

**AFPP – DIXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RAVAGEURS EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 22 ET 23 OCTOBRE 2014**

**AUXILIAIRES ET AUTRE ENTOMOFAUNE ASSOCIES AUX PHYTOPTES DU NOISETIER : SYNTHÈSE DE
QUATRE ANNEES D'OBSERVATIONS**

R. ROUZES ⁽¹⁾, M. MERCADAL ⁽²⁾, L. RAMADE ⁽³⁾, B. GUERY ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Entomo-Remedium, 646 route du Rouquey 33550 Tabanac - France

⁽²⁾ Association Nationale des Producteurs de Noisette, Lamouthe BP 10 47290 Cancon – France

⁽³⁾ Unicoque, Lamouthe BP 10 47290 Cancon – France

⁽⁴⁾ Direction Régionale de l'Alimentation de l'Agriculture et de la Forêt – Service Régional de
l'Alimentation Aquitaine, Domaine de la Grande Ferrade CS 20032 33882 Villenave d'Ornon Cedex –
France

RÉSUMÉ

Les phytoptes du noisetier sont des acariens de la famille des Eriophyidae. Ce sont des ravageurs cécidogènes provoquant la modification des bourgeons en galles. De 2010 à 2013 des inventaires et des observations de la diversité des ennemis naturels de ces ravageurs ont été réalisés en France. Des auxiliaires appartenant à différents groupes taxonomiques ont été observés principalement des acariens Phytoseiidae, hyménoptères Eulophidae et diptères Cecidomyiidae. Certains de leurs traits de vie ont pu être caractérisés à l'intérieur des galles.

Mots-clés : Noisetier, Phytopte, Auxiliaires, Phytoseiidae, Biodiversité.

ABSTRACT

NATURAL ENEMIES AND OTHER ENTOMOFAUNA ASSOCIATED WITH OF HAZELNUT BIG BUD MITES: SYNTHESIS OF FOUR YEARS OF OBSERVATIONS

Hazelnut gall mites belong to the family Eriophyidae. They induce gall by a transformation of buds. From 2010 to 2013, surveys of diversity of natural enemies of these pests were carried out in France. Natural enemies of different taxonomic groups have been observed, mainly Phytoseiidae mites, Hymenoptera Eulophidae, Diptera Cecidomyiidae. Some of their biological characteristics have been characterized within the gall.

Keywords: Hazel, Big bud mite, Natural enemies, *Phytoseiidae* mites, Biodiversity.

INTRODUCTION

Les phytoptes, acariens de la famille des Eriophyidae, sont parmi les principaux ravageurs du noisetier (Villaronga *et al.*, 1988 ; Viggiani, 1994). Ils provoquent la modification des bourgeons floraux et végétatifs qui prennent un aspect en galle, du fait de l'hypertrophie des tissus de leurs écailles. Les dégâts dans les vergers peuvent s'élever à 20 % de perte de rendement (Kantz, 1974; Ozman et Toros, 1997). Le terme phytopte désigne deux espèces d'acariens eriophyides : *Phytoptus avellanae* (Nalepa) qui provoque la formation de galles et *Cecidophyopsis vermiformis* (Nalepa) qui vit et se nourrit dans les galles sans induire lui-même la modification des bourgeons en galles (Ozman et Toros, 1997). La distinction des deux espèces étant très difficile, la littérature a souvent occulté la présence de cette deuxième espèce au profit de *P. avellanae* qui cause le plus de dommage. Ces acariens sont difficilement contrôlés par les traitements acaricides car ils se trouvent protégés à l'intérieur des galles. Chaque printemps, ils émergent de leur abri pour migrer vers les nouveaux bourgeons axillaires. Cette migration est longue et dure en moyenne 86 jours (Webber, 2007). Les vergers de noisetier renferment des auxiliaires de ces acariens qui participent à leur régulation naturelle. Durant leur migration, sous formes libres, les phytoptes sont souvent attaqués par des prédateurs souvent généralistes. Les plus représentés sont des espèces Héteroptères Anthocoridae et Miridae, Neuroptères Coniopterygidae et Chrysopidae, Coléoptères Coccinellidae (Scymninae), Diptères de différentes familles ainsi que de nombreux acariens prédateurs (Pantaleoni et Tavella, 2006). L'acarofaune des noisetiers est très riche et compte une multitude d'espèces d'acariens utiles appartenant à différents groupes: Mesostigmata (Phytoseiidae, Ascidae) et Prostigmata (Tydeidae, Anystidae, Bdellidae, Cunaxidae et Trombidiidae). Une étude menée dans les vergers de noisetier de Turquie au bord de la mer noire, entre 1999 et 2000, a révélé la présence de 47 espèces prédatrices réparties en 19 familles (Cobanoglu et Ozman, 2002). Les Phytoseiidae sont des prédateurs bien connus des Eriophyidae, on compte une vingtaine d'espèces dans les vergers de noisetiers Italiens (Nicotina et Viggiani, 1985 ; Tsolakis *et al.*, 1999) et Ozman-Sullivan (2006) mentionne l'existence de 13 espèces dans les vergers de noisetier en Turquie. *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) et *Typhlodromus intercalaris* (Livshits & Kuznetsov) sont les Phytoseiidae les plus communs sur noisetier en Europe (Krantz, 1974; Arzone, 1984; Viggiani, 1994b). Ces deux espèces peuvent pénétrer et évoluer à l'intérieur des galles où elles se nourrissent de *P. avellanae* et *C. vermiformis* durant une grande partie de l'année (Cobanoglu, 1992 ; Ozman, 1995 ; Tsolakis et Ragusa, 1999 ; Ozman et Cobanoglu, 2001 ; Cobanoglu et Ozman, 2002).

Deux autres prédateurs sont également et particulièrement associés aux phytoptes : l'hyménoptère Eulophidae *Aprostocetus eriophyes* (Taylor) et le diptère Cecidomyiidae *Arthrocnodax coryligallarum* (Targioni-Tozzetti) dont les larves vivent à l'intérieur des galles et se nourrissent des phytoptes (Hovasse, 1930 ; Pesante, 1962; Arzone, 1984 ; Skuhrava, 1994, Castagnoli et Oldfield, 1996). Pour finir, d'autres acariens et insectes acarophages tels que : *Tydeus spp.*, *Agistemus sp.*, *Zetzellia sp.*, *Orius minutus* (Linnaeus) et un thysanoptère prédateur ont été observés à l'intérieur des galles (Arzone, 1984 ; AliNiazee, 1994; Ozman et Cobanoglu, 2001).

