

**AFPP – 4^e CONFÉRENCE SUR L'ENTRETIEN
DES JARDINS, ESPACES VÉGÉTALISÉS ET INFRASTRUCTURES
TOULOUSE – 19 et 20 OCTOBRE 2016**

**STRATEGIES DE PROTECTION BIOLOGIQUE INTEGREE EN PEPINIERE EN
MILIEU EXTERIEUR**

A. DROUI⁽¹⁾ et J.-M. DEOGRATIAS⁽¹⁾

⁽¹⁾ ASTREDHOR SUD-OUEST GIE Fleurs et Plantes,
71 Avenue E. Bourlaux CS 20032, 33882 Villenave-d'Ornon Cedex, France
anthony.droui@astredhor.fr
jeanmarc.deogratias@astredhor.fr

RÉSUMÉ

Les cultures ornementales, de par leur diversité taxonomique, font face à un large panel de bioagresseurs, principalement les phytophages. En milieu ouvert, les contraintes de mise en œuvre d'une lutte biologique efficace et économiquement viable sont nombreuses et les retours d'expériences en culture d'arbres et d'arbustes relativement récents.

Les approches développées sont de plus en plus orientées « système de culture ». Outre la connaissance de la relation tritrophique plante/bioagresseur/auxiliaire, le rôle de l'environnement est au cœur des discussions. Le développement de ces stratégies de lutte biologique par lâchers inondatifs, répétitifs ou de conservation nécessite de s'appuyer sur une méthodologie rigoureuse, dans l'optique de déboucher sur des propositions de méthodes alternatives pour le contrôle des populations des différents ravageurs. Les stratégies, validées pour de nombreux couples bioagresseur/culture d'intérêt économique et paysager, sont en partie transférables aux espaces végétalisés urbains.

Mots-clés : Protection biologique intégrée, auxiliaire, environnement, cultures ornementales, stratégies de lutte.

ABSTRACT

BIOLOGICAL PESTS CONTROL STRATEGIES ON ORNAMENTAL GENERA IN THE FIELD

Ornamental cultures, through their great diversity, are confronted with a broad range of pests, mainly phytophagous. In the open space, the implementation of efficient and economically viable biological control strategies is confronted with many limits. In ornamental cultures, feed-back relies mainly on recent experiences.

Approaches do not focus now on the sole culture and its pest but on a broad crop system integrated in its environment. If the definition of tritrophic interactions between plant/pest/biocontrol agent is still the base of many studies, the role and impact of the environment on the control of pest has become a central issue. The implementation of these integrated control strategies for the management of economical important pests, mainly based on importation, augmentation and conservation biological control, needs to rely on a proven approach. Many of these management strategies, proven over many years through experiments for several economically and for landscape areas important pests, may partly serve as basis of reflexion for green spaces and garden areas.

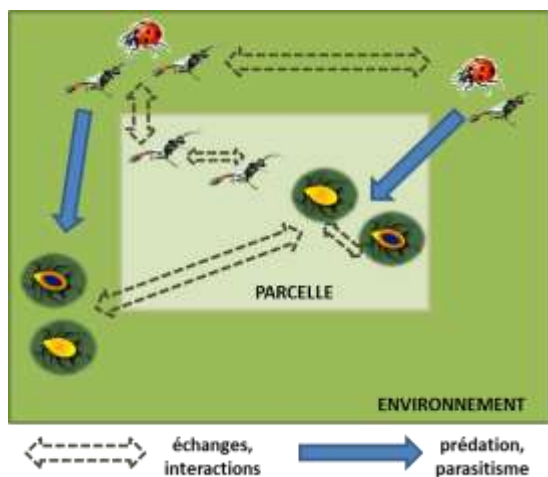
Keywords: Integrated pest management, beneficial, environment, ornamental crops, management strategies.

INTRODUCTION

En France, l'horticulture ornementale représente 1,4% des exploitations agricoles avec 17 500 hectares de production. Elle comprend plusieurs productions spécialisées telles que les fleurs et feuillages coupés, les plantes en pot et massif, les plants de pépinières et les bulbes. Le chiffre d'affaires de la filière horticole française, vente et négoce compris, est d'environ 1,57 milliards d'euros (FranceAgriMer, 2015). La pépinière ornementale regroupe les arbres, les arbustes, les vivaces et autres exotiques, qui sont cultivés en pleine terre ou en hors-sol. Du fait de la grande diversité de taxons cultivés (plusieurs milliers d'espèces et de variétés), le cortège et la pression en bioagresseurs auxquels sont soumises les cultures, sont importants et ne cessent d'augmenter du fait de l'intensification des échanges commerciaux. Cent quatre-vingt espèces de ravageurs émergents ont ainsi été introduites sur le territoire depuis 1950 et plus de 75% des nouvelles introductions touchent les plantes ornementales (Martinez et al., 2014). Cette diversité végétale et en bioagresseurs se retrouve naturellement en ville et dans les jardins de particuliers et nécessite un suivi régulier, afin de garantir la qualité sanitaire et esthétique des plantes. A titre d'illustration : les espaces verts représentent 31 m² par habitant, pour une moyenne de 540 hectares d'espaces verts urbains dans les 50 plus grandes villes de France (Unep, 2014), la ville de Nancy a reçu le prix Valhor de la diversité végétale en 2014, avec un patrimoine de 30 530 arbres et 350 taxons plantés.

Dans le contexte actuel de diminution et d'encadrement strict de l'usage des produits phytopharmaceutiques (Ecophyto 2025, Loi Labbé n° 2014-110, Loi de transition énergétique n°2015-992), les demandes des professionnels de la filière ornementale et des collectivités pour la mise en œuvre de stratégies innovantes de gestion des bioagresseurs émergents s'accroissent. En effet, entre 1993 et 2010, le nombre de substances actives autorisées est passé de 900 répertoriées à 250, soit une diminution de 2/3 (Grinbaum, 2012). Avec la Loi d'Avenir Agricole n°2014-1170, la Protection Biologique Intégrée (PBI) s'intègre parfaitement dans le nouveau cadre défini de l'agro-écologie. La PBI repose en grande partie sur l'utilisation de la lutte biologique (LB) pour réguler les bioagresseurs.

