

IOBC/WPRS

Working Group

**"Integrated Control of Fruit Orchards"
"Subgroup Pear Orchards"**

OILB/SROP

**Groupe de Travail
"Lutte intégrée en Vergers"
"Sous-groupe Poirier"**

**5e COLLOQUE INTERNATIONAL
SUR POIRIER**

**Cesena (Italie)
11-15 Octobre 1993**

**Edité par
G. Briolini, T.X. Nguyen & D. Verzone**

**IOBC/WPRS Bulletin
Bulletin OILB/SROP Vol.17(2) 1994**

The IOBC/WPRS Bulletin is published by the International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS)

Le Bulletin OILB/SROP est publié par l'Organisation Internationale de Lutte Biologique et Intégrée contre les Animaux et les Plantes Nuisibles, Section Régionale Ouest Paléarctique (OILB/SROP)

Copyright IOBC/WPRS 1994

Address General Secretariat:
INRA Station de Recherches de Zoologie et d'Apiculture
Domaine Saint-Paul Cantarel
Route de Marseille - B.P. 91
84143 MONTFAVET
France

ISBN 92-9067-060-9

PREFACE

Il s'agit de la 5ème dans les séries de nos réunions du sous-groupe de travail Poirier. En effet, la première a lieu à Toulouse, France en 1983. Ensuite, c'est la Table Ronde à Yakima, U.S.A. en 1986, puis la Table Ronde à Changins, Suisse en 1988, enfin le Colloque international à Alcobaça, Portugal, en 1989.

Mais, il faut signaler que la première rencontre effective des chercheurs en vergers, a eu lieu à l'occasion du 5e Symposium de "Lutte intégrée dans les vergers" en 1974 à Bolzano, Italie. Dans ce Symposium, nous pouvons noter entre autres les communications du Dr. Baggioini (Suisse), des Docteurs Audemard, Bassino, Milaire et Thiault (France), du Dr. Briolini (Italie).

Vingt ans déjà et nous sommes de nouveau à Cesena en Italie pour le 5e Colloque International sur "Poirier". Le chemin est long, semé de difficultés et d'embûches, mais les chercheurs sont très méritoires avec leur patience et leur enthousiasme. Dr. Arzone et Briolini sont parmi ceux-la, car ils sont encore présents parmi nous. Nous regrettons l'absence de Dr. Stäubli (Suisse) et de Dr. Burts (USA) qui participaient activement à tous les Colloques et Table-rondes précédents. Ils sont excusables car ils sont appelés à assumer d'autre responsabilité importante dans leur pays respectif.

Ce Colloque a lieu pendant une période de récession économique, ce qui limite la participation d'un grand nombre de chercheurs de différents pays. Nous souhaitons que la situation va s'améliorer dans trois ans.

Nous remercions toutes les personnalités du Comité d'Organisation qui facilitent la réussite matérielle du Colloque.

Nous remercions toutes les personnalités du Comité Scientifique qui animent efficacement les séances plénières.

En raison de la limitation de notre livret à 200 pages maximum, nous présentons nos excuses aux auteurs qui ne retrouverons pas la présentation initiale de leur texte. Nous encourageons les lecteurs à écrire aux auteurs pour obtenir des renseignements supplémentaires sur les communications présentées.

25 Octobre 1993
T. X. NGUYEN

**SCIENTIFIC COMMITTEE - COMITE SCIENTIFIQUE
COMITATO SCIENTIFICO**

CHAIRMAN

NGUYEN THANH XUÂN, PAUL SABATIER UNIVERSITY, TOULOUSE (F)

MEMBERS

A. ARZONE, UNIVERSITY OF TORINO (I)

E.H. BEERS, WASHINGTON STATE UNIVERSITY (USA)

G. BRIOLINI, UNIVERSITY OF BOLOGNA (I)

B. DRUKKER, UNIVERSITY OF AMSTERDAM (NL)

L.J. GUT, WASHINGTON STATE UNIVERSITY (USA)

M.E. SOLOMON, INSTITUTE OF HORTICULTURAL RESEARCH, EAST MALLING (GB)

**ORGANIZING COMMITTEE - COMITE D'ORGANISATION
COMITATO ORGANIZZATIVO**

E. PREGER, MAYOR OF CESENA

M.L. BARGOSSA, COMMISSIONER OF AGRICULTURE, PROVINCE OF FORLÌ-CESENA

S. MAZZI, PRESIDENT, CHAMBER OF COMMERCE OF FORLÌ

D. SCARPELLINI, PRESIDENT, AGRI CESENA

P. BARONIO, UNIVERSITY OF VITERBO

G. BRIOLINI, UNIVERSITY OF BOLOGNA

LIST OF PARTICIPANTS - LISTE DES PARTICIPANTS - ELENCO DEI PARTECIPANTI

NOME FIRST NAME PRENOM	COGNOME FAMILY NAME NOM	ENTE BODY ORGANISATION	INDIRIZZO ADDRESS ADRESSE	TELEFONO PHONE TELEPHONE	FAX FAX TELECOPIE
Gino	Angeli	Istituto Agrario	38010 S.MICHELE A.A. TN Italia	(+39) 461 615222	(+39) 461 650872
Angela	Antropoli	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351568	(+39) 51 251052
Alessandra	Arzone	Dipart. di Entomologia e Zoologia, Univ. di Torino	Via P. Giuria, 15 10126 TORINO, Italia	(+39) 11 6505644	(+39) 11 6687016
Nadia	Baldassari	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351553	(+39) 51 251052
Cristina	Barbara	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 3515	(+39) 51 251052
Piero	Baronio	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351553	(+39) 51 251052
Omer	Baudry	Ctifl Centre de Lanxade - Prignonieux	BP 21 24130 LA FORCE, France	(+33) 53 580005	(+33) 53 581742
Elizabeth H.	Beers	Washington State University Tree Fruit Research and Extension Center	1100 North Western Avenue WENATCHEE, WA 98801 USA	(+1) 509 6638181	(+1) 509 4545646
Jean	Berengier	MSD Agvet	43 rue de Villiers 92200 NEUILLY, France	(+33) 47 480209	(+33) 47 579380
Giovanni	Briolini	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351553	(+39) 51 251052
Jay F.	Brunner	Washington State University Tree Fruit Research and Extension Center	1100 North Western Avenue WENATCHEE, WA 98801 USA	(+1) 509 6638181	(+1) 509 6628714
Elisa	De Berardinis		Viale delle Regioni, 35 63017 PORTO S.GIORGIO AP Italia	(+39) 734 675741	Senza fax No Fax Pas de télécopie
Luciano	De Fanti	Osservatorio per le Malattie delle Piante	Lungadige Capuleti, 11 37100 VERONA, Italia	(+39) 45 8676511	(+39) 45 8008996
Katalin	Deseö	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351567	(+39) 51 251052

iii

LIST OF PARTICIPANTS - LISTE DES PARTICIPANTS - ELENCO DEI PARTECIPANTI

NOME FIRST NAME PRENOM	COGNOME FAMILY NAME NOM	ENTE BODY ORGANISATION	INDIRIZZO ADDRESS ADRESSE	TELEFONO PHONE TELEPHONE	FAX FAX TELECOPIE
Bastiaan	Drukker	Dept. of Pure and Applied Ecology, University of Amsterdam	Kruislaan 320 1098 SM AMSTERDAM Nederland	(+31) 20 5257736	(+31) 20 5257754
Roberto	Ferrari	Istituto Sperimentale per la Zoologia Agraria	Via Lanciola 50125 CASCINE DEL RICCIO Italia	(+39) 55 209187	(+39) 55 209177
Giampiero	Faccioli	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351566	(+39) 51 251052
Diego	Forti	Istituto Agrario	38010 S.MICHELE A.A. TN		(+39) 461 650872
Marco	Fusè	MSD-Agvet	Via Montecassino, 1 20021 BOLLATE MI, Italia	(+39) 2 38200858	(+39) 2 38200859
Vincenzo	Girolami	Istituto di Entomologia, Università di Padova	Via Gradenigo, 6 35131 PADOVA, Italia	(+39) 49 8071337	(+39) 49 773976
Larry J.	Gut	Washington State University Tree Fruit Research and Extension Center	1100 North Western Avenue WENATCHEE, WA 98801 USA	(+1) 509 6638181	(+1) 509 6628714
David R.	Horton	USDA-ARS	YAKIMA, WA 98902 USA		(+1) 509 4545646
Efthimios	Kapatos	Plant Protection Institute	P.O. Box 303 38001 VOLOS, Hellas	(+30) 421 60601	(+30) 421 68921
Milanko	Kedic'	Plantation 'Pinki'	SREMSKA MITROVICA Yugoslavia		(+38) 11 626845 c/o Zoran Sabic'
Carlos	Matias	Estação Nacional de Fruticultura de Vieira Natividade	Estrada de Leiria, Apartado 158 2460 ALCOBAÇA, Portugal	(+351) 62 597188	(+351) 62 596221
Thanh Xuân	Nguyen	Laboratoire d'Entomologie, Université Paul Sabatier	118, Route de Narbonne, 31062 TOULOUSE Cedex, France	(+33) 61 556434	(+33) 61 556000
Edison	Pasqualini	Istituto di Entomologia, Università di Bologna	Via Filippo Re, 6 40126 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 351559	(+39) 51 251052

LIST OF PARTICIPANTS - LISTE DES PARTICIPANTS - ELENCO DEI PARTECIPANTI

NOME FIRST NAME PRENOM	COGNOME FAMILY NAME NOM	ENTE BODY ORGANISATION	INDIRIZZO ADDRESS ADRESSE	TELEFONO PHONE TELEPHONE	FAX FAX TELECOPIE
René	Rieux	INRA, Station de Recherches de Zoologie et d'Apidologie	Domaine Saint-Paul-Cantarel, B.P. 91, 84143 MONTFAVET Cedex, France	(+33) 90 316172	(+33) 90 316270
Teresa	Rosa	CNPPA	Edificio 1, Tapada da Ajuda 1300 LISBOA, Portugal		(+351) 1 3635016
Maria José	Sarasua Saucedo	Centre UDL-IRTA (Universitat de Lleida)	Alcalde Rovira Roure, 177 25006 LLEIDA, España	(+34) 73 702500	(+34) 73 238301
Petru	Scutareanu	Dept. of Pure and Applied Ecology, University of Amsterdam	Kruislaan 302 1098 SM AMSTERDAM Nederland	(+31) 20 5257736	(+31) 20 5257754
Michael	Solomon	Horticulture Research International	EAST MALLING Kent ME19 6BJ, U.K.	(+44) 732 843833	(+44) 732 849067
Svetomir	Stamenkovic'	Fruit and Grape Research Center	32000 CACAK Yugoslavia	(+38) 32 21375	(+38) 32 21391
Mile	Stamenov	Plantation 'Pinki'	SREMSKA MITROVICA Yugoslavia		(+38) 11 626845 c/o Zoran Sabic'
Eleftheria	Stratopoulou Kapatou	Plant Protection Institute	P.O. Box 303 38001 VOLOS, Hellas	(+30) 421 60601	(+30) 421 68921
Rocchina	Tiso	Centrale Ortofrutticola Laboratorio Modelli	Via di Corticella, 40127 BOLOGNA, Italia	(+39) 51 365830	(+39) 51 352198
Teresa	Vasconcelos	Dept. de Botânica e Engenharia Biológica, Instituto Superior de Agronomia	Tapada da Ajuda 1399 LISBOA Codex Portugal	(+351) 1 3638161	(+351) 1 3635031
Tiziano	Visigalli	Osservatorio per le Malattie delle Piante	Lungadige Capuleti, 11 37100 VERONA, Italia	(+39) 45 8676511	(+39) 45 8008996

CONTENTS - TABLE DES MATIERES - INDICE

SESSION ONE - PREMIERE SESSION - PRIMA SESSIONE

BIOLOGY AND POPULATION DYNAMICS OF PESTS AND THEIR NATURAL ENEMIES
BIOLOGIE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE RAVAGEURS ET AUXILIAIRES
BIOLOGIA E DINAMICA DI POPOLAZIONE DEI FITOFAGI E DEGLI AUSILIARI

ANTROPOLI A., FACCIOLI G. & PASQUALINI E. - Relationship between adult captures of <i>Hoplocampa brevis</i> Klug. (Hymenoptera, Tenthredinidae) and larval infestation	1
BARBARA C., FACCIOLI G. & ANTROPOLI A. - <i>Pandemis cerasana</i> and <i>Archips podanus</i> : Relationship between pheromone-trapped males, larval infestation and fruit damage in Italian pear orchards	6
BRIOLINI G., TISO R. & BUTTURINI A. - Some phenological forecasting models for pear pests	13
SCUTAREANU B., DRUKKER B. & SABELIS M.W. - Local population dynamics of pear psyllids and their anthocorid predators	18
STRATOPOULOU E.T., KAPATOS E.T. - Preliminary results on the potential fecundity and other parameters of reproduction of pear psylla, <i>Cacopsylla pyri</i> L., in Greece	23

SESSION TWO - DEUXIEME SESSION - SECONDA SESSIONE

CHEMICAL CONTROL AND ITS SIDE-EFFECTS
PROTECTION CHIMIQUE ET EFFETS SECONDAIRES
DIFESA CHIMICA E SUOI EFFETTI SECONDARI

ANGELI G., PESARINI C., IORIATTI C., FORTI D. & CATONI M. - Effets secondaires de deux insecticides (RCI) sur une population d'araignées du poirier	27
BERRADA S., & NGUYEN T.X. - Résistance du psylle du poirier à un organophosphoré, le monocrotophos	34
BURTS E.C. & BEERS E.H. - Controlling pear psylla with fenoxycarb in western North America	39
COOP L.B., CROFT B.A. & RIEDL H. - Pear psylla development of pyrethroid resistance: geographic information systems analysis	43

MATIAS M.C., AZEVEDO J., FERREIRA C., SILVA E. & CARVALHO J. - Effet secondaire du thirame (TMTD) sur <i>Cacopsylla pyri</i> (L.) en vergers de poiriers	48
NGUYEN T.X. & BERRADA S. - Toxicité relative de certains acaricides sur <i>Anthocoris nemoralis</i> , prédateur de psylles	53
SOLOMON M.G. & MORGAN D. - Timing pesticide applications in integrated pear psyllid management; the role of modelling	57

SESSION THREE- TROISIEME SESSION - TERZA SESSIONE

NON-CHEMICAL AND INTEGRATED CONTROL METHODES NON CHIMIQUES DE PROTECTION ET PROTECTION INTEGREE METODI DI DIFESA NON CHIMICI E PROTEZIONE INTEGRATA

BAUDRY O. - Vers une suppression des traitements contre le psylle du poirier, <i>Psylla pyri</i> L.	61
GUT L.J. & BRUNNER J.F. - Implementation of pheromone-based pest management programs in pear in Washington, U.S.A.	67
DRUKKER B., SCUTAREANU P. & SABELIS M.W. - Migrating anthocorids are attracted by odours from psylla-infested trees in a pear orchard: evidence of induced indirect defence in the field	76
FAUVEL G., RIEUX R., FAIVRE D'ARCIER F. & LYOUSOUFI A. - Essai de lutte biologique contre <i>Cacopsylla pyri</i> (L.) en verger de poirier par un apport expérimental d' <i>Anthocoris nemoralis</i> F. au stade oeuf: I - Méthodologie	81
LYOUSOUFI A., RIEUX R., ARMAND E., FAIVRE D'ARCIER F. & SAUPHANOR B. - La faune entomophage des psylles du poirier (Homoptera: Psyllidae) en Europe. Revue bibliographique: I - Arachnides, Insectes Polynéoptères et Paranéoptères prédateurs	86
LYOUSOUFI A., RIEUX R., ARMAND E., FAIVRE D'ARCIER F. & SAUPHANOR B. - La faune entomophage des psylles du poirier (Homoptera: Psyllidae) en Europe. Revue bibliographique: II - Insectes Oligonéoptères prédateurs	93
LYOUSOUFI A., RIEUX R., ARMAND E., FAIVRE D'ARCIER F. & SAUPHANOR B. - La faune entomophage des psylles du poirier (Homoptera: Psyllidae) en Europe. Revue bibliographique: III - Insectes parasitoïdes et hyperparasitoïdes	99

NGUYEN T.X. & MERZOUG J. - Recherches sur l'emploi rationnel du prédateur <i>Anthocoris nemoralis</i> (Heteroptera - Anthocoridae)	104
NGUYEN T.X. & LEMOINE J. - Classification de quelques cultivars de poirier en fonction de la ponte préférentielle et du mécanisme d'antibiosis de <i>Psylla pyri</i> (Homoptera-Psyllidae)	108
PASQUALINI E., ANTROPOLI A. & FACCIOLI G. - Performance tests of granulosis virus against <i>Cydia pomonella</i> L. (Lepidoptera: Olethreutidae)	113
RIEUX R., FAUVEL G., FAIVRE D'ARCIER F., FOURNAGE G. & LYOUSOUFI A. - Essai de lutte biologique contre <i>Cacopsylla pyri</i> (L.) en verger de poirier par un apport expérimental d' <i>Anthocoris nemoralis</i> F. au stade oeuf. II - Résultats et discussion	120
SAUPHANOR B., LENFANT C., BRUNET E., FAIVRE D'ARCIER F., LYOUSOUFI A. & RIEUX R. - Régulation des populations de Psylle du poirier <i>Cacopsylla pyri</i> (L.) par un prédateur généraliste, <i>Forficula auricularia</i> L.	125

POSTERS

HORTON D.R. - Changes in intraorchard distribution of winterform pear psylla (Homoptera: Psyllidae) due to leaf fall in pear	133
SARASÚA M.J., SOLA N., ARTIGUES M. & AVILLA J. - The role of Anthocoridae in the dynamics of <i>Cacopsylla pyri</i> populations in a commercial orchard without pesticides	138
STAMENKOVIC' S., MILENKOVIC' S. & NIKOLIC' M. - The infestation levels of pear psylla, <i>Psylla pyri</i> L. on some pear cultivars	142
UNRUH T.R. & HIGBEE B.S. - Release of laboratory-reared predators of pear psylla demonstrate their importance in pest suppression	146
VASCONCELOS T., SA G., LEITAO P., SANTOS F. & ALEXANDRE R. - Flore adventice des vergers de la région "Oeste" du Portugal	151
NGUYEN T.X.. - Discours de clôture	157

SESSION ONE - PREMIERE SESSION - PRIMA SESSIONE

**BIOLOGY AND POPULATION DYNAMICS OF PESTS AND THEIR NATURAL ENEMIES
BIOLOGIE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE RAVAGEURS ET AUXILIAIRES
BIOLOGIA E DINAMICA DI POPOLAZIONE DEI FITOFAGI E DEGLI AUSILIARI**

**RELATIONSHIP BETWEEN ADULT CAPTURES OF *HOPLOCAMPA BREVIS* KLUG
(HYMENOPTERA, TENTHREDINIDAE) AND LARVAL INFESTATION**

A. ANTROPOLI*, G. FACCIOLI* & E. PASQUALINI¹**

* Centrale Ortofrutticola - Cesena, Italy

** Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna, Italy

SUMMARY

Hoplocampa brevis Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae) is a major cause of damage to pear if not duly monitored and controlled. Trials were run in 21 orchards of Italy's Emilia-Romagna Region to determine a capture-based control threshold by evaluating the relationship between adult captures and larval infestation, the comparative effectiveness of Rebell® and Riff 98 traps and the influence of trap position in row and in orchard. The results show a good correlation ($R^2 = 69.5\%$) of adult captures to infestation. The Rebell trap performed better than Riff 98 and involved lower risk in forecasting infestations, especially in limited emergence conditions. A capture rate of 20 adults per trap is recommended as a threshold, a figure corresponding to a 7% average infestation of corymbs, which is normally an acceptable value. Given the aggregate distribution of this species, the use of 2-4 traps per plot for a reliable population estimate is also suggested.

Key-words: *Hoplocampa brevis*, Traps, Pear.

**RESUME: RELATION ENTRE LES CAPTURES DE *HOPLOCAMPA BREVIS* KLUG
(HYMENOPTERA, TENTHREDINIDAE) ET L'INVASION LARVAIRE**

Hoplocampa brevis Klug (Hymenoptera: Tenthredinidae) est un ravageur du poirier qui peut provoquer des sérieux dégâts, s'il n'est pas surveillé et échantillonné d'une manière adéquate. Vingt-et-un vergers italiens d'Emilie-Romagne ont servi de test à la détermination du seuil d'intervention de capture d'adultes. Nous avons évalué la relation entre la capture des adultes et l'invasion larvaire, en comptant les performances des Rebell® et Riff 98, ainsi que la position du piège dans le rang et dans le verger. Les résultats ont mis en évidence la bonne corrélation ($R^2 = 69,5\%$) entre l'invasion et la capture d'adultes. Le piège Rebell® produit des meilleurs résultats que le Riff 98, et permet de réduire de manière considérable le risque lié à la prévision du niveau de pullulation, et plus particulièrement en période de risques. Le seuil à ne pas dépasser, est de 20 captures par piège, ce qui correspond à une valeur tout à fait acceptable d'une invasion de 7% de corymbes. La distribution du ravageur étant groupée, pour une estimation correcte de la densité de population nous recommandons l'utilisation de 2-4 pièges par parcelle.

Mots-clés: *Hoplocampa brevis*, Pièges, Poirier.

¹The authors contributed to this study in equal measure.

RIASSUNTO: RELAZIONE FRA LE CATTURE DI ADULTI DI *HOPLOCAMPA BREVIS* KLUG. (HYMENOPTERA: TENTHREDINIDAE) E L'INFESTAZIONE LARVALE

Hoplocampa brevis Klug. (Hymenoptera: Tenthredinidae), è un fitofago del Pero che, se non è adeguatamente sorvegliato e campionato, può provocare danni non trascurabili. In 21 frutteti dell'Emilia-Romagna si sono condotte prove per definire una soglia di intervento basata sulle catture di adulti. A tale scopo è stata valutata la relazione fra catture di adulti ed infestazione larvale, l'efficacia comparativa di trappole Rebell® e Riff 98 e l'influenza della posizione della trappola, sia nella fila che nel frutteto. I risultati mostrano che esiste una buona correlazione ($R^2 = 69.5\%$) fra infestazione e catture di adulti. La trappola Rebell ha dato risultati migliori che la Riff 98 ed ha permesso di ridurre il rischio connesso alla previsione del livello d'infestazione, specialmente in condizioni di relativa emergenza. Come soglia si raccomanda un livello di 20 catture per trappola, il che corrisponde in media al 7% di corimbi infestati, valore normalmente accettabile. La distribuzione di questa specie è nettamente aggregata e ciò porta a consigliare l'uso di 2-4 trappole per parcella, ai fini di una stima affidabile della densità di popolazione.

Parole-chiave: *Hoplocampa brevis*, Trappole, Pero.

INTRODUCTION

Pear-tree flowers offer the adults of *Hoplocampa brevis* Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae) a two-fold attraction: the pollen they provide as a source of food and the calyx as a place for oviposition. The maggots of the European pear sawfly attack the fruits, in some years ruining the entire crop and in others causing little or no damage, despite trap captures of adults (Balachowsky & Mesnil, 1935; Della Beffa, 1961). Aside from climate and crop management factors, this difference may be explained by the synchronism that must occur between bloom and adult emergence (Martelli, 1951).

The damage inflicted by the pear sawfly over the last few years in northern Italy's Emilia-Romagna Region has increased in both intensity and geographical extension. Current control techniques primarily involve pre- or post-bloom treatments with chemical insecticides. While the post-flowering approach can be based on a threshold related to corymb sampling, the pre-flowering treatments generally rely on the previous year's infestation, a parameter that can easily be misleading.

Sawfly adults are attracted to and captured by sticky white-coloured surfaces (zinc oxide) because the-tree flower and the zinc-oxide pigment reflect the same 400-600 nm band (Owens & Prokopy, 1978). This fact was utilised for *H. minuta* and *H. flava* sampling (Blaisinger, 1975), as well as *H. brevis* (Haalboom, 1983). Other work on these three sawflies indicates that trap placement as to plant height and canopy depth also has a notable influence on captures (Wildbolz & Staub, 1986). The present study was designed to investigate the relationship between *H. brevis* adult captures by white traps and larval infestation, to establish a control threshold based on captures and, at the same time, to test the attractiveness of two trap models as well as their row positioning.

MATERIALS AND METHODS

Relationship between adult captures and larval infestation. The trial was conducted in 1989 and 1990 and involved 10 plots in 9 farms the first year and 17 plots in 12 farms the second, each comprising at least four single-cultivar rows. Two weeks before flowering a white Rebell® trap² was

²Trap supplied by Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau CH-8820, Wädenswil, Switzerland.

set about 1.5 m from the ground: it consists of two sheets, 20.8 cm x 14.8, joined along the median of the length. The adults captured were counted weekly up to the end of emergence, and at petal drop 100 corymbs per plot were sampled randomly at eye level.

Multiple linear regression analysis was performed with the following model to check if the data for the two years could be analysed together: $y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3(x_1x_2)$, where y is the proportion of infested corymbs, x_1 the capture number, x_2 a dummy variable for the year and b_2 and b_3 are coefficients influenced respectively by differences in elevation and by differences in the slope. A simple linear regression was used to calculate the relationship between adult captures and proportion of infested corymbs. The proportion of infested corymbs was transformed in $\arcsin\sqrt{x}$ before analysis.

Comparison of Rebell® and Riff 98 traps. The test was run in 1990 in 17 orchards scattered throughout the Emilia-Romagna Region: one of each trap was placed in adjacent rows and spaced 20 m apart. The Riff 98³ is a sheet, 26 x 21.4 cm, coated on both sides with a sticky glue. A simple linear regression analysis was employed to correlate captures per trap type.

Trap row position. This test was run in an orchard near Bologna. The traps were set 1.5 above the ground and spaced 20 meters apart. The effect of position (east or west) was tested for both types, whereas the parallel or perpendicular position of the sticky plane with respect to the row was evaluated only for Riff 98. Adult captures were counted weekly up to the end of emergence. The analysis of variance (ANOVA) for a randomised-block design with six replications was employed with Rebell and a factorial design with four replications for Riff 98.

RESULTS AND DISCUSSION

Relationship between adult captures and infestation. The multiple-regression coefficients b_2 and b_3 were not significantly influenced by year (Tab. 1). The captures for the two years were thus analysed together, showing a good correlation to larval infestation ($R^2 = 69.5$) (Fig. 1).

Table 1. Influence of trial years on *Hoplocampa brevis* relationship between captures and infested corymbs ($\arcsin\sqrt{x}$). Trial conducted in 1989 and 1990 in 21 orchards.

Coefficients			R ²	P
b ₁	b ₂	b ₃		
0.362x10 ⁻² ***	-0.0532 n.s.	-0.419x10 ⁻³ n.s.	0.71	0.000

n.s. = not significant, *** = P<0,001

The data for the two years evinced a notable difference in the adult emergence period: it began about ten days prior to flowering in 1989 and after initial bloom in 1990 (Fig. 2). The decrease in captures in 1989 during bloom might also be explained by competition between traps and flowers, as suggested by Haalboom (1983) for *H. testudinea*. Yet this interpretation can hardly be reconciled with the fact that in the second year the traps captured a high number of adults even at full flowering.

Comparison of Rebell and Riff 98 traps. Figure 3 shows a fairly close link between the capture rates of the two traps, and that the Rebell is more attractive than the Riff 98 (i.e. 20 for the former against 6.5 for the latter). The less captures of the latter mean a greater risk in forecasting infestations especially in cases of limited emergence rates.

³Trap supplied by Riff 98, Dr. U. Accinelli, via del Verrocchio 6, 40138 Bologna, Italy.

Influence of trap row position. Figure 4 lists the average captures per trap type and position. The average rates for the Rebell are almost identical ($F_{(1,3)}=0.001$, $P=0.98$), whereas those for the Riff 98 were higher with the trap on the west side of and perpendicular to the row, although the main effects are not significant (east-west: $F_{(1,19)}=0.68$, $P=0.43$; parall.-perpend.: $F_{(1,19)}=0.99$, $P=0.34$). The greatest source of variability is trap position in the orchard: captures are even two-fold higher in traps spaced some dozen meters apart.

CONCLUSIONS

The captures of *H. brevis* adults by Rebell traps can provide useful indications in forecasting larval infestation levels. The reported data show that the control threshold is 20 captures throughout the emergence period, a figure that matches the 7% of infested corymbs commonly held as the acceptable threshold value of economic damage.

The fact that two traps of the same model, deployed relatively close to one another (30-40 m), can attain even double the number of captures indicates that, as is well known, the distribution of adults is not uniform. This factor must be taken into account in determining trap number per plot and their distribution. Because of its greater captures Rebell proved to be the most reliable, especially in cases of limited emergence rates.

While the 1990 data do not rule out the influence of trap row position, trap position in the orchard is clearly the factor that most affects capture rate. It appears from these tests that at least 2-4 traps need to be deployed in a given orchard, depending on its uniformity, to gain a reliable estimate of infestation.

ACKNOWLEDGMENTS

Research supported by Emilia-Romagna Regional Government. We thank the IPM Regional researchers M. Basaglia, T. Bevilacqua, G. Cavallini, P. Ermini, M. Garrafoni, P. Guardigni, M. Ravaoli, G. Spada and C. Tosi for their collaboration.

REFERENCES

- BALACHOWSKY, A. & MESNIL, L., 1935. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Paris, 1137 pp.
- BLAISINGER VON, P., 1975. Eine auf optische Reizung basierende Fangmethode der Pflaumensägewespen *Hoplocampa flava* L. und *H. minuta* Christ. Z. ang. Ent., 77: 353-357.
- DELLA BEFFA, G., 1961. Gli insetti dannosi all'agricoltura ed i moderni metodi e mezzi di lotta. Hoepli, Milano, 1106 pp.
- HAALBOOM, W., 1983. Observations on the Apple Sawfly *Hoplocampa testudinea* Klug. with the use of visual traps. Med. Fac. Landbouwn. Rijksuniv., Gent., 48/2: 157-161.
- OWENS, E. D. & PROKOPY, R.J., 1978. Visual Monitoring trap for European Apple Sawfly. J. Econ. Entomol., 71: 576-578.
- MARTELLI, M., 1951. I trattamenti contro l'*Hoplocampa brevis* Klug (Hymenoptera, Tenthredinidae) in rapporto al ciclo evolutivo dell'insetto. Redia, 36: 93-110.
- WILDBOLZ, T. & STAUB, A., 1986. Fang der Pflaumensägewespen *Hoplocampa minuta* und *H. flava* und der Apfelsägewespe *H. testudinea* mit weissen Fallen. Einfluss von Temperatur, Blüteit und Fallenposition. Bull. Soc. Entom. Suisse, 59: 289-296

Fig. 1

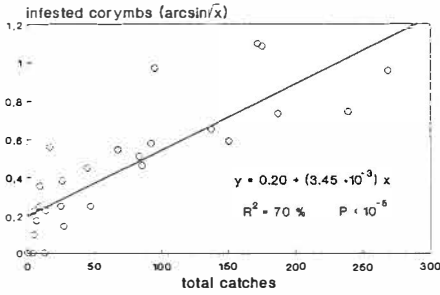


Fig. 2

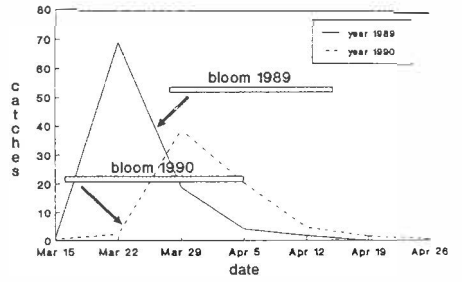


Figure 1. Relationship between infested corymbs ($\arcsin\sqrt{x}$) and total captures of *Hoplocampa brevis* in Rebell traps in 1989 and 1990 (27 plots).

Figure 2. Capture trend in 1989 (ten plots and 9 orchards) and in 1990 (14 plots and 9 orchards). Bloom of cv. Abbé F. in the two years.