Des agents pathogènes notamment des champignons microscopiques peuvent également parasiter ces phytoptes. Ces champignons, que l'on peut qualifier d'acaropathogènes, développent des filaments qui emprisonnent les acariens et engendrent leur mort (Pesante, 1962). La littérature mentionne la présence de plusieurs genres : *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hirsutella*, *Cephalosporium* et *Sporothrix* (Pesante, 1962 ; McCoy, 1996). Le champignon *Verticillium lecanii* (Zimmerman) a montré une efficacité de 99,5 % sur des phytoptes contenus à l'intérieur de galles (Ozman & Cobanoglu, 2001).

En France, peu ou pas de données existent quant à la faune d'auxiliaires associés aux phytoptes à l'intérieur des galles. Durant les 4 campagnes de 2010 à 2013, différents prélèvements et observations ont été réalisés dans le bassin de production de la noisette du Lot et Garonne qui représente 98% de la production en France. Cette étude vise à synthétiser l'ensemble de ces observations et à améliorer la connaissance de cette faune dans le contexte de lutte biologique dans les vergers français.

MATERIEL ET MÉTHODE

De 2010 à 2013, des prélèvements de galles ont été effectués dans différents vergers de noisetier du Lot et Garonne. Différentes observations sur la diversité et le cycle biologique des auxiliaires ont été réalisées en laboratoire. Les autres composantes de la mésofaune ont également été inventoriés.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Tableau I : Résumé des observations réalisées de 2010 à 2013 dans des vergers de noisetiers ;
Summary of the observations carried out from 2010 to 2013 in hazelnut orchards.

Années	Site	Période	Variété	Réalisation
2010	Galapian (47190) 44°18'37.41"N 0°24'38.92"E	09/04 au 28/05	Corabel	<ul style="list-style-type: none">• Observations des galles : prélèvements de 4 galles (<i>fréquence : 1 fois / 7 jours ; nb : 8</i>)
2011	Saint Sardos (47360) 44°20'18.95"N 0°30'33.17"E	18/03 au 06/05	Corabel Pauetet	<ul style="list-style-type: none">• Observations des galles : prélèvements de 4 galles / verger (<i>fréquence : 1 fois / 7 jours ; nb : 10</i>)• Suivi des émergences de la mésofaune des galles : prélèvement de 100 galles le 01/04
2011 - 2012	Razac d'Eymet (24500) 44°41'33.0"N 0°27'27.0"E	Hiver	Corabel	<ul style="list-style-type: none">• Observations d'une dizaine de galles
2012	Tourtrès (47380) 44°30'26.20"N 0°24'50.35"E	06/03 au 22/05	Corabel Pauetet	<ul style="list-style-type: none">• Observations des galles : prélèvements de 12 galles / verger (<i>fréquence : 1 fois / 15 jours ; nb : 6</i>)• Suivi des émergences de la mésofaune des galles : prélèvements de 100 galles / verger (<i>fréquence : 1 fois / 15 jours ; nb : 6</i>)
2013	Cancon (47290) 44°32'24.9"N 0°36'04.1"E	19/02 au 21/05	Pauetet	<ul style="list-style-type: none">• Observations des galles : prélèvements de 12 galles (<i>fréquence : 1 / 7 jours ; nb : 13</i>)

OBSERVATIONS DES GALLES

Chaque galle est disséquée au laboratoire et la mésofaune présente est dénombrée sous loupe binoculaire. En 2010 et 2011, seuls les acariens Phytoseiidae et quelques organismes remarquables ont été comptabilisées, les autres n'ont pas fait l'objet de notations spécifiques. Les années suivantes, 2012 et 2013, l'ensemble de la mésofaune observée a été systématiquement identifiée. Les acariens Phytoseiidae ont fait l'objet de davanatage d'attention en distinguant les différents stades de développement pour caractériser la dynamique des populations. Pour chaque prélèvement, une partie de ces acariens ont été montés entre lames et lamelles (après un éclaircissage dans l'acide lactique) et identifiés grâce à la clef d'identification des acariens prédateurs (Kreiter et Bourdonnaye, 1993). Certains individus ont été identifiés par S. Kreiter et M.-S. Tixier (Montpellier SupAgro, UMR CBGP).

SUIVI DES EMERGENCES

Après collecte, une partie des galles a été maintenue dans des éclosiers à insectes pendant 15 jours à température et humidité constante (25°C et 75 % HR). Après un bref passage au congélateur pour tuer les individus, les insectes ayant émergé ont été récupérés par tamisage puis identifiés sous loupe binoculaire grâce aux clefs d'identification spécifiques (Delvare et Aberlenc, 1989 ; Millaire *et al.*, 1974). Certains individus ont été identifiés par G. Delvare (CIRAD, UMR CBGP).

DONNÉES SUPPLEMENTAIRES

Des prélèvements de galles supplémentaires ont été réalisés durant l'hiver 2010-2011 sur le site d'essai produit du SRAL Aquitaine en Dordogne à Razac d'Eymet (24500) afin d'apporter des informations supplémentaires sur cette communauté durant l'hiver.