La mise en place d'une PBI efficace nécessite une démarche rigoureuse, qui passe par l'acquisition de références techniques, en grande partie *via* l'expérimentation agronomique. En extérieur, des contraintes supplémentaires viennent s'ajouter et nécessitent d'être intégrées au système végétal (Piasentin, 2010) : milieu ouvert et nombreuses interactions trophiques, conditions climatiques fluctuantes et pas toujours favorables aux auxiliaires, décalage entre les calendriers de production et les exigences écologiques des auxiliaires, coût relatif des lâchers supérieur. Les arthropodes auxiliaires indigènes peuvent ainsi avoir un rôle important dans le contrôle des ravageurs. Astredhor Sud-Ouest GIE Fleurs et Plantes mène, depuis plus de 15 ans, des essais en station d'expérimentation dans le domaine de la pépinière ornementale hors-sol et a pu développer une expertise en PBI. Plusieurs stratégies, le plus souvent complémentaires sont testées, en fonction des itinéraires et systèmes de culture (SDC). La lutte par augmentation est la première stratégie privilégiée. Elle consiste à lâcher dans le milieu des auxiliaires en grande quantité ou de manière répétée afin de diminuer la présence des organismes nuisibles. Cependant, cette stratégie de lâchers d'auxiliaires commerciaux pendant les périodes de risque, complète le plus souvent une stratégie valorisant, attirant, et conservant les auxiliaires indigènes (Ferre, 2008). Différents aménagements permettent de valoriser cette faune auxiliaire et créent des zones écologiques réservoirs : haies, bandes fleuries ou enherbées, qui offrent habitats et sites d'hivernation, sources de nourriture (alternative), régulation du climat. Il est ainsi recommandé que ces zones occupent en moyenne 5% de la surface totale de l'exploitation. Leur efficacité est généralement plus importante lorsqu'elles sont localisées à proximité des parcelles (Piasentin, 2010). Cependant, le rôle du paysage sur la dynamique des bioagresseurs est complexe et un paysage diversifié ne résulte pas forcément en un meilleur contrôle des ravageurs. Des variations importantes peuvent également être observées suivant les années et auxiliaires considérés (Cortesero et al., 2011). En effet, l'ensemble ravageur(s)/auxiliaire(s)/ culture(s) est un système complexe avec de nombreuses interactions possibles (Fig. 1) :



- entre prédateurs
- entre proies
- entre prédateurs et proies

En présence d'un prédateur polyphage, ces interactions peuvent être multipliées. A une échelle plus vaste que celle de la parcelle, des phénomènes de puits/sources (échanges) sont également observés avec l'environnement.

Figure 1 : Interactions multitrophiques culture, environnement/ravageur(s)/auxiliaire(s)
(Multitrophic interactions between crop, environment/pest(s)/beneficial(s))

Ces différents éléments sont à considérer, particulièrement dans le cas de la lutte biologique par conservation. En effet, le site d'Astredhor Sud-Ouest (GIE F.P.) par exemple est implanté dans un paysage arboricole-viticole à dominance viticole, avec présence de friches par endroit, qui peuvent abriter une diversité de ravageurs/auxiliaires. Cette diversité faunistique aura un impact positif, négatif ou neutre suivant les SDC.

Depuis quelques années, des approches basées sur l'utilisation de plantes sentinelle, piège (plantes de services, modifiant le comportement des ravageurs et auxiliaires) sont également étudiées.

Plus d'une dizaine de couples plante/bioagresseur et différents SDC sont ainsi évalués sur la station d'expérimentation. L'article illustre l'historique de la démarche de PBI en cultures ornementales depuis le début des années 2000, au travers des principaux résultats et stratégies de lutte validés, par catégorie de ravageurs.

MATERIEL ET MÉTHODE

Pour des raisons de clarté, le matériel et la méthode d'expérimentation ne sont pas détaillés pour chaque couple, mais présentés de manière générale. En revanche, cette partie présente l'approche développée pour répondre aux problématiques sanitaires émergentes en cultures ornementales.

Matériel, Dispositif expérimental et Méthode

Les essais menés portent essentiellement sur des cultures hors-sol. Le matériel végétal utilisé est souvent un jeune plant issu de bouture et âgé de 1-2 ans. Ces plantes sont repotées en début d'année en pots dans un substrat pépinière enrichi avec des engrais à libération contrôlée, puis cultivées en extérieur sous tunnel ou en plein-air. Les auxiliaires lâchés proviennent de sociétés spécialisées dans leur élevage de masse.

Dans chaque essai, différentes modalités sont testées au sein d'un dispositif expérimental adapté et comparées à un produit de référence chimique. Chaque modalité est répétée plusieurs fois, de manière à fiabiliser le traitement des données et valider les tendances.

Des observations quantitatives et qualitatives sont effectuées régulièrement dans les cultures pour évaluer les populations de ravageurs/auxiliaires et la croissance des plantes.

Approche PBI en milieu extérieur

Si les 1ères utilisations d'auxiliaires sous abris remontent aux années 1920, l'apogée de la LB a réellement eu lieu dans les années 1970-80, avec le développement des cultures hors sol : *Encarsia formosa* (Gahan)/aleurode puis pollinisation/bourdon en maraîchage, obligeant la démarche généralisée de la PBI. Le développement en cultures ornementales sous abris a dû attendre les années 1995. En milieu extérieur, ce passage s'est fait progressivement, avec la prise en compte de la nécessité d'améliorer le rôle des auxiliaires indigènes à partir des années 2000. Les premiers essais de lutte par augmentation ont ensuite été conduits en tirant partie des résultats obtenus sous abris, en milieu semi-ouvert (sous tunnel) puis en plein-air.

Travailler avec du matériel vivant a dans un premier temps, demandé de changer sa façon de penser et de développer ses connaissances sur :

- les auxiliaires et leur biologie
- les interactions avec les ravageurs auxquels ils sont associés (Gendrier et al., 1999)

En parallèle, le rôle de l'environnement et l'aménagement autour des parcelles ont constitué des axes d'étude privilégiée pour enrichir ces connaissances.

