

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

STRATEGIES DE LUTTE BIOLOGIQUE EN CULTURES ORNEMENTALES EN MILIEU EXTERIEUR

L. IFFAT⁽¹⁾, A. DROUI⁽¹⁾, L. MIOT⁽²⁾ et J.-M. DEOGRATIAS⁽¹⁾

⁽¹⁾ GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest,
71 Avenue E. Bourleaux BP 81, 33883 Villenave-d'Ornon, France
loic.iffat@astredhor.fr

anthony.droui@astredhor.fr

jeanmarc.deogratias@astredhor.fr

⁽²⁾ Rue de la charouffie, 24600 Riberac, France
laura.miot@orange.fr

RÉSUMÉ

Les cultures ornementales, de par leur diversité taxonomique, font face à un large panel de bioagresseurs, principalement les phytophages. L'utilisation récente de la lutte biologique en culture d'arbres et d'arbustes hors-sol implique une définition spécifique de la relation tritrophique : plante/bioagresseur/auxiliaire. Le développement de ces stratégies est mis en œuvre dans l'optique de déboucher sur des propositions de méthodes alternatives pour le contrôle des populations des différents ravageurs. L'utilisation des auxiliaires par lâchers inondatifs, répétitifs ou de conservation implique une approche étroite avec les plantes de service pour la gestion d'*Aphis fabae* sur *Pittosporum tobira*, de *Tetranychus urticae* sur *Choisya ternata* et *Trachelospermum jasminoides*, d'*Icerya purchasi* sur *Choisya ternata*, de *Schizotetranychus* sp sur *Phyllostachys* sp et d'*Accizia jamatonica* sur *Albizia julibrissin*. Pour chaque couple étudié, les doses d'utilisation, les fréquences de lâchers, les périodes d'application ainsi que les paramètres de mise en œuvre sont présentés pour aboutir à des systèmes économes et performants.

Mots-clés : Protection biologique intégrée, culture hors-sol, prédateur, parasitoïde, relations tritrophiques.

ABSTRACT

BIOLOGICAL PESTS CONTROL STRATEGIES ON ORNAMENTAL GENERA IN THE FIELD (OUTDOOR CULTIVATED)

Ornamental cultures, through their great diversity, are confronted with a broad range of pests, mainly phytophagous. The recent use of biological control on container-grown nursery cultures relies on a species based definition of tritrophic interactions between plant/pest/biocontrol agent, in order to develop integrated management strategies for the control of economical important pests. Biocontrol strategies of *A. fabae* on *P. tobira*, *T. urticae* on *C. ternata* and *T. jasminoides*, *Icerya purchasi* on *C. ternata*, *Schizotetranychus* sp on *P. sp* and *A. jamatonica* on *Albizia. julibrissin* should also consider the potential of companion, potentially banker plants by the implementation of conservation or augmentation biocontrol. For each studied plant/pest pair, doses, frequencies, and released schemas of different biocontrol agents are discussed and efficient and sustainable cropping systems proposed.

Keywords: Integrated pest management, soilless crop, predator, parasitoid, tritrophic interactions.

INTRODUCTION

Les cultures ornementales regroupent les arbres, les arbustes, les vivaces, les annuelles et exotiques. Les systèmes de cultures horticoles se font soit en pleine terre soit en hors-sol. Le mode de culture hors-sol induit une accélération des niveaux de croissance, de la densité et par conséquent une amplification du niveau de pression des bioagresseurs. L'intensification des échanges et donc des introductions de bioagresseurs, accentuent les demandes des professionnels de la filière ornementale pour la mise en œuvre de stratégies innovantes de gestion des bioagresseurs usuels ou émergents. En effet, plus de 75% des nouvelles introductions touchent les plantes ornementales depuis 2005 (Martinez, 2014). Les stratégies innovantes (reconception du système de lutte, substitution) deviennent une voie incontournable au vu des réductions du nombre de substances actives et des conditions de mise en œuvre dans les usages mineurs que sont les cultures ornementales. Entre 1993 et 2010, le nombre de substances autorisées est passé de 900 répertoriées à 250 soit une diminution de 2/3 (Grinbaum, 2012). De plus, la diversité taxonomique de cette filière induit une grande diversité de bioagresseurs.

Depuis 2008, des essais en pépinières ornementales hors-sol sont menés à la station d'expérimentation du GIE Fleurs et Plantes du Sud-Ouest (F.P.S.O.). Ces essais s'appuient sur deux stratégies différentes en fonction des itinéraires de culture. La lutte par augmentation est la première stratégie privilégiée, qui consiste à lâcher dans le milieu des auxiliaires en grande quantité ou de manière répétée afin de diminuer la présence des organismes nuisibles (Haddad, 2005). Cependant, cette stratégie de lâchers d'auxiliaires commerciaux pendant les périodes de risque complète une stratégie valorisant, attirant et conservant les auxiliaires indigènes (Ferre, 2008).

Depuis 7 ans, plus d'une dizaine de couples plante/bioagresseur sont évalués sur la station d'expérimentation. L'article présente les résultats de l'année 2014 pour les bioagresseurs *Aphis fabae* (Scopoli, 1763) sur *P. tobira* (Thunb.) W. T. Aiton, *Schizotetranychus* sp. sur *P. bisetii* (McClure, 1956) et *T. urticae* (Koch, 1836) sur *T. jasminoides* (Lindl.) Lem.

