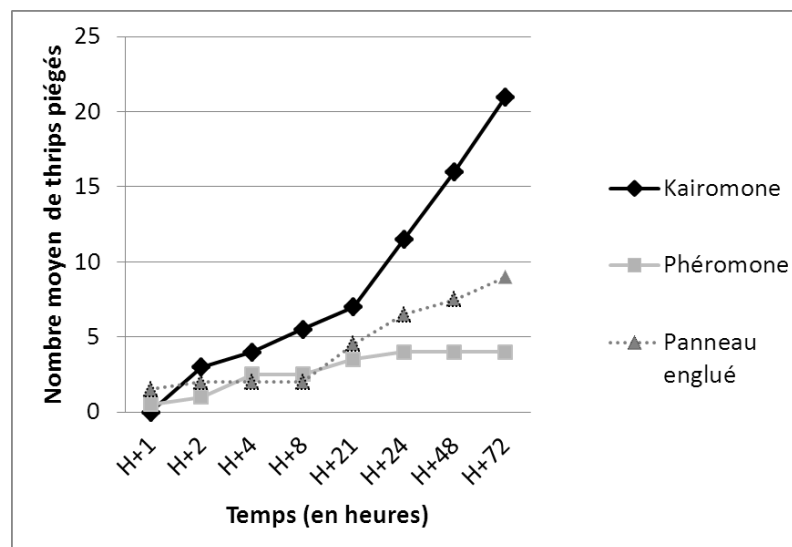
L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel R avec la méthode des '*Generalized Estimating Equations*' (G.E.E.). Cette fonction permet de construire un modèle linéaire généralisé incluant un paramètre d'erreur sur la répétition des mesures (comptage hebdomadaire de la même plante). Le modèle est construit avec une fonction de type Poisson. Les données sont ensuite analysées avec une ANOVA pour observer s'il existe des différences significatives entre les modalités.

RESULTATS

EVALUATION DE L'EFFICACITE DES ATTRACTIFS

Les tests menés préalablement en cage, pour choisir la substance sémiiochimique la plus attractive, ont permis de montrer une efficacité plus grande de la kairomone (Figure 1). Au bout de 48 heures, 50% des effectifs lâchés sont piégés. Cette substance est donc choisie pour poursuivre les essais en compartiments de production. La phéromone d'agrégation donne un résultat équivalent à la modalité sans attractif.

Figure 1 : Nombre moyen de thrips piégés pour les tests en cage avec et sans utilisation d'attractif
Average number of thrips trapped in trials in cage with and without the use of attractive



EVALUATION DE L'EFFICACITE DES STRATEGIES CONTRE *F.OCCIDENTALIS*

Le dénombrement hebdomadaire du ravageur sur plantes ne permet pas d'identifier clairement une des stratégies comme meilleure pour lutter contre le thrips dans les conditions de cet essai (Figure 2). En effet, le seuil d'intervention de 4 individus par plante a toujours été dépassé. Avec des températures estivales de 35°C dans les compartiments, au moins six générations de thrips se sont développées sur les trois mois de cette étude. Deux mois après inoculation du ravageur, les deux modalités utilisant des *A. cucumeris* sont les plus infestées notamment parce qu'elles n'ont pas reçu de traitement chimique en comparaison aux autres modalités. Seul l'effleurage total des plantes, début juillet, a permis de diminuer drastiquement la population de ravageur. En fin d'essai, la stratégie « Push and pull » est celle pour laquelle statistiquement le nombre de ravageurs comptabilisé est le plus faible. Avec la modalité en PBI,

seulement 2 à 3 adultes en moyenne y sont retrouvés par fleur, contre 5 adultes/fleur pour la référence chimique. Comme montré en 2013, l'installation d'*A. cucumeris* est possible en complément de l'utilisation de répulsif à base d'ail.

Figure 2 : Nombre de thrips moyen (larves et adultes) par plante (fleurs et feuillage) pour chaque stratégie.