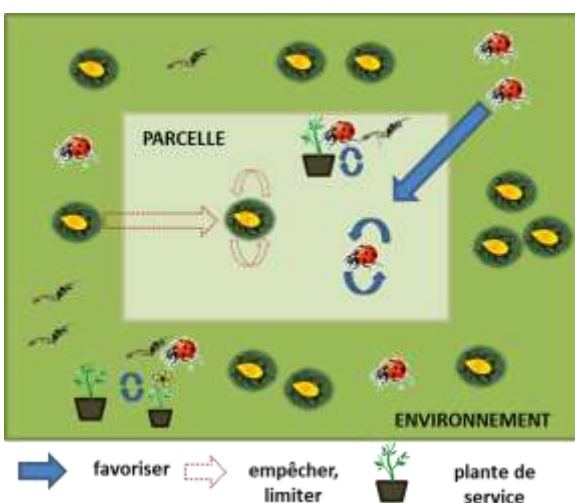
Les 1ers essais menés à partir des années 2000 ont donc consisté dans un premier temps à évaluer la faune auxiliaire naturellement présente dans les pépinières, son intérêt par rapport aux problématiques rencontrées et les moyens pour la mettre à profit. Différents matériels ou techniques d'observation et d'échantillonnage de la faune ont été utilisés suivant les SDC (Tab. 1). Les inventaires concernant l'environnement des parcelles ont été effectués principalement sur les périodes 2000 à 2009.

A partir de ces observations, il a pu être montré que la diversité biologique (ravageurs et auxiliaires) sur le site expérimental était relativement faible (quantitativement et qualitativement) et constante suivant les années. Par ailleurs, la régulation par les auxiliaires indigènes n'était pas suffisante en raison d'un décalage naturel entre les pics des ravageurs et l'arrivée des prédateurs et d'un faible taux de parasitisme, conduisant à des dégâts non acceptables sur les cultures. La mise en place d'abris à insectes n'est pas apparue pertinente (seuls quelques individus de *Chrysoperla lucasina* retrouvés en fin d'hiver), contrairement à l'implantation d'une haie composite (composée de plusieurs espèces végétales avec plusieurs niveaux de végétation), qui a permis d'augmenter la biodiversité globale du site.

En parallèle, il était également nécessaire de pouvoir évaluer quantitativement, la nuisance des ravageurs présents sur le site. Une méthodologie adaptée a ainsi dû être développée pour évaluer la pression sanitaire, ainsi que des seuils de nuisibilité. Le plus souvent, des classes de présence des différents stades de ravageurs sont utilisées et les auxiliaires dénombrés. Les seuils sont alors affinés petit à petit à partir des observations de terrain sur la biologie des bioagresseurs. Plusieurs outils peuvent être utilisés en appui : suivi climatique, piégeage, plantes de services, voire modélisation.

La pertinence de l'apport d'auxiliaires exogènes a été envisagée dans un second temps, en complément de l'aménagement de l'environnement pour le rendre favorable aux auxiliaires (indigènes et exogènes).

Les objectifs (Fig. 2 ci-dessous et Fig. 7 p.7) visent notamment à :



- limiter par tous les leviers (agro-techniques, biotechniques, biologiques, génétiques ou chimiques) le développement de ravageurs dans les cultures
- augmenter la présence des auxiliaires dans l'environnement, via l'utilisation de bandes fleuries et de haies composées
- empêcher ou limiter le transfert des ravageurs environnants : utilisation de plantes pièges, barrières physiques
- attirer vers et maintenir dans les parcelles les auxiliaires présents dans l'environnement par la présence de plantes fleuries ou de plantes relais (proies alternatives)

Figure 2 : Objectifs de la PBI en milieu ouvert (*Objectives of integrated control in the open space*)

Le choix du (des) mode(s) d'intervention, doit alors être raisonné en fonction de l'historique faunistique et des contraintes du site.

Tableau 1 : Diversité faunistique relevée dans les différents essais de 2000 à 2016 (*Faunistic diversity observed from 2000 to 2016 in the experimental cultures*)

Culture	Méthode d'observation	Ravageurs	Auxiliaires associés (naturellement présents ou <u>introduits</u>)
<i>Viburnum tinus</i> L.	2001 - 2002 : piège eau bol jaune (58%) + observation sur culture (42%) 2007 : Piège Barber + piège à battage + observation sur culture 2008-2009 : Abris à insectes 2009-2010 : plantes sentinelles (relais)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aphis spiraecola</i> Patch (2001, 2007-2008) • <i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbach (2001, 2007-2008) • <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> Bouche (2001) • Collemboles (2007) • Cicadelles vertes (2007) • <i>Lygus</i> sp. (2007) 	<ul style="list-style-type: none"> • Coccinelles (2007-2013) • Chrysopes (2007-2009, <u>2010-2013</u>) • Hyménoptères parasitoïdes (2007-2009, <u>2010-2013</u>) • Araignées (2007-2013)
<i>Elaeagnus</i> × <i>submacrophylla</i> 'Ebbingei' Servett.	2001 : 80% piège eau bol jaune + 20% observation sur culture 2002 à 2006 : piège eau bol jaune + observation sur culture 2009 : Observations et échelles de notations 2010 : piège englué + observations et prélèvement sur la culture	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cacopsylla fulguralis</i> Kuwayama (2001-2006, 2008) • <i>Capitophorus elaeagni</i> Del Guercio (2001-2006) • <i>Succinea putris</i> Linnaeus (2002) • <i>Nezara viridula</i> Linnaeus (punaise, 2004-2006) • Chrysoméridés (<i>Altica</i> sp., 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chrysoperla carnea</i> Stephens (2001-2003) • <i>Aphidius</i> sp (2003) • <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus (2003-2005) • <i>Rhagonycha fulva</i> Scopoli (2005-2006) • <i>Anthocoris nemorum</i> Linnaeus (<u>2008-2010</u>) • <i>Adalia bipunctata</i> Linnaeus (<u>2009-2010</u>) • <i>Orius</i> sp. (<u>2009-2010</u>)
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	2001 à 2006 : piège eau bol jaune + observation sur culture Niveau de nuisibilité non établi (2001)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aphis gossypii</i> Glover (bol jaune) (2001) • Cicadelle (bol jaune) (2001) • Chrysoméridés (altise, 2001-2003) • <i>Aphis</i> sp (2002-2003) • <i>Chalcoides</i> sp (altise) (2002-2003) • <i>Succinea putris</i> • Chenilles • Aleurodes, 2002 • <i>Thrips tabaci</i> Lindeman (2003-2006) • <i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall (2003) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Adalia bipunctata</i> (2002-2003) • <i>Coccinella septempunctata</i> (2002-2005) • <i>Adalia decempunctata</i> Linnaeus (2002) • <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> Linnaeus (2002) • <i>Episyrrhus balteatus</i> De Geer (2002) • <i>Chrysoperla carnea</i> (2002-2006) • <i>Aphidius</i> sp. (2002-2003) • <i>Orius minutus</i> Linnaeus (2003-2006) • <i>Rhagonycha fulva</i> (2005-2006)
<i>Photinia</i> × <i>fraseri</i> Dress	2001 à 2006 : piège eau bol jaune + observation sur culture 2007 : Piège Barber + piège à battage + observation sur culture 2009 : Observations et échelles de notations 2010 : piège englué + observations et prélèvement sur la culture 2008-2009 : Abris à insectes 2009-2010 : plantes sentinelles (relais)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aphis gossypii</i> (2002-2009) • <i>Aphis spiraecola</i> (2002-2007) • <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas (2002) • Thrips (2002) • <i>Aphis fabae</i> Scopoli (2003-2007) • <i>Lygus pratensis</i> Linnaeus (2003-2007) • <i>Acronicta rumicis</i> Linnaeus (2004-2006) • <i>Coecimorpha pronubana</i> Hübner (2004-2006, 2012-2016) • <i>Nephrotoma appendiculata</i> Pierre (2003) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chrysoperla carnea</i> (2002-2006, <u>2008-2013</u>) • <i>Chrysoperla affinis</i> Stephens (<u>2009</u>) • <i>Aphidius</i> sp (2002-2006), <i>Aphidius colemani</i> (<u>2009-2013</u>) • <i>Aphidoletes aphidimyza</i> Rondani (2002-2006) • <i>Scymnus</i> sp (2003-2006) • <i>Adalia bipunctata</i> (2003-2006, <u>2008-2010</u>) • <i>Coccinella septempunctata</i> (2003-2005) • <i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (2003-2006) • <i>Episyrrhus balteatus</i> (2003-2006) • <i>Anthocoris nemorum</i> Linnaeus (2004-2006)