APHIS FABAE & PITTOSPORUM TOBIRA

Le puceron noir de la fève, *A. fabae* est un puceron très polyphage et ubiquiste infestant plus de 200 genres et espèces végétales, dont des plantes ornementales comme le pittosporum du Japon, *P. tobira*. Ce modèle est suivi depuis 5 ans et a permis de montrer que *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) à la dose de 10 individus/m² permet de contrôler *A. fabae* durant les périodes de risques (Vilain *et al*, 2013). Le suivi de ce ravageur a débuté en mars 2010 et continuera jusqu'en octobre 2015.

TETRANYCHUS URTICAE & TRACHELOSPERMUM JASMINOIDES

L'acarien tétranyque est un phytophage très problématique en pépinière ornementale. En effet, polyphage, il se développe sur de nombreuses plantes hôtes (Biobest, 2008; C.E.H.W., 2005; ASTREDHOR Loire-Bretagne, 2012). Il a la particularité d'avoir un cycle générationnel très court, lui offrant une capacité d'invasion très rapide et d'engendrer de très nombreux dégâts (traces de piqûres et jaunissement des feuilles). Le suivi de cet acarien sur *Trachelospermum jasminoides* débute en 2014 pour une durée de 3 ans. Cette année, l'essai est donc une phase de collecte des premières données d'évolution du ravageur sur cette plante, ainsi qu'un test des méthodes de lutte possible permettant des ajustements pour les années à venir.

SCHIZOTETRANYCHUS SP. & PHYLOSTACHYS BISETII

L'acarien Bamboo Spider Mite (B.S.M.) est un ravageur commun du bambou au Japon, qui se développe aujourd'hui chez les producteurs de bambou en Europe. Ce modèle est très peu étudié et les références bibliographiques restent peu importantes. Cet acarien s'est pourtant fait remarquer pour sa rapidité de développement et d'expansion. Les symptômes sur les plantes touchées se manifestent par des halos circulaires jaunes (Pratt et Croft 1999; Zhang *et al* 2000). Les dégâts engendrés suite aux attaques du ravageur modifient également la composition chimique des feuilles (réduction des teneurs en chlorophylles, sucres et acides aminés). Le GIE F.P.S.O., intervenant dans certaines entreprises spécialisées dans la production de bambou, a souhaité l'intégrer à ses modèles d'étude. Ainsi, le suivi de cet acarien a débuté en mars 2013 et continuera jusqu'en octobre 2015.

MATERIEL ET MÉTHODE

L'organisation du matériel et de la méthode d'expérimentation est détaillée pour chaque modèle.

APHIS FABAE & PITTOSPORUM TOBIRA

Matériel

Les plants de *P. tobira* utilisés pour cet essai, sont issus de boutures et âgés de 2 ans. Début mars, ils mesurent entre 25 et 30 cm et sont repotés en pots de 3 litres (347 PMF+ 3kg S48+ 2kg 12/14 osmocote hi-end), puis placés sur une plateforme de culture hors-sol extérieur.

Tableau I : Modalités de l'essai pittosporum/puceron (Modalities per treatment of the pittosporum/aphid trial)

Modalité	Stratégies	Doses et conditions particulières
M1	Témoin sans traitement	sans
M2	Lutte chimique	1 application de pyrimicarbe (500g/kg) à dose 0.075kg/hL
M3	Lutte par « conservation » favorable aux syrphes	Aménagement à l'intérieur de la parcelle (mélange*)
M4	Lutte par « augmentation » avec <i>C. carnea</i>	Fournisseur : Koppert 10 individus/m ² soit 30 individus au total
M5	Lutte par « augmentation » avec <i>Chrysoperla lucasina</i> (Lacroix 1912)	Fournisseur : IF-tech 10 individus/m ² soit 30 individus
M6	Lutte par « augmentation » avec <i>C. carnea</i> et aménagement de l'environnement cultural	Fournisseur : IF-tech 10 individus/m ² soit 30 individus Composé de plante de services <i>Hedera helix</i> (L.) et <i>Dasiphora fructicosa</i> (L.) Rydb. 'Goldfinger'

* *Fagopyrum esculentum* (Moench), *Cyanus segetum* (Hill), *Borago officinalis* (L.), *Lotus corniculatus* (L.), *Trifolium pratense* (L.), *Achillea millefolium* (L.), *Cichorium intybus* (L.)

La modalité 1 permet de suivre l'évolution de la population de pucerons et de leurs impacts sur la culture. Pour la modalité 2, le seuil de déclenchement des traitements est lorsque plus de 50% des plantes présente des niveaux 3 ou 4 de pucerons. Pour les modalités 4, 5 et 6 les lâchers sont réalisés lorsque plus de 20% des plantes présentent au moins une classe 2 de pucerons.

Dispositif expérimental

Cet essai comprend 6 modalités (Tableau I) dont chaque parcelle élémentaire de 3m² est constituée de 30 plantes. Chaque modalité est séparée physiquement avec une discontinuité spatiale entre la modalité de lutte conventionnelle et les modalités de lutte biologique.

Méthode

Les variables de niveau d'infestation et de dégâts sont évaluées toutes les deux semaines à partir du 19 mai 2014 jusqu'au 5 septembre 2014. A chaque observation, l'apex le plus touché est noté par plante.