Fig. 3

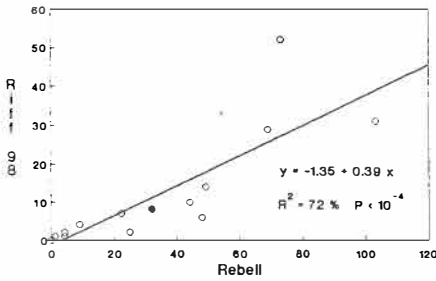


Fig. 4

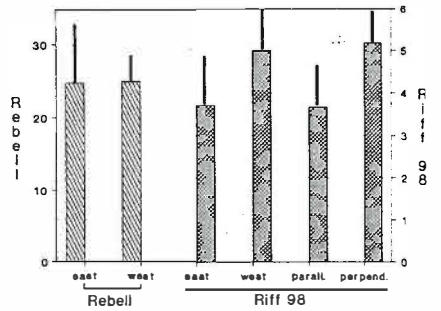


Figure 3. Relationship between *H. brevis* total captures obtained with the two trap types (17 plots).

Figure 4. Average captures of Rebell (n=4) and Riff 98 (n=6) traps in several positions, 1991. Bars indicate standard error.

PANDEMIS CERASANA AND ARCHIPS PODANUS: RELATIONSHIP BETWEEN PHEROMONE-TRAPPED MALES, LARVAL INFESTATION AND FRUIT DAMAGE IN ITALIAN PEAR ORCHARDS

C. BARBARA*, G. FACCIOLI & A. ANTROPOLI**¹**

* Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna, Italy

** Centrale ortofrutticola, Cesena, Italy

SUMMARY

Field trials were conducted in 1991 and 1992 in pear orchards of Italy's Emilia-Romagna Region to determine the interrelationship of sex-trap captures, larval infestation and fruit damage by the leafrollers *Pandemis cerasana* (Hb.) and *Archips podanus* (Scop.) (Lep. Tortricidae). A significant relationship was found between *P. cerasana* catches and infested shoots and between larval infestation and fruit damage. *A. podanus* catches were not correlated to larval infestation, and no correlation of catches to fruit damage was found for either species. All the relationships were influenced by sampling year, while that between damaged fruits and infested shoots was also affected by generation, the second being more harmful than the first. Based on this latter fact, damage thresholds were determined for the first and second generation. The current catch-based threshold of the Emilia-Romagna IPM project (15 adults per trap) was confirmed for the second generation but must be raised for the first, whereas the threshold based on infested shoots (5%) should be lowered. The marked variability of the results indicates caution must be exercised in changing the present control thresholds.

Key-words: Leafrollers, Pheromone-traps, Pear.

RESUME: PANDEMIS CERASANA ET ARCHIPS PODANUS: RELATION ENTRE LES CAPTURES DANS LES PIÈGES SEXUELS, L'INFESTATION LARVAIRE ET LE DÉGAT CAUSE AUX FRUITS DANS LES VERGERS DE POIRIER EN ITALIE

Des tests en plein champ ont été conduits entre 1991 et 1992 dans des vergers italiens de poires d'Emilie-Romagne, sur deux tordeuses de la pelure *Pandemis cerasana* (Hb.) et *Archips podanus* (Scop.) (Lepidoptera: Tortricidae) afin de déterminer les liens existants entre les captures par pièges sexuels, l'invasion des larves et les dégâts sur les fruits. Par contre, il n'existe aucun lien entre la capture des adultes et l'invasion larvaire d'*Archips podanus*, entre les captures d'adultes et les dégâts sur les fruits de *P. cerasana* et *A. podanus*. Toutes les corrélations varient d'une année à l'autre. Par exemple, la corrélation entre les dégâts sur les fruits et l'invasion larvaire dépend de la génération du ravageur étudiée, la deuxième génération larvaire étant plus dangereuse que la première. Le seuil que l'on utilise aujourd'hui dans le cadre du Programme Régional de Protection Intégrée (15 adultes par piège) est parfaitement valable pour la deuxième génération, mais nous avons dû le relever pour la première génération; ainsi le seuil de référence du pourcentage de pousses contaminées (95%) sera revu à la baisse. La grande variabilité des résultats nous conseille d'évaluer avec beaucoup de prudence tout changement des seuils.

¹The authors contributed to this study in equal measure.

Mots-clés: Tordeuses, Piège à phéromone, Poirier.

RIASSUNTO: PANDEMIS CERASANA E ARCHIPS PODANUS: RELAZIONE TRA LE CATTURE NELLE TRAPPOLE SESSUALI, L'INFESTAZIONE LARVALE E IL DANNO AI FRUTTI IN FRUTTETI DI PERO IN ITALIA

Nella Regione Emilia-Romagna è stata condotta, negli anni 1991 e 1992 in frutteti di pero, una ricerca per verificare la relazione esistente tra le catture nelle trappole a feromoni di *Pandemis cerasana* (Hb.) e *Archips podanus* (Scop.) (Lep. Tortricidae) e l'infestazione larvale o il danno ai frutti. L'analisi ha messo in luce una relazione significativa tra le catture di *P. cerasana* e l'infestazione sui getti e tra l'infestazione larvale e il danno ai frutti. Le catture di *A. podanus* invece non erano correlate con l'infestazione larvale. Nessuna relazione è stata trovata tra le catture di entrambe le specie e il danno ai frutti. L'anno di prova è risultato avere un effetto significativo in tutte le relazioni trovate, mentre la relazione tra infestazione sui getti e danno ai frutti è risultata influenzata anche dalla generazione (la seconda è più dannosa della prima). Quest'ultimo fatto ci ha spinto a calcolare due diverse soglie per la prima e la seconda generazione. La soglia attualmente in uso nel Progetto di Lotta Integrata della Regione Emilia-Romagna (15 adulti per trappola) può essere confermata per la seconda generazione, mentre deve essere aumentata per la prima; la soglia basata sulla percentuale di getti infestati (5%) deve essere invece abbassata. In ogni caso però bisogna tenere presente che l'elevato grado di imprecisione delle relazioni suggerisce molta prudenza nel cambiare le soglie.

Parole-chiave: Tortricidi ricamatori, Trappole sessuali, Pero

INTRODUCTION

The leafrollers *Pandemis cerasana* (Hb.) and *Archips podanus* (Scop.) (Lep. Tortricidae) are wide-spread in Europe and Asia. In Italy they pose a special threat to the apple and pear orchards of the Trentino-Alto Adige, Veneto and Emilia Romagna Regions. The larvae of both species feed on shoots and fruits, inducing damage as high as 30-40% (Castellari *et al.*, 1979). *P. cerasana* produces two generations per year while *A. podanus* can have three (Ciampolini & Lapietra, 1963; Pasqualini *et al.*, 1982). As a rule, the flight patterns of both pests are the same and the larvae, which are present at the same time (Pasqualini *et al.*, 1982), overwinter at second or third instar.

The usual practice in Italy is two-three treatments. In the Emilia-Romagna's Integrated Pest Management Project the current control threshold in pear for the first generation of both species is 5% of infested shoots, or 30 males caught in pheromone traps over one or two weeks (if only *P. cerasana* is present the threshold is 15 males) and for the second generation 5% of infested shoots (Canestrone *et al.*, 1991). These thresholds are based on multi-year sampling data from farms taking part in the Regional IPM Project, although cases of high catches and no infestation or high infestation with very few captures have often been registered. The present two-year study was designed to establish more precise control-threshold guidelines.

MATERIALS AND METHODS

The trials were conducted in 13 orchards throughout the Emilia-Romagna Region from 1990 to 1991. All the orchards but one were sampled during the first and second generation: 16 in 1990 and 21 in 1991; 19 during the first generation, 18 during the second. Two pheromone sticky traps² (one for each species) were deployed in each orchard. Their rubber dispenser lures were baited with 1 mg of a 75:25 blend of E11-14:Ac (E11-tetradecenyl acetate) and Z11-14:Ac (Z11-tetradecenyl acetate) for *P. cerasana* (Tonini *et al.*, 1982) and with 5 mg of a 60:40 blend of the same compounds for *A. podamus* (Persoon *et al.*, 1974). The traps were suspended 1.7 m above ground and spaced 40 m apart; the dispensers were changed every six weeks and catches counted weekly.

The larval population was estimated by randomly sampling 200 shoots at eye level from a plot of at least 60 untreated trees situated near the traps. Samples for the first generation were collected when more than 90% of the eggs had hatched and for the second one two weeks before the harvest. The parameter reported is the proportion of shoots with one or more larvae of either species (normally only one larva was found per shoot). Fruit damage was estimated by sampling 500 fruits taken at random from the upper and lower canopy: the first-generation sample was taken two weeks from the start of the second flight and the second-generation's at harvest.

Statistical analysis. Multiple regression analysis was performed to correlate *P. cerasana* and *A. podamus* catches to the proportion of infested shoots or injured fruits. The same method was employed to check the effect of different sampling years or generations. The model was:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3(x_1x_2)$$

where y is the proportion of infested shoots or damaged fruits, x_1 total captures, x_2 a dummy variable for the flight or year, and b_2 and b_3 are the coefficients influenced respectively by differences in elevation and slope. Simple regression analysis was used to calculate the relationship between adult captures and larval infestation or between crop damage and infested shoots. All the dependent variables were proportions and were transformed in $\arcsin\sqrt{x}$ before analysis.

RESULTS

Since injuries caused by *P. cerasana* to shoots and fruits are hardly distinguishable from those by *A. podamus*, multiple regression analysis (table 1) was performed to test the correlation between adult catches of each species and infestation or damage. Only *P. cerasana* catches were correlated to the proportion of infested shoots. As the *A. podamus* coefficient was not significant and only slightly greater, the analysis was continued only for *P. cerasana* catches. The lack of correlation between *A. podamus* captures and larval infestation is confirmed by a study of Mattedi and Varner (1988) in north-eastern Italy. Moreover, in the Emilia-Romagna Region *A. podamus* infestations are usually slight or restricted to small areas (Castellari *et al.*, 1979; Nicoli *et al.*, 1990).

The proportion of damaged fruits did not correlate to the captures of either pest. It was thus decided to assay the relationship between fruit damage and shoot infestation because these two variables were likely to be more correlated, and in our case proved significantly so ($y = 3.742 + 0.326x$; $R^2 = 0.26$ and $P = 0.0013$).

The analysis of the influence of first and second generation or year (1990, 1991) (table 2) showed that the relationship between *P. cerasana* catches and shoot infestation was influenced by year but not by generation, while that between infestation and fruit damage varies as to both generation and year (the factor was significant when b_2 or b_3 or both multiple regression coefficients were significant). The fact that both relationships changed with year is not surprising because fluctuations

²Traptest®, ISAGRO Milano, Italy.

in the infestation and injuriousness of this leafroller, as well as of other pests, have often been found. In any case, since it is not possible to forecast at the beginning of the year whether *P. cerasana* will be more or less dangerous, it was decided to include this factor in the random variability. On the other hand, the influence of generation on the correlation between infestation and damage probably depends on the changes in the chemical composition of shoots and fruits, which can alter the feeding behaviour of larvae.

Fig. 1 shows the correlation between *P. cerasana* catches and infestation, and fig. 2 the correlation between infested shoots and fruit damage for the first and second generation. It is evident that the second generation is more harmful than the first. The precision of all relationships is low (the best R^2 is 50%), signifying that more factors must be sought. While all the biotic and abiotic mortality factors are potentially important, so too cultivar, orchard training system and the amount of product are to be considered. Given the limit of low precision, the above functions can be useful to check the thresholds of the IPM Regional Project. Fifteen adults caught from the beginning of flight correspond to 1.6% of infested shoots; 5% of infested shoots correspond to 1% of damaged fruits in the first generation and 9.6% in the second.

CONCLUSIONS

A. podamus is considered less dangerous than *P. cerasana* in the Emilia-Romagna Region, the control threshold based on males caught with pheromone traps being double for the former. Moreover, our data suggested that *A. podamus* catches not be taken into account because they show no correlation to larval infestation. Our control threshold is thus based only on *P. cerasana* catches. The resultant data confirm that the relationships between *P. cerasana* captures, larval infestation and fruit damage are not very close because of their broad variability. Many trials for different species have been conducted to determine the correlation of these variables, and often a high variability in the results was found (Alford *et al.*, 1979; Roehrich *et al.*, 1986). Among the factors of variability, the cultivar, plant shape, cropping and vigour can be measured and taken into account. Another potentially important factor is the trap lure range. Males may come from outside the orchard (from other orchards or wild plants: Valli, 1978; Baker and Roelofs, 1981). Further trials are necessary to assay the influence of various factors and to test the attraction of traps baited with lower pheromone rates so as to reduce male immigration (Faccioli *et al.*, 1993).

P. cerasana infestations are more harmful in the second generation than in the first. This fact suggests two control thresholds. A 1-2% fruit damage is usually considered acceptable as this figure corresponds to a threshold of about 5% infested shoots for the first generation and 1.5% for the second. The catches corresponding to these values are about 40 and 15, respectively. However, the wide-ranging variability of our results counsels caution in increasing the currently recommended thresholds.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by the Ministry of Agriculture and Forestry.

REFERENCES

- ALFORD, D. V., CARDEN, P. W., DENNIS, E. B., GOULD H. J. & VERNON, J. D. R., 1979. Monitoring codling and tortrix moths in United Kingdom apple orchards using pheromone traps. *Ann. Appl. Biol.*, **91**:165-178.
- BAKER, T. C. & ROELOFS, W. L., 1981. Initiation and termination of oriental fruit moth male response to pheromone concentrations in the field. *Environ. Ent.*, **10**:211-217.
- CANESTRALE, R., MALAVOLTA, C., MAZZINI, F., PIZZI, M. & ZAGHI, C., 1991. Lotta integrata. Supplement to *Agricoltura*, **4**, 68 pp.
- CASTELLARI, P. L., BRIOLINI, G. & PASQUALINI, E., 1979. Efficacia di alcuni principi attivi contro i ricamatori dei fruttiferi. *Inf. Fitopat.*, **8**: 55-61.
- CIAMPOLINI, M. & LAPIETRA, G., 1963.- Reperti sulla etologia della *Archips podana* (Scop.) (Lepidoptera Tortricidae). *Boll. Zool. Agr. Bachic.*, **5**: 70-80.
- FACCIOLI, G., ANTROPOLI, A. & PASQUALINI, E., 1993. Relationship between males caught with low pheromone doses and larval infestation of *Argyrotaenia pulchellana*. *Entomol. Exp. Appl.* (accepted for publication).
- MATTEDI, L. & VARNER, M., 1988. Tre anni di osservazioni sul comportamento delle varie specie: suggerimenti per un armonioso contenimento del problema in campagna. *Ricamatori del melo. Terra Trentina*, **4**: 14-21.
- NICOLI, G. CORAZZA, L. & CORNALE, R., 1990. Lotta biologica contro i Lepidotteri Tortricidi ricamatori del pero con *Bacillus thuringiensis* Berl. ssp. *kurstaki*. *Inf. Fitopat.*, **6**: 55-62.
- PASQUALINI, E., BORTOLOTTI, A., MAINI, S., BRIOLINI, G. & CASTELLARI, P. L., 1982. Distribuzione spaziale e fenologia degli sfarfallamenti di tre specie di Lepidotteri Tortricidi ricamatori in Emilia Romagna. *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, **37**: 109-121.
- PERSOONS, C. J., MINKS, A. K., VOERMAN, S., ROELOFS, W. L. & RITTER, F. J., 1974. Sex pheromone of the moth, *Archips podana*: isolation, identification and field evaluation of two synergistic geometrical isomers. *J. Insect Physiol.*, **20**: 1181-1188.
- ROEHRICH, R., CARLES, J., DURAND, H. & TYMEN, J., 1986. Relations entre le nombre de mâles de l'eudémis de la vigne, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepid., Tortricidae), capturés par deux doses de phéromone et le niveau des populations larvaires dans les parcelles de piégeage. *Agronomie*, **6**: 447-452.
- TONINI, C., CASSANI, G., PICCARDI, P., MAINI, S., CASTELLARI, P. L. & PASQUALINI, E., 1982. Sex pheromone components of the leafroller moth *Pandemis cerasana*. *J. Insect Physiol.*, **28**: 443-446.
- VALLI, G., 1978. Considerazioni sull'uso di moderni mezzi biotecnici in agricoltura: le trappole a feromoni sessuali. *Boll. Zool. Agr. Bachic. Ser.*, **14**: 133-144.

Table 1. Relationship (multiple linear regression) between infested shoots or damaged fruits and catches of *P. cerasana* and *A. podanus* in pheromone traps. The independent variables were transformed in $\arcsin\sqrt{x}$ before analysis.

Ind. variable	Constant	<i>P.c.</i> catches	<i>A.p.</i> catches	R ²	P
Infested shoots	3.640n.s.	0.206***	0.044n.s.	0.28	0.004
Damaged fruits	3.409**	0.041n.s.	0.062n.s.	0.10	0.153

n.s.= not significant, ** = P<0.01, *** = P<0.001.

Table 2. Influence of trial year or generation on *P. cerasana* relationship between infested shoots and catches in pheromone traps or between damaged fruits and infested shoots. Multiple regression analysis: the model is: $y=a+b_1x_1+b_2x_2+b_3(x_1x_2)$; where $y= \arcsin\sqrt{x}$ of infested shoots or damaged fruits, $x_1=$ catches or infested shoots, $x_2=$ generation or trial year.

Treatment	Coefficient			R ²	P
	b ₁	b ₂	b ₃		
Infested shoots = f (<i>P.cerasana</i> catches)					
I flight vs II flight	0.236**	-5.008n.s.	-0.182n.s.	0.51	>10 ⁻⁴
1990 vs 1991	0.474***	2.119n.s.	-0.314*	0.40	>10 ⁻³
Injured fruits = f (infested shoots)					
I flight vs II flight	0.284**	-2.863n.s.	0.811**	0.46	>10 ⁻³
1990 vs 1991	0.133n.s.	-4.331*	0.267n.s.	0.41	>10 ⁻³

n.s.= not significant, * = P<0.05, ** = P<0.01, *** = P<0.001.

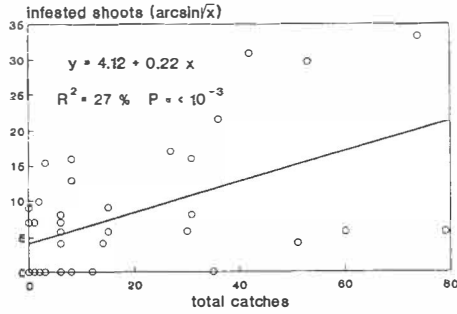


Figure 1. Relationship between proportion of infested shoots ($\arcsin\sqrt{x}$) and total catches per flight of *P. cerasana* in pheromone traps (37 cases).

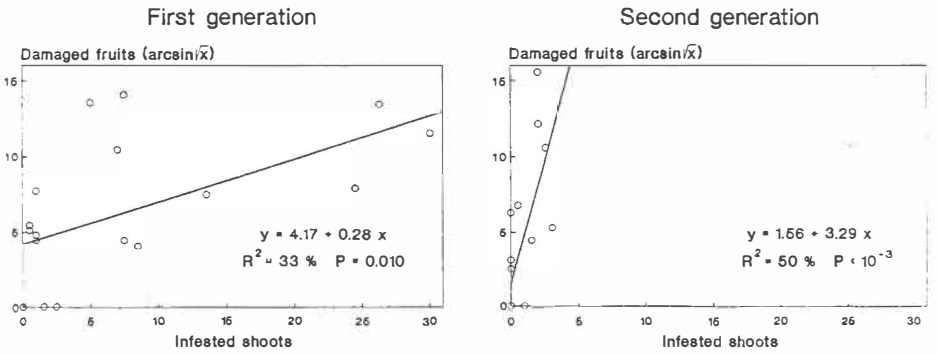


Figure 2. Relationships between proportion of damaged fruits ($\arcsin\sqrt{x}$) and proportion of infested shoots grouped by generation (19 cases for the first generation, 18 for the second).

SOME PHENOLOGICAL FORECASTING MODELS FOR PEAR PESTS

G. BRIOLINI*, R. TISO** & A. BUTTURINI**

* Istituto di Entomologia "G. Grandi," Università di Bologna

** Centrale Ortofrutticola, Laboratorio Modelli Previsionali, Bologna

SUMMARY

As part of the Emilia-Romagna Regional IPM Programme, a 'Forecasting Models Laboratory' was set up at Bologna, Italy, in 1990 to provide reliable short-term, phenological forecasting of agricultural pests. Models have thus far been developed for *Argyrotaenia pulchellana*, *Pandemis cerasana* (leaf rollers), *Cydia pomonella* (codling moth) and *Lobesia botrana* (grape moth), all but the last being important pear pests. The leaf-roller model has been fully tested and is now in field use, whereas the codling-moth model has not been fully tested because of the limited number of captures by the sex traps employed to date and the grape-moth model requires further corroboration of some of the test findings because of protozoan epidemics in laboratory rearing.

All these models are based on the well known 'time-distributed delay' method and provide at any given time the age-structure of the pest population based on temperature data (daily max. and min.). A definition of the optimum spraying schedule is under development. The models do not take into account population density, which is usually estimated with sex traps. A simple personal computer programme has been developed for general use, and a specific parameter file fits it to any given pest. The results are good enough for plant protection purposes. This technique makes it possible to eliminate much sampling work, thereby reducing the cost of the IPM programme.

Key-words: Forecasting model, Phenological model, Pear, Pests.

RESUME: MODELES PHENOLOGIQUES DE PREVISION POUR QUELQUES RAVAGEURS DU POIRIER

Un laboratoire de modélisation de prévisions a vu le jour il y a trois ans, à Bologne (Italie) dans le cadre du Programme Régional de Lutte intégrée de la région d'Emilie-Romagne, qui développe des modèles phénologiques d'utilisation simple sur les ravageurs des cultures. Jusqu'à ce jour, des modèles ont été trouvés pour les tordeuses de la pelure *Argyrotaenia pulchellana* et *Pandemis cerasana*, pour le carpocapse *Cydia pomonella* et pour la tordeuse de la vigne *Lobesia botrana*. A l'exception de la dernière espèce citée, nous sommes en présence d'importants ravageurs du poirier.

La mise au point de modèles et de tests pour les tordeuses de la pelure est terminée. Ces modèles sont couramment utilisés dans les vergers. Le modèle du carpocapse est achevé, mais sa validité en plein champ n'a pu être confirmée à cause du faible taux de mâles récoltés dans les pièges sexuels. L'élevage de la tordeuse de la vigne a souffert d'une épidémie protozoaire. Ce modèle est presque prêt, mais quelques résultats doivent être confirmés.

Tous ces modèles se basent sur la méthode bien connue du "Retard distribué dans le Temps" (Time-distributed Delay), qui donne une simulation continue de la structure d'âge de la population, en fonction de la température (maximale-minimale journalière) et dans un avenir proche la distribution optimale des mesures de lutte. La densité de population n'est pas prise en considération par le modèle, mais elle est estimée dans le champ avec l'emploi de pièges sexuels.

La réalisation d'un logiciel micro-informatique permet, par l'intermédiaire d'une masque de saisie, l'application à chaque espèce.

Les résultats sont acceptables pour l'utilisation dans le cadre de la protection des cultures. Cette technique nous permet d'éviter un travail d'échantillonnage fastidieux et ainsi de réduire le coût d'un programme de protection intégrée.

Mots-clés: Modèle de prévision, Modèle phénologique, Poirier, Ravageurs.

RIASSUNTO: MODELLI PREVISIONALI FENOLOGICI PER ALCUNI FITOFAGI DEL PERO

In Emilia Romagna è stato creato tre anni or sono un Laboratorio per i Modelli Previsionali, nell'ambito del Programma Regionale di Difesa Integrata, al fine di sviluppare modelli fenologici a breve termine per i fitofagi delle colture.

In questo periodo di tempo relativamente breve sono stati messi a punto modelli per due Ricamatrici (*Argyrotaenia pulchellana* e *Pandemis cerasana*), per la Carpocapsa (*Cydia pomonella*) e per la Tignoletta della Vite (*Lobesia botrana*). Tranne l'ultima specie, si tratta di importanti avversità del Pero.

I modelli per le Ricamatrici, ormai completamente messi a punto e convalidati, sono correntemente impiegati in pieno campo e su larga scala. Quello per la Carpocapsa, anch'esso ormai a punto, attende tuttavia la convalida, in quanto le catture fornite dalle trappole sessuali sono sempre state troppo scarse per permetterci di eseguirle. Il modello per la Tignoletta della vite è anch'esso quasi terminato ma, in seguito ad epidemie verificatesi nell'allevamento, alcuni risultati devono essere confermati.

Tutti questi modelli sono basati sul metodo ben noto del "Ritardo distribuito nel tempo" (Time-distributed Delay). Essi ci forniscono con continuità la struttura d'età della popolazione del fitofago, in funzione della temperatura ambientale (anche solo della massima e minima giornaliera). Stiamo ora incorporando nel modello anche la definizione della strategia ottimale di difesa. La densità di popolazione non è gestita dal modello, ma è stimata in campo, usando le trappole sessuali. Concretamente il modello consiste in un semplice programma per "personal computer"; uno specifico file di parametri lo adatta alle diverse specie considerate.

I risultati sono buoni ai fini della protezione delle colture. L'uso di questa tecnica permette di risparmiare molto lavoro di campionamento e pertanto di ridurre i costi del programma di difesa integrata.

Parole-chiave: Modello previsionale, Modello fenologico, Pero, Fitofagi.

INTRODUCTION

An integrated pest-management (IPM) programme for several crops has been at the service of the growers of Italy's Emilia-Romagna Region for the last 20 years and is currently evolving towards integrated production. The increase in the programme's size has recently led to funding problems, calling in turn for changes in strategy. In future, decisions about control measures will rely on sampling work carried out in representative target orchards rather than, as in the past, in every farm. Of course, the risk involved in not sampling on a per-orchard basis is a return to the old fixed-schedule logic. Indeed, for some pests (e.g., apple aphids) we have to treat every orchard almost every year, whereas for others (e.g. leaf rollers and leaf miners) treatments must be applied according to local, orchard-specific conditions.

The pest population density of a given orchard can be estimated in a more or less precise way with sex traps. However, correct timing of the control measures requires reliable knowledge of the age-structure of the pest population (function of local climate). A mathematical model simulating pest response to temperature (main factor influencing development rate) and, hence, forecasting the pest's evolution is cheaper than a full-scale sampling programme. In 1990 a 'Forecasting Models Laboratory' was set up and funded by the regional government and administered by the *Centrale Ortofrutticola* cooperative. The present survey provides a brief account and discussion of the laboratory's activity and performance results to date.

THE MODEL

The approach employed is the general 'Time-distributed Delay' model (Manetsch, 1976). Each individual of a cohort goes through a series of stages and sub-stages at different times so as to simulate the variability due to genetic factors, food, microclimate and so on. At the beginning of the year all the individuals are in the overwintering stage. Subsequently, at each time-step, the model calculates the instantaneous development of each individual at each stage and sub-stage as per the mean temperature of the step; for the adult stage it determines fecundity as, obviously, no further development occurs. The calculated development is then assigned a 'delay,' which simulates the variability due to the above factors.

At the end of each day the model calculates the number of individuals in each development stage (egg, larva, pupa, adult), the figures being expressed as a percentage and not as absolute numbers since this is a phenological model. Restrictions of space do not allow us to go into further details, which can be found in Manetsch's original paper or, in a form more accessible to an entomologist, in De Berardinis *et al.* (1993). Manetsch developed his model to simulate electric rather than biological phenomena.

TEMPERATURE RESPONSE

As noted *supra*, the simulation employed here is based upon temperature response at each development stage of the insect. For some time the method had been empirically based on 'thermal sums,' which in turn were implicitly based on a linear model: in other words, the development speed or rate was supposed to be directly, linearly proportional to temperature, within given limits. However, more accurate research showed that this is not true, i.e. the response is far from linear as the upper and lower temperature thresholds are approached.

The best analytical expression of temperature response seems to be Logan's function (Logan *et al.*, 1976), which simulates the response to enzymatic biochemical reactions. It represents the development speed as the difference of two temperature-driven exponential functions. The first one simulates positive and the second negative temperature effects. Far from the upper temperature threshold (lethal temperature) the first one prevails, so that development speed increases with temperature. As the the upper limit is approached, the effect of the negative exponential predominates and development speed decreases, reaching zero at the lethal temperature.

PRACTICAL USE

In practice, the model has been set up as a personal computer programme. It works like an empty box and can be fitted to any pest (particularly Lepidoptera) with a limited number (up to 3) of yearly generations. If the generations significantly overlap, the output of the model becomes meaningless. A phenological model only yields the percentage of individuals belonging to each stage and, if the generations overlap, it simply pools the percentages. However, the population density of each generation is not necessarily the same. Therefore, the percentages should have different weights. A

generation is not necessarily the same. Therefore, the percentages should have different weights. A simple sum has no meaning.

The programme can be fitted to any species by a specific parameter set, i.e. parameters of the Logan functions for eggs, larvae and pupae, ageing rate of females, female fecundity in relation to age, and the H coefficient or the response variability of each stage. The model reads these parameters and the temperature data (bi-hourly temperatures or simply daily maxima and minima), performs the calculations and outputs the daily age-structure for the given location and pest. More specifically, it outputs the percentages of individuals that have already reached a given stage and those that still are in it, which of course are different. For example, in dealing with eggs, the first figure is the percentage of eggs laid and the second is the percentage of eggs laid but still unhatched. With this information and an estimate of population density, we can optimise control measures (chemical, biological etc.). At the present, the model does not make this kind of decision, which is still left up to the plant protection officers.

MODELLING THE CONTROL MEASURES

Recently, we have also attempted to simulate the effect of treatments by taking into account two mortality sources: (i) instantaneous mortality, which occurs the same day the treatment is applied and produces its maximum effect on newly-born larvae (and/or eggs if we use ovicides), and its minimum effect on full-grown larvae. Of course, different pesticides may have different effects, e.g. many IGRs are mainly active on full-grown larvae; (ii) residual mortality, which affects newly-born larvae, with a maximum effect on the day of treatment that decreases to zero after a given time lapse.

Clearly, to evaluate the mortality caused by a specific treatment - and even more so to define the moment when it reaches its maximum - we should extend the simulation into the future until all the larvae of the current generation are born or until the residual mortality rate reaches zero, whichever comes first. Yet, because this is impossible, we are now analysing data of past years for a correlation between mortality and egg-hatching percentage. If the maximum mortality is found to occur at a reasonably constant egg-hatching rate, we can easily integrate the advice on control measures into the model.

MODEL PERFORMANCE

Work has thus far focused on four pest species: *Argyrotaenia pulchellana* Hw., *Pandemis cerasana* Hb. (leaf rollers), *Cydia pomonella* L. (codling moth) and *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (grape moth) (Lepidoptera: Olethreutidae). The models for leaf rollers are currently used in the field on a large scale and yield quite satisfactory results. The model for the codling moth has been developed but not as yet fully tested as in our region sex traps catch very few males. In other regions of Italy, as well as in other countries, they catch many more males at the same infestation levels. Of course, flight percentages are meaningless if the total number of males caught during one flight hardly reaches 20. We are studying this phenomenon and attempting a further validation near Lausanne, Switzerland, although the results are not yet complete. The temperature response of the grape moth was difficult to define owing to bacterial and protozoan diseases, which by the way are also very common in the field and will cause further problems for the practical use of the forecasting model.

Several problems encountered in applying the models should also be mentioned. The first has to do with the field validation. The temperature response is determined at first in controlled-environment cabinets, then in a small cage in the open field close to the laboratory. Eventually, the model must be validated in many commercial orchards throughout the region, usually over a two-year span. Our programme currently lacks human and economic resources for periodical sampling of eggs, larvae, pupae and adults and must rely only on sex-traps, comparing their catch to the model's

commercial orchards chemical treatments are usually applied, which can alter the flight curve. All this means that great care must be taken in validating our models.

We must point out again that we estimate the pest population with sex traps. However, field infestation and trap catch are not necessarily correlated. For some pests (e.g. the grape moth) they are not correlated at all while for others (e.g. the leaf roller *A. pulchellana*) a good correlation can be found by modifying the pheromone dispenser. The infestation estimate obviously does not cause any problem with age-structure forecasting, but it heavily affects the control measure advice. However, this problem is not a result of the use of forecasting models as it affects traditional control strategies in the same way.

The application of many forecasting models on an ever greater scale is likely to reduce production (lower chemical inputs) and programme management costs (reduced sampling work). At the same time, it will be environmentally safer because of a more limited use of polluting compounds.

REFERENCES

BUTTURINI, A., TISO R. & DE BERARDINIS, E., 1992. Influenza della temperatura sullo sviluppo di *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, **47**: 123-134. (in press).

DE BERARDINIS, E., BUTTURINI, A. & TISO, R., 1992. Influenza della temperatura sullo sviluppo di *Pandemis cerasana* (Hb.) (Lepidoptera: Tortricidae). Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, **46**: 211-222.