Culture	Méthode d'observation	Ravageurs	Auxiliaires associés (naturellement présents ou introduits)
Photinia x fraseri Dress		<ul style="list-style-type: none"> • Cicadelles vertes (2007-2008) • Altises (2009-2016) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aeolothrips intermedius</i> Bagnall (2004-2006) • <i>Rhagonycha fulva</i> (2005-2006) • <i>Macrolophus caliginosus</i> Wagner (2008-2010) • <i>Aphidius colemani</i> Viereck (2009) • Araignées (2007-2013)
Choisya ternata Kunth	<p>2007 : Piège Barber + piège à battage + observation sur culture</p> <p>2009 : Observations et échelles de notations</p> <p>2010 : piège englué + observations et prélèvement sur la culture</p> <p>2011/2016 : Observations et échelles de notations</p> <p>2015 : plantes de services (pièges)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pucerons (2007), <i>Neomyzus circumflexus</i> Buckton (2013-2016) • <i>Lygus</i> sp. (punaise) (2007) • Cicadelles vertes (2007, 2014-2016) • Collemboles (2007) • <i>Tetranychus urticae</i> Koch (2008-2016) • <i>Cococecimorpha pronubana</i> (2012-2016) • <i>Icerya purchasi</i> Maskell (2013-2015) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Amblyseius andersoni</i> Chant (2008-2010) • <i>Neoseiulus californicus</i> Mc Gregor (2009-2011) • <i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot (2008-2011) • Acariens <i>Trombidae</i>, <i>Crambidae</i> (2013-2016) • <i>Stethorus</i> sp. (2012-2016) • <i>Rodolia cardinalis</i> Mulsant (2014-2015) • <i>Feltiella acarisuga</i> Vallot (2012-2016)
Albizia julibrissin Durazz.	<p>2009 : Observations et échelles de notations</p> <p>2010 : piège englué + observations et prélèvement sur la culture</p> <p>2011 : Observations et échelles de notations</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Acizzia jamatonica</i> Kuwayama (Psylle de l'Albizia) (2008-2009) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Anthocoris nemorum</i> (2008-2012), Orius sp. (2009-2010) • <i>Chrysoperla carnea</i> (2009-2010) • <i>Adalia bipunctata</i> (2009-2011) • <i>Aphidius colemani</i> (2010)
Musa sp.	<p>2009 : Observations et échelles de notations</p> <p>2010 : piège englué + observations et prélèvement sur la culture</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tétranychus urticae</i> (2009-2010) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Neoseiulus californicus</i> et <i>Amblyseius andersoni</i> (2010)
Pittosporum tobira (Thunb.) W.T.Aiton	<p>2011-2015 : Observations et échelles de notations</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aphis spiraeicola</i> (2011) • <i>Aphis fabae</i> (2011-2015) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Adalia bipunctata</i> (2011) • <i>Chrysoperla carnea</i> (2011-2015) • <i>Chrysoperla lucasina</i> Lacroix (2011) • <i>Praon volucre</i> Haliday (2013) • <i>Aphidius colemani</i> (2013-2014) • <i>Coccinella septempunctata</i> (2014) • <i>Episyrrhus balteatus</i> (2011-2015) • Autres hyménoptères parasitoïdes (2011-2015)
Phyllostachys bissetii McClure	<p>2013-2015 : Observations et échelles de notations</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Takecallis</i> sp. (2013-2015) • <i>Schizotetranychus</i> sp. (2013-2015) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Neoseiulus californicus</i>, <i>Amblyseius andersoni</i> et <i>Phytoseiulus persimilis</i> (2013-2015)
Trachelospermum jasminoides (Lindl.) Lem.	<p>2014-2016 : Observations et échelles de notations</p> <p>2015 : plantes de services (sentinelles, relai)</p> <p>2016 :</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aphis spiraeicola</i> (2011) • <i>Tetranychus urticae</i> (2014-2016) • Cicadelles vertes (2015-2016) • <i>Planococcus citri</i> Risso (2015-2016) • <i>Pseudococcus viburni</i> Signoret (2015-2016) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Neoseiulus californicus</i> (2014-2016), <i>Amblyseius andersoni</i> (2014-2015) et <i>Phytoseiulus persimilis</i> (2014-2016) • <i>Scymnus</i> sp (2014-2006) • <i>Chrysoperla carnea</i> et <i>Chrysoperla lucasina</i> (2016) • <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Mulsant (2016)

La partie suivante présente les résultats, stratégies de lutte établis pour les principaux couples bioagresseurs/cultures et ordres de ravageurs. Les comptes-rendus annuels détaillés sont disponibles auprès des auteurs.