Les variables de classes commerciales et de hauteur sont évaluées en fin d'essai.

Cinq niveaux d'infestation sont établis : niveau 0 : absence de puceron, niveau 1 : présence d'une fondatrice ailée, niveau 2 : présence d'une fondatrice ailée avec quelques larves, niveau 3 : colonie avec plusieurs fondatrices aptères, niveau 4 : colonie avec plusieurs fondatrices aptères et une ou plusieurs fondatrices ailées.

Les classes de dégâts sont au nombre de quatre : classe 0 : absence de dégâts, classe 1 : quelques déformations foliaires, classe 2 : apex et/ou feuilles déformés, classe 3 : pousse bloquée et jaunissement du limbe des feuilles.

Des mesures de hauteur et des classes commerciales en fin d'essai sont réalisées afin d'évaluer si la croissance des *P. tobira* est impactée par les pucerons en fonction de l'auxiliaire utilisé.

Les classes commerciales le 05 septembre 2014 sont : classe A : sans défaut commercial, classe B : avec quelques défauts mais commercialisable, classe C : non commercialisable

TETRANYCHUS URTICAE & TRACHELOSPERMUM JASMINOIDES

Matériel

Les plants de *T. jasminoides* utilisés pour cet essai, sont issus de boutures et âgés de 2 ans. Début mars, ils mesurent entre 10 à 15 cm et sont rempotés en pots de 3,5 litres (STAR Ruissellement + Basacote 9M 3.5kg + Basacote 12M 2kg), puis placés sous tunnel non chauffé pendant toute la durée de la culture et irrigués par remontée capillaire.

Tableau II : Modalités de l'essai *Trachelospermum*/acararien (Modalities of the *Trachelospermum*/mite trial)

Modalité	Stratégie	Auxiliaire	Conditions particulières
M1	Lutte chimique	sans	1 application d'hexythiazox (104g/kg) à dose 0.5kg/ha le 11 juin puis 2 applications tebufenpyrad (20%) à dose 0.05kg/hl le 27 juin et le 03 septembre
M2	Lutte biologique	<i>Amblyseius andersoni</i> (Chant 1957)	sans
M3		100 ind/m ² -4 apports toutes 3 sem. et 2 apports curatifs de <i>Phytoseiulus persimilis</i> (Athias-Henriot 1957)-	1 plant de <i>Sorbaria sorbifolia</i> pour 2m ²
M4		10 ind/m ² le 11 juin puis 20 ind/m ² le 26 juin	Pollen de <i>Typha latifolia</i> à la dose de 0,5kg/ha en 4 apports à 3 semaines d'intervalle
M5		<i>Amblyseius californicus</i> (McGregor 1954)	sans
M6		à dose de 100 ind/m ² en 4 apports toutes les 3 sem.	Pollen de <i>Typha latifolia</i> à la dose de 0,5kg/ha en 4 apports à 3 semaines d'intervalle

Pour les modalités 2 à 6, les apports en curatif de *P. persimilis* se font dès que le seuil de 2 individus de tétranyque par feuille en moyenne est dépassé.

Dispositif expérimental

Cet essai comprend 6 modalités (Tableau II) dont chaque parcelle élémentaire de 5.2m² est constituée d'une seule parcelle élémentaire de 30 plantes. L'ensemble des plantes sont cultivées sous tunnel non chauffé, irriguées par remontée capillaire (ruissellement). Les plantes de la modalité 1 en lutte conventionnelle sont conduites dans un tunnel séparé.

Méthode

Les variables sont au nombre de trois, avec deux variables quantitatives évaluées toutes les trois semaines prenant en compte le nombre de ravageurs par feuille et le nombre d'auxiliaire présents. En fin d'essai, la troisième variable qualitative permet de caractériser la qualité commerciale des plants. Les observations par plante sur les variables quantitatives se font sur deux feuilles âgées dites coriaces sur la partie médiane de la plante et deux feuilles juvéniles de la partie lianescente. Les données sont moyennées par plante.

SCHIZOTETRANYCHUS SP./PHYLLOSTACHYS BISSETII

Matériel

Matériel végétal

Les plants de *P. bissetii* utilisés pour l'essai sont issus d'éclats de touffe cultivés en pots de 4 L et âgés de 3 ans. Mi-juin, ils ont rempotés en pots de 15 litres (STAR Ruissellement + 5g/L Basacote Native 9M).

Ravageur

Les individus de *Schizotetranychus* sp. utilisés provenaient d'une pépinière du Sud-Ouest de la France (47) et ont été multipliés en serre avant démarrage de l'essai.

Auxiliaires

Les différents auxiliaires testés sont fournis par la société Biobest, Orange (84). Un conditionnement en vrac sur support inerte est choisi et les apports effectués au cœur des plantes à l'aide de Biobox (boîte de lâcher d'auxiliaires en carton).

Dispositif expérimental

L'essai est conduit en extérieur sous tunnel plastique non chauffé. Les plantes sont irriguées par remontée capillaire (ruissellement) et aspergées à la lance 1 fois par jour pendant toute la durée de l'essai. Les plantes de la modalité 1 en lutte conventionnelle sont conduites dans un tunnel séparé.

Au total, 4 modalités sont testées (Tableau III) et isolées dans le tunnel pour éviter les contaminations. Chaque modalité comportait 1 bloc de 10 plantes randomisées dans le tunnel, sans répétition.