Average number of thrips (larvae and adults) per plant (flowers and leaves) for each strategy

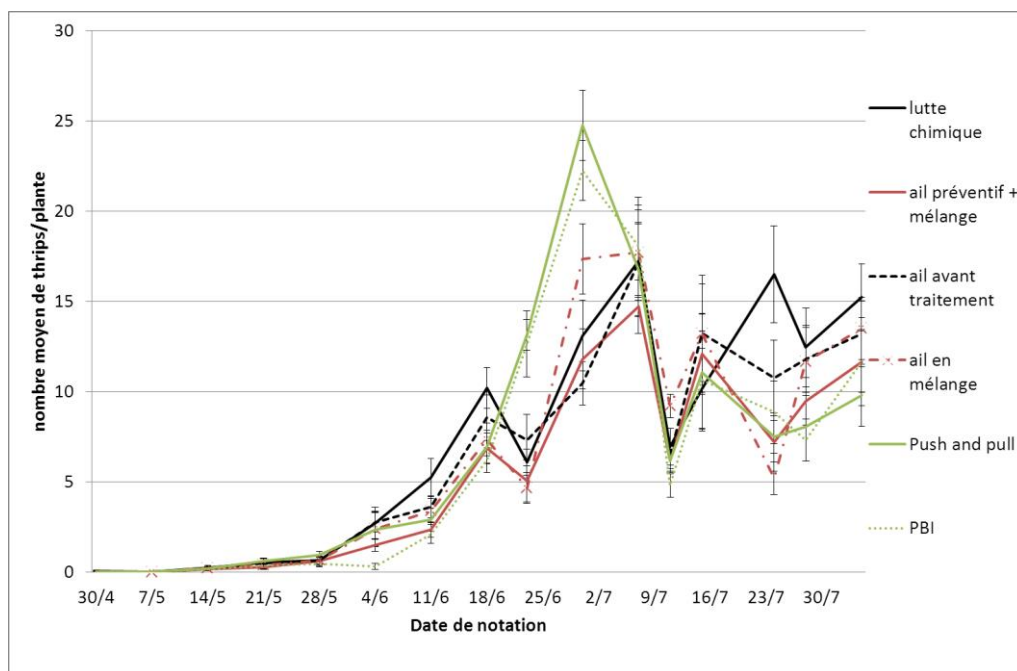


Tableau 1 : Nombre de thrips comptés par date selon les stratégies
Number of thrips counted by date according to the strategies

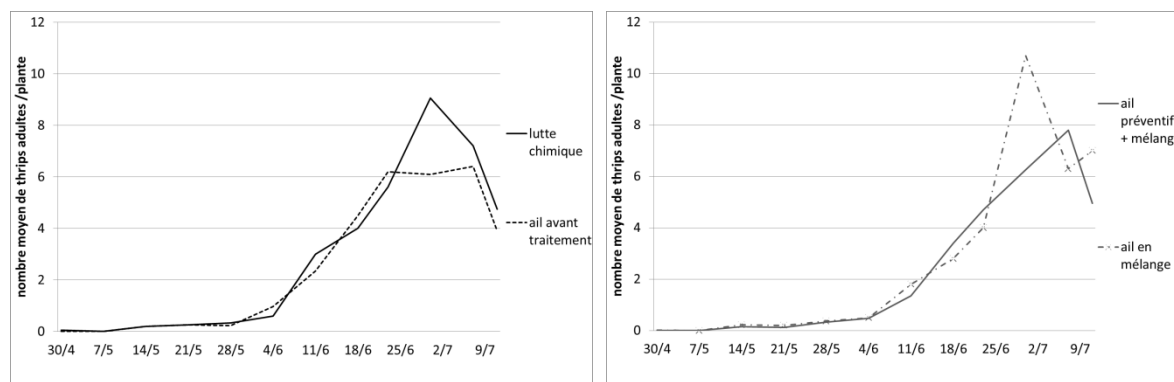
		M1 lutte chimique	M2 ail préventif + mélange	M3 ail avant traitement	M4 ail en mélange	M5 Push and pull	M6 PBI
23/6	larves	0,5	0,35	1,1 *	0,65	6,95 ***	7,85 ***
	adultes	5,6	4,7	6,2	4	6,2	4,8
	total	6,1 ± 0,7	5,05 ± 1,2	7,3 ± 1,4	4,65 ± 0,8	13,15 ± 1,7 ***	12,65 ± 1,8 ***
30/6	larves	4,05	5,55	4,35	6,65 *	13,8 ***	14,4 ***
	adultes	9,05	6,25 *	6,1 *	10,7	10,95	7,85
	total	13,1 ± 2,0	11,8 ± 1,7	10,45 ± 1,2	17,35 ± 2,0	24,75 ± 2,2 ***	22,25 ± 1,7 ***
15/7	larves	1,8	1,3 *	2,25	2,7	1,55 *	2,85
	adultes	8,35	10,8	11	10,5	9,5	7,8 *
	total	10,15 ± 2,2	12,1 ± 2,2	13,25 ± 2,7	13,2 ± 3,3	11,05 ± 2,9 **	10,65 ± 2,7
24/7	larves	12,4	4,45 ***	7,4 *	2,2 ***	4,45 ***	5,7 ***
	adultes	4,1	2,75	3,35	3	3,05	3,15
	total	16,5 ± 2,7	7,2 ± 1,6	10,75 ± 2,1	5,2 ± 0,9	7,5 ± 1,5	8,85 ± 1,7
28/7	larves	8,9	6,3	8,4	7,55	6,45	5,55 *
	adultes	3,55	3,15	3,4	4,1	1,6 **	1,75 ***
	total	12,45 ± 2,2	9,45 ± 1,3	11,8 ± 1,9	11,65 ± 1,9	8,05 ± 1,6 *	7,3 ± 1,2 **
4/8	larves	9,75	6,35 *	8,45	7,45	6,05 *	8,65
	adultes	5,5	5,3	4,75	6,05	3,75	3 *
	total	15,25 ± 1,8	11,65 ± 1,7	13,2 ± 1,8	13,5 ± 1,7	9,8 ± 1,4 **	11,65 ± 2,4