RESULTATS

ACCIZIA JAMATONICA (PSYLLE DE L'ALBIZIA) & ALBIZIA JULIBRISSIN (ALBIZIA)

Le psylle de l'albizzia, principal ravageur de la plante, est une espèce à développement estival, nuisible en ville notamment en raison de la quantité importante de miellat produit. Plusieurs générations se chevauchent par an à partir de juin.

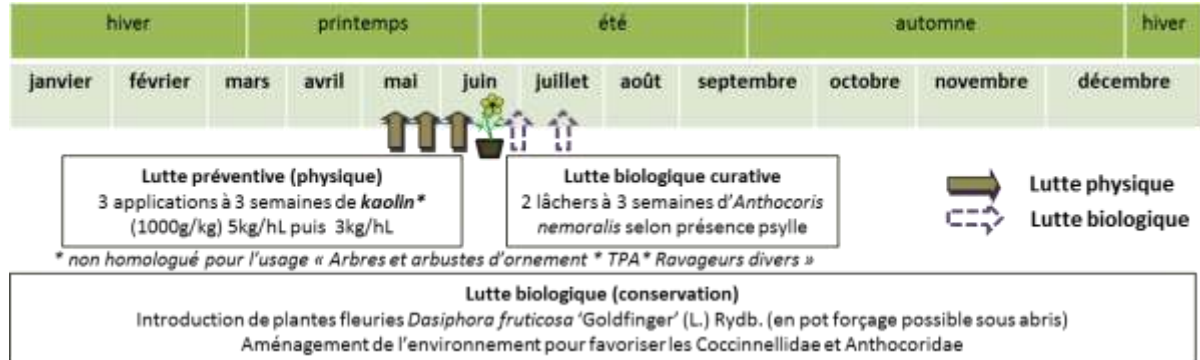


Figure 3 : Stratégie de biocontrôle contre le psylle de l'albizzia en pépinière ornementale
(Biocontrol strategy of the albizzia psylla)

En lutte conventionnelle, 2 à 4 insecticides généralistes sont nécessaires selon les années et la pression sanitaire. L'application d'une barrière physique type kaolin (non homologué en cultures ornementales) peu avant (mi-mai) ou dès la détection des 1ers adultes sortant de diapause permet de réduire les pontes de manière significative. Cette stratégie, combinée à 2 lâchers d'*A. nemoralis* à partir de fin juin suite à la dernière application de kaolin, fournit les meilleurs résultats en s'affranchissant totalement de la lutte chimique. Cependant, il est difficile de maintenir ces punaises prédatrices sur la culture en l'absence de proies. L'association avec des plantes fleuries, notamment la potentille arbustive *Potentilla fruticosa* 'Goldfinger', fournit une source de nourriture alternative aux prédateurs et permet de les maintenir dans l'environnement des cultures. Cette plante est également apparue comme favorable aux punaises du genre *Orius*. Les coccinelles *A. bipunctata* et *H. axyridis*, présentes spontanément, contribuent également au contrôle de ce ravageur, mais sont généralement observées en milieu de saison en cas de forte pression. L'implantation de bandes fleuries et des haies composées est conseillé pour les favoriser.

TETRANYCHUS URTICAE (TETRANYQUE TISSERAND) & CHOISYA TERNATA (ORANGER DU MEXIQUE)

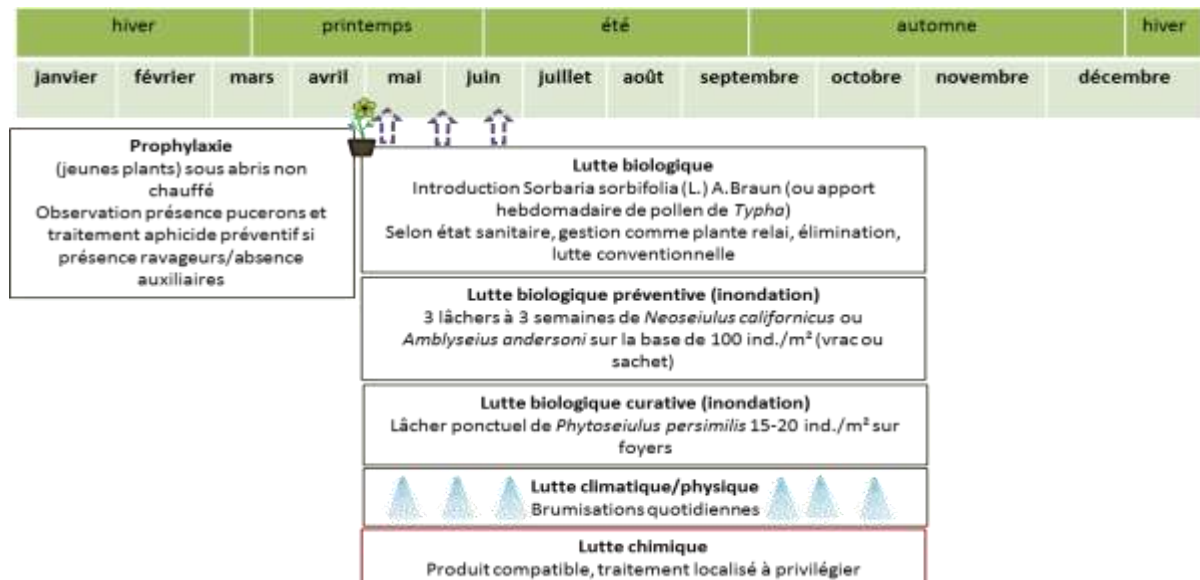


Figure 4 : Stratégie de biocontrôle contre le tétranyque tisserand en culture de Choisya
(Biocontrol strategy of the spider mite on Choisya)

Le Choisy est une plante très sensible au tétranyque tisserand, qui déprécie le feuillage par ses dégâts de piqûre et peut engendrer jusqu'à des chutes de feuilles, voire la mort de la plante.

L'état sanitaire initial des plantes en début de saison impacte fortement la pression en saison et doit donc être évalué préventivement. Les meilleurs résultats en matière de lutte sont obtenus en effectuant 3 lâchers préventifs d'acariens prédateurs, couplés à l'introduction de *Sorbaria sorbifolia* comme plante de services (plante relais tolérant des populations importantes de tétranyques et source de Phytoséiides indigènes, plante à pollen comme nourriture alternative). La présence d'acariens prédateurs indigènes (Trombidae, Crambidae) fournit un contrôle supplémentaire. En cas de fortes populations et dès l'apparition des 1ers dégâts, l'apport de l'acarien prédateur *P. persimilis* permet un bon nettoyage des foyers, en complément avec les prédateurs indigènes qui sont présents tardivement (coccinelles *Stethorus sp.* cécidomyies *Feltiella sp.*). Il ne doit cependant pas être introduit trop tardivement en raison d'un délai de réponse pour s'installer et se multiplier. La lutte physique par brumisation n'est pas à négliger, quand elle est envisageable. Elle permet de créer un micro-climat défavorable aux tétranyques et favorables aux auxiliaires (acariens prédateurs). D'autres bioagresseurs secondaires (pucerons, chenilles, mollusques) peuvent également apparaître ponctuellement, mais se gèrent assez facilement avec les différents leviers de biocontrôle.