Tableau III : Modalités de l'essai bambou/acarien (Modalities of the bamboo/mite trial)

Modalité	Stratégie de lutte	Produit
M1	Lutte chimique	Référence chimique : Tebufenpyrad 20%, 1 application à la dose de 0.05kg/hl le 03/09/2014
M2	Lutte biologique préventive	<i>A. californicus</i>
M3	Lutte biologique préventive	<i>A. andersoni</i>
M4	Lutte biologique curative	<i>P. persimilis</i>

Méthode

Les plantes ont été inoculées au rempotage avec 3 feuilles contaminées comportant 2 à 4 colonies en moyenne et réparties sur la hauteur des cannes. Avant inoculation, chaque feuille a été examinée à la loupe binoculaire pour s'affranchir de la présence d'acariens prédateurs indigènes. 2 semaines après inoculation, les modalités ont été réhomogénéisées dans le tunnel suivant les niveaux de populations d'acariens B.S.M.

Les lâchers d'acariens prédateurs ont débuté mi-juillet. Les fréquences et doses de lâchers sont résumées dans le tableau suivant (Tab. 4).

Tableau IV : Planning d'apport des différents acariens prédateurs (Release schema of the different predatory mites)

date apport	17/07/2014	06/08/2014	28/08/2014	18/09/2014
<i>A. californicus</i>	100 ind./ plante	100 ind./ plante	200 ind./ plante	200 ind./ plante
<i>A. andersoni</i>				
<i>P. persimilis</i>				

Les notations ont été effectuées 1 fois par semaine à partir de mi-juillet jusqu'à début septembre, puis tous les 15 jours et l'essai s'est terminé le 24/10/2014. Pour chaque plante, 3 rameaux de 10 feuilles environ, répartis aléatoirement sur la plante, ont été marqués en début d'essai (1 contaminé et 2 sains) et suivis pendant la période d'observations (respectivement effet curatif et effet préventif des acariens prédateurs). Les 3 feuilles les plus contaminées par rameau ont été évaluées à chaque notation à l'aide d'une loupe portative.

Les variables suivies étaient :

- populations d'acariens phytophages : nombre de colonies actives et inactives (total colonies)
- classes commerciales en fin d'essai suivant l'échelle suivante (**A** : aucun/peu dégâts, **B** : plusieurs rameaux/cannes touchés, commercialisable suite à la taille, **C** : trop de dégâts, non commercialisable)

TRAITEMENTS STATISTIQUES POUR LES 3 MODELES

Tous les tests statistiques réalisés l'ont été avec un risque de première espèce alpha de 0,05.

Les données sont analysées à l'aide du logiciel Statbox, version 6.7. Elles font l'objet de statistiques descriptives puis d'une ANOVA pour les données quantitatives discrètes ou d'un test du Khi-Deux pour les données qualitatives de classes.

L'analyse des dynamiques de populations de l'acarien BSM est conduite avec le logiciel R version 2.14.1, à l'aide des GEE. La fonction « geeglm » du package « geepack » permet de construire un

modèle linéaire généralisé basé sur une distribution de type Poisson (identifiant « plante », fonction de lien « log »). Le modèle est ensuite analysé avec une ANOVA. Sur les graphiques, les variations au sein d'une même modalité sont représentées via l'erreur standard.

RESULTATS

APHIS FABAE & PITTOSPORUM TOBIRA

Niveau d'attaques et de dégâts par le bioagresseur

La différence de niveau d'attaque s'observe au niveau du 11 juillet, où 50% des plantes présentent des classes 4 de pucerons sur la modalité 5, alors que la modalité 4 ne présente que 22% de plantes avec des classes 4 (Fig. 1). La modalité 6 est composée de plus de 70% de plantes de niveau 4, induisant des niveaux de dégâts très élevés (Fig. 2). Au 26 juin, près de 50% des plantes de la modalité 3 présentent un niveau 4. Cependant, cette population va décroître rapidement : 25% de niveau 4 dès la notation du 11 juillet puis oscillant entre 3 et 4% pour les notations suivantes. La modalité conventionnelle, en revanche, dépasse le seuil de 50% de niveaux 3 et 4 à partir du 11 juillet et nécessite une intervention.

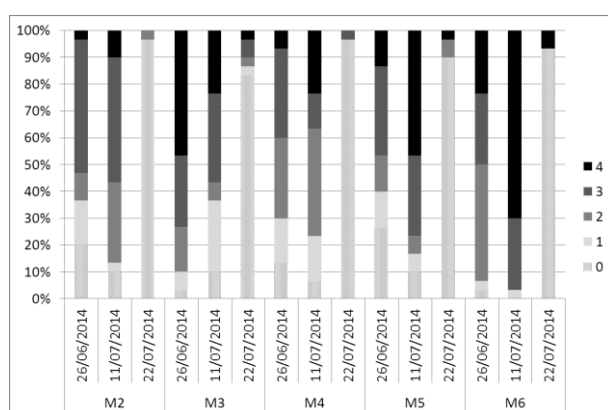


Figure 1 : Répartition des niveaux d'attaque par *A. fabae* à 3 dates 26/06/2014, 11/07/2014 et 22/07/2014 (Distribution of damage classes due to *A. fabae* at 3 dates)