Les résultats sont statistiquement différents à **5%, ***1%, et ****0,1%

Au regard de la dynamique de population des adultes pour un même compartiment (Figure 3), la pulvérisation du répulsif avant le traitement permet de limiter le nombre d'adultes sur la plante en comparaison au traitement chimique seul. Néanmoins, cet effet n'est que partiel. Quant à L'utilisation

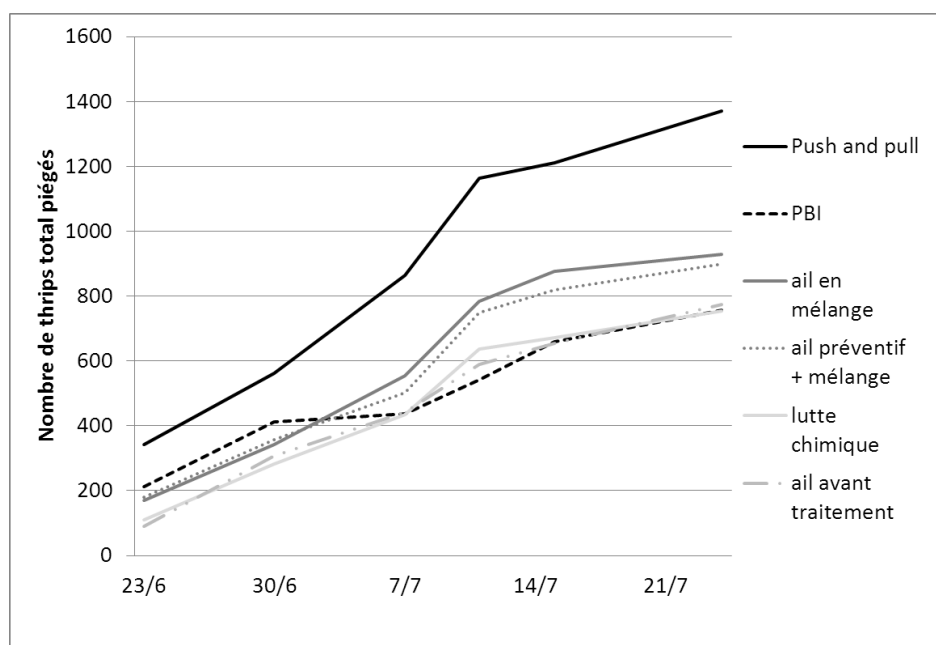
du répulsif en préventif, elle permet de retarder le pic de population en comparaison à une utilisation en mélange seul.

Figure 3 : Nombre moyen de thrips adultes par plante pour les modalités traitées avec le répulsif
Average number of thrips adults per plant for modalities treated with repellent



En parallèle des comptages sur plante, un suivi hebdomadaire d'un panneau englué positionné au sein de chaque modalité est réalisé (Figure 4). La modalité qui suit une stratégie de « Push and pull » est celle qui piège le plus d'adultes de *F. occidentalis*, environ 1400 thrips adultes en fin d'essai contre moins de 800 pour la modalité PBI positionnée dans le même compartiment. Dans les autres modalités où l'ail est utilisé en répulsif, le piégeage des adultes est augmenté de 15% par rapport à la référence chimique.