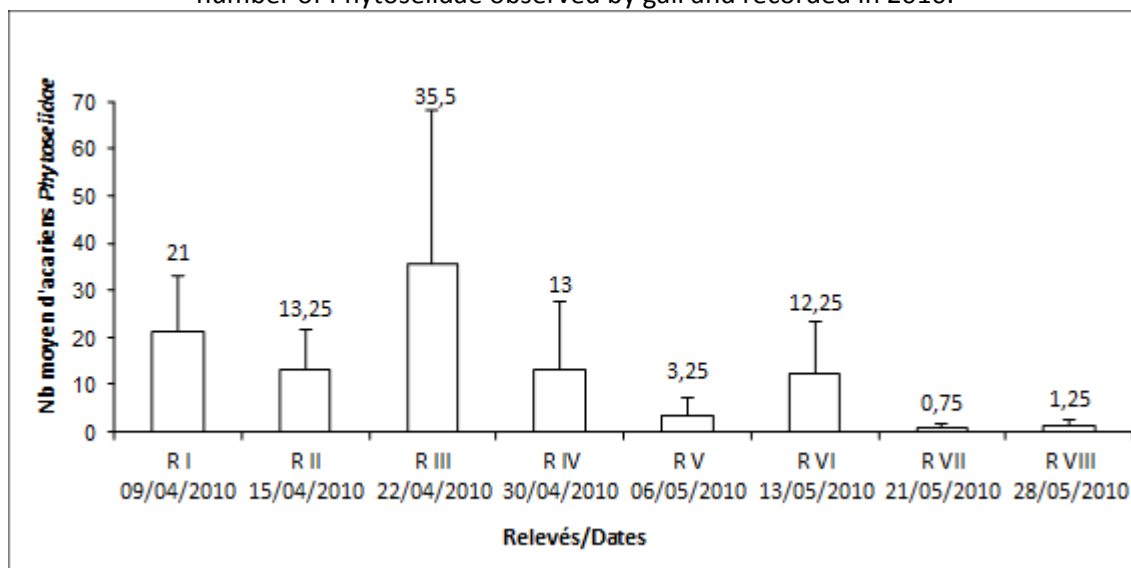
RESULTATS

ANNEE 2010

Observations des galles

Dans les 32 galles prélevées de la variété Corabel, 401 acariens Phytoseiidae ont été comptabilisés durant les 7 semaines de l'étude. Le nombre moyen de Phytoseiidae par galle a oscillé entre 0,75 (21/05) et 35,5 (22/04). Le maximum d'individus correspond à la date du 22/04 avec 75 individus observés uniquement dans une seule galle (Fig 1). Un échantillon de 35 individus a été envoyé le 18/05 à Montpellier SupAgro pour identification. Une seule espèce : *Kampimodromus langei* (Wainstein & Arutunjan) était présente.

Figure 1 : Nombre moyen de Phytoseiidae observés par galle et par relevé en 2010 ; Average number of Phytoseiidae observed by gall and recorded in 2010.



Une autre espèce auxiliaire a été également observée, il s'agit de 2 individus Hyménoptères de la famille des Eulophidae *A. eriophyes* collectés lors du relevé n°1 (09/04). L'identification de cette espèce a été validée par G. Delvare lors de précédents prélèvements en 2009.

Au fur et à mesure de la saison, la densité des phytotes diminue et la présence d'œufs suit la même courbe (Rouzes *et al.*, 2011). A partir du relevé n°5 (06/05), les galles prélevées ne présentent pas ou peu de phytotes cantonnés au coeur, la périphérie est systématiquement contaminée par des champignons acaropathogènes.

En ce qui concerne les autres compartiments de la biodiversité, cinq larves de Coleoptères mycétophages de 3 à 4 mm se nourrissant du mycélium des champignons ont été collectées : le 15/04, le 06/05, le 13/05 et le 28/05. Elles ont été mises en élevage et l'identification des adultes émergés a permis d'identifier leur famille : Latridiidae. Enfin, des acariens saprophytes du genre *Tyrophagus spp.*

se nourrissant des tissus en décomposition des galles, ont été trouvés lors du relevé n°6 (13/05) dans une galle en état de pourrissement avancé.

Données supplémentaires

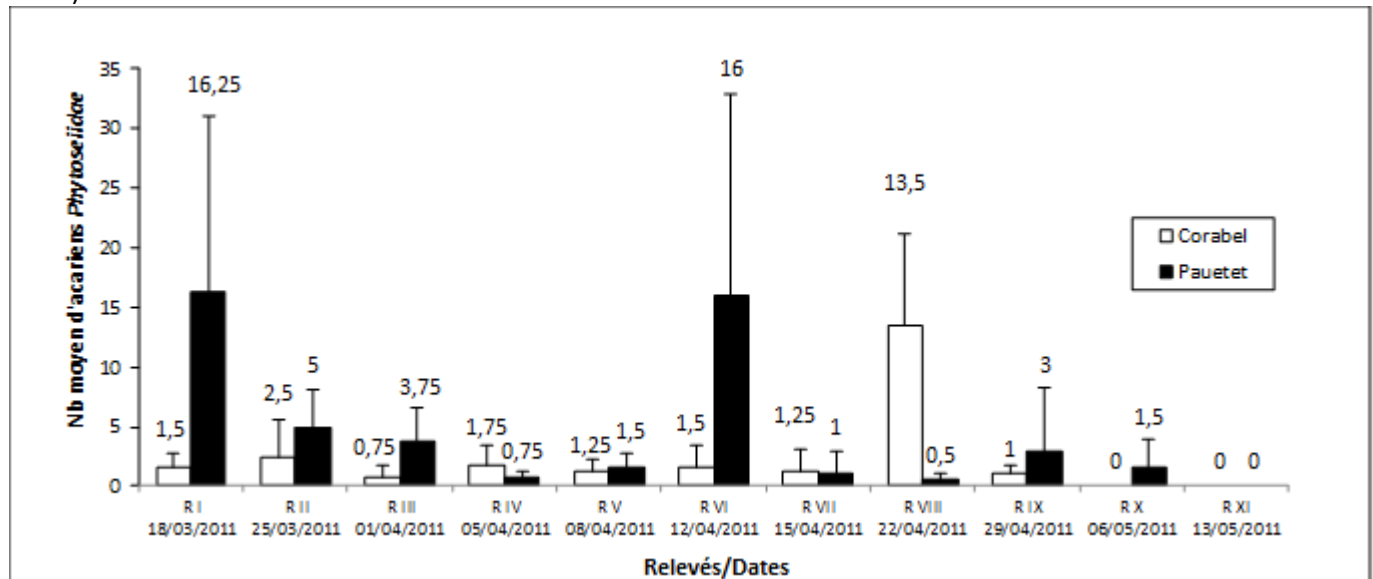
Durant l'hiver 2010-2011, la dissection d'une dizaine de galles sur le site d'essai produit du SRAL Aquitaine (Razac d'Eymet, Dordogne) a mis en évidence la présence de nombreux Phytoseiidae (> 30 individus/galle) et d'autres organismes comme une punaise prédatrice adulte Anthocoridae *Orius niger* (Wolff 1811) et 1 Thysanoptère adulte non identifié.

ANNEE 2011

Observations des galles

En 2011, durant les 10 semaines d'étude, 40 galles ont été prélevées pour les 2 variétés étudiées. Au total, 297 Phytoseiidae ont été comptabilisés (Corabel : 100 ; Pautet : 197).

Figure 2 : Nombre moyen de Phytoseiidae observés par galle et par relevé pour les deux variétés étudiées en 2011 (Corabel : blanc et Pautet : noir) ; Average number of Phytoseiidae observed by gall and recorded for both varieties studied in 2011 (Corabel : white and Pautet : black).