APHIS SPIRAECOLA (PUCERON DE LA SPIREE) & PHOTINIA X FRASERI (PHOTINIA DE FRASER)

Différentes espèces de pucerons s'attaquent au photinia mais le puceron de la spirée est le plus virulent. Il provoque des déformations et des blocages des organes en croissance, pouvant fortement déprécier les plantes. C'est une espèce estivale à cycle très rapide et fort taux de multiplication.

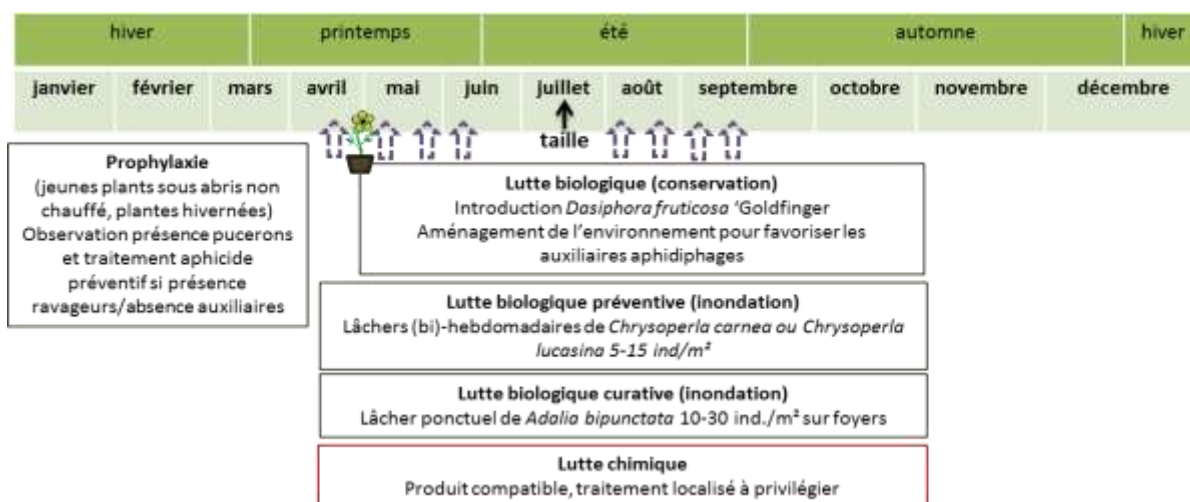


Figure 5 : Stratégie de biocontrôle contre le puceron de la spirée en culture de *Photinia*
(Biocontrol strategy of *Aphis spiraeicola* on *Photinia*)

Dans les différents essais menés, le photinia semble être une culture peu attirante pour les auxiliaires. Les auxiliaires majoritairement observés sont les coccinelles, syrphes et des parasitoïdes (genre *Aphidius*). En début d'année, leur présence ne suffit pas à maîtriser les pucerons avant l'apparition des dégâts, malgré les aménagements de l'environnement. L'introduction de potentilles arbustives dans la culture à un ratio de couverture proche de 5% et la présence d'une haie composée permet néanmoins d'attirer et favoriser ces auxiliaires prédateurs indigènes (jusqu'à une dizaine de syrphes adultes observés/plante). La lutte la plus efficace contre *A. spiraeicola* est obtenue avec des lâchers réguliers de chrysopes (*C. carnea*) à faible-moyenne dose (5-15 ind/m²) pendant les périodes sensibles de pousse en pression faible-moyenne : printemps et fin juillet suite à la taille. En cas de dépassement, un à deux lâchers de coccinelles ou un traitement aphicide compatible permet de casser la dynamique de population du ravageur. Le seuil d'intervention déterminé est faible : dès l'observation de la 1ère colonie avec plusieurs aptères ou en cas de développement linéaire du nombre d'apex avec des petites colonies (fondatrice + larves). La taille estivale de réduction avec évacuation des déchets constitue un moyen complémentaire de lutte. Le coût de la lutte biologique inondative reste cependant un frein

majeur sur cette culture (8-11% du prix de vente). D'autres bioagresseurs secondaires (chenilles) peuvent également apparaître en pépinière ponctuellement, mais se gèrent assez facilement avec les différents leviers de biocontrôle.

ICERYA PURCHASI (COCHENILLE AUSTRALIENNE) & CHOISYA TERNATA (ORANGER DU MEXIQUE)

La cochenille australienne de l'oranger est une espèce émergente depuis quelques années en pépinière ornementale. Très polyphage, cette cochenille estivale possède un fort taux de multiplication et un faible seuil de nuisibilité, ce qui en fait un ravageur d'importance économique.

Les essais menés montrent que l'introduction de la coccinelle spécifique *Rodolia cardinalis*, dès la présence de premières cochenilles femelles avec ovisacs, limite les populations de manière significative. Cependant, pendant les périodes défavorables au prédateur (faibles températures : hiver, printemps), un complément avec un insecticide s'avère nécessaire pour limiter le développement de la cochenille et les dégâts (incorporation possible au rempotage en cultures hors-sol). Par ailleurs, une installation durable de l'auxiliaire n'a pas pu être observée dans nos conditions.

FOCUS SUR LES PLANTES DE SERVICES

Elles sont classées en 2 catégories : celles visant à détourner les ravageurs de la culture et celles attirant/favorisant les auxiliaires. Les plantes sentinelles/indicatrices, plus sensibles que la culture à un ravageur donné, permettent sa détection précoce. Elles peuvent également servir de plantes pièges en cas d'hypersensibilité. Les plantes fleuries et les plantes à pollen (produisant une quantité importante de pollen volatil) fournissent une nourriture alternative pour les auxiliaires polliniphages (Phytoséides).