DE BERARDINIS, E., TISO, R., BUTTURINI, A. & BRIOLINI, G., 1992. A phenological model for the apple and pear leaf-roller *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) (Lepidoptera: Tortricidae). Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, **47**: 111-122.

LOGAN, J. A., WOLLKIND, D. J., HOYT, S. C. & TANIGOSHI, L. K., 1976. An analytic model for description of temperature dependent rate phenomena in arthropods. Environ. Entomol., **5**: 1133-1140.

MANETSCH, T. J., 1976. Time-varying distributed delays and their use in aggregative models of large systems. IEEE Trans. Sys. Man. Cybern., **6**: 547-553.

TISO, R., DE BERARDINIS, E., BUTTURINI, A. & BRIOLINI, G., 1992. -Influenza della temperatura sullo sviluppo di *Argyrotaenia pulchellana* (Hw.) (Lepidoptera: Tortricidae). - Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, **46**: 161-172.

TISO R., BUTTURINI A., DE BERARDINIS E. & BRIOLINI G., 1993. A phenological model for the apple and pear leaf-roller *Pandemis cerasana* (Hb.) (Lepidoptera: Tortricidae). Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, **47**: 101-110.

LOCAL POPULATION DYNAMICS OF PEAR PSYLLIDS AND THEIR ANTHOCORID PREDATORS.

P. SCUTAREANU, B. DRUKKER & M. W. SABELIS

University of Amsterdam, Department of Pure and Applied Ecology,
Kruislaan 320. 1098 SM Amsterdam, The Netherlands

SUMMARY

Populations of *Psylla pyricola*, *P. pyri* and *P. pyrisuga* and their predators *Anthocoris nemoralis*, *A. nemorum* and *Orius spp.* were sampled from April to September in 1991, 1992 and 1993. Leaf samples were collected from pear trees to estimate densities of psyllid eggs and nymphs and anthocorid eggs; beating-net samples were collected to estimate densities of psyllid adults and anthocorid juveniles and adults from pear trees and from the hedgerows surrounding orchard. Fluctuations of prey and predators on pruned and unpruned trees were analysed. The mortality rate of psyllids due to predation of anthocorids is shown to be a delayed density-dependent factor.

Key-words: Pear psyllids, Anthocorid bugs, Population dynamics.

RESUME: DYNAMIQUE DE POPULATIONS LOCALE DES PSYLLES DU POIRIER ET DE LEURS PREDATEURS ANTHOCORIDES

En 1991, 1992 et 1993 nous avons ramassé durant les mois d'avril à septembre des populations de *Psylla pyricola*, *P. pyri* et *P. pyrisuga* avec leurs prédateurs *Anthocoris nemoralis*, *A. nemorum* et *Orius spp.* Des échantillons de feuilles ont été collectés sur les arbres de poiriers afin d'estimer la densité totale des oeufs et des nymphes de psylles et celle des oeufs d'anthocorides; d'autres échantillons ont été collectés par frappage, pour estimer la densité des psylles adultes et celle d'anthocorides jeunes et adultes, sur des poiriers et sur des rideaux d'arbres entourant un verger du polder Watergraafsmeer, dans la région d'Amsterdam, Pays-Bas.

L'analyse de la variation de la densité de la proie et des prédateurs montre que la mortalité des psylles causée par les anthocorides est un facteur dépendant de la densité de la proie.

Mots-clés: Psylles du poirier, Anthocorides, Dynamique de populations.

RIASSUNTO: DINAMICA DI POPOLAZIONI LOCALE DELLE PSILLE DEL PERÒ E DEGLI ANTOCORIDI LORO PREDATORI.

Da Aprile a Settembre degli anni 1991, 1992 e 1993 abbiamo campionato le popolazioni di *Psylla pyricola*, *P. pyri* e *P. pyrisuga* e quelle dei loro predatori *Anthocoris nemoralis*, *A. nemorum* ed *Orius spp.* Si sono raccolti campioni di foglie, per valutare la densità di popolazione di uova e ninfe di Psilla e quella di uova di Antocoridi; mediante battitura si sono stimate le densità di adulti di Psilla e di stadi preimmaginali ed adulti di Antocoridi, sia sulle piante di Pero che sulle siepi che circondavano il frutteto. Si sono analizzate le fluttuazioni della preda e del predatore, sia su piante patate che su quelle non patate. Si dimostra che la mortalità delle Psille dovuta alla predazione da parte degli Antocoridi è un fenomeno dipendente dalla densità, con ritardo.

Parole-chiave: Psille del Pero, Antocoridi, Dinamica di popolazioni.

INTRODUCTION

Laboratory and field experiments showed that during migration anthocorid bugs are attracted and arrested around and on *Psylla*-infested pear trees. This attraction is dependent on odours produced by infested trees and varies with the level of prey density. The source of migration of those predatory bugs are the hedgerows surrounding the pear orchard (Drukker, Scutareanu & Sabelis, 1992, in press, and these proceedings).

In 1991, 1992 and 1993 we assessed the population density of pear psyllids and their predatory anthocorid bugs in an orchard in Amsterdam, Watergraafsmeer, the Netherlands. The aim was to study the interactions between prey and predators in a natural, limited, untreated local population over a period of several years.

MATERIAL AND METHODS

A group of 12 pear trees, var. Conference were chosen for observations inside an apple orchard surrounded on the eastern, southern and northern sides by *Alnus glutinosa* hedgerows and a small group of *Crataegus monogyna* trees (southern) and on the western side by a *Populus nigra* and *Alnus glutinosa* hedgerow.

Every year, from April till October, 2-4 times per month we collected leaf samples (30 leaves) from each of 6 selected pear trees to assess the densities of *Psylla* eggs and nymphs and anthocorid eggs. Beating-net samples (30-60 beats per sample) were collected from 2 other trees located nearby in the same two rows, and from hedgerows, for *Psylla* adults and anthocorid adults and nymphs. In 1992 and 1993 we sampled also from 4 other pear trees pruned in early spring 1992. All samples were analysed under binocular. In this paper we present data on fluctuations of the average density of pear psyllid populations (*P. pyricola*, *P. pyri* and *P. pyrisuga*) and their anthocorid bugs (*A. nemoralis*, *A. nemorum* and *Orius* spp.).

RESULTS AND DISCUSSION

The pattern of fluctuation of the mean density of *Psylla* spp. shows 2-3 peaks each year, but the highest peak was monitored in June-July and the first half of August. With respect to the juvenile stages, the highest density level was found in 1991 and the lowest in 1992 (figure 1).

It is difficult to determine the number of generations per year for each *Psylla* species separately because of generation overlap, but at least for *P. pyricola* we could distinguish 3 generations in 1991 and 1992 and 2 generations in 1993, the last year may be not fully completed because of unfavourable weather conditions. The composition and mean frequency of the species of psyllids are presented in table 1.

The mean density of psyllids on pruned trees is always higher than on non-pruned trees, especially from the first half of May till the end of August. This is confirming former researches carried out in Switzerland (Fuog, 1983). This rises some questions regarding direct induced defence in juvenilized branches which will be discussed in another paper.

There is a relationship between the density of psyllid nymphs per leaf and anthocorid adults per branch on non-pruned as well as pruned trees, but this relation was more obvious on pruned trees in 1993 (figure 2). This relationship is delayed density-dependent and confirm our field experiment. A similar relationship between *Psylla* adults and anthocorid adults appeared only in the case of pruned trees in 1993 when population density was much higher than on non-pruned trees.

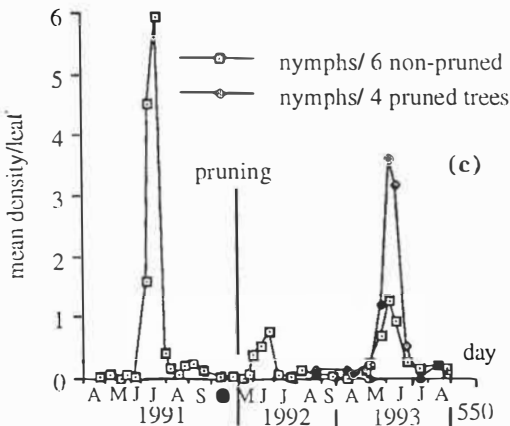
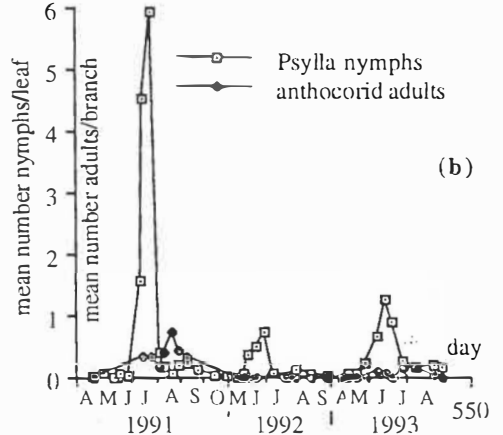
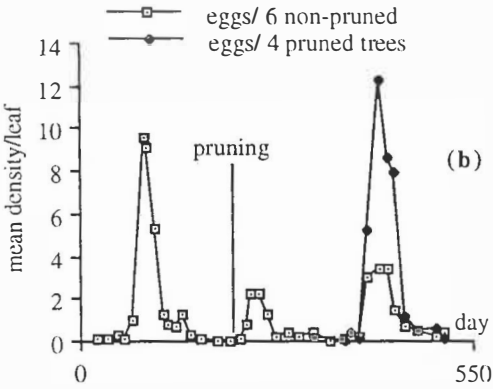
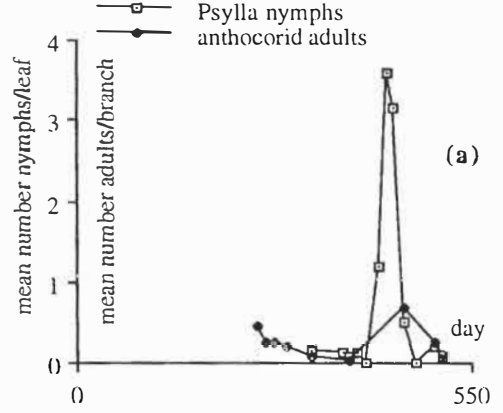
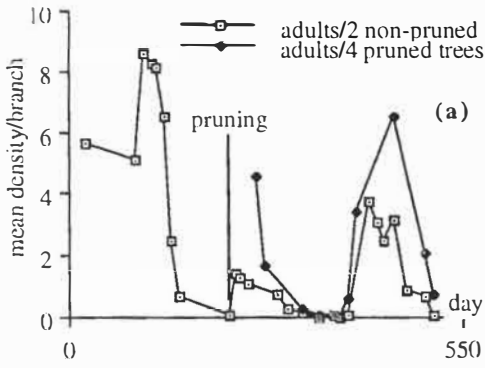


Figure 1 Mean density of Psylla adults per branch (a) eggs (b) and nymphs (c) per leaf on pruned and nonpruned pear trees

Figure 2 Mean density of Psylla nymphs and anthocorid adults on pruned (a) and nonpruned (b) trees

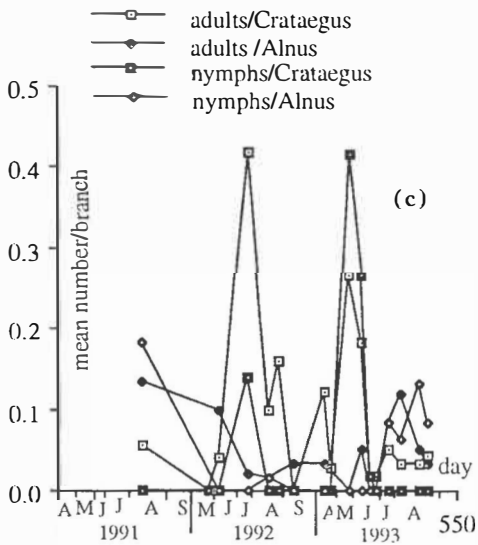
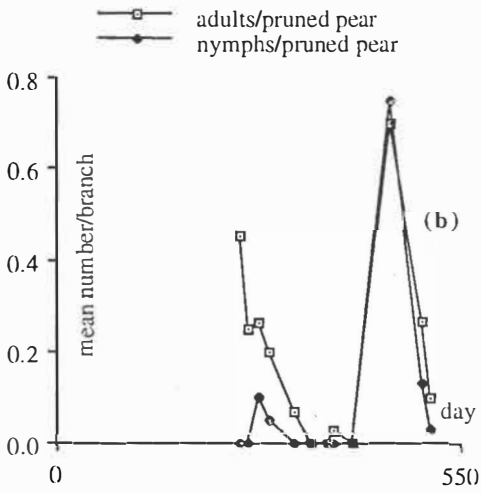
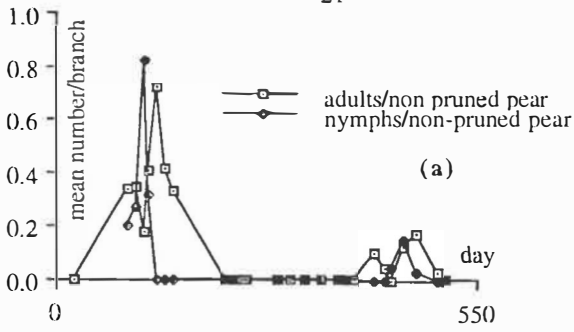


Figure 3 Mean density of anthocorid adults and nymphs on pear trees (a) (b) and in hedgerows (c)

According to our observations, in this orchard, anthocorid bugs are breeding until June-July on *Crataegus*, *Alnus* and *Populus* trees, using as food other psyllid and aphid species not mentioned here. In July-August they originate either from hedgerows or pear trees (figure 3).

Table 1. Frequency of psyllids and anthocorid bugs on pear trees

Species	Adults (%)		
	1991	1992	1993
<i>Psylla pyricola</i>	87.4	94.3	99.6
<i>P. pyri</i>	12.4	5.7	0.1
<i>P. pyrisuga</i>	0.2	0	0.3
<i>Anthocoris nemoralis</i>	75.1	71.9	83.7
<i>A. nemorum</i>	3.0	1.8	11.6
<i>Orius spp.</i>	21.9	26.3	4.7

Table 2. Frequency of anthocorid species on different tree species in hedgerows.

	Adults (%)								
	1991			1992			1993		
	C.	Al.	P.	C.	Al.	P.	C.	Al.	P.
<i>A. nemoralis</i>	50.0	37.5	100	53.8	22.2	40.0	86.1	38.5	0
<i>A. nemorum</i>	25.0	50.0	0	15.4	55.6	20.0	9.7	61.5	100
<i>Orius spp.</i>	25.0	12.5	0	30.8	22.2	40.0	4.2	0	0
C. = <i>Crataegus monogyna</i> Al. = <i>Alnus glutinosa</i> P. = <i>Populus nigra</i>									

In table 1 and 2 it is shown that every year *A. nemoralis* is the most abundant anthocorid on pear trees, whereas *Orius spp.* in 1991 and 1992 come in second place. In the hedgerows *A. nemoralis* was the most abundant anthocorid on *Crataegus* but not on *Alnus* where *A. nemorum* was the most numerous. If the frequencies of migrant anthocorids reflects their abundance on pear trees and hedgerows, then *Crataegus* may represent the most important source of *A. nemoralis* in the first part of the season, whereas later *Alnus* becomes the growing most important source.

REFERENCES

- DRUKKER, B. & SABELIS, M. W., 1990. Anthocorid bugs respond to odour emanating from *Psylla* infested pear trees. Proc. Exp. Appl. Entomol. N. E. V. Amsterdam, 1: 88-89.
- DRUKKER, B. & SCUTAREANU, P., 1993. Attraction of migrating anthocorids by odours from *Psylla* infestations in a pear orchard: the effect of interrupting the odour source.- *Ibid.*, 4: 251-254.
- FEUCHT, W., 1993. The localization of Phenols on the cellular and tissue level. Int. Symp. 'Natural phenols in plant resistance'. München (in press).
- FUOG, D., 1983. Insect-host plant interactions: the influence of the pear tree on the population dynamics of the pear *Psylla Cacopsylla pyri* (L.) (*Psylla pyri* L.) (Homoptera, Psyllidae).- Doct. thesis.

**PRELIMINARY RESULTS ON THE POTENTIAL FECUNDITY AND OTHER
PARAMETERS OF REPRODUCTION OF PEAR PSYLLA, *CACOPSYLLA PYRI* L.,
IN GREECE**

E. T. STRATOPOULOU & E. T. KAPATOS

National Agricultural Research Foundation, Plant Protection Institute. Volos, Greece

SUMMARY

Potential fecundity and other demographic parameters of reproduction of pear psylla females were studied under field conditions in Greece. Preliminary results indicate that the potential fecundity of females of the summer form is very high during spring, relatively high during autumn and very low during summer. Potential fecundity of the overwintering females is very low due to mortality during the pre-ovipositional period, although the females present at the beginning of the oviposition are capable of producing a relatively high number of eggs.

Key-words: *Cacopsylla pyri*, Potential fecundity, Adult longevity.

**RESUME: RESULTATS PRELIMINAIRES SUR LA FECONDITE POTENTIELLE ET
SUR D'AUTRES PARAMETRE REPRODUCTIFS DU PSYLLE DU POIRIER,
CACOPSYLLA PYRI, EN GRECE**

Le taux potentiel de fécondité des femelles et d'autres facteurs démographiques de reproduction du psylle du poirier ont été étudiés en conditions naturelles en Grèce. Les résultats préliminaires montrent que les femelles de forme estivale ont un taux potentiel de fécondité élevé au printemps, un taux relativement élevé à l'automne et très bas en hiver. Le taux potentiel de fécondité des femelles de forme hivernale est très réduit à cause du taux de mortalité de la période de préoviposition. Les femelles survivantes qui entament l'oviposition, fournissent un nombre d'oeufs relativement important.

Mots-clés: *Cacopsylla pyri*, Fécondité potentielle, Longévité des adultes.

**RIASSUNTO: RICERCHE PRELIMINARI SULLA FECONDITÀ POTENZIALE E SU
ALTRI PARAMETRI RIPRODUTTIVI DELLA PSILLA DEL PERO,
CACOPSYLLA PYRI L., IN GRECIA**

La fecondità potenziale delle femmine, come pure altri parametri demografici di riproduzione della Psilla del Pero, sono stati studiati in condizioni naturali, in Grecia. I risultati preliminari mostrano che le femmine estive hanno una fecondità potenziale elevata in primavera, abbastanza alta in autunno e molto bassa in inverno. La scarsa fecondità potenziale delle femmine ibernanti è conseguenza dell'alta mortalità durante il periodo di pre-ovideposizione. Le femmine che sopravvivono fino al periodo di ovideposizione depongono invece un numero di uova relativamente alto.

Parole-chiave: *Cacopsylla pyri*, Fecondità potenziale, Longevità degli adulti.

INTRODUCTION

Population changes of an animal species are determined by variation in natality and mortality from generation to generation. The population of eggs of pear psylla, *Cacopsylla pyri* L. (Homoptera - Psyllidae) fluctuates considerably during the year from the high levels observed during spring and autumn to low levels during winter and summer. However, it remains unknown whether these changes are due to variation in the potential fecundity of females or to changes in mortality factors acting upon females or eggs during the year.

In this work, preliminary results are given from an ongoing field study in the region of Magnesia (Greece) on the potential fecundity and other demographic parameters of reproduction of *Cacopsylla pyri* using the life table approach for analysing the data.

MATERIALS AND METHODS

At the beginning of the season (i.e. middle January) a sufficient number of two year growth branches from a number of trees was protected from possible infestation during the season by covering them with fine mesh cloth bugs. Periodically (i.e. at six dates during the season) known numbers of males and females (at a ratio of 1:1) were collected just after emergence from artificially infested pear branches and enclosed in four (4 replicates) of the protected branches. At regular intervals (less than the duration of the egg stage) the adults, living or dead, were carefully removed and the number of eggs laid during the sampling interval was determined. The living adults were transferred to another set of four branches to continue the oviposition. The same procedure was followed until no living females were found. Particularly for the overwintering females in which the preovipositional period is very long, the initial adult population was very high and the first sampling occasion (to determine the number of males and females survived the preovipositional period) took place at the beginning of February when the oviposition usually begins.

In each case, the following life table parameters (1) were calculated: a) l_x = the fraction of the initial population present at the beginning of the sampling interval (males and females separately) b) L_x = the average fraction of the population alive during the sampling interval c) $n.L_x$ = number of days lived by the average fraction of the population d) M_x = the number of eggs per female laid during the sampling interval e) Expected Net Fecundity past age x (i.e. the number of eggs that will be produced by a female alive at age x) calculated as

$$N.F(x) = \sum_{y=x+1}^b L_y M_y / l_x \quad (b = \text{age of last reproduction})$$

f) Gross Fecundity up to age x (i.e. the number of eggs that have been laid by a female alive at age x) calculated as

$$G.F(x) = \sum_{y=a}^x M_y \quad (a = \text{first day of reproduction})$$

g) Expectation of life at age x calculated as

$$e(x) = \sum_{x=y}^w n.L_y / l_x \quad (w = \text{last possible day of life}).$$

RESULTS

Table 1 gives the calculated life-table parameters for females emerged, on average, at October 31, 1991. The expected net fecundity of these females (at emergence) was calculated to be 24.05 eggs/female while the expected net fecundity for the females present

Table 1. Life table parameters (longevity, reproduction) for the overwintering females of pear psylla, emerged on October 31, 1991.

Date of sampling	No of days (n)	l_x	L_x	nL_x	Eggs per female (M_x)	$L_x M_x$	Expected Net Fecundity past age x	Gross Fecundity up to age x	Expectation of life at age x (days)
31/10/91		1.0000					24.05	-	60.04
1/2/92	93	0.1782	0.5891	54.79	-	-	134.96	-	29.46
7/2/92	6	0.1631	0.1707	1.02	3.75	0.64	143.53	3.75	25.94
20/2/92	13	0.1178	0.1405	1.83	45.40	6.38	144.57	49.15	20.37
2/3/92	11	0.0695	0.0936	1.03	52.26	4.89	174.68	101.15	19.71
12/3/92	10	0.0423	0.0559	0.56	67.51	3.77	197.87	168.92	19.15
23/3/92	11	0.0211	0.0317	0.35	78.19	2.48	279.15	247.11	21.80
1/4/92	9	0.0181	0.0196	0.18	98.15	1.93	218.78	342.66	15.47
10/4/92	9	0.0151	0.0166	0.15	156.55	2.60	90.73	501.81	8.61
20/4/92	10	0.0060	0.0106	0.11	113.71	1.20	28.33	615.52	3.33
28/4/92	8	0.0000	0.0030	0.02	55.00	0.17	0.00	670.52	0.00
Total				60.04	670.52	24.05			

at the beginning of the oviposition period (i.e. February 1st) was calculated to be 134.96 eggs/female. The maximum reproductive value for these females occurred during the sampling interval 12/3/92 - 23/3/92 and it was calculated to be 279.15 eggs/female, i.e. a female alive on March 12/1992 was expected to lay an average of that number of eggs. The fecundity of a female that lived up to the last possible day of life of this cohort was calculated to be 670.52 eggs. Expectation of life of females at emergence was calculated to be 60.04 days (mean longevity) while expectation of life of females present at the beginning of the oviposition period was 29.46 days.

Table 2. Life table parameters (longevity - reproduction) for pear psylla adults emerged on various dates throughout the 1991/92 season.

Date of emergence	Expectation of life at emergence (days)		Expected Net Fecundity at emergence	Gross Fecundity (to the last day of life)
	Males	Females		
31/10/91	55.50	60.04	24.06	670.52
14/4/92	15.56	25.92	343.20	618.48
30/5/92	15.36	23.66	67.73	143.84
17/7/92	11.50	17.38	46.45	152.44
24/8/92	18.23	24.40	192.52	439.00
13/9/92	18.17	25.15	133.17	224.70

Table 2 summarises the results obtained for all (six) emergence dates during the season 1991/92. High estimates of net fecundity and gross fecundity were obtained for females emerging and ovipositing during spring (343.20 and 618.48 respectively) and for females emerging in late summer (August - 24) and early autumn (September - 13) and ovipositing during autumn (192.52, 439.00 - 133.17, 224.70 respectively). Low estimates of these parameters were obtained for females emerging in late spring (May - 30) and ovipositing during summer (67.73, 143.84 respectively) and for females emerging and ovipositing during summer (46.45, 152.44 respectively).

In all cases, females lived longer than males and longevity for the adults of the summer form was higher in spring and autumn than in summer.

DISCUSSION

The results obtained in this study indicated that the net fecundity of the overwintering females of pear psylla is very low because they have to survive a long period before ovipositing and therefore mortality reduces population levels. However, the females of this generation present at the beginning of the oviposition period are capable of producing a relatively high number of eggs. The high value of gross fecundity of these females reflects the potentiality of this generation which is critical for the survival of the species.

The potential fecundity of pear psylla females emerging in spring is very high confirming that spring is the most favourable period for reproduction as it is indicated by the pattern of the rate of oviposition in the field.

During summer, strong environmental pressure reduces potential fecundity of pear psylla females and this explains, to a certain extent, the generally, low levels of infestation which are observed during this period. Results from a parallel study (Stratopoulou and Kapatós, unpublished) indicated low numbers of mature eggs in the ovaries of the females during summer compared with other periods of the year suggesting that ovarian development is suppressed by high temperatures or other factors. The assumption that temperature is one of the main factors (possibly the most critical) that determines potential fecundity of the pear psylla females is supported by the relatively high estimates of this parameter obtained for females ovipositing during autumn. It is possible, however, that other factors (e.g. nutritional) play a role, interacting with temperature.

It appears from the results that females live longer than males and this is in agreement with observations on the sex ratio of the adult population in the field. Mean longevity of males and females of the summer form is higher for adults emerging in spring and autumn than for adults emerging in summer suggesting another negative effect of high temperatures on the population of pear psylla.

REFERENCES

- 1) STRATOPOULOU, E.T. & KAPATOS, E.T. The phenology of Population of Immature Stages of Pear Psylla (*Cacopsylla pyri* L.) in the Region of Magnesia (Greece). Entomologia Hellenica, In Press.
- 2) CAREY, J.R., 1984. Host-specific demographic studies of the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis capitata*. Ecological Entomology, 9: 261 - 270.

SESSION TWO - DEUXIEME SESSION - SECONDA SESSIONE

**CHEMICAL CONTROL AND ITS SIDE-EFFECTS
PROTECTION CHIMIQUE ET EFFETS SECONDAIRES
DIFESA CHIMICA E SUOI EFFETTI SECONDARI**

EFFETS SECONDAIRE DE DEUX INSECTICIDES (RCI) SUR UNE POPULATION D'ARAIGNEES DU POIRIER

G. ANGELI*, C. PESARINI**, C. IORIATTI*, D. FORTI* & M. CATONI*

* Istituto Agrario - 38010 S.Michele all'adige TN, Italie

** Museo Civico di Scienze Naturali, Milano, Italie

RESUME

Dans le cadre d'une étude sur le comportement du psylle commun du poirier (*Cacopsylla pyri*) et de son antagoniste *Anthocoris nemoralis*, nous avons élargi notre recherche afin de comprendre les rapports complexes qui pouvaient exister entre le psylle et certaines espèces d'araignées du poirier.

Parallèlement, nous avons pu évaluer les effets secondaires de deux régulateurs de croissance des insectes (RCI), le teflubenzuron et l'hexaflumuron, sur la dynamique des populations des araignées dans un verger de poirier de 8000 m². L'interférence de ces deux RCI sur la population des araignées a été estimée selon un témoin non traité. Ces trois variantes sont répétées trois fois, Des contrôles visuels et des frappages sont faits périodiquement.

Toutes les araignées récoltées sont identifiées au laboratoire en étudiant les *genitalia* de specimen adultes. Les espèces dénombrées appartiennent essentiellement aux familles des Philodromidae, Thomisidae, Salticidae, Araneidae, Dysderidae, Clubionidae, Theridiidae et Dictynidae.

Les rapports complexes entre les psylles et certaines espèces d'araignées sont partiellement étudiés avec la technique de l'électrophorèse.

Mots-clés: Araneidae, Effets secondaires, Poirier.

SUMMARY: SIDE-EFFECTS OF TWO IGR ON SPIDER POPULATIONS IN A PEAR ORCHARD

While studying some aspects of the behaviour of pear psylla (*Cacopsylla pyri*) and his natural antagonist *Anthocoris nemoralis*, we also examined the relationships between psylla and spiders. The most common spiders belonged to the families Philodromidae, Thomisidae, Salticidae, Araneidae, Dysderidae, Clubionidae, Theridiidae and Dictynidae. A more detailed study on the relationships between Psylla and the single species of spiders is being carried on using electrophoretic techniques.

Moreover, we evaluated the side-effects of two IGR (Teflubenzuron and Hexaflumuron) on the population dynamics of spiders in a 8,000 m² pear orchard. For this purpose, visual and tapping checks have been done periodically. The study has been carried on in three replications; an untreated control was obviously included.

Key-words: Araneidae, Side effects, Pear orchard.

RIASSUNTO: STUDIO DEGLI EFFETTI COLLATERALI DI ALCUNI INSETTICIDI SU POPOLAZIONI DI ARACNIDI DEL PERO

Nell'ambito di uno studio sulla bioecologia della Psilla del Pero (*Cacopsylla pyri*) e del suo antagonista *Anthocoris nemoralis*, si è inteso ampliare la ricerca ai possibili e complessi rapporti che alcune specie di Ragni colonizzatrici abituali del Pero realizzano con la Psilla. Tutti i Ragni raccolti sono stati classificati in laboratorio attraverso l'esame delle armature genitali. Diverse sono le specie di Ragni ritrovate nel corso dei controlli, riconducibili essenzialmente alle famiglie dei Philodromidae, Thomisidae, Salticidae, Araneidae, Dysderidae, Clubionidae, Theridiidae e Dictynidae. L'approfondimento dei complessi rapporti che alcune specie di Ragno realizzano con la Psilla è stato compiuto solo parzialmente, attraverso indagini elettroforetiche.

Parallelamente, in un pereto di 8000 m² sono stati valutati gli effetti collaterali di due IGR (teflubenzuron e hexaflumuron) sulla dinamica di popolazione dei Ragni. L'interferenza dei due prodotti sulla popolazione degli Aracnidi è stata valutata in rapporto ad un testimone non trattato, con tre ripetizioni. Lo studio delle popolazioni è stato realizzato con periodici campionamenti, sia visuali che per battitura.

Parole-chiave: Araneidae, Effetti secondari, Pereto.

INTRODUCTION

Le psylle commun (*Cacopsylla pyri*) est un des principaux ravageurs du poirier. Depuis le début des années 70, on a constaté qu'il se développait de façon constante. Ce fait a contribué très nettement à la réduction des surfaces plantées en poirier dans la région du Trentino (Italie).

La résistance du psylle aux produits chimiques utilisés (les esters phosphoriques) a obligé les chercheurs à se préoccuper des ennemis naturels de cet insecte. Parmi eux les anthocorides (*Anthocoris nemoralis* F.) se sont avérés les plus importants et les plus efficaces pour le contrôle biologique du psylle (Atger, 1979; Forti *et al.*, 1988; Terza & Pavan, 1988; Stäubli *et al.*, 1992). De plus, nous avons pris en considération le rôle non négligeable que pouvaient jouer certaines araignées dans certaines conditions (van der Blom *et al.*, 1985). Souvent la présence de ces araignées est limitée par l'utilisation de certains produits antiparasitaires particulièrement dangereux (Dondale *et al.*, 1979; Stäubli *et al.*, 1984; Riechert & Lockley, 1984).

L'objectif de ce travail est de reconnaître les espèces d'araignées présentes dans les poiriers, d'évaluer l'effet des nouveaux RCI utilisés pour le contrôle du carpocapse (*Cydia pomonella* L.) sur celles-ci et enfin de déterminer parmi ces espèces, les plus intéressantes pour le contrôle biologique du psylle.

MATERIELS ET METHODES

La parcelle expérimentale: le verger de poirier de 8000 m² où a été conduit l'essai appartient à l'Institut Agricole de S. Michele all'Adige. La variété de poire cultivée est Kaiser et les arbres fruités son âgés de 27 ans. C'est une parcelle isolée par des plantations de pommiers au nord-est et par des habitations au sud-ouest.