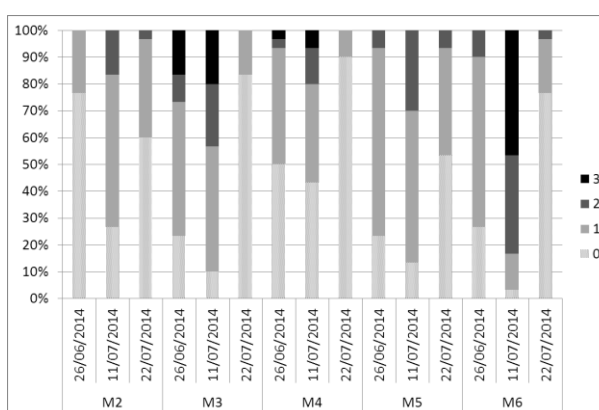


Figure 2 : Répartition des classes de dégâts par *A. fabae* à 3 dates 26/06/2014, 11/07/2014 et 22/07/2014 (Distribution of damage due to *A. fabae* classes at 3 dates)

Catégories commerciales et impacts sur la hauteur

Les plantes avec les lâchers de *Chrysoperla lucasina* sont celles qui en moyenne se sont le moins développées (+ 2,5 cm en moyenne). La méthode de lutte conventionnelle reste celle qui présente les plantes les mieux développées, avec +11,33 cm de croissance en moyenne. Toutefois, il faut noter que la modalité 3 permet d'obtenir des plantes n'ayant qu'un centimètre de différence avec la modalité conventionnelle.

Pour les classes commerciales, la modalité 3 possède 9 plantes de classe A, soit 1/3. Les modalités 1 et 5 sont constituées de plus de la moitié de plants non commercialisables (classes C). Un test du Khi2 confirme que le nombre de plantes en classe A est significativement plus important en modalité 3 et significativement plus faible en modalité 1. De même, la catégorie C est significativement plus présente en modalité 5 (Fig. 3).

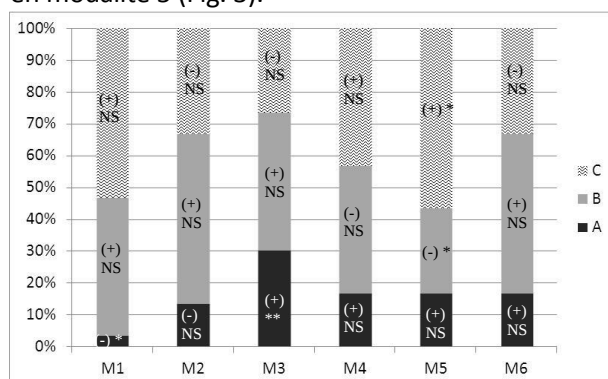


Figure 3 : Répartition des classes commerciales des *T. jasminoides* en fin d'essai, seuil de significativité selon test du χ^2 : NS non significatif à $\alpha=0,10$; * significatif à $\alpha=0,10$; ** significatif à $\alpha=0,05$ (Commercial value of *T. plants* at the end of the trial, significant differences according to χ^2 test)

TETRANYCHUS URTICAE & TRACHELOSPERMUM JASMINOIDES

Du mois d'avril à la mi-mai, très peu d'acariens phytophages sont présents, sans différence significative entre les modalités ($H = 10,16$, $Ddl = 5$, $p=0,07$). A partir de la mi-mai, les populations deviennent supérieures à un individu/feuille dans l'ensemble des modalités. Les mesures font ressortir que les acariens sont préférentiellement présents dans les parties lianescentes de *T. jasminoides* dès que les niveaux moyens dépassent un individu/feuille.

Les modalités avec apport d'*A. andersoni* présentent au 10 juin un niveau significatif de colonisation 10 fois supérieur aux modalités avec apport d'*A. californicus* ($H = 124,97$, $Ddl = 5$, $p<0,001$). Dans les 2 modalités *A. andersoni* et *A. californicus*, l'apport de pollen de *Typha* ou de *Sorbaria* n'a pas influencé la dynamique d'infestation par *T. urticae* quelles que soient les périodes (Fig. 4). Les deux apports de *P. persimilis* sur les modalités *A. andersoni* ont permis de réduire les populations d'acariens phytophages en dessous du seuil de 2 individus/feuille dès le 10 juillet soit 20 jours après le 2^{ème} apport. Les observations des acariens ne sont pas corrélées avec les niveaux d'infestations. *A. californicus* s'installe régulièrement dans le temps sur les *T. jasminoides* avec une colonisation de 1 individu pour 10 feuilles (Fig. 5).

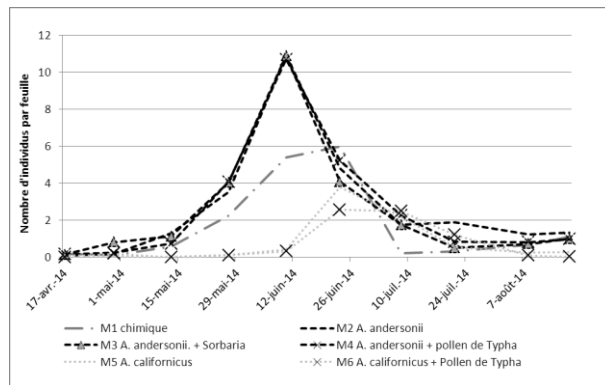


Figure 5 : Nombre moyen de *T. urticae* par feuille de *Trachelospermum* (Mean number of *T. urticae* per leaf)