- Variété Corabel : le nombre moyen de Phytoseiidae par galle a oscillé entre 0 (06/06) et 13,5 (22/04). Le maximum d'individus récoltés correspond à la date du 22/04 avec un total de 54 individus. (Fig 3, barres blanches).
- Variété Pautet : le nombre moyen de Phytoseiidae par galle a oscillé entre 0 (13/06) et 16,25 (18/03). Les maximum d'individus récoltés correspondent aux dates du 18/03 et du 12/04 avec au total 64 et 65 individus observés. (Fig 2, barres noires).

Aucun échantillon n'a été analysé afin de déterminer les espèces de Phytoseiidae.

Tout comme les observations de 2010, des Hyménoptères *A. eriophyes* ont été observés dans les galles sous formes larvaire, nymphale ou adulte du 11/03 au 12/04 (6 individus pour Corabel et 11 individus pour Pautet). A partir du 25/03 les galles étaient systématiquement contaminées par des champignons, d'abord sur les écailles externes puis dans l'intégralité de chaque galle.

Suivi des émergences

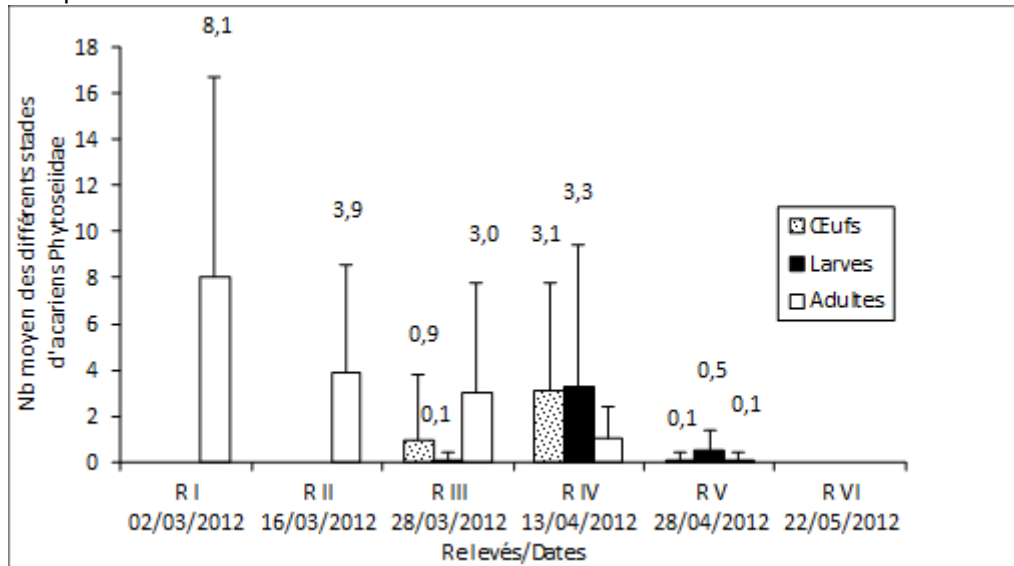
Le 01/04, 100 galles de chaque variété ont été récoltées afin de réaliser un suivi d'émergence. Pour la variété Pautet tous les individus émergés appartenaient à l'espèce *A. eriophyes* (N = 20). Pour la variété Corabel, la majorité des individus émergés (93 %) étaient *A. eriophyes* (N=39). Les taxons auxquels appartenaient les autres individus étaient les suivants : Diptère Cecidomyiidae (N=1), Thysanoptère (N=1) et Coléoptère *Latridiidae* mycétophage (stade larvaire). Pour cause de détérioration, nous n'avons pas pu identifier à l'espèce la cécidomyie et le thrips. Toutefois la cécidomyie pourrait appartenir à l'espèce gallicole prédatrice de phytoptes : *A. coryligallarum*.

ANNEE 2012

Observations des galles

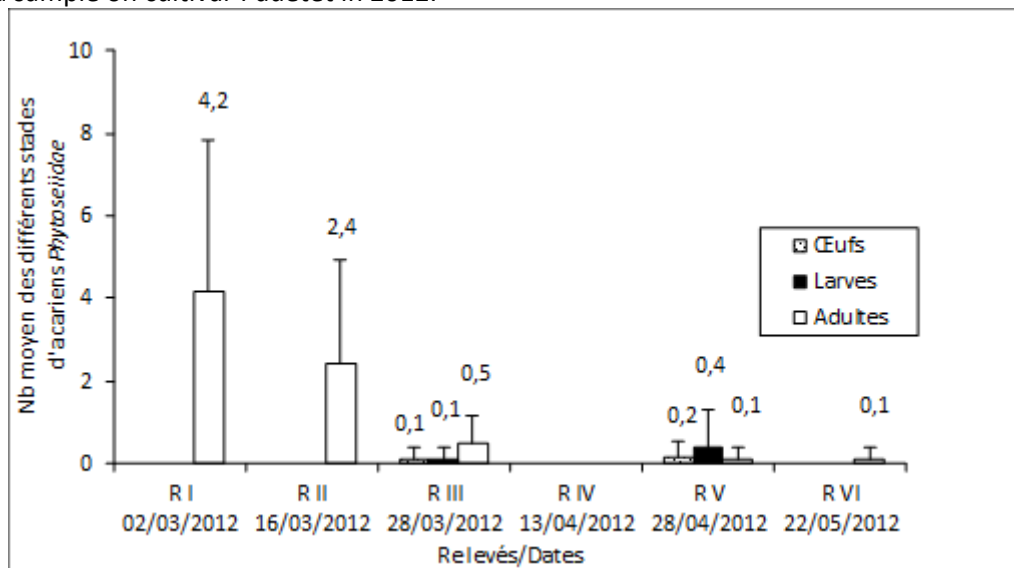
L'étude 2012 s'est étalée sur 12 semaines et 72 galles ont été observées pour les 2 variétés étudiées. Au total, 384 phytoseiides, œufs, larves et adultes confondus, ont été comptabilisés (Corabel : 288 ; Pauetet : 96).