Produits de traitements: nous avons évalué les effets secondaires de deux insecticides, le teflubenzuron (Nomolt 15% - Shell) et hexaflumuron (Consult 10% - Dow Elanco) sur la faune des aranéides du poirier. Ces deux produits son utilisés pendant le printemps et l'été pour lutter contre le carpocapse aux doses respectives de 33 et 125 cc/hl. Un premier traitement est effectué 80-90 degrés-jours après le début du vol de carpocapse (25.5.1991 et 21.5.1992); et uniquement en 1992, on a dû recourir à une intervention au 8.8.1992. De plus, on a évalué la toxicité du diazinon, produit

utilisé en préfloraison, (29.3.1991 et 8.4.1992) à un dosage de 150 cc/hl sur l'ensemble de la parcelle expérimentale. Ce traitement sert à combattre deux phytophages *Contarinia pyrivora* R. et *Stephanitis pyri* L. Leur recrudescence est à imputer en grande partie à l'abandon des insecticides polyvalents dans le programme phytosanitaire de la parcelle depuis 1986.

Cadre expérimental: l'effet des deux RCI sur les populations d'araignées a pu être testé par rapport à un témoin non traité et une autre parcelle abandonnée et isolée du reste de l'essai. Les trois premières variantes (teflubenzuron, hexaflumuron et non-traité) sont répétées trois fois sur la parcelle expérimentale; par contre le verger abandonné représentait une parcelle de 1200 m² située au sud-ouest de l'essai. L'expérimentation a été répétée deux années consécutives.

Les contrôles: L'étude de la faune des araignées du poirier s'est faite par des contrôles visuels sur la plante et des récoltes de spécimen dans les différentes parcelles par la méthode de frappage des branches. Toutes les araignées récoltées ont été observées au laboratoire à la loupe binoculaire. L'identification des espèces signalées s'est faite par l'étude des génitalia de spécimen adultes (Hubert, 1979; Locket & Millidge, 1986; Jones, 1990; Heimer & Wentig, 1991; Saver & Wunderlich, 1991). Le contrôle par frappage a été pratiqué tous les 15 jours à partir du mois de mars, ce qui a permis de quantifier les formes jeunes et adultes pour les différentes espèces d'araignées présentes durant la phase végétative des arbres fruitiers.

Les données relatives aux nombres d'individus ainsi comptés dans les différentes parcelles suivies ont été soumises à l'analyse de la variance (ANOVA).

L'analyse par électrophorèse: les échantillons ont été homogénéisés individuellement avec un pilon dans un Eppendorf contenant 40 microlitres de tampon d'extraction. Les homogénéisés ont été centrifugés pendant cinq minutes à 10.000 g. Le surnageant es alors récupéré et utilisé pour l'analyse. Le tampon est à base de substances détergentes non ioniques: Tris 200 mM (à pH 7,5) et Triton X-100 à 5% (Harris & Angal, 1989).

Pour l'électrophorèse, conduites dans des conditions non dénaturantes, nous avons utilisé un gel en polyacrylamide d'une épaisseur de 1,5 mm pour un gradient de concentration allant de 4 à 20%; par la méthode en discontinue, les polypeptides ont été alignés dans le staking gel avant d'être révélés dans le running gel (Leammli, 1970). Après la migration électrophorétique, le gel est coloré grâce à la mélange de 1-naphtylacétate 1 mM dans de l'acétone (1 ml) et de Fast Blue RR (0,2% p/v) dans un tampon phosphate 0,2 M à pH 6 (50 ml) qui permet de mettre en évidence uniquement les estérases (Murray & Solomon, 1978).

RESULTATS ET DISCUSSION

La classification des individus récoltés a permis de noter la présence de 25 espèces d'araignées appartenant à 9 familles différentes (tab. 1). La distribution des espèces dans les différents procédés expérimentaux apparaît très homogène; ce qui veut donc dire qu'il n'y a pas eu d'interférence des produits de traitements sur l'association des espèces présentes. L'intervention à la diazinon au printemps n'a pas plus compromis les populations d'araignées. En ce qui concerne les effets secondaires des deux insecticides RCI, on ne retrouve aucune différence significative dans les 22 contrôles effectués pendant les deux années.

Si on examine les figures 1 et 2 qui concernent la dynamique des populations d'araignées au cours des années 1991 et 1992, on constate la présence de deux pics distincts. Le premier se retrouve à cheval entre mai et juin et le second à la fin de l'été sur août-septembre. Pendant la première période, nous sommes en présence d'une population largement composée d'individus adultes (35-45%) alors que sur la seconde période, la population est pratiquement uniquement représentée par des individus jeunes (90-100%). Ce type d'évolution est typique des familles rencontrées dans le poirier; celles-ci, en effet, n'ont qu'une seule génération par an et la période de reproduction est concentrée au printemps et en été. Les traitements insecticides ont donc été pratiqués pendant cette phase de

reproduction, période durant laquelle on devait s'attendre à avoir un maximum de risque d'interaction négative avec la dynamique de population.

En fait, le rapport adulte/jeune s'est maintenu constant dans toutes les parcelles durant la période qui a suivi les traitements; cela confirme bien l'innocuité sur les araignées des produits utilisés. Même s'il n'a pas été possible d'élaborer statistiquement les données relatives à la parcelle abandonnée il est intéressant de constater l'uniformité des populations avec celle des parcelles traitées. En ce qui concerne le comportement alimentaire des diverses espèces et leur rôle dans le contrôle du psylle, l'étude s'est pour le moment limitée aux espèces les plus fréquentes: *Salticus zebraneus* C.L. Koen et *Misumenops tricuspidata* Fabricius. Des premiers résultats indiquent nettement une activité prédateur de *S. zebraneus*, alors qu'une étude ultérieure est nécessaire pour confirmer un tel comportement chez *M. tricuspidata*.

CONCLUSIONS

Ce verger expérimental n'est pas l'objet de traitements spécifiques pour contrôler *Cacopsylla pyri* depuis désormais huit ans. Grâce au bon choix des matières actives une faune auxiliaire riche a pu se développer et en particulier une population nombreuse d'*Anthocoris nemoralis* le principal protagoniste du contrôle biologique du psylle dans nos poirier (Forti *et al.*, 1993).

Parmi les ennemis du psylle présents dans le verger, on ne doit pas sous-estimer l'action des araignées; leur activité efficace a été constatée par van der Blom *et al.* (1985) et démontrée pour certaines familles (Thomisidae, Theridiidae Anystidae) grâce au test ELISA (Booy, communication personnelle).

L'absence de différences significatives entre les parcelles traitées et non relativement au nombre d'individus présents et à l'hétérogénéité des espèces identifiées, confirme l'innocuité du teflubenzuron et de hexaflumuron.

Les résultats de l'analyse en électrophorèse obtenus à partir d'individus prélevés dans les plantations de poirier permettent d'affirmer que *S. zebraneus*, l'espèce la plus fréquente, est un prédateur du psylle; par contre des études ultérieures s'avèrent nécessaires pour confirmer une telle activité chez *M. tricuspidata*.

BIBLIOGRAPHIE

- ATGER, P., 1979. Les psylles du poirier: biologie et contrôle en verger. Phytoma - Défense des cultures, 19-22.
- DONDALE, C.D., PARENT, B. & PITRE, D., 1979. A 6-year study of spiders (Araneae) in a Québec orchard. Can. Ent., 111: 377-380.
- FORTI, D. & MATTEDI, L., 1988. Studio della dinamica di popolazione di *Psylla pyri* (L.) e di *Anthocoris spp.* Terra Trentina, 1: 24-27.
- FORTI, D., ANGELI, G. & IORIATTI C., 1993. Effets secondaires sur l'équilibre *Cacopsylla pyri* - *Anthocoris nemoralis* de deux I.C.I. utilisés pour la lutte contre *Cydia pomonella* dans un verger de poirier du Trentino (Italie). Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent (in press).
- HARRIS, E.L.V. & ANGEL, S., 1989. Protein purification methods: a practical approach. 29. Oxford University Press, New York.
- HIMER, S. & NENTWIG, W., 1991. Spinnen Mitteleuropas. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. 547 pp.
- HUBERT, M., 1979. Les araignées. Société nouvelle des Editions Boubée, Paris. 280 pp.
- JONES, D., 1990. Guide des araignées et des opilions d'Europe. Delachaux et Niestlé, Lausanne. 388 pp.
- LEAMMLI, K., 1970. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature, 227: 680.

- LOCKET, G.H. & MILLIDGE, A.F., 1986. British spiders. Ray Society and British Museum (Natural History), London. Voll. I-II: 770 pp.
- MURRAY, R.A. & SOLOMON, M.G., 1978. A rapid technique for analyzing diets of invertebrate predators by electrophoresis. *Ann. Appl. Biol.*, **90**: 7-10.
- SAUER, F. & WUNDCRLICH, J., 1991. Die schönsten Spinnen Europas. Fauna Verlag, Karlsfeld: 190 pp.
- STÄUBLI, A., HÄCHLER, M., ANTONIN, P. & MITTAZ, C., 1984. Test de nocivité de divers pesticides envers les ennemis naturels des principaux ravageurs des vergers de poiriers en Suisse Romande. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **16** (5): 279-286.
- STÄUBLI, A., HÄCHLER, M., PASQUIER, D., ANTONIN, P. & MITTAZ, C., 1992. Dix années d'expériences et d'observations sur le psylle commun du poirier *Cacopsylla (Psylla) pyri* L. en Suisse romande. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **24** (2): 89-104.
- RIECHERT, S.E. & LOCKLEY, T., 1984. Spiders as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.*, **29**: 299-320.
- TERZA, S. & PAVAN, F., 1988. La psilla del pero nel veronese. Un'esperienza di lotta integrata. *Informatore agrario*, **17**: 69-74.
- VAN DER BLOM, J., DRUKKER, B. & BLOMMERS, L., 1985. The possible significance of various groups of predators in preventing pear psylla outbreaks. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gcnt*, **50/2a**: 419-424.

Especes	Temoin	Abandonnee	Hexaflumuron	Teflubenzuro
FAM. PHILODROMIDAE				
<i>Philodromus rufus</i> Walckenaer	*	*	*	*
<i>Philodromus cespitum</i> Walckenaer	*	*	*	*
<i>Philodromus aureolus</i> Clerck	*		*	*
FAM. THOMISIDAE				
<i>Misumenops tricuspida</i> Fabricius	*	*	*	*
<i>Misumena vatia</i> Clerck		*		
<i>Pistius truncatus</i> Pallas	*		*	*
<i>Diaea dorsata</i> Fabricius			*	
FAM. SALTICIDAE				
<i>Salticus zebraneus</i> C.L. Kock	*	*	*	*
<i>Sitticus pubescens</i> Fabricius	*			
<i>Marpissa muscosa</i> Clerck		*		*
FAM. DICTYNIDAE				
<i>Dictyna pusilla</i> Thorell	*		*	*
<i>Dictyna arundinacea</i> Linneo	*	*	*	*
FAM. THERIDIIDAE				
<i>Theridion mystaceum</i> Koch	*	*	*	*
<i>Theridion melanurum</i> Hahn	*	*		*
<i>Theridion varians</i> Hahn		*		
<i>Dipoena melanogaster</i> Koch	*			
FAM. CLUBIONIDAE				
<i>Clubiona brevipipes</i> Blackwall		*		*
<i>Cheiracanthium mildei</i> Koch	*	*	*	
FAM. ARANEIDAE				
<i>Araniella cucurbitina</i> Clerck	*	*	*	*
<i>Gibbaranea bituberculata</i> Walckenaer	*	*	*	
FAM. DYSDERIDAE				
<i>Segestria bavarica</i> Koch			*	*

Tab. 1. - Pendant les deux années on a récolté 2672 araignées dont 1595 ont été identifiées. Elles appartiennent à 8 familles, 16 genres et 21 espèces.

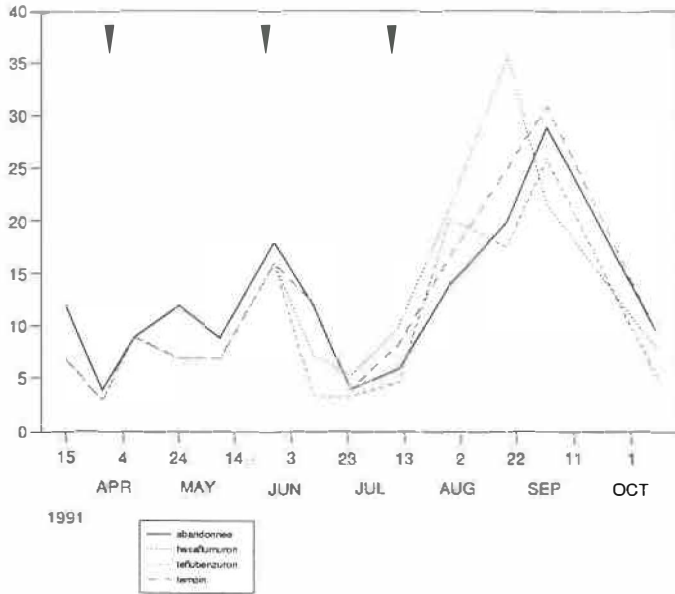


Fig. 1 - Dynamique de population d'araignées pendant l'année 1991
 ↓ traitements (D = diazinon; RCI = téflubenzuron et hexaflumuron)

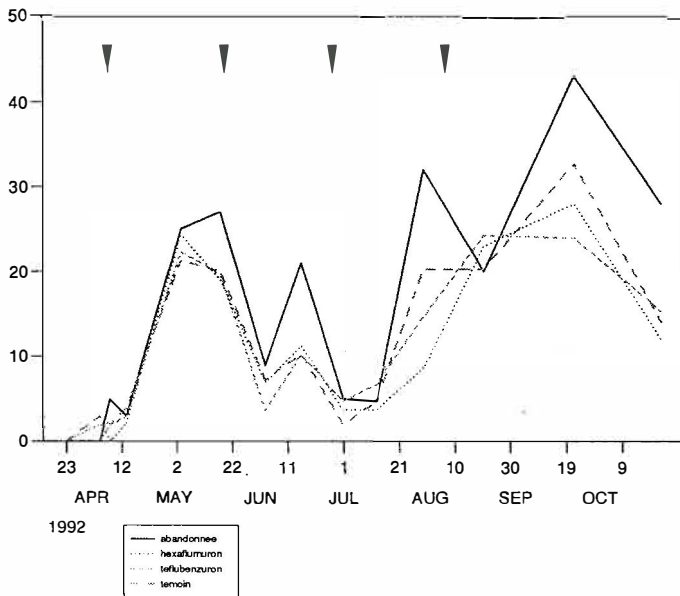


Fig. 2 - Dynamique de population d'araignées pendant l'année 1992
 ↓ traitements (D = diazinon; RCI = téflubenzuron et hexaflumuron)

**RESISTANCE DU PSYLLE DU POIRIER A UN ORGANOPHOSPHORE,
LE MONOCROTOPHOS**

S. BERRADA & T. X. NGUYEN

Laboratoire d'Entomologie, U. P.-Sabatier, 118 re de Narbonne. 31062 Toulouse cedex. - France.

RESUME

Des adultes du psylle du poirier, *Psylla pyri* L., récoltés dans des vergers commerciaux de la région toulousaine (sud de la France), ont été entre 1989 et 1993, soumis au laboratoire à une pression de sélection au monocrotophos (organophosphoré). Notre étude montre que le ravageur possède la capacité de développer une résistance à l'organophosphoré. Celle-ci s'est avérée au prime abord instable, puis elle s'est stabilisée à la trentième génération suivant un niveau de tolérance au produit de 150 fois supérieur à la souche témoin.

Mots-clés: Résistance, Organophosphorés, *Psylla pyri*.

**SUMMARY: RESISTANCE OF PEAR PSYLLA TO PHOSPHOROUS COMPOUND
MONOCROTOPHOS**

Pear psylla adults were submitted over the 1989-1993 period to an intense selection pressure of monocrotophos, an organophosphorous. The results of our work have shown that the insect possesses a potential to develop a stable resistance to the insecticide, with a resistance level reaching 150-fold.

Key-words: Resistance, Organophosphates, *Psylla pyri*.

**RIASSUNTO: RESISTENZA DELLA PSILLA DEL PERO AD UN FOSFORGANICO:
IL MONOCROTOPHOS**

Adulti di Psilla del Pero, *Psylla pyri* L., raccolti in frutteti commerciali della regione di Tolosa (Francia meridionale), dal 1989 al 1993 sono stati sottoposti in laboratorio ad una pressione selettiva al monocrotofos (insetticida fosfororganico). La nostra ricerca mostra che l'insetto può sviluppare resistenza a tale prodotto. Questa è dapprima instabile, ma verso la trentesima generazione si stabilizza su livelli 150 volte superiori a quello del testimone.

Parole-chiave: Resistenza, Organofosforici, *Psylla pyri*.

INTRODUCTION

Les psylles du poirier, *Psylla pyri* (L.) en Europe et *Psylla pyricola* (Foerster) en Amérique du Nord sont considérés comme les ravageurs clés des vergers commerciaux de poiriers. Depuis 1920, l'utilisation de produits insecticides, dans des programmes de contrôle des psylles, a été plus ou moins couronnée de succès. Mais, tous les trois ou quatre ans, il a fallu soit augmenter les doses des traitements ou bien remplacer les produits utilisés par d'autres formulations chimiques. Cependant, à partir de 1960, l'apparition du phénomène de résistance du ravageur aux différents produits insecticides (Harries & Burts, 1965; Delorme, 1985; Follett *et al.*, 1985; Burts *et al.*, 1989) nous a obligé à rechercher d'autres moyens de lutte permettant de minimiser les risques des produits chimiques.

Dans la présente étude, nous avons examiné au laboratoire le potentiel du psylle du poirier à développer une résistance au monocrotophos sous une pression de sélection intense de ce dernier.

MATERIELS ET METHODES

A partir de 1989, des adultes de *Psylla pyri* (L.) récoltés dans la région toulousaine ont été mis en élevage continu au laboratoire, à l'abri de toute contamination de produits pesticides. Ils servent comme individus témoins (LS). Le principe de notre méthode de sélection d'une souche résistante (TL) de psylles au monocrotophos consiste à exposer, par application topique du produit, les générations successives de TL à la dose qui provoque 50% de mortalité dans la souche parentale (individus prélevés dans la nature). Les conditions expérimentales retenues sont une température de 20°C et une photopériode de 16:8 (L:D). La sélection de TL a été menée pendant une période de 4 années pour un total de 34 générations. Nous signalons que certaines générations de TL n'ont pas été sélectionnées en raison de l'indisponibilité des plantules d'élevage de l'insecte.

RESULTATS ET DISCUSSION

Le calendrier de sélection d'une souche de psylles (TL) résistante au monocrotophos, avec les résultats des traitements à la DL50 (dose relative à la souche parentale) sont présentés sur le tableau 1. L'exposition à l'insecticide des générations (G2, G4, G6) donne une mortalité qui devrait être obtenue à la suite d'un traitement à la DL50. Nous remarquons qu'à la G7, la mortalité chute pour la première fois de 57% à 9%. Les générations G8 et G9 n'ayant pas été soumises aux traitements chimiques, conduisent à un taux de mortalité à la G10 de 29%. Son coefficient de résistance ($CR = DL50 TL10 / DL50 LS10$) est alors de 26. A partir de la G10, la pression de sélection à l'insecticide est sans interruption (à l'exception de la G15). Nous constatons alors que CR est de 114 à la G14 et de 133 à la G18. Avec la non-sélection pendant 4 générations, entre la G19 et la G26, nous constatons que le coefficient de résistance est ramené à la valeur de 29. Puis, avec le maintien de la pression de sélection de la G26 à la G29, les adultes de la G30 montrent une tolérance de l'insecticide 151 fois plus grande relativement aux individus de la souche sensible (LS). Nous notons pour la première fois que le coefficient de résistance se stabilise à la G34, et ce malgré l'interruption de la pression de sélection de l'insecticide à la G32 et la G33.

A partir de ces résultats de sélection d'une souche résistante de psylles au monocrotophos, nous retenons surtout la grande facilité d'adaptation physiologique du ravageur à des doses de plus en plus importantes d'insecticide. La DL50 relative à TL a augmenté de 114 fois (Tableau 2) après la sélection au pesticide de 9 générations. D'autre part, cette capacité de résistance de TL paraît d'abord relative à la pression de sélection de l'insecticide, pour se stabiliser par la suite à un niveau d'environ 150 fois relativement à LS.

Les femelles de la souche sensible paraissent supporter le produit toxique environ 2 fois plus que les mâles (Tableau 2), alors que dans la souche résistante, cette différence est plus accentuée

(environ 5 fois).

Bien que nos conditions de sélection d'une souche résistante aient été réalisées au laboratoire, comme le maintien d'une pression insecticide intense et l'exclusion des possibilités d'immigration qui tendent à favoriser le développement de la résistance de l'insecte (Georghiou & Taylor, 1977), nous déduisons que les populations de *Psylla pyri* pourraient développer dans les conditions des vergers commerciaux de poiriers, une résistance aux organophosphorés ou voire encore aux carbamates, les deux classes de produits présentant le même mode d'action au niveau physiologique. Nous retenons, à titre d'exemple, le cas de *Psylla pyricola* en Amérique du Nord où le ravageur est déjà résistant à la plupart des produits insecticides enregistrés dans son contrôle (Harries & Burts, 1965; Riedl *et al.*, 1981; Van De Baan, 1988). Par conséquent, il est intéressant de souligner que les applications phytosanitaires répétitives ou exclusives d'organophosphorés devraient être évitées. En France, des cas de "résistance" du psylle à la deltaméthrine et à l'amitrazé ont été signalés à tort. En effet, des tests effectués dans notre laboratoire, en comparaison avec notre souche "sensible", de ces populations n'ont pas montré de différence de sensibilité vis-à-vis des produits mentionnés. Des investigations menées au laboratoire à partir de 1992, nous ont aidé à mieux comprendre les mécanismes physiologiques responsables du développement de la résistance au monocrotophos dans TL. Notre étude a montré que la présence d'une acétylcholinestérase devenue moins sensible à l'insecticide et l'augmentation du métabolisme de détoxification des monoxygénases à fonctions multiples étaient les facteurs majeurs impliqués dans la résistance de TL (note en préparation).

BIBLIOGRAPHIE

- HARRIES, F.H. & BURTS, E.C., 1965. Insecticide resistance in the pear psylla. J. Econ. Entomol., **58**: 172-173.
- DELORME, R., 1985. La résistance des insectes aux pesticides. Phytoma Déf. Cult., **361**: 45-48
- FOLLETT, P.A., CROFT, B.A. & WESTIGARD, P.H., 1985. Regional resistance to pesticides in *Psylla pyricola* from Oregon pear orchards. Can. Entomol., **111**: 565-573.
- BURTS, E.C., VAN DE BAAN, H.E. & CROFT, B.A., 1989. Pyrethroid resistance in pear psylla, *Psylla pyricola* Foerster (Homoptera: Psyllidae), and synergism of pyrethroids with piperonyl butoxide. Can. Entomol., **121**: 219-223.
- GEORGHIOU, G.P. & TAYLOR, C.E., 1977. Operational influences in the evolution of insecticide resistance. J. Econ. Entomol., **70**: 653-658.
- RIEDL, H., WESTIGARD, P.H., BETHELL, R.S. & DE TAR, J.E., 1981. Problems with chemical control of pear psylla. Calif. Agric., **35**: 7-9.
- VAN DE BAAN, H., 1988. Factors influencing pesticide resistance in *Psylla pyricola* Foerster and susceptibility in its mirid predator, *Deraeocoris brevis* Knight. Ph. D. thesis, Oregon state University, Corvallis, 127 pp.

Tableau 1. Calendrier et résultats de sélection d'une souche résistante de *Psylla pyri* à un organophosphoré, le monocrotophos. La dose insecticide appliquée est la DL50 relative à la souche parentale récoltée dans les vergers commerciaux de poiriers (0,05 µg/adulte).

Génération	Sujets traités	Date	% de mortalité			Coefficient de résistance		
			mâles	femelles	total	mâles	femelles	total
0	350	mar. 89	64	55	60			
1		mai						
2	210	juin	67	51	60			
3		juillet						
4	190	août	65	53	60			
5		septembre						
6	150	octobre	61	52	57			
7	162	novembre	9	8	9			
8&9		jan. fév. 90						
10	70	avril	32	25	29	18	38	26
11	69	mai	7	3	6			
12	52	juin	34	30	31			
13	57	août	7	0	5			
14	75	octobre	5	0	3	71	164	114
15		décembre						
16	54	janv. 91	6	4	5			
17	84	mars	4	0	2			
18	65	avril	3	0	2	84	195	133
19		juillet						
20	75	août	5	0	2			
21		septembre						
22	64	novembre	26	17	21	29	62	47
23		janv. 92						
24	58	mars	29	21	25			
25		avril						
26	72	juin	30	23	27	22	41	29
27	88	août	14	4	10			
28	94	septembre	4	0	2			
29	78	octobre	3	1	2			
30	68	novembre	2	0	2	95	221	151
31	56	janv. 93	4	1	3			
32&33		fév. mars						
34	66	avril	2	0	2	89	198	142

Tableau 2. DL50 et coefficient de résistance (DL50 souche résistante / DL50 souche sensible) déterminés à 7 différentes générations de *Psylla pyri*.

Géné- ration	Date	DL50 en µg/adulte						Coefficient de résistance		
		Souche sensible			Souche résistante			mâles	femelles	total
		mâles	femelles	total	mâles	femelles	total			
0	mar.89	0,05	0,08	0,06						
10	avr.90	0,05	0,13	0,09	0,90	4,94	2,34	18	38	26
14	oct.90	0,03	0,08	0,05	2,13	13,12	5,70	71	164	114
18	avr.91	0,03	0,07	0,05	2,52	13,65	6,65	84	195	133
22	nov.91	0,03	0,06	0,04	0,87	3,72	1,88	29	62	47
26	jui.92	0,04	0,09	0,06	0,88	3,69	1,74	22	41	29
30	nov.92	0,04	0,11	0,06	3,81	24,32	9,06	95	221	151
34	avr.93	0,03	0,07	0,05	2,67	13,86	7,10	89	198	142

CONTROLLING PEAR PSYLLA WITH FENOXYCARB IN WESTERN NORTH AMERICA

E. C. BURTS & E. H. BEERS

WSU- Tree Fruit Research and Extension Center - Wenatchee, Washington, USA

SUMMARY

Fenoxycarb treatment of winterform adult pear psylla causes females to produce sterile eggs. Also, eggs deposited on fenoxycarb residues do not hatch. Here we present an application schedule for fenoxycarb to control early post bloom populations of this pest. Two applications prior to bloom are needed. The first should be applied at delayed dormant stage (buds swollen but not open) and the second at clusterbud stage (buds expanded but no blossoms open) of tree development. Each application requires 150 g (AI)/ha. These treatments do not kill winterform adults but prevent them from reproducing. Females produce many eggs but few of them hatch. Those that hatch either die as first instars or during the final molt. Fenoxycarb allows native predaceous Phytoseiidae, Miridae and Anthocoridae to survive in higher densities than with spray programs including pyrethroids.

Key-Words: *Cacopsylla pyricola*, Insect-growth-regulators, Chemical-control.

RESUME: LUTTE CONTRE LE PSYLLE DU POIRIER AVEC FENOXYCARBE EN AMERIQUE DU NORD

Les traitements de fénoxycarbe (Insegar) causent la stérilité des oeufs pondus par les femelles hivernales du psylle du poirier. En outre, les oeufs pondus sur les résidus de fénoxycarbe n'éclosent pas. Nous donnons ici un programme de traitements avec fénoxycarbe, pour éviter des pululations précoces après floraison. Deux traitements avant floraison sont nécessaires. On applique le premier à bourgeons grossis, mais encore fermés; le deuxième à bourgeons ouverts mais en absence de fleurs (stade E2). Pour chaque application on utilise 150 g/ha de matière active. Ces traitements ne suppriment pas les adultes hivernants, mais ils bloquent leur reproduction. Les femelles pondent beaucoup d'oeufs, dont la plupart n'écloît pas. Les individus qui en naissent vont mourir pendant les premiers stades ou à l'occasion de la dernière mue. Avec des programmes basés sur Fénoxycarbe plus de prédateurs Mirides, Phytoséiides et Anthocorides survivent, qu'avec l'emploi de Pyréthrinoides.

Mots-clés: *Cacopsylla pyricola*, Régulateurs de croissance, Lutte chimique.

RIASSUNTO: DIFESA ANTI-PSILLA CON FENOXYCARB IN AMERICA DEL NORD

I trattamenti con fenoxycarb contro gli adulti ibernanti di Psilla causano la sterilità delle uova. Anche le uova deposte in seguito sui residui di fenoxycarb non schiudono. Presentiamo qui un programma di interventi con fenoxycarb, per contenere la moltiplicazione di tale fitofago, che si verifica subito dopo la fioritura. A tale scopo sono necessari due interventi prefiorali, il primo dei quali va effettuato a gemme gonfie, ma non ancora aperte ed il secondo immediatamente prima della

floritura. La dose consigliata è 150 g/ha di principio attivo. Questi trattamenti non uccidono gli adulti che hanno svernato, ma ne inibiscono la riproduzione. Le femmine, infatti, depongono parecchie uova, delle quali però molto poche daranno discendenti. Gli individui che eventualmente nascono, moriranno nei primi stadi giovanili o durante l'ultima muta. Il fenoxycarb risparmia i predatori naturali (Fitoseidi, Miridi, Antocoridi), più di quanto non facciano i programmi di difesa basati sui piretroidi.

Parole-chiave: *Cacopsylla pyricola*, Regolatori di crescita degli Insetti, Difesa chimica.

INTRODUCTION

Cacopsylla pyricola (Foerster) has been a serious pest of pear in western North America during the last 50 years. This pest is difficult to control because of its ability to develop resistance to pesticides. Biological control offers at least a partial solution to the control problem but the use of non-selective pesticides against this and other pests greatly reduces effectiveness of predators and parasites. The substitution of soft or selective pesticides for chemical control allows increased biological control (Burts, 1983). Fenoxycarb is both effective against pear psylla and soft on some beneficial arthropods important to biological control of this pest.

Krysan (1990) determined that pear psylla are very susceptible to fenoxycarb. In his studies, rates as low as 1 nanogram per insect terminated reproductive diapause in females within seven to 10 days following treatment. Our laboratory studies show that fenoxycarb treatment causes winterform females to deposit sterile eggs and that eggs from untreated females deposited on fenoxycarb residues do not hatch.

Fenoxycarb has been used on tree fruits in Europe for several years as a post bloom spray against Lepidopteran pests such as *Adoxophyes orana* and *Cydia pomonella*. Pear psylla has also been a target of these sprays on pear, but optimum timing against this pest may be different than that for the Lepidopterans.

Here we present an application schedule for fenoxycarb that maintains a residue on pear during the period of oviposition by overwintered females. This schedule provides effective control of first generation nymphs and allows increased biological control of pear psylla and other pests of pear.

MATERIALS AND METHODS

Fenoxycarb 25 percent WP, 220 g (AI)/ha was applied as dilute sprays (3785 liters/ha) to a commercial pear orchard to determine optimum timing for control of pear psylla. Three timings were tested: dormant (when first eggs from overwintered females are deposited), delayed dormant (buds swollen but not open) and clusterbud (buds open but blossoms still closed) stages of tree development. Each timing and all combinations of the three timings were tested. Treatments were evaluated by counts of winter adults and first summer generation eggs and nymphs. Adults were counted by the limb tap method of Burts & Retan (1973). Eggs and nymphs were counted on fruiting spurs under 10X magnification in a laboratory. To determine the effect of treatments on egg hatch shoots were collected at clusterbud stage of development and incubated as bouquets in the laboratory, then eggs and nymphs were counted under magnification.

To further identify the minimum effective rate of fenoxycarb in prebloom applications dilute airblast sprays (3,785 liters/ha) containing 220 and 110 g (AI)/ha were compared to the standard commercial program. The standard program consisted of dormant and delayed dormant applications of cyfluthrin 57 g (AI)/ha plus horticultural mineral oil, 9.5 liters/ha, followed by a clusterbud application of oxythioquinox 355 g (AI)/ha. Plots consisted of five 30-tree replicates. Treatments

were evaluated for pear psylla control as described above. Populations of several psylla predators and the parasite *Trechnites insidiosus* were also monitored through the season by limb-tap counts.

RESULTS

Timing study: Delayed dormant and clusterbud applications were more effective than the dormant application. The combination of delayed dormant and clusterbud applications was almost as effective as the combination of all three sprays. This two-spray combination provided psylla control through mid July.