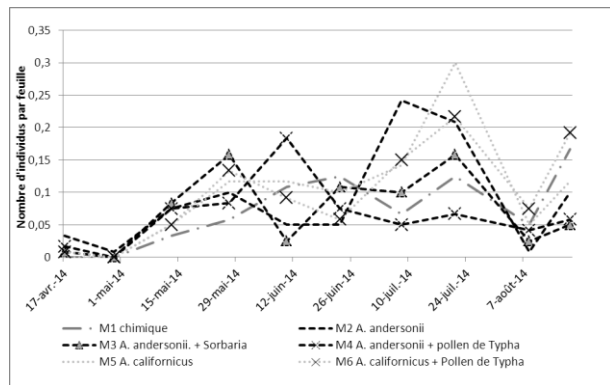


Figure 4 : Nombre moyen d'acariens prédateurs par feuille de *Trachelospermum* (Mean number of predatory mites per leaf)

SCHIZOTETRANYCHUS SP./PHYLLOSTACHYS BISSETII

Un mois après inoculation, on observe entre 2,5 et 3,5 colonies de *Schizotetranychus* sp. par feuille en moyenne et certains rameaux sains commencent à être attaqués, signe que le ravageur s'est bien installé (Fig. 7). La population de ravageurs (total colonies) augmente significativement pendant la durée de l'essai ($\chi^2 = 79,5$, $Ddl = 1$, $p<0,001$), et le pic de populations est atteint en période estivale (jusqu'à 4,5 colonies actives par feuille). L'analyse révèle des différences hautement significatives entre le nombre moyen de colonies actives suivant les modalités ($\chi^2 = 31,8$, $Ddl = 3$, $p<0,001$), mais ces différences sont faiblement significatives dans le temps ($\chi^2 = 6,2$, $Ddl = 3$, $p=0,10$). *P. persimilis* permet de maintenir un niveau de pression nettement inférieur aux autres modalités pendant toute la saison. Il présente un effet curatif dès les premiers foyers et lors des fortes populations du ravageur (Fig. 6,7). L'analyse du modèle suivant le type de rameau (sain : contaminé) met bien en évidence l'effet préventif du prédateur ($\chi^2 = 29,9$, $Ddl = 3$, $p<0,001$). Les plantes de cette modalité présentent très peu de dégâts en fin d'essai (Fig. 8). Dans les modalités avec *A. californicus* et *A. andersoni*, l'effet préventif est surtout visible pendant la première moitié de l'essai. La réponse plus tardive de ces deux prédateurs engendre en effet des dégâts plus importants sur les plantes (Fig. 8). *A. andersoni* semble avoir un effet curatif un peu supérieur, puisque seuls 10% des plantes sont non commercialisables en fin d'essai contre 50% chez *A. californicus*.

Dans la modalité de référence, la lutte chimique a été mise en œuvre trop tardivement, en raison de la difficulté d'estimation des seuils d'intervention, engendrant également des dégâts marqués. L'analyse

Figure 1 is a line graph showing the evolution of the number of colonies of three species (*A. andersoni*, *A. californicus*, and *P. persimilis*) over time, in the presence of a chemical control. The Y-axis represents the number of colonies (0 to 6), and the X-axis represents time (from 16/07/2014 to 24/10/2014). The legend indicates four data series: 'chimique' (dashed line), 'A. andersoni' (light grey line), 'A. californicus' (medium grey line), and 'P. persimilis' (dark grey line). Error bars represent standard deviation.

Date	chimique	A. andersoni	A. californicus	P. persimilis
16/07/2014	1.6	2.8	2.8	2.0
23/07/2014	1.8	3.3	3.3	1.8
30/07/2014	1.8	2.8	2.8	1.8
05/08/2014	2.2	2.8	2.8	2.8
13/08/2014	2.2	4.8	3.7	0.7
19/08/2014	2.0	4.3	3.6	0.7
26/08/2014	2.3	1.0	1.0	1.4
02/09/2014	0.8	1.0	1.0	0.0
17/09/2014	0.7	4.8	4.3	1.5
24/10/2014	0.1	0.5	0.5	0.1

Répartition des classes commerciales en fin d'essai

Species	Class A (%)	Class B (%)	Class C (%)
<i>A. andersoni</i>	40% (-) NS	40% (+) NS	20% (0) NS
<i>A. californicus</i>	10% (-) **	40% (+) NS	50% (++) **
<i>P. persimilis</i>	0%	90% (+) ***	10% (0) NS
<i>chimique</i>	40% (-) NS	30% (-) NS	30% (++) NS