Figure 3 : Nombre moyen des différents stades de Phytoseiidae observés par galle et par relevé sur variété Corabel en 2012 ; Average number of different stages of Phytoseiidae observed by gall and sample on cultivar Corabel in 2012



Variété Corabel : les adultes (N=193) ont représenté 67 % des observations. Présents durant les 4 premiers relevés (02/03 au 13/04), leur densité a ensuite décliné. Les larves (N=46) et les œufs (N=49) ont fait leur apparition à partir du relevé n°3 (28/03) avec des maximums lors du relevé n°4 (13/04) où leurs nombres étaient supérieurs à celui des adultes. Enfin, aucun Phytoseiidae n'a été signalé lors du relevé n°6 (22/05). (Figure 3). 24 acaridien adultes ont été identifiés tout au long de l'étude, les individus appartenait tous à un seul genre: *Kampimodromus sp.* (Tableau II, variété Corabel).

Figure 4 : Nombre moyen des différents stades de Phytoseiidae observés par galle et par relevé sur variété Pauetet en 2012 ; Average number of different stages of Phytoseiidae observed by gall and sample on cultivar Pauetet in 2012.



Variété Pauetet : les adultes (N=87) ont représenté 90 % des observations. Ils étaient majoritairement présents durant les 3 premiers relevés (02/03 au 28/03) puis comme précédemment leur densité a diminué. Les larves (N=6) et les œufs (N=3) ont fait leur apparition à partir du relevé n°3 (28/03) avec des maximums lors du relevé n°5 (28/04) où leurs nombres étaient supérieurs à celui des adultes. Enfin, aucun Phytoseiidae n'a été signalé lors du relevé n°4 (13/04). (Figure 5). 14 acariens adultes ont été identifiés tout au long de l'étude, les résultats ont montré la présence de 4 espèces dans la zone Pauetet dominée par le genre *Kampimodromus sp.* (Tableau II, variété Pauetet).

Tableau II : Espèces de Phytoseiidae identifiées dans les galles des deux variétés Pauetet et Corabel par dates de prélèvement ; Phytoseiidae species identified in the galls of both varieties Pauetet and Corabel by sampling dates.

Variétés	Espèces de <i>Phytoseiidae</i>	Dates de prélèvement						Total
		02-03	16-03	28-03	13-04	28-04	22-05	
Pauetet	<i>Kampimodromus sp.</i> (Nesbitt)	5	4	2	0	0	0	11
	<i>Neoseiulella tiliarum</i> (Oudemans)	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Neoseiulus andersoni</i> (Chant)	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor)	0	0	1	0	0	0	1
Corabel	<i>Kampimodromus sp.</i> (Nesbitt)	9	5	9	1	0	0	24

Outre les Phytoseiidae, il existe une diversité importante d'organismes dans les galles prélevées (Tableau III). Les acariens représentent respectivement 54 % et 91 % des organismes inventoriés sur les variétés Corabel et Pauetet. On observe plusieurs familles dont des acariens mycétophages *Tyrophagus sp.* très bien représentés dans les galles de la variété Pauetet (N=295) mais aussi des *Czenspinksia sp.* caractérisés par deux tâches rouge sur leur opisthosoma. Sur la variété Corabel, des acariens Tydeidae (N=25) et phytophages *Tetranychopsis horridus* (Canestrini & Fanzago) (N=10) ont été notés. Les insectes ont représenté respectivement 46 % et 9 % des organismes inventoriés sur les variétés Corabel et Pauetet. Ils se sont répartis essentiellement en Hyménoptères A.eriophyes (Corabel N=10 ; Pauetet N=13) et en Coléoptères mycétophages Latridiidae (Corabel N=16 ; Pauetet N=6). D'autres insectes ont également été notés dont certains potentiellement auxiliaires : des larves de Diptère Cecidomyiidae, des larves de Thysanoptères et des punaises prédatrices *Anthocoridae*.

Suivi des émergences

Du 02/03 au 22/05, 560 galles de chaque variété ont été prélevées afin de réaliser un suivi d'émergence. La zone Corabel a présenté une entomofaune plus grande (N=307) et plus diversifiée (14 taxons) que la zone Pauetet (N=101 en 9 taxons). Deux taxons ont dominé les émergences : l'hyménoptère *A.eriophyes* (Corabel N=69, 22% du total ; Pauetet N=67, 66% du total) et une espèce de Coléoptère mycétophage de la famille *Latridiidae* (Corabel N=177, 58% du total; Pauetet N=19, 19%). Les Hyménoptères étaient majoritaires lors des premiers relevés alors que les Coléoptères sont devenus majoritaires en fin d'étude. Parmi les autres taxons émergés on a retrouvé différentes espèces d'auxiliaires, notamment dans la zone Pauetet une coccinelle du genre *Stethorus sp.* prédatrice d'acariens phytophages tétranyques. Dans la zone Corabel, 4 Diptères Cecidomyiidae adultes *A. coryligallarum* prédatrice des phytophages ont été observées après tamisage. L'identification de ces individus a été confirmée par Eric Pierre (CBGP). Les autres émergences se sont réparties en plusieurs familles de Coléoptères, d'autres Hyménoptères appartenant à la catégorie des parasitoïdes comme *Trioxys pallidus* (Haliday) dont l'hôte est le puceron jaune *Myzocallis coryli* (Goeze). Parmi les autres taxons intéressants, on trouve des adultes de punaises prédatrices *Anthocoridae Orius sp.* et des araignées.

Tableau III : Inventaire 2012 et 2013 des taxons observés au sein des galles des deux variétés Pauetet et Corabel, Résultats en nombre (N) et en pourcentage (%) d'individus ; Inventory 2012 and 2013 of taxa observed within galls in cultivars Pauetet and Corabel ; results in number and percentage of specimens