Figure 4 : Nombre de thrips piégés hebdomadairement sur panneau englué pour chaque stratégie
Number of thrips trapped weekly on sticky trap to each strategy



DISCUSSION

EFFICACITE DES ATTRACTIFS

Les tests préliminaires des attractifs en cage ont montré l'intérêt de l'utilisation de la kairomone en complément d'un panneau englué. Comme pour les essais réalisés en serre en culture de poivron (Harbi *et al.*, 2013), deux fois plus d'individus sont piégés. En comparaison, la phéromone d'agrégation testée n'a permis aucune capture supplémentaire. Des travaux ont montré que malgré l'effet positif sur la capture de thrips de certains composés olfactifs en laboratoire, l'effet n'est pas si facile à reproduire en serre. L'environnement olfactif y est plus complexe, et selon l'espèce de thrips, le type de piège, l'odeur et la structure du distributeur d'odeur, la culture et la localisation de l'attractif, les résultats varient beaucoup (Frey *et al.*, 1994). Certaines odeurs peuvent en masquer d'autres et l'effet attractif de la plante hôte est parfois plus fort surtout si elle est en fleur (Koschier, 2008).

EFFICACITE DES STRATEGIES DE LUTTE CONTRE *F. OCCIDENTALIS*

Les résultats obtenus avec l'attractif en conditions de production sont plus mitigés. L'utilisation du produit à base d'ail a confirmé comme en 2013 son effet répulsif partiel sur *Frankliniella occidentalis* (GIE FPSO, 2013). L'utilisation du répulsif en préventif sur la culture permet de limiter l'installation du ravageur dans un premier temps, mais il finit quand même par coloniser la culture quelques semaines après l'arrêt du traitement. Le positionnement du répulsif avant le traitement chimique « classique » pour faire sortir l'adulte des fleurs semble plus efficace qu'en mélange à ce dernier. Néanmoins, le temps passé à traiter la culture est trop chronophage et cette stratégie n'est pas viable économiquement. L'effet de l'ail n'est donc pas ici aussi remarquable que son utilisation en culture de pastèque où sa combinaison avec des insecticides organophosphorés améliore grandement le contrôle de *Thrips palmi* (Burubai *et al.*, 2011). Mais selon une étude comprenant un important travail de screening sur les attractifs, l'attractivité de composés similaires peut varier significativement en fonction des espèces de thrips (Koschier, 2008).

La stratégie « push and pull » est celle qui donne les meilleurs résultats dans le piégeage des adultes en comparaison à l'utilisation d'un répulsif ou d'un attractif seul. Néanmoins, le choix des substances à utiliser est primordial. L'utilisation positive de kairomone pour améliorer le piégeage sur panneau englué bleu a été démontré à plusieurs reprises aussi bien sous serre (Harbi *et al.*, 2013) qu'en plein champ (Muvea *et al.*, 2014). Par contre, dans l'utilisation d'une telle stratégie contre *F. occidentalis* d'autres répulsifs mériteraient d'être testés. Les huiles essentielles de marjolaine (*Origanum majorana*) (Van Tol *et al.*, 2006) ou de romarin (*Rosmarinus officinalis*) ont été expérimentées avec plus de succès. Toutefois des précautions sont à prendre dans la mise en œuvre car certaines stratégies sont antagonistes. On peut citer l'exemple du romarin également répulsif pour *Orius laevigatus*, prédateur couramment utilisé contre les adultes de thrips (Bennison *et al.*, 2003).

CONCLUSION

Un cycle biologique court, une petite taille, un habitat inhabituel (boutons et feuille en formation), des résistances aux insecticides sont autant de difficultés pour contrôler le thrips sous serre. L'approche holistique semble la clé de la réussite de la lutte contre *Frankliniella occidentalis* bien que l'évaluation multicritères de telle méthode est complexe à analyser (Cloyd, 2009). L'objectif de cette étude était de modifier l'environnement olfactif du ravageur pour améliorer sa gestion, notamment en mettant en œuvre une stratégie de « Push and pull ». Cette stratégie innovante a été mise en comparaison avec des stratégies classiques de protection sanitaire. Aucune des stratégies n'a donné satisfaction dans le contrôle du ravageur. Néanmoins, l'utilisation du répulsif à base d'ail en combinaison avec la kairomone a permis de piéger deux fois plus d'adultes sur les panneaux englués. Cette approche permet un meilleur contrôle des adultes, stade jusqu'à maintenant peu ciblé par la lutte biologique. L'approche sémiochimique est complexe mais des applications sont à développer en protection de culture. Elle apparaît être une voie prometteuse de contrôle des ravageurs ; plus en phase avec la demande écologique que les pesticides conventionnels.