Au niveau de la méthode biologique impliquant les lâchers d'auxiliaires, l'essai montre que dans le cas de la méthode par introduction de *C. carnea* ou de *C. lucasina*, la densité de colonies de pucerons n'a pas cessé de s'intensifier malgré les lâchers successifs. En accord avec les modèles de dynamique proies-prédateurs, la réponse des auxiliaires arrive avec un décalage sur l'expansion des populations de ravageurs. Durant ce temps de réponse, les plantes sont susceptibles d'être exposées à des dommages potentiels. De même, les apports d'auxiliaires ne régulent pas l'intégralité des populations, surtout en cas de forte pression, ce que confirment les évaluations en milieux confinés (moyenne de prédation entre 50 et 60%) (Vilain *et al*, 2013 et Miot 2014). Ces essais ont montré qu'un lâcher de chrysopes sur des foyers de pucerons très développés ne permet pas de contenir l'infestation sans apparition de

dommages sur le modèle *Pittosporum*. L'apport de plantes mellifères utiles pour *C. carnea* a accentué la pression du bio-agresseur. Cela s'explique par le fait que l'évolution des populations (puits et sources) est dépendante du complexe végétal associé (Beaudry et Burel, 1999 ; Kamenova, 2010). A contrario, le semis en bacs de plantes mellifères vivaces ou annuelles, est un support d'attractivité pertinent (Boll *et al*, 2001). Au vu des résultats, cette stratégie apparaît transférable sur entreprise de production, mais il faut valider le ratio de couverture de la surface cultivée par les mélanges mellifères. En effet, le ratio de couverture par le mélange fleuri est de 30% pour la parcelle d'expérimentation. Le phénomène d'attraction est amplifié par rapport à ce qu'il est possible de faire à l'échelle du système de production. Le ratio efficient est défini dans la bibliographie, autour de 3 à 5% de la surface (Tolle, 2013).

TETRANYHUS URTICAE & TRACHELOSPERMUM JASMINOIDES

L'essai, débuté en 2014, a permis d'identifier la période de risque de juin pour l'évolution de *T. urticae* sur le modèle *Trachelospermum*. La réponse d'*A. andersoni* vis-à-vis du bioagresseur n'est pas suffisante contrairement à *A. californicus*, qui reste présent sur cette plante. Cela peut s'expliquer par les conditions climatiques chaudes et sèches sous abri en ruissellement, peu favorables à *A. andersoni* (Piasentin, 2010). En cas de seuil de nuisibilité trop élevé, la réponse apportée avec *P. persimilis* est convenable et permet de compléter l'action de *A. californicus* (Ferre, 2008 et Maillard, 2009). Par contre, l'apport de pollen de *Typha* sp. ou de *Sorbaria* sp. n'influence pas le nombre d'auxiliaires introduits ni leur capacité de réponse à la hausse du nombre de proies. Cela est confirmé dans les essais de réponses à l'apport de pollen pour *A. californicus* et *A. andersoni*, très faibles (Pijnakker *et al*, 2014). Toutefois, ces stratégies de lutte biologique représentent en fonction des modalités 5% à 6% du prix de vente du végétal au lieu des 1% pour la lutte conventionnelle et ne permettent pas à l'heure actuelle de prévoir le transfert sur les sites de production. Enfin, les évaluations de l'importance des colonies de bio-agresseurs montrent la présence préférentielle sur les parties juvéniles avec une corrélation entre les dégâts observés et le nombre d'individus présents.

SCHIZOTETRANYCHUS SP./PHYLLOSTACHYS BISSETII

Les résultats obtenus ont permis d'étudier la dynamique de populations de *Schizotetranychus* sp. dans les conditions du Sud-Ouest de la France et confirment que ce ravageur se développe principalement en période estivale par forte température. Des différences d'efficacité marquées ont pu être mises en évidence entre les différentes espèces d'acariens prédateurs testés : *P. persimilis* > *A. andersoni* > *A. californicus*, ce qui peut s'expliquer par les réponses fonctionnelle et numérique variables entre ces prédateurs (Holling, 1959), notamment par forte densité de proies. *P. persimilis* est en effet connu comme prédateur de nettoyage efficace en cas de forte pression de proies (Ferre, 2008). Les observations ont également permis de montrer que les différents prédateurs étaient capables de prédation active dans les toiles, même sur des stades avancés du ravageur. Des œufs ont ainsi été retrouvés dans et en dehors des toiles, confortant cette hypothèse déjà vérifiée chez d'autres acariens prédateurs (Pratt et Croft, 1999). Une prédation passive à travers des ouvertures de la toile a également pu être observée dans certains cas, comme souligné par Zhang *et al* (2000) chez *Amblyseius cucumeris* (Oudemans, 1930). Par ailleurs, des Phytoséiides indigènes ont été retrouvés dans les différentes modalités. En effet, des acariens du genre *Typhlodromus* sp. prédatent naturellement les colonies de *Schizotetranychus* sp. en Asie (Zhang *et al*, 1999 a,b). Il est difficile pour le moment d'évaluer la contribution de ces derniers au contrôle de l'acarien BSM. Une identification (SupAgro Montpellier, S. Kreiter) est en cours afin de déterminer les espèces d'acariens prédateurs présents en début et en fin d'essai et devrait permettre d'affiner ces conclusions. Concernant la méthodologie de suivi des populations du ravageur, il a été volontairement choisi de suivre les mêmes rameaux pendant toute la durée de l'essai. Cependant, Zhang *et al* (2001) ont démontré la préférence des femelles de *Schizotetranychus bambusae* pour les jeunes feuilles de bambou. Il est possible que la méthodologie ait donc influencé les résultats observés.

CONCLUSION

Les essais menés sur les différents couples plante/bioagresseur/auxiliaire dans les conditions des essais ont permis d'affiner les connaissances sur la dynamique des ravageurs sur la gamme ornementale étudiée et de valider un certain nombre de stratégies de lutte biologique. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec *P. tobira*/*A. fabae*/5 lâchers *C. carnea* à 10 ind./m² avec des plantes de services semées en bacs, *T. jasminoides*/*T. urticae*/4 lâchers *A. californicus* à 100 ind./m², *P. bissetii*/*Schizotetranychus* sp./2 lâchers *P. persimilis* à 100 ind./plante puis 2 à 200 ind./plante.