Taxons		2012		2013	
		Pauetet	Corabel	Corabel	
		Nb	Nb	Nb	
ACARI	Acariens <i>Phytoseiidae</i>	Œufs	3(0,7%)	49(13,1%)	47(6,8%)
		Larves	6(1,4%)	46(12,3%)	23(3,3%)
		Adultes	87(19,9%)	193(51,5%)	412(59,6%)
	<i>Acaridae Tyrophagus sp.</i>		295(67,4%)	6(1,6%)	126(18,2%)
	Tydeidae		0(0%)	25(6,7%)	4(0,6%)
	<i>Winterschmidtidae Czempinskia sp.</i>		3(0,7%)	41(1,1%)	15(2,2%)
	<i>Tetranychidae Tetranychopsis horridus</i>		0(0%)	10(2,7%)	3(0,4%)
	Autres acariens (Non Identifiés)		14(3,2%)	2(0,5%)	20(2,9%)
INSECTA	Hyménoptères <i>A. eriophyes</i>	Larves	8(1,8%)	6(1,6%)	7(1,0%)
		Nymphes	5(1,1%)	4(1,1%)	5(0,7%)
	Diptères <i>Cecidomyiidae</i> larves		2(0,5%)	2(0,5%)	2(0,3%)
	Diptères Nématocères		0(0%)	2(0,5%)	0(0%)
	Coléoptères <i>Latridiidae</i>	Larves	5(1,1%)	16(4,3%)	0(0%)
		Adultes	1(0,2%)	0(0%)	0(0%)
	Hémiptères Aphididae		0(0%)	2(0,5%)	5(0,7%)
	Hémiptères <i>Aphididae</i> momifiés (parasités)		2(0,5%)	0(0%)	0(0%)
	Hémiptères <i>Anthocoridae Orius sp.</i>		0(0%)	2(0,5%)	0(0%)
	Hémiptères <i>Miridae</i>		0(0%)	0(0%)	1(0,1%)
	Thysanoptères	Larves	7(1,6%)	6(1,6%)	20(2,9%)
Adultes		0(0%)	0(0%)	1(0,1%)	
Total		438 (100%)	375 (100%)	691 (100%)	

ANNEE 2013

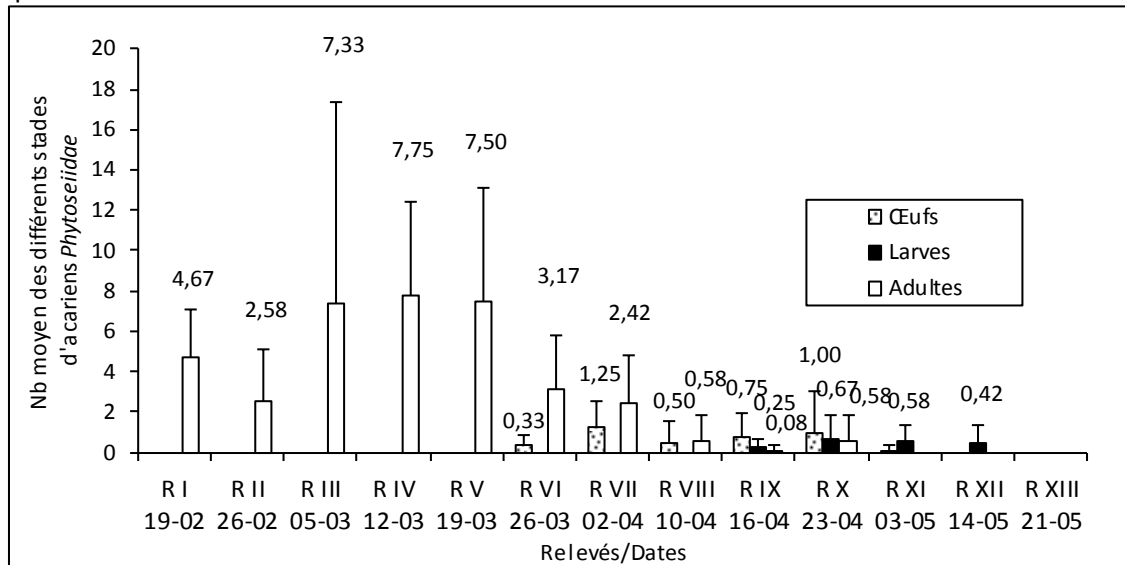
Observations des galles

L'étude 2013, s'est étalée sur 13 semaines et 156 galles de la variété Pauetet ont été observées. Au total, 482 Phytoseiidae, œufs, larves et adultes confondus, ont été comptabilisés. Les adultes (N=412) ont représenté 85 % des observations. Ils ont été notés majoritairement durant les 7 premiers relevés (19/02 au 02/04) puis comme en 2012, leur densité a diminué. Les œufs (N=47) ont fait leur apparition à partir du relevé n°6 (26/03) avec un maximum lors du relevé n°7 (02/04). Les larves (N=23) ont fait leur apparition à partir du relevé n°9 (16/04) avec un maximum lors du relevé n°10 (23/04). Enfin, aucun Phytoseiidae n'a été signalé lors du dernier relevé (21/05). Parmi ces observations, 29 acariens adultes ont été prélevés et identifiés tout au long de l'étude. On retrouve la dominance du genre *Kampimodromus sp.* représentant 86 % des identifications, les autres individus se partagent en *Neoseiulella tiliarum* (Oudemans), *Neoseiulus californicus* (McGregor) et une 3^{ième} espèce non identifiée.

Dans cette étude, on trouve également d'autres organismes dans les galles prélevées (Tableau III). Les acariens, exceptés les Phytoseiidae ont représenté 80 % des organismes inventoriés. Ce sont majoritairement, les familles et genres décrits précédemment : *Tyrophagus sp.* (N=126), *Czempinskia sp.* (N=15), Tydeidae (N=5) et des phytophages *T. horridus* (N=3). Les insectes ont représenté seulement 20 % des observations. On retrouve essentiellement l'hyménoptère *A. eriophyes* (N=12) présent lors des premiers relevés et des thrips adultes et larves (N=21). 9 des 21

individus ont été envoyés à Valérie Balmes de l'ANSES qui les a déterminé en tant que *Drepanothrips reuteri* (Uzel). D'autres insectes ont également été notés dont des larves de Diptère Cecidomyiidae (N=2) et une larve de punaises Miridae.

Figure 5 : Nombre moyen des stades de Phytoseiidae observés par galle et par relevé sur variété Pautetet en 2013 ; Average number of stages of Phytoseiidae observed by big bud gall and sample on cultivar Pautetet in 2013.