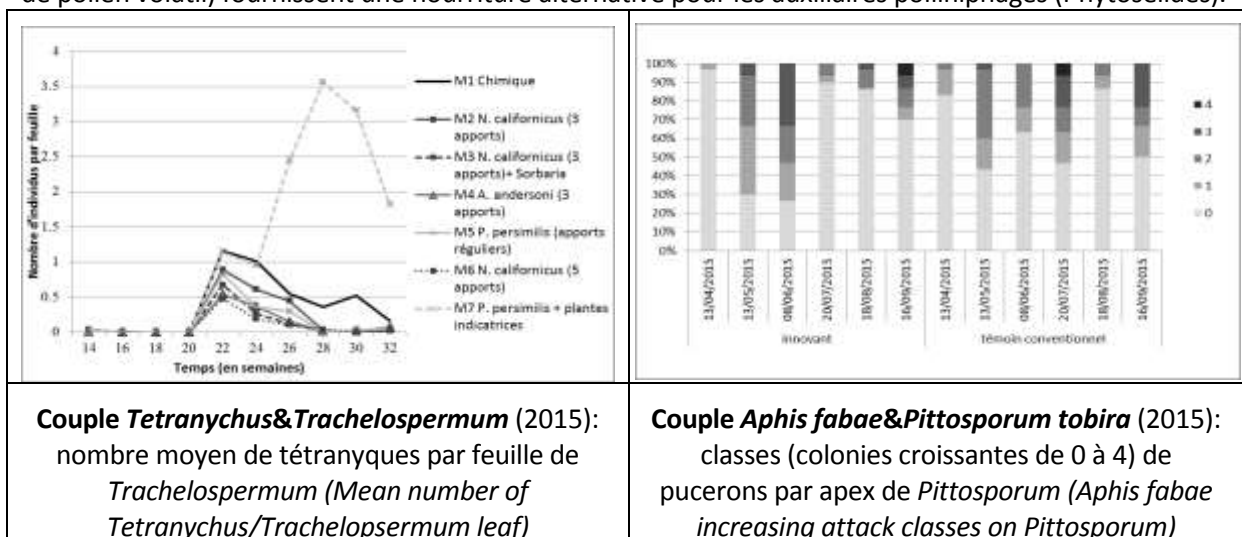


Figure 6 : Evolution des ravageurs dans 2 agrosystèmes horticoles intégrant des plantes de service (Pest evolution in 2 ornamental agrosystems)

En culture de jasmin étoilé (*Trachelospermum jasminoides* (Lindl) Lem.), l'intérêt de l'utilisation de plantes **sentinelles** candidates (*Phaseolus vulgaris* L. 'Contender', *Filipendula vulgaris* Moench et *Ajuga reptans* (L.)), associées à un apport d'auxiliaires, a été évalué. Seul le haricot (Fig. 6, modalité 7) s'est révélé plus attractif que la culture et a permis une détection précoce du ravageur. Cependant, le seuil d'intervention utilisé (Berlinger et al., 1996 ; Matteoni J.A., 2003 ; Ripoll S., 2008) de 12 tétranyques par feuille de plante sentinelle n'a pas permis une réactivité suffisante pour les lâchers de *P. persimilis* et a engendré des dégâts importants sur la culture.

Dans l'agrosystème ***Aphis fabae*&*Pittosporum tobira***, des lâchers réguliers (5-6/saison) de *C. carnea* à 10 ind/m² en période sensible (pousse printanière et estivale), combinés à l'apport de **plantes fleuries** mellifères rigoureusement sélectionnées comme non hôtes d'*A. fabae* (mélange d'annuelles : Asteracées, Fabacées, Apiacées) fournissent les meilleurs résultats pour un ratio de couverture testé de 18% (Fig. 6). En effet, la présence de *Cichorium intybus* (L.) dans le mélange expérimental testé en 2014 a été une source de contamination en pucerons importante. L'apport de parasitoïdes exogènes

n'apparaît par ailleurs pas pertinent. Le seuil d'intervention validé pour les lâchers d'auxiliaires est le suivant : culture présentant plus de 20% d'apex avec ≥ 1 fondatrice ailée + quelques larves et $< 50\%$ de plantes avec des colonies contenant plusieurs fondatrices aptères ou des individus ailés. La réponse des auxiliaires indigènes (coccinelles, syrphes) arrive avec un décalage sur l'expansion des populations de ravageurs, mais contribue à leur régulation.

DISCUSSION

La PBI et sa composante principale la LB, impliquent une mise en œuvre de 3 étapes :

- l'**observation** des abords de la parcelle et de l'**environnement** afin de rechercher les sources potentielles d'auxiliaires et de ravageurs et caractériser la diversité faunistique. Les techniques d'aspiration à grande échelle, bien que coûteuses en temps d'analyse, fournissent une très bonne estimation qualitative et quantitative de cette diversité et des ravageurs/auxiliaires d'intérêt pour le SDC. La connaissance de leur biologie est une étape indispensable pour déterminer les périodes de présence et donc de sensibilité de la culture. Il peut alors être utile de réaliser une étude paysagère et cartographique du parcellaire, afin de matérialiser les phénomènes de puits/sources qui ont lieu au sein de l'environnement. L'utilisation d'indicateurs paysagers permet d'établir des relations entre la disposition spatiale du paysage et les processus écologiques impliqués dans l'agrosystème (Tolle P., 2013). Un programme national (2010-2013) sur la protection biologique en milieu extérieur, piloté par l'institut ASTREDHOR, a ainsi récemment abouti à la création d'un outil de diagnostic visant à évaluer et améliorer cette diversité biologique sur une exploitation horticole.

- le **maintien** et l'**attraction**, d'une année sur l'autre, des **auxiliaires** d'intérêt pour le SDC, à l'aide d'aménagements favorables (plantes fleuries, plantes relais, haies composites, abris). Une attention particulière doit également être portée au choix des espèces dans les mélanges en tenant compte de différents facteurs : accessibilité de la source de nourriture (nectar, pollen, proies), source de ravageurs, attractivité visuelle et olfactive, durée de floraison, dimension, répartition dans l'espace (3 à 5% de la surface en culture). Les espèces stériles (fleur double) ou exotiques (envahissantes) sont à éviter pour leur attractivité moindre pour la faune indigène. Il faut également garder à l'esprit qu'il est généralement plus facile de favoriser un auxiliaire indigène naturellement présent dans la culture que d'en installer un exogène au système. Par ailleurs, même en cas de présence importante dans l'environnement, le transfert vers la culture n'est pas garanti et doit être vérifié par des observations régulières. La création de corridors écologiques autour des parcelles vise à favoriser ce transfert (Baudry et al., 1999). Dans les espaces végétalisés urbains, les efforts mis en œuvre notamment pour développer la trame verte et bleue est en adéquation avec ce principe.