En 2015, la réflexion sera poursuivie sur l'optimisation des doses et fréquences d'apport, la définition et l'ajustement de seuils d'intervention et l'optimisation des coûts de protection des plantes. Si l'apport de pollen ne s'est pas révélé efficace dans le cas du *Trachelospermum*, ce paramètre pourra être intégré dans le cas du B.S.M. Pour ce dernier, l'acarien *Amblyseius fallacis* (Garman), qui s'est révélé efficace contre le ravageur dans certaines études pourra être intégré à l'essai.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTREDHOR Loire-Bretagne, 2012. Protection Biologique Intégrée (PBI) en pépinière hors sol sous abris. Contrôle du Tetranyque tisserand sur *Choisya ternata*. *Compte rendu d'essai*, 19p.
- Baudry J., Burel F., 1999. Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. *Edition TEC et DOC*, Paris, 359p.
- BIOBEST, 2008. Le nouvel acarien prédateur *Amblyseius andersoni* offre des perspectives excellentes pour le contrôle biologique des acariens en horticulture, pépinière, culture fruitière et maraîchère. *Fiche technique*, 1p.
- Boll R., Geria A., Marconi A., Migliore O., Salles M., Fauvergue X., 2001. Les plantes-relais : une solution de lutte biologique? Dossier Fruits et Légumes, *Phytoma*, n° 536, 5p.
- C.E.H.W. (Centre d'Essais Horticoles de Wallonie) et D.H.H.F. (Dynamique Horticole des Hauts de France), 2005. Les acariens. *Fiche technique*, avec l'appui technique de la F.R.E.D.E.C. Nord Pas de Calais. 2p.
- Ferre A., 2008. La P.B.I en culture extérieure ou sous abri ouvert. *PHM- Revue Horticole*, 506, 26-32
- Grinbaum, M., 2012. La réglementation en matière de produits phytosanitaires. Quelles conséquences pour l'exportation des vins. *Communication Institut français du vin et de la vigne*. 86-92.
- Haddad Y., 2005. Lutte biologique et espaces verts : quelles perspectives ? *Paysages actualités*, 280, 32-33.
- Holling C. -S., 1959. Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism. *The Canadian Entomologist*, 91, 7, 385-398.
- Kamenova S., 2010. Influence de la composition et de la structure du paysage sur la dynamique de colonisation des cultures par les pucerons. *Rapport de stage Master 2 Ecologie Fonctionnelle*, Comportementale et Evolutive, Université de Rennes 1. 30p.
- Maillard O., 2009. P.B.I en pépinière : une approche globale. *Le lien horticole*, 14, 653, 10-11.
- Martinez M., Germain J.-F., Streito J.-C. (2014). Insectes ravageurs invasifs : le point sur les espèces introduites. *Phytoma*, 677 : 18-22.
- Miot L., 2014. La protection Biologique Intégrée en pépinière d'ornement. *Mémoire de fin d'étude ENSAT*. 47p.
- Piasentin J., 2010. Application de la protection biologique intégrée sur les cultures en milieu ouvert. *Terres d'innovation*, 64p.
- Pijnakker J., De Souza A. Wackers F., 2014. *Euseius gallicus* en première ligne de défense contre les thrips en culture de roses. *10e conférence internationale sur les ravageurs en agriculture*, Montpellier 22 et 23 octobre 2014, 10 p.
- Pratt P.-D., Croft B.-A., 1999. Expanded distribution of the bamboo spider mite, *Schizotetranychus longus* (Acari : Tetranychidae), and predation by *Neoseiulus fallacis* (Acari : Phytoseiidae). *Acarologia*, vol. XL, rase. 2.
- Tolle P., 2013. Protection Biologique Intégrée en cultures extérieures hors-sol de la filière pépinière. *Rapport du Projet Astredhor*, 58p.
- Vilain Y., Iffat L., Deogratias J.-M., 2013. Protection biologique intégrée en pépinière ornementale : Observation du couple *Pittosporum tobira* / *Aphis fabae* et choix de l'auxiliaire. *10e conférence internationale sur les ravageurs en agriculture*, Montpellier 22 et 23 octobre 2014, 10
- Zhang Y., Zhang Z.-Q., Lin J.-Z., Ji J., Hou A., 2001. Oviposition and survival of *Schizotetranychus bambusae* females (Acari: Tetranychidae) feeding on young and old bamboo leaves. *Systematic & Applied Acarology Special Publications*, 9, 1-9.
- Zhang Y., Zhang Z.-Q., Lin J.-Z., Ji J., 2000. Potential of *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) as a biocontrol agent against *Schizotetranychus nanjingensis* (Acari: Tetranychidae) in Fujian, China. *Systematic & Applied Acarology Special Publications*, 4, 109-124.
- Zhang Y., Zhang Z.-Q., Liu Q., Lin J.-Z., 1999 b. Biology of *Typhlodromus bambusae* (Acari: Phytoseiidae), a predator of *Schizotetranychus nanjingensis* (Acari: Tetranychidae) injurious to bamboo in Fujian, China. *Systematic & Applied Acarology*, 4, 57-62.