BIBLIOGRAPHIE

- Auger J., Dugravot S., Naudin A., Abo-Ghaila A., Pierre D., Thibout E. (2002). Utilisation des composés allélochimiques des Allium en tant qu'insecticides. *IOBC wprs Bulletin*, 25(9): 295-302.
- Bennison J., Maulden K., Dewhurst S., Pow E., Slatter P., Wadhams L., (2003). Towards the development of a push-pull strategy for improving biological control of western flower thrips on chrysanthemum. In : *7th International Symposium on Thysanoptera : "Thrips, plants, topsoviruses : the millennial review"*.
- Bielza P., Quinto V., Fernandez E., Cravalos C., Contreras J. (2007). Genetics of Spinosad resistance in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 100(3): 916-920.
- Burubai W., Etekpe G. W., Ambah B., Angaye P. E. (2011). Combination of garlic extract and some organophosphate insecticides in controlling thrips (*Thrips palmi*) pest in watermelon management. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 9(1): 19-23.
- 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), 1-9.
- Davidson M. M., Butler R. C., Winkler S., Teulon D. A. J. (2007). Pyridine compounds increase trap capture of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in a covered crop. *New Zealand Plant Protection*, 60: 56-60.
- De Kogel W-J. & Van Deventer P. (2003). Intraspecific attraction in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*: indications for a male sex pheromone. *Entomologia*, 107-(1): 87-89.
- Frey J. E. Freya, Cortadaab R. V. & Helblingac H. (1994). The potential of flower odours for use in population monitoring of Western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae), *Biocontrol Science and Technology*, Vol. 4, Issue 2, 1994
- GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest (2013). Essai de stratégie sémiocchimique dans la lutte contre le thrips à l'aide de produits à base d'ail. Vilenave d'Ornon (FR) : *GIE FPSO, 12 p., rapport d'étude n° FP-13-MF-02-02*
- Harbi A., Elimem M., Chermiti B. (2013). Use of a synthetic kairomone to control *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera; Thripidae) in protected pepper crops in Tunisia. *African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 7(1): 42-47.
- Kirk W. D. J. & Hamilton J. G. C. (2004). Evidence for a male-produced sex pheromone in the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Journal of Chemical Ecology*, 30(1): 167-174.
- Koschier E. H. (2008). Essential oil compounds for thrips control – A review. *Natural Product Communications*, 3(7): 1171-1182.
- Tommasini M.G. & Maini S. (1995). *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe, in : Biological Control of thrips pests, Wageningen Agricultural University Papers 95-1, pp.1-35.
- Malais M. H. & Raversberg W. J. (2006). Chapitre 5 : Les thrips et leurs ennemis naturels. In: *Connaître et reconnaître la biologie des ravageurs des serres et de leurs ennemis naturels*, édition révisée, Koppert B.V., (première édition 1992), pp. 89-91, pp. 97-99, pp. 101.
- Muvea A.M., waiganjo M.M., Kutima H.L ; Osiemo Z., Nyasani J.O., Subramanian S., (2014). Attraction of pest thrips (Thysanoptera : Thripidae) infesting French beans to coloured sticky traps with Lurem-TR and its utility for monitoring thrips populations. *International Journal of Tropical Insect Science*, Vol.34, No.3, pp197-206.
- OEPP/EPPO (1989) Fiches informatives sur les organismes de quarantaine n° 177, *Frankliniella occidentalis*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 19, 725-731.
- Terry L. I. (1997). Host selection, communication and reproductive behavior. In: *Thrips as crop pest*. ed. T. LEWIS, pp. 65-118.
- Thibout E. & Auger J. (1997). Composés soufrés des Allium et lutte contre les insectes. *Acta bot. Gallica*, 144(4): 419-426.
- Van Tol R., James D.E., De Kogel W.J, Teulon D., 2006. Plant odours with potential for push-pull strategy to control the onion thrips, *Thrips tabaci*. *Entomologica Experimentalis et Applicata* 122 : 69-76.