Rate Study: The lower rate of fenoxycarb was not as effective in controlling pear psylla as the higher rate. However, there was no fruit russet from psylla honeydew at harvest in either plot. Significant densities of some predaceous species were found in fenoxycarb plots. *Campylomma verbasci*, a predator of pear psylla and aphids, was the most abundant predator in fenoxycarb plots. *Deraeocoris brevis* and *Anthocoris* spp. were also present but at lower densities than in unsprayed plots. There were no significant predator populations in plots treated with the standard commercial program.

Fenoxycarb does not work in the same way as conventional pesticides (pyrethroids) previously used to control pear psylla before bloom. Treated females continue to produce large numbers of eggs. However, few of these eggs hatch and, of those that do hatch, many die as first instar nymphs. Survivors either die during the final molt or molt into deformed, dysfunctional adults.

DISCUSSION

In the pear growing areas of western North America control of overwintered adults is very important to the seasonal control program for pear psylla. Fenoxycarb should be a very effective pesticide for this use. We will be recommending 150 g (AI)/ha as the commercial rate for this program when fenoxycarb is registered for use on pear. Two sprays, at delayed dormant and clusterbud stages of tree development, should be applied. Pear psylla has developed resistance to all modern synthetic pesticides currently registered for use on pear so an effective alternative is needed. Because fenoxycarb does not kill winterform adults but only prevents them from reproducing, pear growers will need to be educated to this new mode of action. Otherwise they may think that treatments have failed when they see high densities of adults remaining in the orchard after treatment.

By applying fenoxycarb as prebloom sprays we are treating only overwintered adults and freshly laid eggs. This is the only time during the growing season when nymphs do not make up a significant part of the population. However, during this time there is a rapid expansion of new tissue as buds develop into leaves and blossoms. This rapid expansion of host tissue must be kept covered with fenoxycarb in order for this material to be effective. Our work indicates that two applications as described above will provide this coverage.

Prebloom applications of fenoxycarb do not cause significant reductions in summer densities of *Typhlodromus occidentalis*, the main predator of phytophagous mites on pear. Anthocorids and predaceous Mirids, the major predators of pear psylla, survive fenoxycarb treatment sufficiently to help control pear psylla and aphids during the summer.

Prebloom applications of fenoxycarb are too early to provide significant control of codling moth and *Pandemis* leafroller. However, when this use pattern is combined with a summer program based on pheromone confusion of codling moth and applications of *Bacillus thuringiensis* for the leafroller there is potential for improved IPM on pear.

Prebloom applications of fenoxycarb do not cause significant reductions in summer densities of *Typhlodromus occidentalis*, the main predator of phytophagous mites on pear. Anthocorids and predaceous Mirids, the major predators of pear psylla, survive fenoxycarb treatment sufficiently to help control pear psylla and aphids during the summer.

REFERENCES

- BURTS, E. C. & A. R. RETAN. 1973. Detection of pear psylla. Washington State University Extension Service Memorandum 3096.
- BURTS, E. C. 1983. Effectiveness of a soft pesticide program on pear pests. *J. Econ. Entomol.*, **76**: 936-941.
- KRYSAN, J. L. 1990. Fenoxycarb and diapause: A possible method of control for pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *J. Econ. Entomol.*, **83**: 293-299.

**PEAR PSYLLA DEVELOPMENT OF PYRETHROID RESISTANCE:
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS ANALYSIS**

L. B. COOP, B. A. CROFT & H. RIEDL

Dept. of Entomology, Oregon State University - Corvallis, Oregon, USA 97331-2907

SUMMARY

A geographic information system, GRASS 4.0, was used to prepare land-use data from Hood River, Oregon for simulation model analysis and to display model outputs of the dispersal and regional pyrethroid resistance development by pear psylla, *Cacopsylla pyricola* Foerster. Simulation and independent survey results revealed a logarithmic pattern of initial resistance development. Pyrethroid resistance likely to result in control failures took place within 10-12 years after 2 pre-bloom applications per year. Organic-type orchards developed resistance 0.5-2.0 years after conventional sprayed orchards. Temporal and spatial trends of resistance development reflected orchard management practices, high rates of gene flow, and the use of stochastic processes in the model.

Key-words: insecticide resistance, regional management, simulation model.

**RESUME: DEVELOPPEMENT DE RESISTANCE VIS-A-VIS DES PYRETHRINOÏDES
CHEZ LE PSYLLE DU POIRIER: ANALYSE DE SYSTEMES DES INFORMATIONS
GEOGRAPHIQUES**

Un logiciel de synthèse d'informations géographiques, GRASS 4.0, a été utilisé pour assimiler les données en provenance d'Hood River, Oregon, dans le but de favoriser l'analyse du modèle de simulation et d'exposer les résultats, tels que la dispersion et le développement de résistance du psylle du poirier, *Cacopsylla pyricola* Foerster, aux pyrèthrinoides. La simulation et les résultats d'une enquête indépendante ont permis la découverte d'un modèle de développement logarithmique de la résistance initiale. Quand on pratique deux applications pré-florales par an et cela pendant dix-douze ans, on provoque l'apparition de la souche résistante "R" au pyrèthrinoides; par contre, les vergers de type organique ne développent la résistance "R" que 0,5-2,0 ans plus tard. La répartition spatio-temporelle de cette résistance est la conséquence de la conduite du verger, de la rapidité des mutations génétiques et de l'emploi de processus aléatoires dans le modèle.

Mots-clés: Lutte intégrée, Résistance, Modèle de simulation.

**RIASSUNTO: SVILUPPO DI RESISTENZA AI PIRETRINOIDI NELLA PSILLA
DEL PERO: ANALISI DI SISTEMA DELLE INFORMAZIONI GEOGRAFICHE**

Con l'aiuto di un sistema informatico geografico, GRASS 4.0, si sono preparati i dati relativi all'uso ed alla copertura del suolo ottenuti a Hood River, Oregon, per l'analisi mediante un modello di simulazione e per ottenere informazioni sulla dispersione e sullo sviluppo di resistenza ai piretrinoidi nella Psilla del Pero, *Cacopsylla pyricola* Foerster, nella regione. Sia la simulazione che programmi indipendenti di campionamento hanno mostrato che lo sviluppo iniziale della resistenza

seguiva un andamento logaritmico. Una resistenza alla permetrina probabilmente sufficiente a determinare insuccessi nella lotta si è sviluppata in 10-12 anni, con due trattamenti prefiorali ogni anno. Nei frutteti ad agricoltura biologica la resistenza si è manifestata 0,5-1 anno dopo che in quelli a difesa tradizionale. Le tendenze temporali e spaziali dello sviluppo di resistenza riflettevano il tipo di conduzione del frutteto, gli elevati tassi di trasmissione dei geni, ed anche l'impiego di procedure stocastiche nel modello.

Parole-chiave: Difesa integrata, Resistenza, Modello di simulazione.

INTRODUCTION

The pear psylla, *Cacopsylla pyricola* (Foerster) is a monophagous pest of pear in western North America. It has rapidly developed insecticidal resistance in most pear growing regions there (Burts *et al.*, 1989, Croft *et al.*, 1989). Since 1978, pyrethroid usage in Oregon and Washington has been limited to two pre-bloom applications, for the purpose of delaying resistance development (Burts *et al.*, 1989). In the Hood River Valley pear growing region, low to moderate resistance levels were detected for the pyrethroid fenvalerate beginning in 1989, the last year it was used. However, the more toxic pyrethroids esfenvalerate (Asana) and cyfluthrin (Baythroid) have been used since, which has resulted in continued selection pressure on pear psylla. Models have identified key ecological and life history parameters influencing resistance evolution (Tabashnik & Croft, 1985, van de Baan & Croft, 1990). Resistance development of pear psylla was shown to have both local and regional properties, pointing to dispersal as a key to improving our understanding of how gene flow between susceptible and resistant populations affects regional resistance development (Croft *et al.*, 1989, Horton *et al.*, 1992). In this work, a spatial model of population dynamics and gene flow (Caprio & Tabashnik, 1992) was modified and used together with the geographic information system (GIS) GRASS 4.0 to examine regional trends in development of pyrethroid resistance by pear psylla. Our objective was to use these tools to compare simulated with surveyed pear psylla resistance development in the Hood River growing region.

MATERIALS AND METHODS

The model used for these simulations (RESIST) was derived from the POPGEN insect model (Caprio & Tabashnik, 1992). POPGEN is a general-purpose model for spatial tracking of population dynamics and genetics. In the model, a matrix of multiple sub-population cells is used to describe spatial heterogeneity. The model is stochastic with regard to insecticide timing, insect life-stage transition, mating, reproduction, dispersal, and mortality. Dispersal between cells is represented as an open-ended random walk. Genetics of resistance are represented by a two-allele model, conferring either susceptibility or resistance.

Modifications added for the RESIST model included ability to describe management practices of actual regions, and addition of an optional island dispersal (regional pool) process to describe overwintering migration. Overwintering migration of pear psylla accounts for redistribution and leveling of population densities within major pear-growing regions (Horton *et al.*, 1992). The treatment regime and insect life history parameters were made seasonally adjustable, both within and between years.

In the simulation model, the pear-growing region of Hood River was defined as a 16 x 26 km area. Major pear varieties grown are Bartlett and D'anjou. The spatial resolutions used for simulation were 200 and 1000 m² per cell, as obtained from USGS land-use, land-cover data. Conventional pear acreage from 1980-1991 averaged 3750 ha. Organic packing company records

indicated that a mean of 79 ha of organic pear were grown from 1988 to the present. Unmanaged and abandoned pear area were estimated to be 117 ha. Allocation of unsprayed pear cells for modeling was by random draw within a 1.0 km buffer around the orchard cell types using GRASS 4.0.

Insect and management parameters were defined for four seasons and four field types, to represent seasonal and land-use variation. Field types were "sprayed" (pear conventionally sprayed with pyrethroids), "organic" (pear certified organic; sprayed with non-pyrethroid compounds), "unsprayed" (unmanaged abandoned, or "escaped" pear), and "non-host" (non-pear). For the analysis, we assumed that the natural pyrethrins which are sometimes used in organic psylla control do not select for resistance to pyrethroids.

Pear psylla life stage parameters were described in Westgard & Zwick (1972), Burts & Fischer (1967), Tabashnik & Croft (1985), van de Baan & Croft (1990), and Burts *et al.* (1989).

A program to monitor regional pyrethroid resistance levels of pear psylla in Hood River Valley was conducted from 1989 to the present (1993). A diagnostic dosage of fenvalerate (60 ppm) was used on winterform psylla females (N=100) sampled from 25-30 orchards, both conventional (N=20-26) and unsprayed or organic (N=1-6). Sample counts (limb tap method, N=25 trays/orchard) and collections for diagnostic tests were taken during the fall (Oct-Nov), and during the early spring before pre-bloom pyrethroid cover sprays (Feb-March). Pre-1989 resistance levels were from Croft *et al.* (1989) and van de Baan *et al.* (1990).

RESULTS AND DISCUSSION

The survival of pear psylla exposed to fenvalerate increased from 16% in 1984 to 87% in 1993 (Fig. 1, left). The apparent development of resistance was delayed in the organic and other unmanaged orchards by one year, less in later years. The brevity of this delay reflects the high dispersal potential of pear psylla, and supports earlier conclusions that resistance development of this insect is a regional phenomenon in intensively managed pear-growing regions such as Hood River (Croft *et al.* 1989).

Simulation results, averaged for the sprayed and organic field types (1000 m resolution), reflect a similar pattern of resistance development (Fig. 1, right). The increase in resistance allele frequencies to 50% was logarithmic, and displays a stepped increase at early season pre-bloom treatment times in the sprayed fields. Simulated resistance in the organic fields lagged by one year or less, and reflected the result of gene flow in the region. The sigmoidal increase in resistance to 100% has been observed in other models (Comins, 1977). Future increases in resistance are not expected to continue at the rate simulated, since pyrethroid use has begun to decline with the onset of control failures.

The GIS was used to display simulation results (200 m cell resolution) for the northern portion of the valley, to show the increased resistance over four years, and spatial heterogeneity observed (Fig. 2). Locations with visibly higher resistance allele frequencies at first tend to remain high relative to other areas. The influence of organic orchards on delaying resistance in surrounding sprayed orchards is visible, indicating the contribution of organic orchards as a reservoir of susceptible alleles. The small area proportion of these organic orchards, however; results in little delay in overall resistance development. Other studies of this model system indicate that increasing the area proportion of organic orchards to 64% to would not quite double the average time to resistance development of sprayed orchards (Coop *et al.* 1993), suggesting the limited value of singular use of such a strategy. The model can be used to address other questions concerning local and regional management such as the impact of a given level reduction of pyrethroid use, the impact of fall control on overwintering of resistant psylla, and the expected life of other insecticide groups introduced for psylla control.

REFERENCES

- BURTS, E.C., & FISCHER, W.R., 1967. Mating behavior, egg production, and egg fertility in the pear psylla. *J. Econ. Entomol.*, **60**: 1297-1300.
- BURTS, E.C., VAN DE BAAN, H.E., & CROFT, B.A., 1989. Pyrethroid resistance in pear psylla, *Psylla pyricola* Foerster (Homoptera: Psyllidae), and synergism of pyrethroids with piperonyl butoxide. *Can. Ent.*, **121**: 219-223.
- CAPRIO, M.A., & TABASHNIK, B.E., 1992. Gene flow accelerates local adaptation among finite populations: simulating the evolution of insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.*, **85**: 611-620.
- COMINS, H.N., 1977. The development of insecticide resistance in the presence of migration. *J. Theor. Biol.* **64**:177-197.
- COOP, L.B., CROFT, B.A., RIEDL, H., & BURTS, E.C. 1993. Geographic information systems and simulation in regional orchard management: pesticide resistance in Hood River Valley, Oregon. *Acta Horticulturae* (in press).
- CROFT, B.A., BURTS, E.C., VAN DE BAAN, H.E., WESTIGARD, P.H., & RIEDL, H., 1989. Local and regional resistance to fenvalerate in *Psylla pyricola* Foerster (Homoptera: Psyllidae) in western north America. *Can. Ent.*, **121**: 121-129.
- HORTON, D.R., HIGBEE, B.S., UNRUH, T.R., & WESTIGARD, P.H., 1992. Spatial characteristics and effects of fall density and weather on overwintering loss of pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *Environ. Entomol.*, **21**: 1319-1332.
- TABASHNIK, B.E., & CROFT, B.A., 1985. Evolution of pesticide resistance in apple pests and their natural enemies. *Entomophaga*, **30**: 37-49.
- VAN DE BAAN, H.E., & CROFT, B.A., 1990. Factors influencing insecticide resistance in *Psylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae) and susceptibility in the predator *Deraeocoris brevis* (Heteroptera: Miridae). *Environ. Entomol.*, **19**: 1223-1228.
- VAN DE BAAN, H.E., CROFT, B.A., & BURTS, E.C., 1990. Resistance to the pyrethroid fenvalerate in pear psylla, *Psylla pyricola* Foerster (Homoptera: Psyllidae), in the Northwestern USA. *Crop Protection*, **9**: 185-189.
- WESTIGARD, P.H., & ZWICK, R.W., 1972. The pear psylla in Oregon. *Oregon Agric. Exper. Sta. Tech. Bull.* 122, Corvallis.

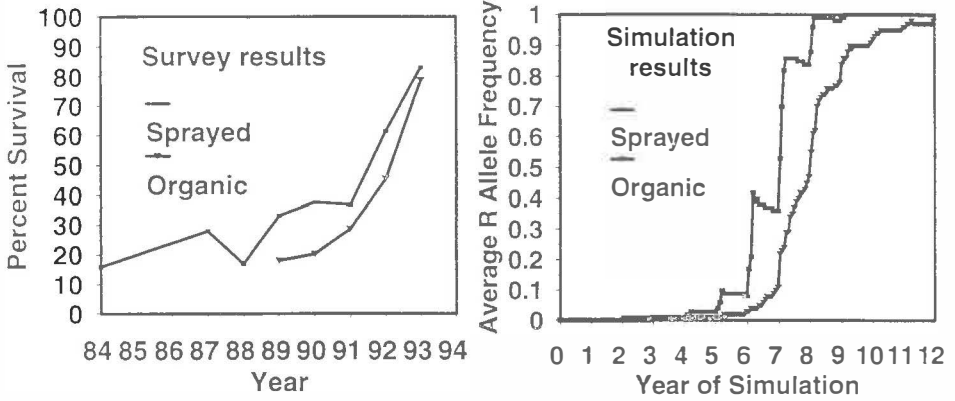


Figure 1. Pear psylla resistance development in Hood River growing region, Oregon. Left - average of sites surveyed using a diagnostic dose of 60 ppm fenvalerate. Right - results of RESIST model simulation (1000 m resolution).

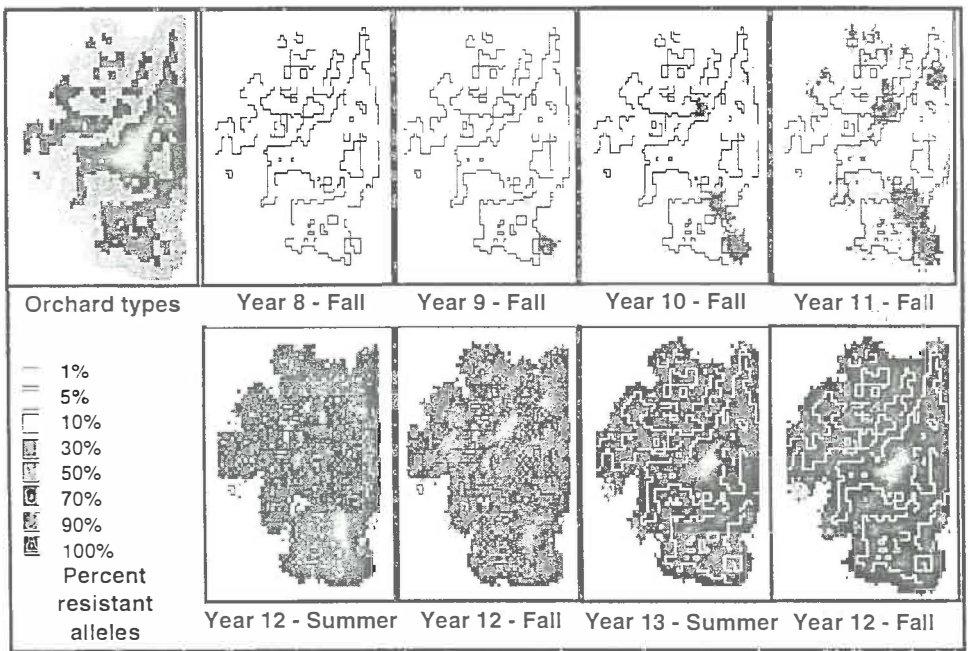


Figure 2. Simulated geographic pattern of pear psylla pyrethroid resistance development in the northern Hood River growing region, 200 m cell resolution. Field types: black - organic, dark shaded - sprayed, light shaded - non orchard.

EFFET SECONDAIRE DU THIRAME (TMTD) SUR *CACOPSYLLA PYRI* (L.) EN VERGERS DE POIRIERS

C. MATIAS*, J. AZEVEDO**, C. FERREIRA**, E. SILVA** & J. CARVALHO***

* Estação Nacional Fruticultura V. Natividade - Laboratorio Protecção Integrada
2460 Alcobaça, Portugal

** Stagiaire universitaire

*** AVAPI - Associação para a Valorização Agrícola em Produção integrada
Apartado 167 - 2461 Alcobaça Codex - Portugal

RESUME

Depuis 1991, des applications de Thirame (TMTD) ont été effectuées dans 43 vergers de poiriers pour contrôler les attaques de *Stemphyllium vesicarium* (Wallr.) Simm. Dix à douze traitements ont été appliqués, et une importante réduction de la dynamique de population de *Cacopsylla pyri* (L.) est mise en évidence. Des observations menées sur 4 vergers traités au Thirame et 2 vergers non-traités, ont également montré une réduction des adultes de *C. pyri*: 105 à 269 adultes capturés pour les vergers traités, 560 à 861 pour les vergers non-traités.

Mots-clés: *Cacopsylla pyri*, Poirier, Thirame.

SUMMARY: A SIDE-EFFECT OF THIRAM (TMTD) ON *CACOPSYLLA PYRI* IN PEAR ORCHARDS

Thiram (TMTD) treatments were tried in 43 pear orchards for controlling attacks of the fungus *Stemphyllium vesicarium* (Wallr.) Sim. since 1991. Ten to 12 sprays were applied and a strong limitation in *Cacopsylla pyri* (L.) population dynamics was pointed out. Assessments in 4 Thiram treated and 2 untreated orchards showed also a limitation of *C. pyri* adults: 105 to 269 individuals caught in treated orchards, in comparison with 560 to 861 in the checks.

Key-words: Pear psylla, Pear tree, Thiram.

RIASSUNTO: EFFETTO SECONDARIO DEL THIRAM (TMTD) SU *CACOPSYLLA PYRI* NEI PERETI

Abbiamo studiato gli effetti secondari dei trattamenti a base di thiram (TMTD), comunemente impiegato nei pereti portoghesi per combattere *Stemphyllium vesicarium* (Wallr.) Simm., in 43 pereti, a partire dal 1991. Si sono eseguiti 10-12 trattamenti. Le popolazioni di *Cacopsylla pyri* sono risultate fortemente ridotte. Osservazioni su quattro frutteti trattati e due testimoni ha messo in evidenza una riduzione del numero di adulti di *C. pyri*: 105-269 adulti catturati nei frutteti trattati, contro 560-861 in quelli non trattati.

Parole-chiave: *Cacopsylla pyri*, Pero, Thiram.

INTRODUCTION

La culture du poirier au Portugal est pratiquée sur le littoral centre-atlantique, caractérisé par des humidités élevées et températures clémentes. *Cacopsylla pyri* (L.) est le ravageur du poirier qui cause plus de dégâts sur la culture, et 3 à 4 traitements sont nécessaires pour le combattre (Matias, 1983; Matias *et al.*, 1989). Depuis le début des années 90, des dégâts provoqués par un champignon, ont été initialement attribués par des arboriculteurs à *Aphanostigma piri* Chol. La bibliographie (Blancard *et al.*, 1989) nous a permis d'attribuer ces symptômes à *Stemphyllium vesicarium* (Wallr.) Simm. Le contrôle de *S. vesicarium* a été tenté (Vilardel, 1988; Malavolta *et al.*, 1988; Ponti *et al.*, 1989) à l'aide de plusieurs produits. Le Thirame s'est révélé intéressant. Nous avons essayé des applications de Thirame sur des vergers de poirier, en faisant des traitements à une cadence de 10 jours, aux doses de 160 g s.a. et 240 g s.a. en applications alternées.

MATERIEL

L'application de Thirame a été pratiquée sur 43 vergers de poiriers: Rocha (33 vergers), Passe Crassane (6 vergers) et Précoce Morettini (4 vergers), repartis dans la région de cette culture. Ils correspondent à une superficie supérieure à 200 hectares. Sur 6 vergers de Rocha de diverses superficies (A = 1,2 ha; B = 0,8 ha; C = 1,6 ha; D = 1,1 ha; X = 0,7 ha; Y = 0,5 ha) ont été conduites des observations et la dynamique des populations de psylle a été suivie.

METHODOLOGIE

Sur les vergers A, B, C et D, désignés comme vergers pilotes, nous avons fait des applications Thirame. Sur ceux-ci, nous avons repéré 15 arbres sur lesquels nous avons déterminé la superficie végétale à l'aide d'un rectangle de 60 x 40 cm. Dans les vergers X et Y, désignés comme témoins, aucun traitement n'a été appliqué.

Les adultes présents à l'intérieur des vergers ont été dénombrés par battage de branches à raison de 50 battages par hectare: verger A = 60 battages; B = 40; C = 80; D = 55; X = 35 et verger Y = 25 battages. Le dénombrement des oeufs et des larves de psylles a eu recours à un cadre de 60 x 48 cm appliqué contre les arbres à hauteur de la poitrine de l'observateur (1,50 m) en observant toutes les pousses à l'intérieur du cadre. Deux observations dans les secteurs opposés des arbres (Nord/Sud, Est/Ouest) ont été pratiquées. Dans les vergers A, B, C et D nous avons appliqué 60 cadres, 30 sur des arbres repérés et 30 sur 15 arbres pris au hasard dans chaque verger comme mesure de compensation des observations sur les arbres permanents.

RESULTATS

Au Portugal, la protection contre la tavelure du poirier justifie normalement de 6 à 8 traitements et le contrôle des psylles de 3 à 4. Nous avons effectué dans les vergers A, B, C et D 12 traitements fongicides, seulement avec le Thirame. En revanche, nous n'avons effectué aucun traitement pour contrôler les psylles. Seulement deux traitements contre le carpocapse ont été faits en 1993 sur les 6 vergers. Le nombre moyen de pousses observées à l'intérieur du cadre d'observation a été de 5 dans les vergers B, C, D et X et de 6 pousses pour le verger A, soit un minimum de 2336 pousses pour le verger D et un maximum de 2442 pour le verger A (fig. 1). Le nombre des adultes de psylle capturés pendant l'année a été assez bas, de 105 dans le verger à 269 dans le verger B. En revanche, dans les vergers X et Y, l'effectif des adultes a atteint des niveaux de 560 et 861 individus respectivement. L'évolution des effectifs des divers stades du psylle dans les vergers traités et témoins est présentée en fig. 2. L'effet du Thirame est observable sur tous les stades. La relation entre le nombre total d'adultes présents dans les vergers et le nombre total d'oeufs dénombrés est identique (6/7) pour

l'ensemble des vergers. En ce qui concerne le pourcentage d'éclosion des oeufs, il est de 47 % pour les vergers A, B, C et D et de 61 % pour des vergers X et Y (Tableau 1).

DISCUSSION

L'ensemble des résultats obtenus montre que la méthode d'échantillonnage à l'aide du cadre a permis des observations très homogènes et s'est révélée très pratique. En ce qui concerne le rendement de la dynamique des populations de psylle, il a été notablement plus faible dans les vergers traités au Thirame: seulement 90 pousses occupées dans les vergers A, B, C et D, contre 891 dans les vergers X et Y.: chez les premiers, il y a eu seulement 4 % de pousses occupées contre 46 % dans les vergers X et Y. L'absence du facteur Thirame a eu pour conséquence une augmentation nette du nombre d'adultes dans les vergers X et Y, et naturellement une incidence sur la dynamique globale des psylles dans ces vergers. En revanche, aucun effet n'a été visible sur l'intensité des pontes puisque le rapport a été identique. Nos résultats sont à rapprocher à ceux obtenus par McMullen & Jong (1971) sur *Cacopsylla pyricola* Foerster l'aide de composés de la même famille. Toutefois, alors que les auteurs n'ont observé des effets limitants que chez les stades larvaires, nous notons également une réduction de l'installation des adultes. En ce qui concerne l'effet sur les oeufs, nous avons observé un pourcentage moyen d'éclosion différent: 48 % dans les vergers traités contre 61 % dans les vergers témoins. Cette relation est en cours d'étude au laboratoire. Chez les 43 vergers en observation, qui ont tous subi les mêmes traitements, l'ensemble de la protection s'est limité aux interventions contre le carpocapse, l'une le 29 mai, l'autre le 8 août. Quant au contrôle de *S. vesicarium*, les attaques ont été réduits de 50 % jusqu'à l'absence totale, pour des niveaux atteignant 20 % chez les témoins.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCARD, D., ALLARD, E. & BREST, P., 1989. La Stemphyliose du Poirier ou "Macules Brunes". *Phytoma*, **406**: 37-38.
- MALAVOLTA, C., MAZZINI, F., PONTI, I., POLLINI, A., DE GIOVANNI, G., LAFFI, F. & BRUNELLI, A., 1990. Integrated Pest Management in Pear Orchards in Emilia Romagna (Italy). *Bull. OILB/SROP*, **13** (1): 13-17.
- MATIAS, C., 1984. - Les Psylles du Poirier au Portugal. Dynamique des Populations - Réorientation de la Lutte. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5): 24-31.
- MATIAS, C., BOUYJOU, B., AVELAR, J. & DOMINGUES, V., 1990. Faune prédatrice et proies potentielles en vergers de poiriers dans deux situations (Lutte chimique et Lutte intégrée) au Portugal. *Bull. OILB/SROP*, **12** (2): 11-16.
- MC MULLEN, R.D. & JONG, C., 1971. Dithiocarbamate fungicides for control of pear psylla. *J. econ. Entomol.*, **64** (5): 1266-1270.
- PONTI, I. & BRUNELLI, A., 1990. La lutte contre *Stemphyllium vesicarium* du poirier en Italie. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2): 195-108.
- VILARDELL, P., 1990. *Stemphyllium vesicarium* in Pear Tree Orchards of Girona (Spain): control measures. *Bull. OILB/SROP*, **13** (1): 71.

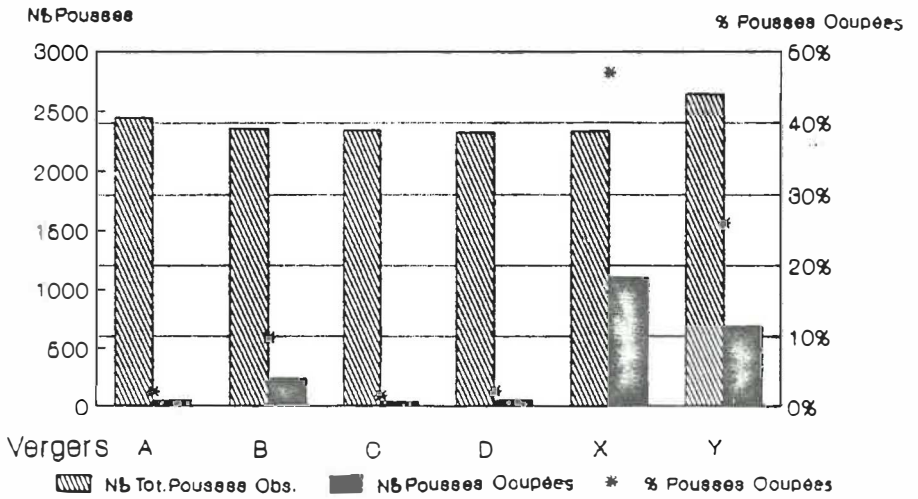


Fig. 1. - Nombre de pousses observées, nombre et pourcentage de pousses occupées par *C. pyri* dans les vergers A, B, C, D, X et Y.