DISCUSSION

LES ACARIENS PHYTOSEIIDAE

Les Phytoseiidae forment la communauté d'auxiliaire la plus dense dans les galles. Selon les années, les moyennes maximales varient de 4,2 à 35,5 acariens par galles avec des maximums pouvant dépasser les 50 individus. Ces chiffres sont largement supérieurs à ceux établis par Arzone (1984) dans une étude italienne où elle mentionnait la présence de 2 à 6 acariens par galle colonisée par l'espèce *K. aberrans*. La synthèse de ces quatre années d'observations, montre que le genre *Kampimodromus sp.* domine, sur les 102 individus prélevés dans les galles et identifiés : 93 % appartiennent à ce genre. Ces résultats sont en accord avec les informations fournies par la littérature qui considère *K. aberrans* et *T. intercalaris* comme les espèces les plus communes dans les vergers de noisetiers (Krantz, 1974; Arzone, 1984; Viggiani, 1994b). Les autres individus minoritaires se répartissent en 4 espèces : *N. tiliarum*, *N. californicus*, *Amblyseius andersoni* (Chant) et une espèce non identifiée. La nouveauté de ce travail provient de la caractérisation de la dynamique de ces acariens dans les galles notamment en 2012 et 2013. En début d'année, février-mars, seuls des adultes sont observés à l'intérieur des galles. Cette observation, étayée avec les données complémentaires réalisées durant l'hiver 2010-2011, montre que ces individus adultes passent la mauvaise saison à l'intérieur des galles comme l'avaient suggéré plusieurs études (Cobanoglu, 1992; Ozman, 1995; Tsolakis et Ragusa, 1999; Ozman et Cobanoglu, 2001; Cobanoglu et Ozman, 2002). Les individus femelles pondent ensuite leurs œufs à l'intérieur des galles vers fin mars-début avril au milieu des colonies de phytopte sur lesquelles vont se développer les larves pendant le mois d'avril. Début mai, ces mêmes larves vont progressivement quitter les galles qui se détériorent, pour coloniser le feuillage des noisetiers où elles pourraient d'autres types de proies notamment des acariens Tetranychidae comme *T. horridus* et de nourriture comme du pollen.

LES AUTRES AUXILIAIRES

Les dissections des galles et les différents suivis d'émergence ont permis d'établir un catalogue des organismes auxiliaires présents dans les galles occasionnés par les phytophages. L'espèce prépondérante

est l'Hyménoptère *Eulophidae A. eriophyes* dont les larves et les nymphes (N=54) ont été retrouvées dans 13 % des galles disséquées. Les suivis d'émergence d'adultes en 2011 et 2012 montre un taux variant de 10 % à 30 % de galles colonisées. Arzone (1984) avait également signalé l'importance de cette espèce parasitoïde spécifique aux phytoptes et annonçait dans son étude que 90 % des galles étudiées étaient colonisées par 1 à 2 individus de *A. eriophyes*. Il apparaît que cette espèce est majoritaire en début de prélèvement de galles (février-mars) au stade larvaire, les premières nymphes étant visibles début mars. Les adultes doivent probablement émerger courant mars jusqu'en avril. Les larves semblent être solitaires, aucune observation n'a montré une forme de grégarisme au sein des galles. Un autre auxiliaire, cité dans la littérature et présent dans les galles des vergers français est la cécidomyie prédatrice *A. coryligallarum*. Ce diptère a été retrouvé à des niveaux beaucoup plus modestes : seulement 6 larves observées après dissection des galles et 5 adultes par suivi d'émergence soit un taux de colonisation variant de 0,4 % à 1,4 %. Généralement les larves sont observées de mars-avril jusqu'en mai et il est possible d'avoir plusieurs larves au sein d'une même galle. D'autres prédateurs, plus généralistes ont été également retrouvés, il s'agit des punaises Anthocoridae du genre *Orius* sp. (N=7 individus). Ces punaises semblent également prédater les autres acariens notamment les Phytoseiidae et d'après les observations réalisées durant l'hiver 2010-2011, elles peuvent hiverner à l'intérieur des galles. D'autres prédateurs ont également été inventoriés notamment la coccinelle acarophage *Stethorus* sp., une autre punaise appartenant à la famille des *Miridae* probablement une larve de *Deraeocoris lutescens* (Schilling) ainsi que plusieurs espèces d'araignées. On a pu également noté, en fin d'étude, la présence de momies de pucerons jaunes parasités probablement par l'*Aphidiinae T. pallidus*. Concernant l'existence d'un Thysanoptère potentiellement prédateurs de phytoptes cité par Arzone (1984), nos investigations n'ont pas permis de le confirmer. Les individus adultes retrouvés en 2013 ont été identifiés comme étant une espèce phytophage polyphage : *D. reuteri*. Néanmoins, il est possible que les larves observées en début d'études appartiennent à une espèce prédatrice. Enfin pour conclure cette partie, dans chaque étude, les galles prélevées en fin de cycle, fin avril-mai, présentent un développement de champignons qui croissent au dépens des colonies de phytoptes. Aucune de ces espèces n'a été identifiée mais elles pourraient appartenir aux genres auxiliaires cités dans la littérature : *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hirsutella*, *Cephalosporium* et *Sporothrix* (Pesante, 1962 ; McCoy, 1996).

AUTRE MESOFAUNE

Une diversité d'organismes a été observée au sein des galles causées par les phytoptes. Au total, une vingtaine de taxons a été dénombrée dont une part importante sont des acariens. C'est le cas de plusieurs genres et familles incluant des espèces mycétophages et saprophages comme *Tyrophagus* sp. (N=427) mais aussi des Tydeidae (N=29) dont la biologie est peu connue. Concernant les insectes, les observations ont montré la présence de Coléoptères mycétophages *Latridiidae* dans ce milieu. Sur les 4 années d'observation, 92 adultes et 131 larves ont été notés. Ces insectes apparaissent plutôt en fin de cycle (avril-mai), leurs larves se nourrissent des champignons acaropathogènes qui se développent sur les colonies de phytoptes.

CONCLUSION

Ces 4 années d'observation de la mésofaune française contenue dans les galles de phytoptes du noisetier montrent la place prépondérante des acariens Phytoseiidae dans la régulation de ces ravageurs mais également l'existence d'autres auxiliaires spécifiques comme l'Hyménoptère *Eulophidae A. eriophyes* et la Cécidomyie *A. coryligallarum*. Sans oublier l'omniprésence, en fin de cycle, des champignons qui se développent sur les colonies de phytoptes. La galle offre refuge, couvert et pouponnière pour ces auxiliaires mais elle n'abrite pas que ce groupe fonctionnel. On observe une succession dans le temps de différentes communautés d'espèces qui vont exploiter les différentes ressources et abris qu'offre la galle dont l'aspect physiologique évolue au cours de la saison. La galle, induite par l'action d'un ravageur, le phytopte, est finalement un microcosme bien

particulier où se cotoient, de façon éphémère, prédateurs, super-prédateurs, ravageurs et organismes mycétophages et saprophages.