- l'**introduction** saisonnière complémentaire, préventive ou curative, d'**auxiliaires** sur les cultures, notamment lorsque les auxiliaires indigènes sont peu présents. Par ailleurs, l'association avec des plantes de services peut améliorer la répartition temporelle des auxiliaires. Il faut souligner que l'utilisation de parasitoïdes généralistes en extérieur n'a pas montré, pour le moment de résultats très probants dans les différents essais menés.

De nombreux autres leviers (Fig. 7), souvent complémentaires, peuvent être mobilisés dans le cadre de la PBI. Les mesures de prophylaxie ainsi que les différents outils de monitoring (piégeage, plante sentinelle), bien qu'évoqués brièvement, conservent toute leur importance. L'utilisation d'un seuil d'intervention validé et adapté à chaque contexte géographique permet de déterminer la nécessité d'une intervention chimique en cas de dépassement. La LB ne doit alors pas être considérée comme une fin en soi, sous peine de déboucher à un équilibre biologique favorable au bioagresseur et d'engendrer des coûts économiques de lutte trop importants.

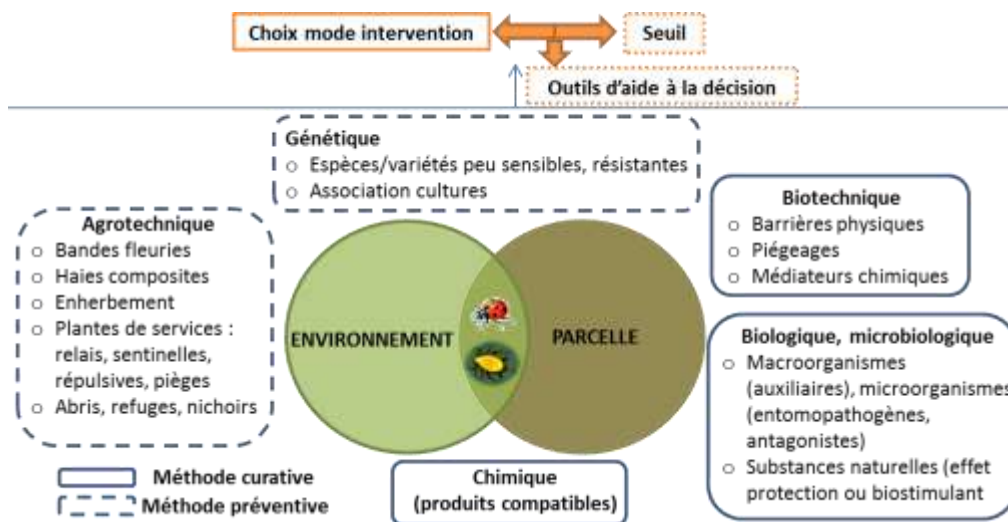


Figure 7 :
Méthodologie globale de la PBI
 (General approach of integrated control)

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 principaux ravageurs sur la gamme ornementale étudiée et de valider un certain nombre de stratégies de PBI en milieu ouvert, basées sur une approche complémentaire entre LB par conservation et augmentation par lâchers inondatifs. Dans ce cadre, la prise en compte de l'environnement (facteurs biotiques et abiotiques) doit constituer le préambule à toute réflexion ultérieure sur une problématique sanitaire donnée. Si le principal frein au développement reste le coût engendré par la lutte biologique inondative, d'autres contraintes viennent cependant s'ajouter et nécessitent d'être prises en compte en ville : contexte pédoclimatique anthropisé, morcellement des habitats naturels, contraintes et encadrement des aménagements, souci d'esthétisme, fréquentation des sites. Pour autant, cette réflexion offre des perspectives pour les espaces végétalisés urbains, soumis à une pression réglementaire croissante, et s'intègrent parfaitement dans les stratégies alternatives déjà mises en œuvre.

BIBLIOGRAPHIE

- Baudry J., Burel F., 1999. Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. *Edition TEC et DOC*, Paris, 359p.
- Berlinger M. J., Lok-Van Dijk B., Dahan R., Lebiush-Mordechai S., Taylor R. A. J. Indicator Plants for Monitoring Pest Population Growth. *Annals of the Entomological Society of America*, 1996, vol. 89, n°5, p. 611-622.
- Cortesero A.M., Le Ralec A., Saulais J., Ezanic A., Baudry J., Bischoff A., Jaloux B., Parisey N., Salvadori O., Tricault Y., 2011. Structure du paysage en parcelles de Brassicacées : impact sur les insectes phytophages et leurs ennemis naturels. AFPP - 9ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier, Oct. 2011. 1 p.
- Fayolle P., 2014. Une palette végétale XXL à Nancy. *Le lien horticole*, 9 avril 2014, 881, 7.
- Ferre A., 2008. La P.B.I en culture extérieure ou sous abri ouvert. *PHM- Revue Horticole*, 506, 26-32
- Gendrier J.-P., Lichou J., Baudry O., Orts R., Rondeau S., Soing P. & Mandrin J.-F. (1999). Outils de pilotage. Bonnes pratiques en arboriculture fruitière. Editions Ctifl, Paris, 202 p.
- 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.

- Martinez M., Germain J.-F., Streito J.-C., 2014. Actualités entomologiques : nouveaux insectes ravageurs introduits en France métropolitaine. AFPP - 10 conférence internationale sur les ravageurs en agriculture : Montpellier, Oct. 2014
- Matteoni J. A. Economics of banker plant systems in Canadian greenhouse crops. 1st International Symposium on Biological Control of Arthropods : Washington : U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2003. P154-155.
- Ripoll S. Analyse préliminaire pour l'élaboration de stratégies de lutte biologique en cultures diversifiées sous abris. 65 p. Mémoire de fin d'études : Montpellier : Université de Montpellier ; CIVAM BIO 66 : 2008.
- Piasentin J., 2010. Application de la protection biologique intégrée sur les cultures en milieu ouvert. *Terres d'innovation*, 64p.
- Tolle P., 2013. Protection Biologique Intégrée en cultures extérieures hors-sol de la filière pépinière. *Rapport du Projet Astredhor*, 58p.
- Unep, 2014. Les villes les plus vertes de France Palmarès 2014. Dossier de Presse, 27 p.