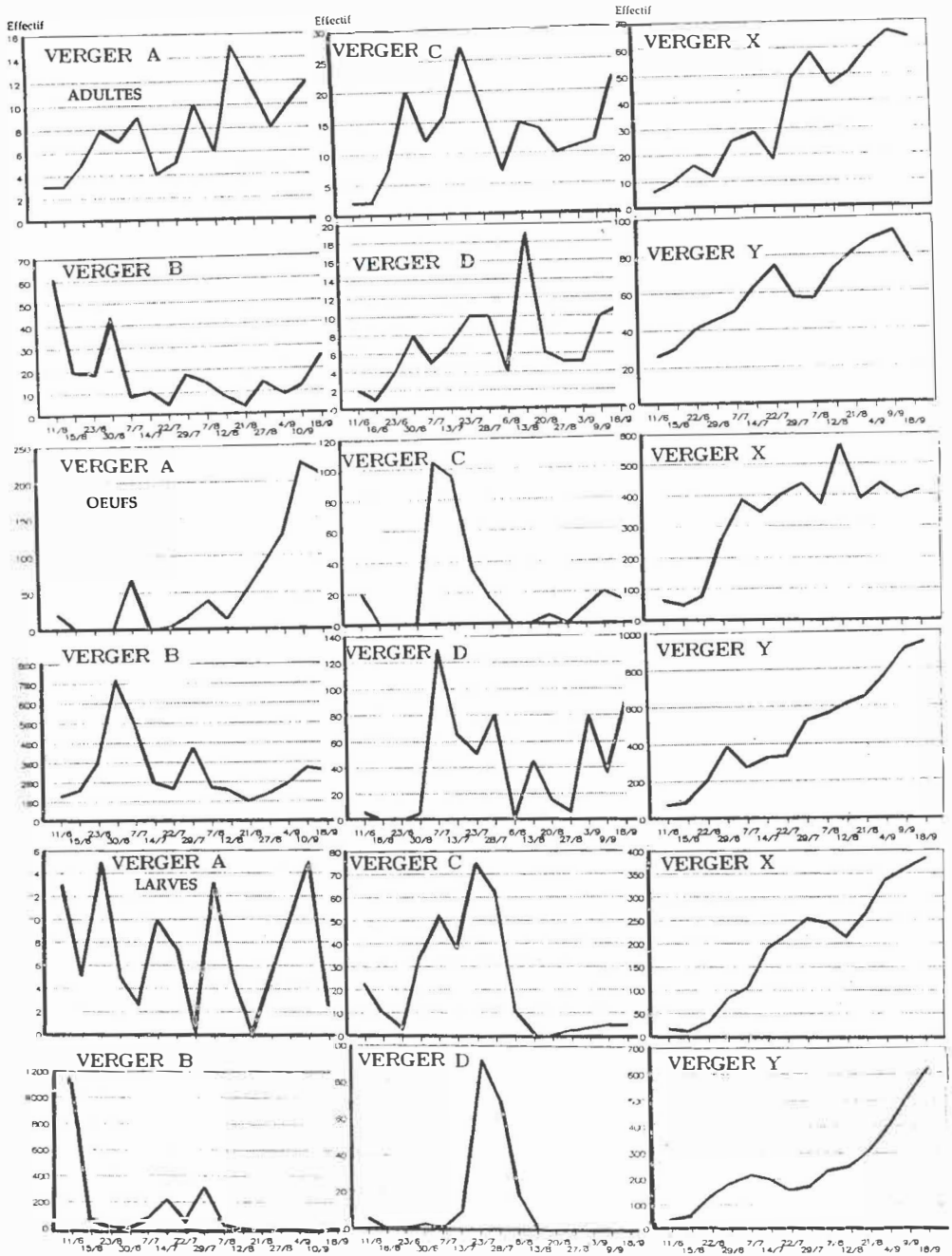


Fig. 2. - Evolution de l'effectif des adultes, des oeufs et des larves de *C. pyri* dans les vergers A, B, C, D, X et Y

INTRODUCTION

Dans les rares tests concernant la nocivité de divers pesticides envers les ennemis naturels des psylles on n'utilise que la dose prescrite pour l'usage commercial et les observations sont généralement faites dans les vergers. Mais jamais on essaie de déterminer les DL50 du produit sur le prédateur lui-même. Dans nos études au laboratoire, nous essayons d'abord de déterminer les DL50 après 24 heures de traitement sur les larves L3, L5 et adultes estivants du Psylle et du prédateur. Ensuite, nous regardons les effets secondaires de ces produits, à partir des DL50 du psylle, sur les individus du prédateur.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

a- Matériel entomologique -

Les psylles servant de proie et les punaises prédatrices sont issus d'élevage permanent au laboratoire.

Pour chaque traitement, un effectif de 40 individus a été utilisé:

- 40 larves stade 3
- 40 larves stade 5
- 40 adultes âgés de 6 à 10 jours

b- Produits pesticides -

Des lots témoins ont été testés avec le solvant seul (eau)

Nous adoptons l'amitrazé comme produit de référence, avec la dose prescrite de 60 g/hl de MAITAC 20

* Doses: 13,50 nanogrammes VERTIMEC ou DL50 de l'acrinathrine sur Psylles après 24 heures de traitement.

* Témoins: Eau et Amitrazé

* Conditions expérimentales:

- Températures constantes: 20°C
- Photopériode journalière: 16 heures d'éclairage

c- Manipulation:

J0 après midi: Pulvérisation des boîtes circulaires de surface $S = 63,61 \text{ cm}^2$.

J+1 même heure: Dépôt des larves L3 + nourriture

5 larves sont déposées par boîte, elles sont séparées les unes des autres par un compartiment cylindrique recouvert de fluon dispersion GF1.

La mortalité est ensuite relevée tous les 2 jours, à la même heure, jusqu'à ce que les individus survivants soient transformés en adultes.

La mortalité est relevée 2, 4, 6, 8, 24 et 48 heures après l'application topique.

CALCULS STATISTIQUES

La méthode statistique utilisée pour le calcul des DL50 est celle donnée par les probits pondérés, basée sur les travaux de Finney (1962). Les valeurs sont calculées à partir de l'équation de la droite de régression obtenue par itération grâce à l'utilisation d'un programme statistique. Cette méthode prend en compte le pourcentage de mortalité du lot témoin correspondant à la mortalité non provoquée par le toxique.

La formule d'Abbott (1925) est donc employée:

$$\% \text{ mort. corrigée} = 100 \times (\% \text{ mort. lot traité} - \% \text{ mort. lot témoin}) / (100 - \% \text{ mort. lot témoin})$$

RESULTATS

A - Détermination des DL 50 sur Psylles et sur le prédateur

Tableau 1 - DL50 en nanogrammes des produits après 24 heures de traitement

	L3 Psylle	L3 Antho	L5 Psylle	L5 Antho	Adulte Psylle	Adulte Antho
Acrinathrine	0,03	$0,19 \times 10^{-3}$	0,24	0,29	0,07	$0,12 \times 10^{-3}$
Abamectine	3,03	5,7	12,8	26,81	49,24	6,24
Amitraze	295		428		235	

Dans le cas de l'acrinathrine qui agit sur le système nerveux central le produit est plus toxique sur le prédateur. Par contre, chez l'abamectine les larves du prédateur semblent légèrement moins sensibles que celles des psylles.

B - Effets secondaires des acaricides

Tableau 2 - Effets secondaires des acaricides sur L3 *Anthocoris nemoralis*

Jours	Eau distillée		Abamectine		Acrinathrine		Amitraze	
	% Morts	% Vivants	% Morts	% Vivants	% Morts	% Vivants	% Morts	% Vivants
0	0	100	0	100	0	100	0	100
2	0	100	5	95	15	85	45	55
4	0	100	20	80	40	60	90	10
6	5	95	50	50	60	40	100	0
8	10	90	55	45	80	20	100	0
10	20	80	70	30	90	10	100	0
12	20	80						
14	25	75						

1 - CAS DE L'EAU SEULE (Tableau 2)

L'eau seule n'a pratiquement aucun effet sur le prédateur, pas de mortalité pendant les 4 premiers jours de l'expérience.

Au bout du 10e jour après la pulvérisation de l'eau sur les larves L3, nous comptons seulement 20% d'individus morts.

2 - CAS DE L'ABAMECTINE

Le résidu du produit semble toucher une quantité infime de jeunes larves (L3) les 4 premiers jours du traitement, 20% de mortalité. L'intoxication se développe entre les cinquième et huitième jours du traitement (55% de mortalité au 8e jour). Au 10e jour, les larves qui ne sont pas devenues adultes meurent.

Finalement au bout de 10 jours, sur 100% L3 au départ, 63% (pourcentage corrigé) sont tuées en cours de route et 37% sont devenues adultes vivants.

3 - CAS DE L'ACRINATHRINE

Le produit est plus toxique que l'abamectine par son effet direct sur le prédateur. Par conséquent, dès le 2e jour après la pulvérisation du produit, nous notons 15% de L3 tués. Le taux de mortalité augmente rapidement les jours suivants pour atteindre 88% (pourcentage corrigé) au 10e jour.

L'effet secondaire de l'acrinathrine sur les larves L5 d'*Anthocorides* (tableau 3) est légèrement moins fort que chez les larves L3, car elles ont presque la même valeur de DL50 que celles des Psylles. (24 contre 29 nanogrammes).

Tableau 3 - Effets secondaires des acaricides sur L5 d'*Anthocoris nemoralis*

Jours	Eau distillée		Acrinathrine		Amitraze	
	% Morts	% Vivants	% Morts	% Vivants	% Morts	% Vivants
0	0	100	0	100	0	100
2	0	100	15	85	5	95
4	0	100	40	60	30	70
6	10	90	50	50	60	40
8	10	90	60	40	70	30
10	15	85	80	20	80	20
12	15	85	80	20	90	10
14	15	85	80	20	100	0

4 - CAS DE L'AMITRAZE

D'après le classement de Stäubli, l'amitraze est rangé dans la catégorie de produits peu toxiques, puisqu'après 24 heures de traitement de la plante, il a noté moins de 50% de mortalité. Comme l'abamectine et l'acrinathrine tuent respectivement 5% et 15% de L3 d'*anthocorides*, ces deux acaricides devraient être rangés dans la catégorie de "très peu nocif" aux punaises prédatrices.

CONCLUSION

Nous constatons que l'application topique d'abamectine et d'acrinathrine semble peu toxique par rapport à l'amitraze vis-à-vis d'*Anthocoris nemoralis*. Toutefois, le prédateur apparaît plus sensible à ces produits que le ravageur (Psylle). Cependant, il est intéressant de noter que pour *Anthocoris nemoralis*, les larves de stade 5 présentent une moins grande sensibilité que les autres stades. L'emploi de l'abamectine et de l'acrinathrine en verger de poirier contre le Psylle est donc sans risque contre les prédateurs.

TIMING PESTICIDE APPLICATIONS IN INTEGRATED PEAR PSYLLID MANAGEMENT; THE ROLE OF MODELLING

M.G. SOLOMON & D. MORGAN

Horticulture Research International - East Malling, Kent ME19 6BJ, U.K.

SUMMARY

As in many pear-growing regions, the key to integrated management of pear psyllid (*Cacopsylla pyricola*) in the UK is to ensure that any pesticide applications cause as little damage as possible to populations of predatory anthocorids. Broad spectrum pyrethroid insecticides effective against adult psyllids are also toxic to anthocorids and are thus very damaging to IPM if used during the summer.

After the return to pear orchards of adult psyllids that have overwintered on other plants, and before the beginning of egg-laying, there is a brief period when it is possible to use a synthetic pyrethroid with minimal damage to IPM. The small number of selective materials that can be used against pear psyllid during the summer are toxic to psyllid nymphs but not adults; to be effective it is thus necessary that such applications are made at a time when the majority of psyllids are at a susceptible stage of development. Phenological models of the development of psyllid populations can identify these windows of opportunity for effective use of broad spectrum and selective insecticides, so that when monitoring indicates that an insecticide application is necessary, it can be timed for optimal efficacy.

Key-words: *Cacopsylla pyricola*, Insecticides, Phenological model.

RESUME: LE ROLE DE LA MODELISATION DANS LE CHOIX DU MOMENT OPTIMAL POUR LES TRAITEMENTS CONTRE LE PSYLLE DU POIRIER EN LUTTE INTEGREE

Comme dans la majorité des pays cultivant le poirier, la clé pour une lutte intégrée efficace du psylle du poirier (*Cacopsylla pyricola*) au Royaume-Uni, est de s'assurer que chaque traitement produise un nombre infime d'effets secondaires autant que possible sur les populations d'anthocorides. Les pyrèthroïdes à large spectre d'action, efficaces contre le psylle, sont aussi toxiques pour les anthocorides et par voie de conséquence très nuisibles au plan de la lutte intégrée dans le cadre d'une utilisation pendant l'été.

La brève période pendant laquelle l'emploi des pyrèthroïdes est possible avec un effet secondaire minimal, correspond au moment où les adultes de psylle, qui ont hiberné sur d'autres plantes, reviennent sur le poirier, et avant le début de leur ponte. Le petit nombre de produits sélectifs qui peuvent être utilisés en été, sont toxiques contre les larves de psylle et non contre les adultes; pour obtenir l'effet maximum il est nécessaire d'effectuer le traitement quand les psylles ont atteint leur stade de développement opportun. Des modèles phénologiques de développement du ravageur peuvent identifier les intervalles d'opportunité pour l'emploi d'insecticides sélectifs ou à large spectre, c'est-à-dire quand dans le verger il est nécessaire de traiter, alors on peut intervenir avec le maximum d'efficacité.

Mots-clés: *Cacopsylla pyricola*, Insecticides, Modèle phénologique.

RIASSUNTO: FUNZIONE DEI MODELLI PER UNA CORRETTA TEMPORIZZAZIONE DELLE APPLICAZIONI FITOIATRICHE, NELLA DIFESA INTEGRATA CONTRO LA PSILLA DEL PERO

Come nella maggior parte dei Paesi dove si coltiva il Pero, anche nel Regno Unito la chiave di volta per la lotta integrata alla Psilla del Pero (*Cacopsylla pyricola*) è l'esecuzione di interventi fitoiatrici che abbiano il minimo di ripercussioni sulle popolazioni di Antocoridi predatori. I piretrinoidi a largo spettro, efficaci contro gli adulti di Psilla, sono anche tossici per gli Antocoridi e quindi, se usati in estate, compromettono gravemente la difesa integrata.

Dopo il ritorno sui Pero degli adulti di Psilla, che hanno svernato su altre piante, e prima dell'inizio dell'ovideposizione, esiste un breve periodo in cui è possibile usare un piretrinoide senza troppi inconvenienti per la difesa integrata. I pochi insetticidi selettivi impiegabili contro la Psilla in estate sono efficaci sulle ninfe, ma non sugli adulti, perché risultino efficaci questi interventi dovranno quindi essere eseguiti nel momento in cui la maggior parte delle Psille si trova nello stadio sensibile. I modelli fenologici che prevedono l'evoluzione delle popolazioni di Psilla possono identificare queste finestre temporali di opportunità per l'uso efficace dei prodotti selettivi o di quelli a largo spettro, in modo che, quando i controlli in campo segnalano la necessità di un trattamento, questo possa essere eseguito nel momento di massima efficacia.

Parole-chiave: *Cacopsylla pyricola*, Insetticidi, Modello fenologico.

PEAR PSYLLID AND ITS PREDATORS

The pear psyllid, *Cacopsylla pyricola* (Förster), is a major pest in pear orchards in England. The large quantity of watery honeydew produced by the larvae runs across the surface of the leaves, some of it dripping onto fruits. Sooty moulds grow in the honeydew, disfiguring the fruit. Feeding activity by the psyllid causes some direct damage, but, perhaps more importantly, *C. pyricola* has been shown to be a vector of the mycoplasma-like organism (MLO) associated with the physiological condition known as "Parry's disease" or "pear decline" (Davies *et al.*, 1992). The psyllid normally passes through three generations per year in England, overwintering in the adult stage. Some of the overwintering adults move out of pear orchards in autumn and pass the winter in other trees in nearby hedgerows, windbreak plantings, woodland or other orchards. Early in the following year, these adults that have overwintered on trees other than pear disperse and many of them reappear in pear orchards (Solomon, 1981; Hodgson & Mustafa, 1984a; Solomon *et al.*, 1989).

Predators of the pear psyllid found in pear orchards in England include the mirid species *Blepharidopterus angulatus* (Fall.), *Campyloneura virgula* (H.-S.), *Dereocoris lutescens* (Schill.), and *Pilophorus perplexus* D. & S.. It is *Anthocoris nemoralis* (Fab.), however, that usually colonises pear orchards in greatest numbers; the IPM approach now adopted by most pear growers in England is based upon the relationship between pear psyllid and this predator (Solomon *et al.*, 1989). The need to cause as little damage as possible to *A. nemoralis* is part of the framework within which decisions on the choice of pesticide and timing of application are made.

THE POSSIBILITY OF BROAD SPECTRUM INSECTICIDE USE

Of the insecticides tested against adult *C. pyricola*, the most effective have been synthetic pyrethroids. These broad spectrum materials are very toxic to anthocorids however, and it is clear that their use during the summer virtually eliminates anthocorids from the orchard, the likely result of which is a subsequent resurgence of the pest (Solomon *et al.*, 1979, 1989; Hodgson & Mustafa, 1984b; Winfield *et al.*, 1984). It is apparent however, that a pyrethroid applied in spring against the

overwintered adults has little impact on anthocorid numbers in the orchard during the summer (Solomon *et al.*, 1989). This may be because anthocorids overwintering in crevices in the bark of the tree are sheltered from the spray, but it is more likely that sufficient anthocorids colonise the pear trees later in the spring that the numbers surviving the winter on the pear trees are not critical. Anthocorids disperse on a large scale at this time (Anderson, 1962; Hill, 1957).

The timing of a spring application of a pyrethroid is critical if optimal efficacy is to be achieved, since there is likely to be a short interval between the spring dispersal of those psyllids that have overwintered on non-pear host plants, and the beginning of egg-laying on pear. A phenological model that predicts the timing of egg-laying would provide the means of timing a spray application to optimal effect.

SELECTIVE INSECTICIDES

During the summer, when anthocorids are active in pear orchards, the choice of insecticide against pear psyllid is restricted to those that do not damage the anthocorids. Amitraz and diflubenzuron are effective against larvae of *C. pyricola*, and do little damage to anthocorids (Solomon, *et al.*, 1979, 1989; Winfield *et al.*, 1984), and are widely used in pear orchards in England. Trials with fenoxycarb have shown that this material is also very effective at reducing numbers of *C. pyricola* larvae, and does not reduce numbers of larvae or adults of *A. nemoralis* (Solomon & Fitzgerald, 1990). Amitraz, diflubenzuron, and fenoxycarb are all, however, ineffective against adults of *C. pyricola*. Thus in order to optimise the effect of these materials, it is necessary that they are applied when most of the psyllid population in the orchard is in the larval rather than the adult stage. This is information that a phenological model can provide.

PHENOLOGICAL MODEL

A simulation model has been constructed for *C. pyricola*, based on the rates of development of each stage at a range of temperatures. The model is driven by inputs of temperature data; this can be downloaded from an orchard-based temperature logger, or at its simplest daily maximum and minimum temperatures can be typed in manually. The model has been validated by testing the accuracy of its phenological predictions against samples taken in pear orchards over three years to monitor the development of populations of *C. pyricola* (Morgan & Solomon, 1992).

Together with models for several other pests of pear and apple, the *C. pyricola* model has been incorporated into a computerised package, named PEST-MAN. This package uses an intuitive style of presentation, involving simple pull-down menus, graphics outputs, and help statements, so that it is very straightforward to use (Morgan & Solomon, 1993). The kind of information provided by the model is indicated in Fig. 1. The curves show the periods during which the various developmental stages of each of the three generations are present. The model is purely phenological and does not describe the population dynamics of the psyllid quantitatively. Thus each of the curves is a standardised height, showing the pattern of relative numbers of a stage within a generation, but not providing information on the relative numbers in one generation compared with another.

Field sampling is required to provide information on the population density of the psyllids in the orchard; the information on the timing of the various developmental stages provided by the model allows this monitoring activity to be planned effectively. If samples indicate that an insecticide application is necessary, then the pattern of the curves as shown in Fig. 1 allows the identification of windows of opportunity for effective use of insecticides. The window in which a broad spectrum insecticide could if necessary be applied is the short period after the spring dispersal of psyllids from overwintering sites and before the first generation eggs are produced by the overwintered females. Optimal opportunities for use of selective insecticides, effective against psyllid larvae but not adults, occur when most of the population is in the larval stages. These periods can be identified by

inspection of the curves, and they are also highlighted at the foot of the diagram. The phenological information produced by the model thus allows monitoring activity and, where necessary, pesticide timing, to be optimised.

REFERENCES

- ANDERSON, N.H., 1962. Bionomics of six species of *Anthocoris* (Heteroptera: Anthocoridae) in England. Transactions of the Royal Entomological Society of London, **114**: 67-95.
- DAVIES, D.L., GUISE, C.M., CLARK, M.F. & ADAMS, A.N., 1992. Parry's disease of pears is similar to pear decline and is associated with mycoplasma-like organisms transmitted by *Cacopsylla pyricola*. Plant Pathology, **41**: 195-203.
- HODGSON, C.J. & MUSTAFA, T.M., 1984a. The flight activity of *Psylla pyricola* Förster in southern England. IOBC/WPRS Bulletin, **7** (5): 97-124.
- HODGSON, C.J. & MUSTAFA, T.M., 1984b. Aspects of chemical and biological control of *Psylla pyricola* Förster in England. IOBC/WPRS Bulletin, **7** (5): 330-353.
- HILL, A.R., 1957. The biology of *Anthocoris nemorum* (L.) in Scotland (Hemiptera: Anthocoridae). Transactions of the Royal Entomological Society of London, **109**: 379-394.
- MORGAN, D. & SOLOMON, M.G., 1992. Systems analysis as an aid in integrated pest management of pear sucker. Proceedings Brighton Crop Protection Conference: Pests and Diseases, **3**: 1051-1054.
- MORGAN, D. & SOLOMON, M.G., 1993. PEST-MAN: a forecasting system for apple and pear pests. EPPO Bulletin, **23** (In Press).
- SOLOMON, M.G., 1981. Windbreaks as a source of orchard pests and predators. In Pests, Pathogens and Vegetation (Ed. J.M. Thresh), 273-283. Pitman, London.
- SOLOMON, M.G., CRANHAM, J.E., EASTERBROOK, M.A. & SOUTER, E.F. 1979. Pear sucker *Psylla pyricola* Förs. control by pesticides and predators. Report of East Malling Research Station 1978, 123-125.
- SOLOMON, M.G., CRANHAM, J.E., EASTERBROOK, M.A. & FITZGERALD, J.D. 1989. Control of the pear psyllid, *Cacopsylla pyricola*, in South East England by predators and pesticides. Crop Protection, **8**: 197-205.
- SOLOMON, M.G. & FITZGERALD, J.D. 1990. Fenoxycarb, a selective insecticide for inclusion in integrated pest management systems for pear in the UK. Journal of Horticultural Science, **65**: 535-539.
- WINFIELD, A.L., HANCOCK, M., JACKSON, A.W. & HAMMON, R.P. 1984. Pear sucker (*Psylla pyricola*) in south-east England. IOBC/WPRS Bulletin, **7** (5): 45-54.

SESSION THREE- TROISIEME SESSION - TERZA SESSIONE

**NON-CHEMICAL AND INTEGRATED CONTROL
METHODES NON CHIMIQUES DE PROTECTION ET PROTECTION INTEGREE
METODI DI DIFESA NON CHIMICI E PROTEZIONE INTEGRATA**

VERS UNE SUPPRESSION DES TRAITEMENTS CONTRE LE PSYLLE DU POIRIER *PSYLLA PYRI* L.

O. BAUDRY

Centre Technique Interprofessionnel de Fruits et Légumes - Centre de Lanxade
Prignonrieux BP 21 - 24130 La Force, France

RESUME

Les pullulations de *Psylla pyri* sont liées à l'utilisation de produits phytosanitaires qui perturbent l'agrobiocénose. Les expérimentations faites au Ctifl montrent qu'on peut progressivement supprimer la plupart des traitements sinon la totalité.

Dans un premier temps, quand les problèmes de psylles sont graves (miellat, fumagine) intervention au DNOC le plus près possible du stade B de façon à ne pas brûler les jeunes pousses et une ou deux interventions à l'amitrazé sur les jeunes larves de deuxième et troisième générations.

Dans un deuxième temps, quand le verger commence à être mieux équilibré, les DNOC peuvent être supprimés quand les adultes hivernaux sont peu nombreux. L'intervention se fait comme précédemment, sur la deuxième génération avec amitrazé.

Dans un troisième temps, dans un verger bien équilibré il faut surveiller les psylles de l'hiver au mois de juin mais les interventions doivent se raréfier.

Pour arriver à ce résultat il faut veiller à tous les autres traitements faits dans le verger de façon à n'employer que les produits qui ne perturbent pas trop les prédateurs, en particulier les anthocorides. L'enrichissement de l'environnement floristique (installation de haies composites) est un moyen capital pour faciliter la suppression des traitements en créant des conditions favorables au développement des prédateurs dans l'environnement du verger.

Mots-clés: *Psylla pyri*, Lutte biologique, Poirier.

SUMMARY: TOWARDS THE SUPPRESSION OF CHEMICAL TREATMENTS IN PEAR PSYLLA CONTROL

Outbreaks of pear psylla are a side effect of broad spectrum chemicals. Experiments carried on at Ctifl show that we can progressively suppress most, if not all, chemical treatments.

At first, when damage by psylla is heavy (honeydew, sooty mould), we must apply DNOC at Stage B (swollen bud) when it does not harm the new shoots and one or two applications of amitrazé on young second - or third - generation larvae.

In the following phase, when the orchard is beginning to reach a better equilibrium, if there are few overwintering adults, we can reduce DNOC treatments. Chemicals will still be applied against the second generation of the pest.

Finally, in a well balanced orchard, we must sample pear psylla populations in June, but insecticides should be used very rarely.

These results can be achieved by carefully selecting the chemicals to be used in the orchard. Only those selective regarding predators, anthocorids in particular, will be allowed. The enrichment of the faunal environment (the installation of hedge-rows) is an excellent means for facilitating the

reduction of treatments while creating favourable conditions for the development of predators in the orchard environment.

Key-words: Pear psylla, biological control, Pear.

RIASSUNTO: VERSO LA SOPPRESSIONE DEI TRATTAMENTI CHIMICI CONTRO LE PSILLE DEL PERO

Le pullulazioni di *Psylla pyri* sono una conseguenza dell'impiego di fitofarmaci che perturbano l'agrobiocenosi. La sperimentazione condotta al Ctifl mostra che si possono progressivamente sopprimere la maggior parte dei trattamenti, se non addirittura tutti.

In un primo tempo, quando la Psilla provoca danni gravi (melata, fumaggine) si interverrà con DNOC alla fase B, in modo da non ustionare i giovani getti; seguiranno uno o due interventi con amitraz sulle neanidi di seconda e di terza generazione.

In una seconda fase, quando il frutteto raggiunge un equilibrio migliore, si potrà sopprimere il DNOC se gli adulti svernanti non sono numerosi. Si continuerà però ad intervenire, come prima, contro la seconda generazione.

Infine, quando il frutteto è bene equilibrato, si dovrà tenere sotto sorveglianza la Psilla in giugno, diradando però gli interventi.

Per arrivare a questo risultato occorre scegliere, per gli altri trattamenti da eseguire nel frutteto, principi attivi non troppo dannosi per i predatori ed in particolare per gli Antocoridi.

INTRODUCTION

Le psylle du poirier *Psylla pyri* L. est un insecte présent naturellement en Europe et décrit par Linné au XVIII^e siècle. Il n'a commencé à préoccuper les arboriculteurs qu'à partir du moment où la lutte chimique contre les ravageurs s'est développée dans les années 50. Les produits polyvalents pouvaient laisser croire que la solution des problèmes de ravageurs passait par leur éradication avec des produits qui avaient l'avantage de nettoyer le verger de plusieurs ravageurs à la fois. La stratégie était basée sur une couverture permanente pour éviter tout risque.

Ce raisonnement simpliste a fonctionné pendant quelques années mais des échecs de plus en plus importants se sont manifestés, en particulier pour le psylle du poirier qui s'est révélé résistant à la plupart des traitements. Les pullulations de psylle, de plus en plus graves, ont provoqué la disparition de certains vergers.

L'application des mesures de production intégrée a permis à Lanxade (Dordogne) dans le sud-ouest de la France, de résoudre progressivement le problème dans un environnement très diversifié.

STRATEGIE DE LUTTE

1) Lutte indirecte:

a) éviter tout ce qui peut provoquer une pousse excessive favorable au développement du psylle:

- taille adaptée limitant les gourmands,
- irrigation et fertilisation raisonnées par l'utilisation de tensiomètres et des analyses de sol et de feuilles régulières.

b) favoriser les prédateurs par des techniques de lutte intégrée en limitant les interventions chimiques, en choisissant les matières actives les moins agressives et en favorisant l'implantation de haies composites autour des vergers.

Une flore variée entraîne une plus grande diversité dans la faune qui de cette façon est plus équilibrée et pose moins de problèmes.

2) Lutte directe:

Le passage d'un verger déséquilibré avec de fortes attaques de psylles à un verger sans problème ne peut se faire, à notre avis, que par étapes.

Les études faites dans différents pays ont précisé la biologie du psylle et les stades sensibles. en hiver, sur les femelles prêtes à pondre et sur les oeufs, au printemps sur les larves jeunes de 2e et 3e génération.

Dans un premier temps l'utilisation du DNOC (600 g/hl) dans le cas de fortes pullulations d'adultes hivernaux paraît la solution indispensable, même si elle n'est pas très écologique, pour couper le cycle du psylle dès le départ. Nous préconisons de l'utiliser le plus tard possible de façon qu'il ne brûle pas les bourgeons (stade B) au lieu de le préconiser dès les premières pontes (2 jours de suite à 10°C en janvier). De cette façon, les premiers oeufs sont détruits en même temps que les femelles et les générations suivantes sont plus regroupées, ce qui améliore l'action des produits.

Seuil préconisé 5 psylles/battage pour 25 battages par parcelle.

Nous préférons le DNOC à une pyrethrinolde car il a une action moins fugace sur les adultes et bonne sur les oeufs.

Dans un deuxième temps, si le verger est fortement infesté, il faut ensuite intervenir avec amitraze sur les larves jeunes de la 2ème génération et éventuellement de la 3e génération, soit, sous notre climat, vers le 15 mai et vers le 15 juin.

Nous utilisons 20% de pousses atteintes comme seuil d'intervention ce qui demande à cette période une grande vigilance (surveillance hebdomadaire) à condition d'avoir des Anthocorides (1 par frappe sur 25 frappages).

Pratiquement, nos interventions se sont passées de la façon suivante à partir de 1986 année catastrophique où malgré une multitude de traitements les dégâts de psylle ont été importants (miellat et fumagine).

Traitements des psylles à Lanxade

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
DNOC	29 janv.	18 janv.	31 janv.	-	-	-	-
Amitraze	1er juin	25 mai	-	15 mai	31 mai	3 juin *	3 juin**
Amitraze	17 juin	20 juin	-	11 juin	2 juillet	-	-
Amitraze	3 juillet		-	25 juin	-	-	-
* Traitement partiel ** Sur jeunes vergers							

Nous allons donc vers une suppression progressive des traitements spécifiques, par contre, nous veillons à protéger la faune auxiliaire en particulier les *Anthocoris* mais aussi les Mirides, les Chrysopes, les Hyménoptères *Encyrtidae* (*Trechmites psyllae*) en n'utilisant, pour lutter contre les autres ravageurs que des produits à faible action secondaire sur les prédateurs présents dans les parcelles mais ayant éventuellement des actions secondaires sur le psylle.

Nous avons à lutter essentiellement contre:

- le puceron mauve *Dysaphis pyri* avec pyrimicarbe que nous appliquons à des températures supérieures à 18° en général après la floraison.

- le carpocapse des pommes *Cydia POMONELLA* avec diflubenzuron, teflubenzuron, fenoxycarbe ou phosmet quand les seuils précisés par l'INRA et l'ACTA sont dépassés. Ces produits ont une action secondaire sur psylle.

			1 ha	2 ha	3 ha	4 ha
1er vol	Poires	Groupe A	3	4	5	6
	Poires	Groupe B	6	8	10	12
2ème vol	Poires	Groupe B	3	4	5	6
		Groupe C				

- Groupe A: variétés précoces (ex Guyot) uniquement sur le premier vol.
- Groupe B: variétés sensibles aux 2 vols William's, Beurré Hardy...
- Groupe C: variétés sensibles sur le 2e vol: Conférence, Doyenné du Comice...

En général 2 ou 3 interventions par an sont suffisantes. Il est à noter que le fenoxycarbe peut avoir une action sur les mues des Anthocorides (Larguier & Rivenez) et est à éviter quand leurs larves sont nombreuses au moment du traitement. Les fongicides employés ne semblent pas avoir d'actions secondaires sur les psylles.

En cas de problème de miellat en juin, nous prévoyons d'intervenir en rattrapage avec un tensio-actif le Teepol quand il fait chaud (température supérieure à 25°C).

En 1991, nous avons entrepris une application de ces méthodes sur une parcelle extérieure de 2 ha très atteinte en 1990 malgré de très nombreuses interventions où tout l'arsenal chimique avait été déployé. Elle est plantée en Williams et Conférence.

En 1991:

- DNOC le 19 février,
- phosalone le 25 mars contre les pucerons
- fénoxycarbe le 16 mai contre *C. pomonella*.

Par suite du gel des 20 et 21 avril, les fruits sont tombés en juin et aucune autre intervention insecticide n'a été faite sur le verger.

En cours de saison il n'y a donc eu aucune intervention spécifique contre le psylle.

A l'automne il n'y a eu aucune trace de fumagine.

En 1992:

1. Pas de DNOC les adultes étaient très peu nombreux (moins de 5 par frappe),
2. Une amitraze le 27 mai sur les jeunes larves de la 2e génération (25% de pousses atteintes) ensuite aucun problème jusqu'en fin de saison.
3. Contre les pucerons 1 pirimicarbe le 8 mai

4. Contre le carpocapse *C. pomonella*
- sur le premier vol:
 - le 9 mai: fénoxycarbe
 - le 27 mai: fénoxycarbe
 - le 5 juin: phosmet (après 40 mm de pluie)
 - le 19 juin: diflubenzuron
 - le 13 juillet: diflubenzuron

En 1993:

Après les frappages du 19 janvier où il y avait en moyenne sur 25 frappages, 5 adultes par frappage nous avons décidé de couper la parcelle en 2 parties:

- la moitié Ouest traitée au DNOC, le 6 février,
- la moitié Est non traitée.