REMERCIEMENTS

Merci à l'ensemble de l'équipe technique de l'ANPN et d'UNICOQUE pour leurs conseils tout au long de l'expérimentation. Merci au SRAL Aquitaine et particulièrement à Bernard Guéry pour la mise à disposition du matériel et des locaux nécessaires au bon fonctionnement de l'étude. Merci aux différents acarologues et entomologistes qui ont permis l'identification spécifique de différents taxons : Marie-Stephane Tixier (CBGP), Gerard Delvare (CBGP), Eric Pierre (CBGP) et Valérie Balmes (ANSES). Merci à Marion, Leyla et Bernard pour la relecture de cet article. Merci à Malika pour son aide précieuse.

BIBLIOGRAPHIE

- Aliniaze M.T., 1980 - Insect and mite pests of filberts. *Oregon Agricultural Experimental Station Bulletin*, 643, 1-13.
- Aliniaze M.T., 1994 - Insect pest management in hazelnut orchards of North America. *Acta Horticulturae*, 351, 543-549.
- Arzone A., 1984 - Due fitomizi dannosi al nocciolo: l'acaro delle gemme e il Miride degli amenti. *Atti Convegno Internazionale sul Nocciuolo, Avellino, Italy, 22-24 settembre 1983*, 199-204.
- Castagnoli M., Oldfield G.N., 1996. Other fruit trees and nut trees. *In* : Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J. (Editors) *Eriophyoid mites – Their biology, Natural Enemies and Control*. 543-559.
- Cobanoglu S., Ozman S.K., 2002 - Beneficial mite species of hazelnut orchard ecosystems from the Black Sea Region of Turkey. *Proceedings of the 2nd meeting of WG 4: Prague, 30–31 may 2002, Bio-control of arthropod pests in the stored products*. 91–99.
- Cobanoglu S., 1992 - An annotated list of mites on Hazel of Turkey. *Israel Journal of Entomology*, 25, 35-40.
- Delvare G., Aberlenc H.P., 1987. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : clés pour la reconnaissance des familles. CIRAD Dépt. GERDAT. Montpellier, 302 p.
- Hovasse R., 1930 - Les insectes nuisibles au noisetier en Turquie. *Revue de Pathologie Vegetale et d'Entomologie Agricole*, 17, 407-412.
- Krantz G.W., 1974 - The rôle of *Phytocoptella avellanae* (Nal.) and *Cecidophyopsis vermiformis* (Eriophyoidea) in big bud of filbert. *Proceedings of Fourth International Conference on Acarology, Austria* 201-208.
- Kreiter S., Bourdonnaye D., 1993. Les typhlodromes, acariens prédateurs: Clé simplifiée d'identification. *Cahiers de Phytoma*, 4, 11p.
- McCoy C.W., 1996. Pathogens of eriophyoid mites. *In* : Lindquist E.E., Sabelis M.W., Bruin J. (Editors) *Eriophyoid mites – Their biology, Natural Enemies and Control*. 481-490.
- Millaire H.G., Baggiolini M., Gruys P., Steiner H., 1974. Les Organismes auxiliaires en verger de pommiers. OILB/SROP. Wageningen, 242 p.
- Nicotina M., Viggiani G., 1985 — Distribuzione e densità stagionali delle popolazioni degli acari fitoseidi in nocciolati della Campania. *Atti XIV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo, 28 maggio-1 giugno, Italy*, 729–732.
- Ozman S.K., 1995. Ecological studies with an emphasis on the population fluctuations and host relations of big bud mites [*Phytocoptella avellanae* (Nal.) and *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) (Eriophyoidea: Acarina)] on filbert in Black Sea region. Ankara University, Turkey.
- Ozman S.K., Cobanoglu S., 2001 - Current status of hazelnut mites in Turkey. *Acta Horticulturae*, 556, 479-487.
- Ozman S. K., Toros S., 1997 - Damage caused by *Phytoptus avellanae* Nal. and *Cecidophyopsis vermiformis* Nal. (Eriophyoidea: Acarina) in hazelnut. *Acta Horticulturae*, 445, 537-541.

- Ozman-Sullivan S. K., 2006 - Life history of *Kampimodromus aberrans* as a predator of *Phytoptus avellanae* (Acari: Phytoseiidae, Phytoptidae). *Experimental and Applied Acarology*, 38, 15-23.
- Pantaleoni R.A., Tavella L., 2006. Le avversità del nocciolo in Italia : gli arthropodi utili nei corilet italiani. *Petria*, 16, 135-148.
- Pesante A., 1962 - L'acarioso delle gemme del nocciolo. *Bollettino del Laboratorie Sperimentale e Osservatorio de Fitopatologia, Torino*, 27-74.
- Rouzes R., Guéry B., Sarraquine J. P., 2011 - Development of a method of monitoring big bud mites species *Phytoptus avellanae* (Nal.) et *Cecidophyopsis vermiformis* (Nal.) [Acari: Eriophyoidea] pests of hazel, in order to optimize treatment *In : Les Cochenilles: ravageur principal ou secondaire. 9ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, SupAgro, Montpellier, France, 25-27 octobre 2011. Association Française de Protection des Plantes (AFPP)*. 209-218.
- Skuhrava, 1994 - The zoogeography of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of the Czech Republic. Review of gall midge species including zoogeographical diagnoses. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 58, 79-126.
- Tsolakis H., Ragusa E., Ragusa Di Chiara S., 1999 - Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) associated with hazelnut *Corylus avellana* with observations on their distribution on plants. *M. Canard V. Beyssat-Arnaouty Proceedings, Symposium Applied Biological Control in Mediterranean Countries, 25–29 October 1998, Cairo, Egypt 1999*. 229.
- Tsolakis H., Ragusa S., 1999 — Overwintering of phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) on hazelnut (*Corylus avellana*) in Sicily (Italy). *In : Bruin J., van der Geest L.P.S., Sabelis M.W. (eds.), Ecology and Evolution of the Acari. Kluwer Acad. Publ.* 625–635.
- Viggiani G., 1994 - Beneficial predators and parasitoids in hazelnut agroecosystem. *Acta Horticulturae*, 351, 89-583.
- Villaronga P., Garcia M.F., 1988 - The tetranychid mites and their natural enemies of hazelnut cultivation in Catalonia. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 18, 54-44.
- Webber J.D., 2007. Phenology of hazelnut big bud mites in Canterbury and implications for management. Thesis at Lincoln University, Lincoln, New Zeland, 126p.