Dans la partie où il n'y a pas eu de DNOC, il a fallu intervenir le 29 mai avec une amitraze, par contre, dans l'autre moitié il n'y a pas eu de problème.

Les prédateurs sont surtout représentés par des Anthocorides à partir du mois de mai et surtout en juin. En juillet, ils ont progressivement disparu comme les psylles.

La lutte contre les autres ravageurs s'est passée de la façon suivante:

- puçerons: • pirimicarbe le 21 avril
- carpocapse: • fénoxycarbe le 7 mai
- fénoxycarbe le 27 mai
- diflubenzuron le 11 juin
- phosmet le 26 juillet

Il faut préciser que les résultats sont obtenus dans une région de polyculture avec beaucoup de haies et de bosquets où le poirier est peu abondant, ce qui facilite sûrement la lutte par rapport à une région où le poirier est très abondant.

CONCLUSION

Nous pensons donc que pour ne plus avoir de problèmes de psylles, il faut procéder par étape.

D'abord il faut adopter les principes de la protection intégrée et enrichir autant que possible la flore de l'environnement du verger.

• Dans un 1er temps:

1. DNOC en hiver le plus tard possible pour ne pas brûler les bourgeons, mais assez tard pour détruire les premières pontes.

Seuil d'intervention: plus de 5 adultes/frappage pour 25 frappages.

2. Amitraze (80 g/hl) sur les larves de 2e génération quand elles sont en majorité au stade L1-L2 et éventuellement en 3e génération.

Seuil: 20% des pousses occupées.

3. Eviter les traitements qui peuvent entraver le développement des *Anthocoris*: pyréthrinoides, certains organophosphorés. Lorsque la confusion contre le carpocapse sera utilisable elle fera sûrement progresser la lutte.

4. Limiter le fénoxycarbe au premier traitement anticarpocapse pour avoir une action secondaire sur psylle mais pas trop sur les Anthocorides ensuite utiliser diflubenzuron ou phosmet qui ont une petite action secondaire sur psylle.

- Dans un second temps, quand on est en présence d'Anthocorides,

1 amitraze doit suffire éventuellement 2.

- Dans un 3e temps, dans un verger équilibré, les traitements ne se justifient plus mais il faut faire attention à tous les produits phytosanitaires employés et il faut continuer à surveiller le développement des psylles pour éventuellement intervenir.

IMPLEMENTATION OF PHEROMONE-BASED PEST MANAGEMENT PROGRAMS IN PEAR IN WASHINGTON, U. S. A.

L. J. GUT & J. F. BRUNNER

Washington State University, Tree Fruit Research and Extension Center
1100 North Western Avenue, Wenatchee, Washington 98801, U. S. A.

SUMMARY

Pheromone-based pest management programs in pear were evaluated at eight study sites in central Washington during 1992 and 1993. Test sites were comprised of one or two pheromone treated blocks and a conventionally treated block used as a control. A total of 11 pear blocks (18 hectares) were treated with the pheromone product Isomate-C for control of codling moth. Low trap catches indicated that initial densities of codling moth within and adjacent to most orchards was low. Pheromone applications of 1000 or 625 d/h in these low pressure blocks provided control of codling moth equivalent to that obtained in conventionally treated blocks (less than 0.1% injury). In 1992 levels of codling moth injury of 1.6 % and 3.6 % were recorded in pheromone treated blocks at two sites with a history of moderate pressure from this pest. At the site with the highest level of injury a single treatment of organophosphate insecticides also did not provide adequate control of codling moth (1.7 % injury). Treatment of these two "soft" blocks with higher rates of pheromone in 1993 (1625 or 2000 d/ha) provided significantly better control of codling moth (< 0.5 % fruit injury).

Selective or "soft" pest management programs for control of pear psylla, grape mealybug, leafrollers, and mites were also evaluated at each study site. In pheromone treated orchards, "soft" materials such as superior-type oil and lime sulfur prebloom, oxythioquinox in cluster bud, and insecticidal soap or diatomaceous earth postbloom were used to supplement natural control of pear psylla. Additional chemical controls for pear psylla in conventionally treated blocks included synthetic pyrethroids, endosulfan, and abamectin. In 1992 in four of the pheromone mediated "soft" blocks, substantial colonization by predators occurred early in the summer, and one or two supplemental treatments with soap or diatomaceous earth were sufficient for control of pear psylla. Pear blocks with the highest levels of predator activity were adjacent to native vegetation, particularly woodlands, that appeared to be good sources of colonists. In contrast, colonization by predators was reduced at sites surrounded by conventionally treated apple and pear orchards. *Deraeocoris brevis*, *Campylomma verbasci* and *Chrysopa nigricornis* were the most abundant predators of pear psylla. Management of pear psylla with "soft" materials was less effective in 1993.

High initial psylla densities and a lack of predator activity early in the season at five sites necessitated a summer application of abamectin to reduce psylla populations to levels that would not cause high levels of fruit damage at harvest. Moreover, two sites that relied on natural enemies and multiple treatments of soap or diatomaceous earth for summer control of psylla sustained greater than 20% downgrading of fruit due to honeydew marking.

Densities of other potential pests were low in all pheromone mediated "soft" blocks in 1992. However, in 1993 high densities of the leafroller, *Pandemis pyrusana*, were recorded in three blocks. Larval feeding by this pest resulted in 3 to 12% crop loss.

RESUME: REALISATION DE PROGRAMMES DE PROTECTION INTEGREE DU POIRIER BASES SUR L'UTILISATION DE PHÉROMONES DANS L'ETAT DE WASHINGTON, ETATS-UNIS

Des programmes de lutte aux ravageurs basés sur l'utilisation de phéromones ont été testés dans 8 sites d'étude du centre de l'État de Washington durant 1992 et 1993. Dans chaque site, une ou deux parcelles ont été traitées au phéromone, et une parcelle de façon conventionnelle pour servir de témoin. Un total de 11 parcelles, représentant 18 hectares, ont été traitées avec du phéromone Isomate-C pour lutter contre le carpocapse. Le taux limité de captures dans les pièges montre que la densité initiale du carpocapse, à l'intérieur et autour du verger, est basse. Des applications de phéromone de 1000 ou de 625 dh/ha dans ces parcelles à faible niveau de populations, ont produit de bons résultats dans la lutte contre le carpocapse, équivalents à ceux obtenus dans les parcelles traitées de manière conventionnelle (les dégâts sont inférieurs à 0,1%). En 1992, des taux de 1,6% et de 3,6% de ravages ont été enregistrés dans des parcelles traitées avec du phéromone dans 2 sites localisés, où historiquement la pression du ravageur était reconnue comme étant faible les années précédentes. Dans le site ayant le plus haut niveau de dégâts, un simple traitement avec des organophosphorés ne suffit pas à maîtriser l'invasion du carpocapse (1,7% de dommages). Le traitement énergique de ces deux parcelles "souples" par d'importantes doses de phéromone en 1993 (de 1625 à 2000 d/ha) a permis un meilleur contrôle significatif du carpocapse (moins de 0,5% de fruits endommagés).

Des programmes de protection intégrée sélectifs ou "souples" de lutte contre le Psylle du poirier, *Pseudococcus citri*, les tordeuses de la pelure et les acariens ont été expérimentés dans nos 8 sites d'étude. Dans les vergers traités avec du phéromone, nous avons utilisé comme complément à l'action des ennemis naturels du psylle des produits "souples": avant le débourrement des bourgeons de l'huile de haute qualité et de la bouillie sulfocalcique; au stade E2 de l'oxythioquinox; après la floraison du savon insecticide ou de la poudre de diatomées. Des traitements chimiques supplémentaires sont effectués dans les parcelles traitées de manière conventionnelle, avec des pyréthrinoides de synthèse, de l'endosulfan et de l'abamectine. En 1992, dans quatre parcelles "souples" traitées avec du phéromone, une importante colonie de prédateurs s'est développée au début de l'été, et une ou deux applications supplémentaires avec du savon ou de la poudre de diatomées ont suffi à maintenir la population de psylles à un niveau très bas. Les parcelles, où l'activité des prédateurs a été particulièrement efficace, étaient voisines d'espaces à végétation naturelle, comme des forêts, qui semblent être des bons réservoirs à la faune auxiliaire. Par contre, dans les sites entourés de vergers de pommiers et de poiriers traités de façon conventionnelle, la colonisation par les prédateurs a toujours été insuffisante. *Deraeocoris brevis*, *Campylomma verbasci* et *Chrysopa nigricornis* étaient les prédateurs du psylle les plus communs. En 1993, la lutte contre le psylle du poirier avec des moyens "souples" a été moins efficace.

Des importantes densités initiales de psylles et une faible activité printanière des prédateurs dans 5 sites ont nécessité l'application d'abamectine pour réduire les populations du psylle à des niveaux, qui ne causent pas des dégâts importants sur les fruits au moment de la récolte. En outre, dans 2 sites où nous comptons sur la faune auxiliaire et sur les multiples traitements au savon ou à la poudre de diatomées pour combattre le psylle en été, les traces de miellat sur les fruits ont dépassé le seuil des 20 %.

Les densités de populations des autres ravageurs ont été inférieures dans toutes parcelles "souples", où le phéromone était utilisé en 1992. Par contre en 1993, *Pandemis pyrusana*, une tordeuse de la pelure, fut la cause de la perte de la récolte de 3 à 12% dans trois parcelles.

RIASSUNTO: PROGRAMMI DI DIFESA INTEGRATA DEL PERO CON USO DI FEROMONI NELLO STATO DI WASHINGTON, U.S.A.

Nella zona di Wenatchee, Washington (Stati Uniti) si è sperimentato il metodo della confusione sessuale contro la Carpocapsa in sei diversi pereti. Ogni frutteto comprendeva una o due parcelle trattate con feromoni ed una trattata in modo tradizionale, che fungeva da testimone. In tutto 14 parcelle (18.57 ha) sono state trattate con il prodotto feromonico Isomate-C, usando 1000 o 625 erogatori/ha (e/h). In più, una singola parcella è stata trattata con tre applicazioni di un altro feromone, Checkmate-C.

I danni ai frutti da Carpocapsa sono stati stimati prima della raccolta, mediante esame non distruttivo di 2000 frutti per parcella: 10 frutti nella parte alta (più di 2,10 m) e 10 nella parte bassa (meno di 2,10 m) su ciascuna di 100 piante.

L'infestazione, sia nelle parcelle trattate con feromone che in quelle trattate con insetticidi, è variata fra 0 e 3,6%. Le scarse catture fornite dalle trappole stavano ad indicare che la densità iniziale di Carpocapsa nella zona circostante la maggior parte dei frutteti era bassa. Con l'impiego di 1000 - 625 e/h, in tutti i frutteti a bassa infestazione si è ottenuto meno dello 0,1% di danno ai frutti: un risultato equivalente a quello delle parcelle trattate in modo tradizionale. In due zone con infestazione moderata si sono ottenuti livelli di danno pari ad 1,6% e 3,6%, trattando con feromone. Nella località con l'infestazione più alta un singolo trattamento con fosfororganici non assicurò comunque un buon livello di protezione (danno: 1,7%).

In ogni frutteto si determinarono le densità di popolazione di uova e ninfe di Psilla e di *Pseudococcus citri*, di Acari e dei rispettivi nemici naturali. Le densità di Psilla e di *P. citri* sono state determinate alla fase dei mazzetti, alla caduta dei petali e due volte durante l'estate. Si sono esaminati sei gruppi di frutti per pianta su 20 piante ai mazzetti ed alla caduta dei petali; 30 foglie (tre per getto, su 10 getti per pianta, su 15 piante) all'inizio dell'estate; 5 foglie per getto, su un getto per pianta, su 40 piante, nel secondo campionamento estivo. Le popolazioni di adulti di Psilla e quelle dei predatori furono stimate con il metodo della battitura, su 25 piante per parcella, battendo un ramo per pianta. Ad ogni campionamento in ogni parcella si batteva un ramo per pianta su 25 piante.

In quattro delle parcelle trattate con feromoni e con bassa infestazione si sono avute consistenti popolazioni di predatori fin dall'inizio dell'estate, cosicché uno o due trattamenti con sapone o con farina di Diatomee sono stati sufficienti a contenere la Psilla. Il massimo di attività dei predatori si è avuto ad Entiat Valley ed in una singola stazione a Cashmere. Le parcelle di Pero in queste zone erano vicine ad estensioni di vegetazione spontanea ed in particolare a foreste, che si dimostrarono buone sorgenti di ausiliari. Al contrario, la colonizzazione da parte dei predatori è apparsa ridotta nelle zone circondate da meleti e da pereti trattati con i metodi tradizionali. *Deraeocoris brevis*, *Campilomma verbasci* e *Chrysopa nigricornis* erano i predatori di Psilla più abbondanti. Le densità di altre specie potenzialmente dannose, ivi compresi gli Acari e *P. citri* si sono mantenute basse in tutte le parcelle a scarsa infestazione trattate con feromoni, tranne che in una.

INTRODUCTION

The chemical suppression of pear pests in northcentral Washington, U.S.A. is becoming more difficult, more expensive and less reliable. Development of resistance, withdrawal of registered chemicals from the market and limited prospects for registration of new materials has severely reduced pest control options. It is likely that public concern over pesticide residues on food, threats of environmental contamination and farm worker exposure issues will further reduce the availability of conventional insecticides. In addition, most of the chemicals that are registered, particularly organophosphates (OP's), pyrethroids and other neurotoxins, are highly toxic to the predator and parasitoid complex in pear. Thus, there is an increasing need to develop and implement pest

management programs in pear that rely on "soft" or selective control tactics which allow for increased activity by natural enemies, as well as conservation of the insecticides that are available.

Codling moth (CM) is a key pest of pear in the western United States and throughout this region is primarily controlled by one or more summer applications of OP's. In response to the well documented disruptive effect of these treatments on natural control of other potential pests (Westigard 1973, Gut et al. 1981, Burts 1983, Westigard et al. 1986) considerable research has been directed toward developing selective controls for CM. The detection of high levels of resistance of CM to OP's in California (Varela et al 1993) has further fueled this research effort. Several control tactics, including insect growth regulators (IGR's) (Burts 1981, Westigard & Gut 1986), codling moth granulosis virus (Jaques 1981) and mass release of sterile males (Proverbs et al 1966) have been demonstrated to be relatively "soft" on beneficial insects and mites, but have either not been registered (IGR's) or not provided the degree of reliability or effectiveness required to obtain widespread commercial use.

Recently, a method of control using pheromones, termed mating disruption (MD), has shown potential as a selective and commercially viable option for control of CM (Gut and Brunner 1992, 1993). Suppression of CM populations by MD entails dispensing sex pheromone into orchards in quantities sufficient to interfere with the normal process of mate location. In this paper we report results of the first two years of a 3-year study to implement seasonal programs using mating disruption combined with other selective tactics for control of the pest complex in pear in northcentral Washington. In addition, survival of natural enemy populations and levels of fruit quality at harvest in pheromone-based management program are compared with those in a conventional program using broad-spectrum insecticides.

MANAGEMENT PROGRAMS

Tests were conducted in mature pear orchards located in central Washington near Wenatchee. At seven sites we compared a conventional insecticide block with one or two pheromone-based selective blocks for control of the pest complex. Selective blocks were treated with the pheromone product Isomate-C (Shin-Etsu, Inc.) for control of CM at a rate of either 1000 or 625 dispensers per hectare (d/ha). The choice of controls for other pests was based on previous testing of their selectivity to predaceous fauna and their effectiveness against target pests (Burts 1983, Westigard et al. 1986). Organophosphates, carbamates, pyrethroids and amitraz were excluded from the selective program. Superior-type oil and lime sulfur prebloom, oxythioquinox at cluster bud, and insecticidal soap or diatomaceous earth postbloom were used to supplement natural control of pear psylla in pheromone-based selective blocks. Additional chemical controls for pear psylla in conventional blocks included synthetic pyrethroids, endosulfan, and abamectin.

MATING DISRUPTION AS A SELECTIVE CONTROL FOR CODLING MOTH

Commercial use. MD has shown promise as a control for CM for over 10 years (Moffitt & Westigard 1984, Charmillot 1987, Howell et al 1992). However, 1991 was the first year that this technique was available as a commercial option for CM control in Washington. In this first year following federal registration of a CM pheromone product (Isomate-C), MD was employed as the primary control for CM on over 1500 acres of apples and pears in central Washington. The use of Isomate-C worldwide has steadily increased over the past three years (Figure 1). The large increase in area treated in 1992 primarily reflects the initial, large-scale, commercial use of Isomate-C on pear in California. The number of orchards treated in California in 1991 was limited because Isomate-C did not receive a California EPA registration until after the 1991 growing season. Further increases in the use of Isomate-C in Washington and California in 1993, as well as the experimental use of

another CM pheromone product, Checkmate-CM (Consep), on over 400 ha in 1992 and 1993 indicate the viability of MD as a control for CM.

Large-scale research trials. Capture of males in pheromone traps and levels of fruit injury were used to evaluate the effectiveness of MD in test blocks. Pherocon 1CP traps (Trece, Inc.) were placed in pheromone and conventional blocks at a density of 1 trap/ha. Traps in conventional blocks were baited with lures containing 1 mg of codlemone, while traps in pheromone blocks were baited with lures containing 10 mg of codlemone. The use of 10 mg lures in pheromone treated blocks was based on earlier studies that indicated the ability of these high load lures to attract moths in pheromone treated orchards when 1 mg baited traps did not (Charmillot 1990, Gut & Brunner 1991, 1992). Moreover, studies indicated that the 10 mg lures were good indicators of the relative

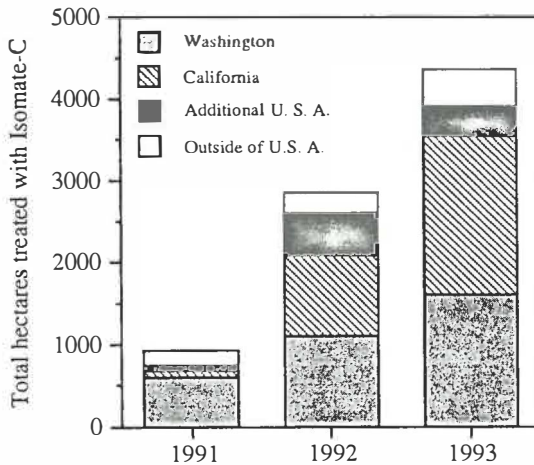


Figure 1. Commercial use of Isomate-C (Shin-Etsu, Inc.) for control of codling moth.

effectiveness of pheromone treatments. Both 1 and 10 mg lures were replaced every 3 weeks. CM injury to fruit at harvest was evaluated by non-destructively examining at least 1500 fruit in each block. An equal number of fruit from high (above 7 feet) and low (below 7 feet) in the canopy were inspected on each of 50 to 100 trees.

Control of CM in pheromone and conventional blocks is summarized in Table 1. In 1992 CM injury to fruit at harvest ranged from 0% to 3.6%. Low trap catches indicated that initial densities of CM within and adjacent to most orchards was low. In 9 of 11 pheromone treated blocks CM pressure was low and dispenser densities of 1000 or 625 d/ha resulted in fruit damage less than 0.1%, generally equivalent to conventionally treated blocks. Levels of CM injury of 1.6% and 3.6% were recorded in pheromone treated blocks at two sites (W11, W16) with a history of moderate CM pressure. At the site with the highest level of injury (W16), a single treatment of organophosphate insecticide in the conventional block did not provide adequate control of CM (1.7% injury). In 1993 treatment of the two moderate pressure sites with higher rates of pheromone (1625 or 2000 d/ha) provided significantly better control of CM.

NON-TARGET PESTS: PEAR PSYLLA

The densities of pear psylla, *Cacopsylla pyricola*, eggs and nymphs were determined at cluster bud, petal fall and twice during the summer. Six fruit clusters on each of 20 trees were sampled at cluster bud and petal fall. Thirty leaves (3/shoot/10shoots) on each of 15 trees were sampled early in the summer, while five leaves on each of 40 trees (1 shoot/tree) were sampled later in the summer. The abundances of adult psylla and psylla predators were estimated by limb tapping. Single limbs on each of 25 trees were tapped in each block during each sample period.

Table 1. Capture of codling moth in pheromone and insecticide treated pear blocks and percent fruit injury at harvest.

Site	Treatment	1992			1993		
		Rate (d/ha)	Trap catch (moth/trap) ¹	%fruit injury	Rate (d/ha)	Trap catch (moth/trap)	%fruit injury
W3	Isomate-C	1000	0	0	1000	4.0	<0.1
	Isomate-C	1000	0.5	0	1000	5.5	0.2
	Conventional		5.0	0		3.5	0
W5	Isomate-C	1000	4.0	0	1000	9.0	0.1
	Conventional		0	0		0.5	0
W8	Isomate-C	1000	0	0	1000	0	0
	Conventional		18.0	0		30.5	0
W11	Isomate-C	1000	19.0	1.6	1625	6.0	0.3
W13	Isomate-C	1000	0	0	1000	0	0
	Conventional		0	0		5.0	0
W14	Isomate-C	1000	0.5	<0.1	1000	1.0	0
	Isomate-C	625	4.0	<0.1	625	2.0	0.2
	Conventional		11.0	0		8.5	0
W15	Isomate-C	1000	0	0.1	1000	1.0	0
	Isomate-C	625	0.5	<0.1	625	1.0	0.1
	Conventional		1.5	0.1		6.5	0
W16	Isomate-C	1000	2.0*	3.6	2000	9.5	0.4
	Conventional		66.0	1.7		71.0	0

¹ Seasonal capture of moths in Pherocon ICP traps baited with Codlemone at a dosage of 10 mg (pheromone treated orchards) or 1mg (non-pheromone treated orchards) and placed within the fruiting canopy of the tree, 1.5-2 meters. Asterisks indicate that trap catches were only recorded during the first generation.

The effectiveness of selective and conventional insecticide programs for control of pear psylla is compared in Tables 2 and 3. In conventional blocks, combinations of various prebloom treatments and one or two summer applications of Agri-Mek (abamectin) consistently suppressed psylla populations (Table 2) and prevented commercial downgrading of fruit due to psylla induced russeting (Table 3). In contrast, suppression of psylla populations in "soft" blocks was variable. The combination of sulfur and oil prebloom, and soap, diatomaceous earth, and natural enemies in the summer kept pear psylla densities below damaging levels in 4 of 7 sites (W13, W14, W15, W16, Table 2) in 1992. At each site, predator levels increased through the year eventually suppressing psylla populations in late summer. *Deraeocoris brevis*, *Campylomma verbasci* and *Chrysopa nigricornis* were the most abundant predators. Low levels of predator activity and increasing

populations of pear psylla were recorded at 2 locations (W3, W8). To avoid honeydew marking of fruit, growers applied abamectin in the "soft" blocks. Substantial predator activity and weekly applications of soap or diatomaceous earth failed to prevent the build-up of damaging levels of psylla at the remaining site (W5, Table 2).

Management of pear psylla with "soft" materials was substantially less effective in 1993 than in 1992. Higher initial pear psylla densities and a lack of predator activity early in the season at five sites necessitated a summer application of abamectin to reduce psylla populations to levels that would not cause high levels of fruit damage at harvest (data not shown). Moreover, two sites that relied on natural enemies and multiple treatments of soap or diatomaceous earth for summer control of psylla sustained greater than 20% downgrading of fruit due to honeydew marking (W2 & W5, Table 3).

Table 2. Comparison of densities of pear psylla (PP) and its natural enemies in pheromone and conventionally treated blocks in 1992.

Site	Treatment	Average PP eggs and nymphs per 6 fruit clusters or per 30 leaves				Average PP predators per tray (number of species)		
		Cluster bud	Petal fall	Early summer	Mid summer	Petal fall	Early summer	Mid summer
W3	Pheromone		10.2	4.0	6.6	0.1 (1)	0.3 (4)	1.4 (4)
	Pheromone	5.4	3.6	27.1	30.0	0	0.3 (2)	1.2 (4)
	Conventional	15.6	0.6	2.2	7.2	0	0	0.1 (2)
W5	Pheromone	18.0	37.2	79.6	152.4	0.2 (2)	1.1 (6)	2.8 (4)
	Conventional	54.0	24.6	0	12.6	0	0	0
W8	Pheromone	8.4	1.8	2.1	2.4	0.1 (1)	1.9 (4)	2.9 (4)
	Conventional	19.2	0	3.1	3.6	0	0	0.3 (3)
W13	Pheromone	64.8	90.0	147.4	0	0.1 (2)	2.1 (5)	1.7 (3)
	Conventional	36.0	1.8	4.8	1.8	0	0.3 (3)	0.8 (2)
W14	Pheromone	16.8	6.0	15.6	4.8	0.1 (1)	1.3 (2)	3.8 (5)
	Conventional	21.6	0.6	0.7	12.0	0	0	0
W15	Pheromone	22.8	4.8	4.9	21.0	0.1 (1)	1.9 (5)	1.1 (6)
	Conventional	27.0	1.2	4.2	1.8	0.1 (1)	1.2 (5)	1.3 (4)
W16	Pheromone		16.2	25.2	0	0	1.3 (3)	3.2 (6)
	Conventional		31.2	70.1	1.2	0	1.1 (3)	1.1 (3)

Part of the success of "soft" control of pear psylla in several orchards in 1992 can be attributed to their location and surrounding habitats. Each of the orchards where good control was achieved were adjacent to native habitats that can serve as reservoirs of predators that colonize pear orchards in the spring and summer. The closer an orchard is to such habitats the greater its potential for natural control of pear psylla. For example, in the "soft" block at site W5 predator levels were high but not sufficient to control a large pear psylla population, even with multiple applications of soap. This orchard is in the middle of a largely conventional apple and pear production area so the likelihood of predators colonizing the orchard early in the summer is lower. High early season psylla populations and limited early season predator activity also contributed to the more widespread failure to control pear psylla in pheromone blocks in 1993 (data not shown).

NON-TARGET PESTS: LEAFROLLERS

Implementing mating disruption as a control for CM will also have a direct impact on some non-target insects. Pests that are now kept at non-damaging levels by treatment with OP's used to control codling moth will be released from all but natural controls. Natural controls will provide sufficient control for some of these pests. For others the release from insecticidal control will mean their population levels will increase, sometimes to damaging levels. Leafrollers appear to have the greatest potential to be pests in pheromone treated orchards. Leafrollers were absent or in low abundances in all pheromone and conventionally treated pear blocks in 1992 (data not shown). However, they were detected in fairly high densities in 3 pheromone treated blocks in 1993. Failure to apply supplemental controls for leafrollers in these orchards resulted in 3 to 12% crop loss (Table 3). Similar levels of injury have been reported in the first or second year following implementation

Table 3. Fruit injury from pests in pheromone-based (soft) and conventional pear blocks, 1993.

Site	Program	% Pear psylla downgrading			% other pest damage			
		US1	US2	Cull	LR	GMB	RM	SJS
W3	Pheromone	0.7	0	0	0	0	0	0
	Pheromone	13.0	7.0	3.0	3.0	0	0	0
	Conventional	0	0	0	0	3.3	0	0.7
W5	Pheromone	17.0	20.0	33.0	12.0	0	0	0
	Conventional	0	0	0	0	0	0	0
W8	Pheromone	0	0	0	3.0	0	0	0
	Pheromone	3.0	0	0	11.0	0	0	0
	Conventional	0	0	0	0	6.0	0	0
W13	Pheromone	2.3	0	0	0	2.3	0	0
	Conventional	0.7	0	0	0	0	0	0
W14	Pheromone	0	0	0	0	0.7	0	0
	Conventional	0	0	0	0	0	0	0
W15	Pheromone	1.5	0	0	0.5	0	0	0
	Conventional	1.0	0	0	0.5	0	0	0
W16	Pheromone	10.0	0.7	0	0	0	0	0
	Conventional	0	0	0	0	0	0	0

of a pheromone-based pest management program for apples in Washington (Brunner & Gut 1992). It is evident that successful pheromone-based management programs in pear in central Washington will sometimes require the use of selective insecticides, such as *Bacillus thuringiensis*, to control leafrollers.

CONCLUSION

The availability of MD as a non-disruptive control for CM and the ability to control other major pests in a "soft" manner are important steps in the move toward more stable pest management programs in pear in northcentral Washington. The transition to this era of pheromone-based pest management will require the patience to allow for the build-up of predators and parasitoids and the continued development of selective controls for non-target pests. The potential for natural control of some pests, such as pear psylla, is encouraging but variable depending on orchard setting and yearly differences in environmental conditions that effect psylla and predator abundances early in the season. Other pests, such as leafrollers are less likely to be controlled naturally and will require the

intervention with "soft" insecticides like *Bacillus thuringiensis*. A major objective of our research is to provide an understanding of how this transition will take place and to develop the management tools that will be required along the way.

REFERENCES

- BRUNNER, J. F., GUT, L.J. & KNIGHT, A.K., 1992. Transition of apple and pear orchards to a pheromone-based pest management system. Proc. Wash. Hort Assoc., **88**: 169-175.
- BURTS, E. C., 1983. Effectiveness of a soft-pesticide program on pear pests. J. Econ. Entomol., **76**: 936-941.
- CHARMILLOT, P. J., 1990. Mating disruption technique to control codling moth in western Switzerland. pp. 165-182. *In* Behavior-modifying chemicals for pest management. Marcel Dekker, New York.
- GUT, L. J., WESTIGARD, P. H., LISS, W. J. & WILLETT, M. J., 1981. Biological control of pear psylla: a potential within a potential. Proc. Wash. Hort Assoc., **77**: 194-198.
- GUT, L. J. & BRUNNER, J. F., 1991. Mating disruption as a control for codling moth in Washington. Proc. Wash. Hort Assoc., **87**: 199-201.
- GUT, L. J. & BRUNNER, J. F., 1992. Mating disruption 1992: Revenge of the worm. Proc. Oregon Hort Soc., **84**: 94-102.
- HOWELL, J. F., KNIGHT, A. L., UNRUH, T. R., BROWN, D. F, KRYSAN, J. L., SELL, C. R. & KIRSCH, P. A., 1992. Control of codling moth in apple and pear with sex pheromone-mediated mating disruption. J. Econ. Entomol., **85**: 918-925.
- JAQUES, R. P., LAING, J. E., MACLELLAN, C. R., PROVERBS, M. D, SANFORD, K. H. & TROTTIER, R., 1981. Apple orchard tests on the efficacy of the granulosis virus of the codling moth (Lepidoptera: Olethreutidae). Entomophaga, **26**: 111-118.
- MOFFITT, H. R. & WESTIGARD, P. H., 1984. Suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) population on pear in southern Oregon through mating disruption with sex pheromone. J. Econ. Entomol., **77**: 1513-1519.
- PROVERBS, M. D., NEWTON, J. R. & LOGAN, D. M., 1966. Orchard assessment of the sterile male technique for control of codling moth, *Carpocapsa pomonella* (L.) (Lepidoptera: Olethreutidae). Can. Entomol., **98**: 90-95.
- VARELA, L. G., WELTER, S. C., JONES, V. P., BRUNNER, J. F. & RIEDL, H., 1993. Monitoring and characterization of insecticide resistance in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in four western states. J. Econ. Entomol., **86**: 1-10.
- WESTIGARD, P. H., 1973. Pest status of insects and mites on pear in southern Oregon. J. Econ. Entomol., **62**: 227-232.
- WESTIGARD, P. H. & GUT, L. J., 1986. Codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) control on pears with modified programs using insect growth regulators. J. Econ. Entomol., **79**: 247-249.
- WESTIGARD, P. H., GUT, L. J. & LISS, W. J., 1986. Selective control program for the pear pest complex in southern Oregon. J. Econ. Entomol., **62**: 227-232.

**MIGRATING ANTHOCORIDS ARE ATTRACTED BY ODOURS
FROM PSYLLA-INFESTED TREES IN A PEAR ORCHARD:
EVIDENCE OF INDUCED INDIRECT DEFENCE IN THE FIELD**

B. DRUKKER, P. SCUTAREANU & M. W. SABELIS

Department of Pure and Applied Ecology, University of Amsterdam, Kruislaan 302,
1098 SM Amsterdam, The Netherlands.

SUMMARY

The role of odours emanating from psylla-infested pear trees in attracting migrating anthocorid bugs was studied in a field experiment. Significantly more anthocorids were found around encaged trees with induced psylla outbreaks than around encaged and non-encaged control trees. By covering one of the encaged trees with plastic, the volatilization of odours was interrupted, resulting in an immediate drop in bug density around the wrapped tree; the number of bugs around the other, uncovered, encaged trees stayed the same. Removal of all cages resulted in an immediate increase of bug density on the psylla-infested trees, possibly due to a regrouping of the bugs in the vicinity of the trees.

Key-words: Anthocorids, Odours, Pear psylla.

**RESUME: LES ANTHOCORIDES MIGRANTS SONT ATTIRÉS PAR LES ODEURS
DE PLANTES INFESTÉES PAR LE PSYLLE EN VERGER DE POIRIERS:
UN MÉCANISME DE PROTECTION INDIRECTE INDUITE**

Nous avons étudié le rôle attractif, vis-à-vis des Anthocorides durant leur migration, des substances chimiques émanant des poiriers attaqués par des psylles. De manière significative, nous avons relevé une grande différence entre le nombre d'anthocorides relevés autour d'arbres encagés subissant une forte pullulation de psylles du poirier et autour d'arbres-témoins encagés ou laissés à l'air libre.

Les punaises sont capables de percevoir des odeurs s'échappant de cages infestées. L'interruption momentanée de l'émission de substances volatiles en couvrant la cage à l'aide d'une bâche en plastique, produit une chute immédiate du taux de punaises autour du cage. Cela indique que les punaises sont effectivement attirées par les odeurs émanant de la cage et non pas par les stimuli venant d'hors de la cage. Si nous retirons toutes les cages, nous obtenons immédiatement une forte concentration de punaises sur les poiriers attaqués.

Mots-clés: Anthocorides, Odeurs, Psylle du poirier.

**RIASSUNTO: GLI ANTOCORIDI MIGRANTI SONO ATTIRATI DALL'ODORE
DEGLI ALBERI DI PERO INFESTATI DALLA PSILLA:
PROVA DI UNA DIFESA INDIRETTA INDOTTA IN PIENO CAMPO**

In un pereto è stata condotta una serie di esperienze sulla funzione degli odori emessi dalle piante infestate da Psilla, nell'attrazione di Eterotteri Antocoridi migranti. Le differenze che si sono rilevate,

fra il numero di Antocoridi presenti intorno alle gabbie contenenti alberi attaccati da Psilla e quelli presenti intorno ai testimoni, dimostrano che gli Antocoridi sono in grado di percepire gli odori provenienti dalle piante infestate. L'interruzione dell'emissione di tali odori, ottenuta ricoprendo la gabbia con un sacco di plastica trasparente, ha portato ad un'immediata caduta della popolazione di Antocoridi intorno alla gabbia. Ciò dimostra che questi ultimi erano effettivamente attirati dagli odori, e non da stimoli provenienti da fuori della gabbia. L'eliminazione di tutte le gabbie ha avuto come immediata conseguenza un aumento degli Antocoridi sulle piante infestate da Psilla, probabilmente perché essi si sono raggruppati.

Parole-chiave: Antocoridi, Odori, Psilla del Pero.

INTRODUCTION

Pest outbreaks of pear psylla are often followed by an influx into the orchard of anthocorid bugs, the natural enemy of the psylla (Atger, 1982, Van der Blom *et al.*, 1985, Trapman & Blommers, 1992). These predators can reduce the psylla populations below economic damage (Van der Blom *et al.*, 1985). Where the anthocorids come from is not yet exactly known, but especially at severe outbreaks, bugs originating from outside the orchard play an important role in the suppression of the pest (Booij, 1990)

In two studies, it was suggested that these allochthonous bugs use olfactory cues for the location of large psylla populations. Drukker & Sabelis (1990) demonstrated in the laboratory, that both *Anthocoris nemorum* and *A. nemoralis* respond to odours from from psylla-infested pear seedlings. In 1991 Drukker *et al.* (1992) conducted a field experiment in an orchard where three experimental trees were provided with fine mesh gauze cages. Psylla outbreaks were created on the encaged trees by release of psyllids and removal of natural enemies. Around these experimental cages higher densities of anthocorids were observed than around control trees on which psylla densities were low or absent. Drukker *et al.* (1992) attributed the observed differences to arrestment or olfactory attraction by the bugs.

A year later the experiment was repeated and expanded in two ways. Firstly, the odour source was interrupted and later recontinued. Secondly, after exposing migrating bugs to olfactory stimuli only, the cages were removed and consequently the bugs were exposed to all stimuli from prey and infested host plant.

MATERIALS AND METHODS

The methods were similar to those described in Drukker *et al.* (1992). On encaged experimental trees psylla outbreaks were created by chemical suppression of natural enemies and introduction of the pest. After two months the psylla populations had grown to pest proportions (more than 5 per leaf) and from then on considered as odour sources. Two sets of controls were established. Three encaged trees which were sprayed with Amitraz to suppress psylla populations, and to compare natural populations of bugs and psyllas, three trees without cages were sampled. This time the experiment was initiated earlier: on May 7th instead of June 19th. Beating samples (30) were taken for monitoring juvenile and adult bugs and psylla adults around the cages. Leaf samples were taken to check the number of immature psyllas inside the cages and on adjacent trees.

When the influx of anthocorids was at its peak (on the 12th of August), one of the three experimental cages was covered with an airtight plastic sheet. After two weeks the sheet was removed. In this way we could study the effect of a sudden and short interruption of the odour source.

By half September, when the numbers of bugs were still elevated on both control and

experimental trees, the cages were removed and the density of bugs was studied on the trees in order to see what was the effect of exposing the bugs simultaneously visual, tactile olfactory and other cues from prey and host plants.

RESULTS AND DISCUSSION

Two months after the onset of the experiments the densities of psylla nymphs in the experimental cages were invariably high and comparable to those of the previous year (more than 5 per leaf on average). In control cages psyllas were practically absent. Natural populations on cageless trees were variable (0.6 per leaf in late June, 0.2 per leaf in mid August). Psylla nymph densities around the cages did not differ significantly from the natural densities and followed the same pattern.

Adult anthocorids were observed during the whole period (fig. 1) in June and July in low numbers with no significant differences between experimental and control trees. In August a peak of adult anthocorids were found only around experimental trees, on all sample dates significantly different from both encaged uninfested trees and cageless trees with natural infestation. This finding strongly supports the hypothesis that bugs locate their prey by means of olfactory perception.

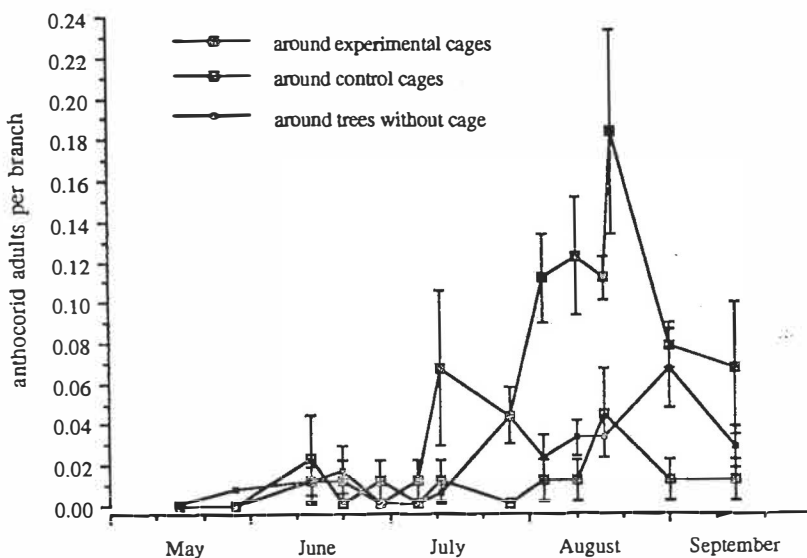


Figure 1. Number of adult anthocorids around experimental and control trees

The results of the second experiment were in line with the hypothesis as well (fig. 2). Adult anthocorids were observed near all of three experimental trees until the moment that one of the trees (tree 1, fig. 2) was covered with airtight plastic sheet. Two days after covering tree 1 not one bug was found around it, whereas the other trees continued to harbour anthocorids. After removal of the sheet bugs were again observed on tree 1. The fact that an interruption of the "odour source" has an immediate effect on the observed number of bugs, is a strong indication that bugs are influenced in their migratory activities by the odours emanating from within the cages and not by any stimuli from outside the cage. If the differences between bug densities near encaged and control trees were caused by a response by the bugs on any stimuli from outside the cage these differences should have continued to exist during the coverage of the cage by plastic sheet.

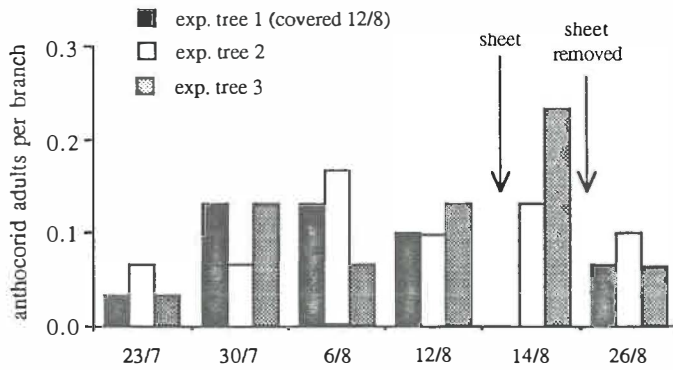


Figure 2. Adult anthocorids around experimental trees before during and after covering one of the trees with airtight plastic sheet.

The third experiment showed that after one day after removal of the cages the density of bugs on infested trees had raised from zero to a level, three times as high as the density of bugs near the same trees just before removal (fig. 3). There are two possible explanations possible for this phenomenon. Either it is the result of a regrouping of bugs in the vicinity of the infested trees, the bugs now aggregating on the infested tree itself, or besides olfactory perception, other stimuli play a role in prey finding as well. The large number of adult bugs found on experimental trees just after removal of the cages and the subsequent observation of larvae on the same trees suggest that some other stimuli evoke an arrestment response by the migrating bugs and may trigger oviposition behaviour. Which of the two explanations holds will be determined in future experiments.

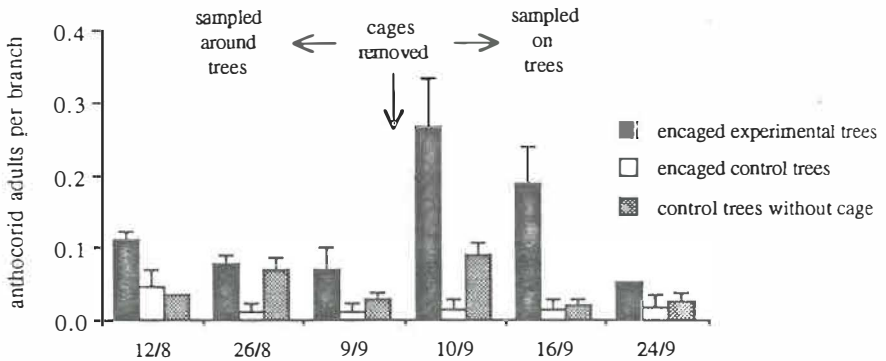


Fig. 3. Adult anthocorids around experimental and control trees before removal of cages adult anthocorids on these trees after removal of cages.

ACKNOWLEDGEMENTS

Leo Blommers, Herman Helsen and other staff of experimental orchard "De Schuilenburg" are acknowledged for suggestions and technical assistance. Arne Janssen made many useful comments on the manuscript. Denis Bouillon corrected the french résumé. Irene Rottier is acknowledged for typing the manuscript.

REFERENCES

- ATGER, P., 1982. Le psylle du poirier. In: C.T.I.F.L., Paris, 68 pp.
- BOOIJ, C. J. , 1990. A simulation model for the interaction between pear psyllids (*Psylla pyri*) and predatory bugs (*Anthocoris nemoralis*). Bull. IOBC/WPRS, **13** (1): 55-60.
- DRUKKER, B. & SABELIS, M. W., 1990. Anthocorid bugs respond to odour emanating from psylla infested pear trees. Proc. Exper. & Appl. Entomol., N.E.V. Amsterdam, **1**: 88-89.
- DRUKKER, B., SCUTAREANU, P., BLOMMERS, L. & SABELIS, M. W., 1992. Olfactory response of migrating anthocorids to psylla-infested pear trees in an orchard. Proc. Exper. & Appl. Entomol., N.E.V. Amsterdam, **3**: 51-56.
- TRAPMAN, M. & BLOMMERS, L. 1992. An attempt to pear sucker management in the Netherlands. -J. Appl. Entomol., **114**: 38-51.
- VAN DER BLOM, J., DRUKKER, B. & BLOMMERS, L., 1985. The possible significance of various groups of predators in preventing pear psylla outbreaks. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, **50** (2a): 419-424.

ESSAI DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE *CACOPSYLLA PYRI* (L.) EN VERGER DE POIRIER PAR UN APPORT EXPERIMENTAL D'*ANTHOCORIS NEMORALIS* F. AU STADE OEUF: I - METHODOLOGIE

G. FAUVEL*, R. RIEUX, F. FAIVRE D'ARCIER** & A. LYOUSOUFI***

* I.N.R.A. - E.N.S.A.M. - Centre de Recherches de Montpellier,
2, Place Viala 34060 Montpellier Cedex 01 - France

** I.N.R.A. - Station de Recherches de Zoologie et d'Apidologie Domaine Saint-Paul - Cantarel
84143 Montfavet Cedex, France

RESUME

Un essai d'introduction de la punaise prédatrice *Anthocoris nemoralis* F. au stade oeuf contre le psylle du poirier *Cacopsylla pyri* (L.) est tenté dans deux vergers du sud-est de la France près d'Avignon. Les hampes florales de pélagonium juste avant l'ouverture des boutons semblent constituer le meilleur support pour le dépôt des oeufs et leur conservation au réfrigérateur pendant 1 mois dans des sacs de polyéthylène scellés. L'introduction des hampes portant un nombre connu d'oeufs d'*A. nemoralis* est effective le 25 avril, au début de la ponte déposée par les adultes de la 1ère génération du psylle du poirier: un apport de 100 à 200 oeufs par arbre est effectué sur les 21 arbres les plus fortement infestés. La surveillance des populations de psylle est effectuée hebdomadairement par contrôle visuel de 50 pousses en croissance à l'aide d'une loupe frontale (x 2,5) et d'une loupe à main (x 5; x 10; x 15).

Mots-clés: Lutte biologique, *Cacopsylla pyri*, psylle du poirier, Anthocoridae, *Anthocoris nemoralis*, méthode d'élevage.

SUMMARY: BIOLOGICAL CONTROL TRIAL OF *CACOPSYLLA PYRI* (L.) IN PEAR ORCHARDS BY EXPERIMENTAL RELEASE OF *ANTHOCORIS NEMORALIS* F. EGGS. I - MATERIALS AND METHODS

The predator *Anthocoris nemoralis* F. was introduced at the egg stage in a test to control pear psylla *Cacopsylla pyri* (L.) in two orchards near Avignon in south-eastern France. Pelargonium flower stems on the verge of bud-burst appeared the best substrate for collecting and preserving the eggs in cold storage for one month in sealed polyethylene bags. The stems bearing a known number of *A. nemoralis* eggs were introduced on 25 April at the beginning of egg-laying of the first generation of pear psylla: 100-200 eggs per tree were placed on the 21 most infested pear trees. The psyllid population was monitored weekly by visual assessment of 50 growing shoots using hand (5x, 10x, 15x) or frontal (2.5x) lens.

Key-words: Biological control, *Cacopsylla pyri*, pear psylla, Anthocoridae, *Anthocoris nemoralis*, rearing method.

RIASSUNTO: PROVA DI DIFESA BIOLOGICA CONTRO *CACOPSYLLA PYRI* (L.) NEL PERETO, CON DIFFUSIONE SPERIMENTALE DI *ANTHOCORIS NEMORALIS* F. ALLO STATO DI UOVO. I - DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA

In due frutteti nei pressi di Avignone, nella Francia Sud-Orientale, si è tentato un lancio sperimentale di uova di *Anthocoris nemoralis* F., Eterottero predatore, allo scopo di combattere la Psilla del Pero, *Cacopsylla pyri* (L.). Gli steli fiorali di Pelargonium prossimi alla fioritura sono apparsi essere il migliore substrato per la deposizione delle uova e per la loro successiva conservazione per un mese in frigorifero, entro sacchetti di polietilene ermeticamente chiusi. La distribuzione in campo di steli fiorali contenenti un numero noto di uova è iniziata il 25 aprile ed è coincisa con l'inizio dell'ovideposizione degli adulti di prima generazione di Psilla. Su ciascuno dei 21 alberi maggiormente infestati si disposero 100-200 uova. Le popolazioni di Psilla furono campionate settimanalmente, mediante esame visuale di 50 getti in accrescimento, con l'aiuto di una lente frontale (2,5 x) e di lenti a mano (5 x, 10 x, 15 x).

Parole-chiave: Lotta biologica, *Cacopsylla pyri*, Anthocoridae, *Anthocoris nemoralis*, metodi di allevamento.

INTRODUCTION

La punaise prédatrice *Anthocoris nemoralis* F., indigène en Europe, constitue l'auxiliaire le plus efficace dans la régulation des populations des oeufs et des larves de *Cacopsylla pyri* (L.), comme l'ont mentionné de nombreux auteurs (Arzone, 1979; Atger, 1982; Bassino, 1980; Bouyjou *Et Al.*, 1984; Fauvel & Atger, 1980; Grbic *Et Al.*, 1990; Pezzi, 1982; Rieux & Faivre D'arcier, 1984; Terza & Pavan, 1988; Vez, 1978). Les programmes de lutte chimique raisonnée et de lutte intégrée sont appliquées de façon à préserver les populations naturelles de cet entomophage au bénéfice de la culture (Atger, 1982; Larguier, 1990; Milaire, 1987; Reboulet *Et Al.*, 1984; Stäubli, 1990; Stäubli & Antonin, 1985).

Signalons également, en marge du sujet abordé ici, que la présence d'*A. nemoralis* sur le continent américain est le résultat d'une introduction réussie effectuée en Colombie Britannique par les Services du Département d'Agriculture du Canada en 1963 (Mcmullen & Jong, 1967) et dans l'état de Washington (USA) par Burts en 1971 (Burts, 1972) pour lutter contre le psylle du poirier *Cacopsylla pyricola* Foerster.

Un autre procédé consiste en effet à enrichir artificiellement les populations de cette punaise dans les vergers par des apports d'individus issus d'élevages: une méthode de lâcher d'adultes est ainsi pratiquée avec succès en Italie par Mori & Sancassani, 1984 (lâcher inoculatif) et en France par Darre & Lagarde, 1989 (lâcher massif). Des essais peuvent également être pratiqués à l'aide d'autres stades (Stäubli *et al.*, 1992). Ainsi, en vue de diversifier les techniques d'implantation de cet auxiliaire en verger, avons-nous tenté un apport d'*A. nemoralis* F. au stade oeuf.

Le présent article expose la méthodologie mise en oeuvre. Nous présentons les caractéristiques des vergers expérimentaux "essai" destiné au lâcher, et "témoin" servant de Comparaison.

Peu de travaux concernent l'élevage de cet hétéroptère (Bronniman, 1964). Nous décrivons la technique d'élevage du prédateur et de production des oeufs ainsi que les modalités de leur implantation. Nous exposons enfin les méthodes utilisées sur le terrain pour la surveillance des populations du ravageur proie, le psylle du poirier et de la punaise *A. nemoralis*.

I - MATERIEL ET METHODES

A - Vergers d'étude

L'expérience est conduite sur deux vergers de variété William situés dans la même exploitation agricole à Montfavet, dans la région d'Avignon. Ils sont choisis dès la fin de la première génération de *C. pyri* parmi les plus infestés disponibles.

La parcelle d'essai comporte 194 arbres disposés en 3 rangs sur 0,3 ha. Le taux d'infestation, défini par le rapport (nombre de rameaux occupés par les larves de la 1ère génération / nombre de rameaux observés), est déterminé par l'examen de 10 rameaux par arbre sur chacun des arbres. Il atteint 7,2 % le 19 avril 1984. Cette parcelle est relativement isolée puisqu'elle est située à l'écart des autres plantations de poirier, entre une haie de cyprès et un verger de pêchers.

La parcelle retenue comme témoin est en revanche située à proximité de vergers d'autres variétés de poirier. Elle mesure elle aussi 0,3 ha et comprend 204 arbres repartis en 3 rangées. Son taux d'infestation par les larves de psylle de la 1ère génération à la même époque, légèrement plus élevé, atteint 9%.

B - Elevage d'*Anthocoris nemoralis*

Des colonies d'*A. nemoralis* comprenant des mâles et des femelles en effectifs égaux sont approvisionnées en oeufs d'*Anagasta kuehniella* Zeller et reçoivent de temps en temps un complément de larves de psylles. Des lots de 15 à 20 femelles sont placés dans des boîtes plastiques et maintenus en conditions contrôlées dans des enceintes climatisées à 22°C et 17 h d'éclairage fourni par des tubes fluorescents (cf. également Fauvel *et al.*, 1984). Initialement, le support de ponte était constitué par des feuilles glabres de *Pelargonium x hederacifolia*, mais nous nous sommes rapidement aperçus que les hampes florales de cette plante assurent une conservation plus durable et une meilleure éclosion des oeufs. Les résultats les plus satisfaisants sont obtenus avec des hampes récoltées juste avant l'ouverture des fleurs, si bien qu'en deux mois, nous pouvons accumuler plusieurs centaines d'oeufs. Lorsque l'effectif total nécessaire est obtenu, les hampes portant les oeufs sont disposées dans des pochettes de polyéthylène hermétiquement scellées. Elles peuvent, sous ces conditions, aisément supporter un stockage d'un mois au réfrigérateur sous un froid modéré.

C - Technique d'apport des oeufs d'*Anthocoris nemoralis*

Les oeufs sont préalablement dénombrés par examen au laboratoire, sous la loupe binoculaire, des tiges de pélargonium qui ont servi de support de ponte. L'effectif est ainsi déterminé tige par tige.

Nous avons recours à un dispositif très simple permettant l'installation des tiges et leur survie pendant la période de l'éclosion des oeufs sur le terrain. Ce support est constitué d'un tube de verre servant de réservoir d'eau où plonge l'extrémité de la tige de pélargonium calée par un tampon de coton. Le tube est attaché solidement à l'aide d'un lien sur une sous-charpentièrre. Nous prenons la précaution d'établir un contact entre la tige de pélargonium et la partie verte de rameaux en croissance de façon à favoriser la dispersion des jeunes larves d'*Anthocoris* à leur éclosion. Le contact des frondaisons sur le rang est en outre présumé favoriser une dispersion éventuelle sur les arbres voisins.

L'apport des oeufs d'*A. nemoralis* est pratiqué en respectant la coïncidence naturelle entre le cycle du prédateur et celui de sa proie: les conditions météorologiques et la phénologie du psylle nous contraignent ainsi à retarder d'une dizaine de jours l'éclosion d'*Anthocoris* par maintien des oeufs au froid. Ils sont mis en place le 25 avril 1984 lors du début de la ponte des adultes de psylle de 1ère génération. Un total de 2940 oeufs est ainsi disposé sur les 21 arbres les plus infestés de la parcelle d'essai à raison d'environ 100 à 200 oeufs par arbre.

D - Méthode de surveillance des populations de psylle et d'*Anthocoris*

Afin de perturber le moins possible les populations étudiées, nous excluons la méthode de frappage qui entraînerait la chute des larves néonates et des pertes d'individus. Nous excluons également le contrôle visuel destructif impliquant de sectionner des rameaux pour en recenser les populations sous la loupe binoculaire au laboratoire: nous avons recours au contrôle visuel direct sur le terrain à l'aide d'une loupe frontale (x 2,5) et d'une loupe à main (x 5; x 10; x 15). Cet examen est conduit sur les rameaux à bois en cours de croissance ("rameaux puissants") qui sont à cette saison préférentiellement colonisés. Pratiquée méticuleusement cette méthode donne d'excellents résultats sur les oeufs et les larves de *C. pyri* ainsi que sur les oeufs d'*A. nemoralis*. En revanche, les résultats sont de moins bonne qualité pour les larves et a fortiori pour les adultes de ce prédateur en raison de leur mobilité et de leur comportement de fuite.

Afin de rendre les dénombrements comparatifs, la même méthode est utilisée dans les parcelles essai et témoin: 50 rameaux à bois sont contrôlés par parcelle et par semaine.

DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats de la présente expérimentation sont exposés dans la 2ème partie du sujet: Résultats et discussion (Rieux *et al.*).

Le lâcher d'*A. nemoralis* au stade oeuf présente certains avantages tels qu'une économie de nourriture nécessaire aux levages, la maîtrise de l'installation et de la dispersion du prédateur. Toutefois, la méthode reste tributaire d'un support végétal de ponte. Malgré leur relative tolérance à la privation d'eau et au stockage au froid, les hampes florales de pélagonium restent fragiles et nécessitent des précautions de manipulation. Des améliorations sont cependant envisageables, comme par exemple, l'utilisation de tiges racinées ou de réservoirs munis de bouchons en caoutchouc. Un support artificiel de ponte peut également être recherché. Mais dans l'ensemble, ces premiers essais sont très encourageants.

BIBLIOGRAPHIE

- ARZONE, A., 1979. Indagini sui limitatori naturali di *Psylla pyri* (L.) in Piemonte. Boll. Lab. Entomol. agrar. Filippo Silvestri, **36**: 131-149.
- ATGER, P., 1982. Le psylle du poirier. CTIFL, Paris: 68 pp.
- BASSINO, J.P., 1980. Les problèmes posés par la protection phytosanitaire des poiriers en France. Bull. OILB/SROP, **3** (7): 12-15.
- BOUYJOU, B., CANARD, M. & NGUYEN, T.X., 1984. Analyse par frappage des principaux prédateurs et proies potentielles en verger de poiriers non traité. Bull. OILB/SROP, **7** (5): 149-166.
- BRÖNNIMANN, H., 1964. Rearing Anthocorids on an artificial medium. Tech. Bull. Commonw. Inst. Biol. Contr., **4**: 147-150.
- BURTS, E.C., 1972. Controlling insects that affect the pear growers pocketbook today and tomorrow. Wash. State hortic. Assoc. Proc., **68**: 15-17.
- DARRE, B. & LAGARDE, M.P., 1989. Lutte intégrée, suivi de vergers, lâchers d'auxiliaires. Adalia, **9-10**: 18-30.
- FAUVEL, G., ATGER, P., 1980. Evolution of pear psylla (*Psylla pyri* L.) and beneficial insects in pear orchards of south eastern France in 1979. Bull. OILB/SROP, **3** (6): 13.
- FAUVEL, G., THIRY, M. & COTTON, D., 1984. Contribution à la mise au point d'un élevage permanent d'*Anthocoris nemoralis* F. Bull. OILB/SROP, **7** (5): 176-183.
- GRBIC, M., LAKIC, B. & MIHAJLOVIC, L.J., 1990. predators and parasitoids of *Psylla pyri* L. (Hom.: Psyllidae) in Vojvodina (YU). Bull. OILB/SROP, **13** (1): 44-54.
- LARGUIER, M., 1990. Stratégie de lutte contre le psylle du poirier. Phytoma, (417): 36-40.

MC MULLEN, R.D. & JONG, C., 1967. New records and discussion of predators of the pear psylla, *Psylla pyricola* Förster, in British Columbia. J. Entomol. Soc. Brit. Columbia, **64**: 35-40.

MILAIRE, H.G., 1987. La protection phytosanitaire des vergers de pommiers et de poiriers par la lutte intégrée. Phytoma - Défense des cultures (392): 38-49.

MORI, P. & SANCASSANI, G.P., 1984. Essai de lutte intégrée contre le psylle du poirier (*Psylla pyri*) en Vénétie. Bull. OILB/SROP, **7** (5): 54-357.

PEZZI, A., 1982. Osservazioni sulle fluttuazioni delle popolazioni della *Psylla pyri* (L.) e del suo predatore *Anthocoris nemoralis* F. Infor. fitopatol., **32** (3): 51-53.

REBOULET, J.N., BLANC, M. & BONY, D., 1984. Effets à court terme de produits phytosanitaires sur les ennemis naturels des psylles du poirier. Résultats d'expérimentations en vergers de poiriers. Bull. OILB/SROP, **7** (5): 297-300.

RIEUX, R. & FAIVRE D'ARCIER, F., 1984. Etude de la dynamique et de la répartition spatiale des populations de *Psylla pyri* (L.) et de quelques-uns de ses prédateurs en verger de poiriers. 1re partie: Evolution des populations de *P. pyri*. 2me partie: Evolution des populations d'*Anthocoris nemoralis* et de divers Coccinellidae. Bull. OILB/SROP, **7** (5): 63-72; 167-175.

STÄUBLI, A., 1990. Etude de l'impact des pesticides sur les auxiliaires: un élément important pour la protection des vergers de poirier. Bull. OILB/SROP, **13** (2): 93-99.

STÄUBLI, A. & ANTONIN, P., 1985. Selectivité des pesticides à l'égard des Anthocorides: des tests utiles à l'aménagement de la protection intégrée dans les vergers de poiriers de la Suisse. In: C.R. "Incontro Internazionale sull'influenza degli antiparassitari verso la fauna utile in frutticoltura", Verona, Venezia, 29-3 Maggio 1985: 121-134.

STÄUBLI, A., HÄCHLER, M. & PASQUIER, D., 1992. Protection intégrée et biologique des vergers de poiriers. Dix années d'expériences et d'observations sur le psylle commun du poirier *Cacopsylla* (= *Psylla*) *pyri* L. en Suisse Romande. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic., **24** (2): 89-104.

TERZA, S. & PAVAN, F., 1988. La psilla del pero nel Veronese (1). Un'esperienza di lotta integrata. Inform. Agrar., **44** (17): 69-74.

VEZ, A., 1978. Etude des antagonistes du psylle du poirier (*Psylla pyri* L.) et en particulier du prédateur *Anthocoris nemoralis* F. dans les vergers de Suisse Romande. Dipl. Arb. ETH Zürich, 101 pp.

La faune entomophage des psylles du poirier (Homoptera : Psyllidae) en Europe.
Revue bibliographique :

I - Arachnides et Insectes Polynéoptères et Paranéoptères prédateurs.

A. Lyoussoufi, R. Rieux, E. Armand, F. Faivre d'Arcier et B. Sauphanor

INRA, Station de Recherches de Zoologie et d' Apidologie,
Domaine Saint-Paul, BP 91, 84143 Montfavet Cedex (France)

Résumé - Plusieurs espèces de psylles du genre *Cacopsylla* Ossiannilsson vivent sur poirier cultivé, parmi lesquelles *C. pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster et *C. pyrisuga* Foerster sont les plus fréquentes. Leur complexe entomophage est relativement diversifié. Nous présentons la synthèse des données disponibles concernant les Arachnides et les Insectes Polynéoptères et Paranéoptères prédateurs des *Cacopsylla* du poirier en Europe, en signalant parmi ces espèces celles que nous rencontrons dans le Sud-Est de la France.

Psylles du poirier / *Cacopsylla pyri* / *C. pyricola* / *C. pyrisuga* / prédateurs.

Summary - Entomophagous fauna of pear psyllids (Homoptera : Psyllidae) in Europe. A bibliographic review : I - Predatory Arachnids, Paraneopteran and Polyneopteran Insects. Cultivated pear tree is host plant of several species belonging to the genus *Cacopsylla* Ossiannilsson among which *C. pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster and *C. pyrisuga* Foerster are the most common. Their entomophagous complex is rather diversified. We list up a review of available data dealing with Arachnids, as well as Polyneopteran and Paraneopteran Insects preying upon pear *Cacopsylla* in Europe, pointing out the species encountered in Southeastern France.

Pear psyllids / *Cacopsylla pyri* / *C. pyricola* / *C. pyrisuga* / predators.

Dans la région Ouest-Paléarctique, Burckhardt et Hodkinson (1986) signalent 7 espèces de psylles inféodées aux poiriers. Parmi elles, 3 sont fréquentes sur *Pyrus communis* L. : *Cacopsylla pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster et *C. pyrisuga* Foerster.

Les antagonistes naturels jouent un rôle de premier plan dans la limitation des populations de psylles. Cette faune entomophage fait l'objet de travaux nombreux (cf. Hérad, 1986 ; Armand *et al.*, 1990), mais les études globales restent rares. Nous présentons ici une synthèse en trois parties, des données disponibles pour l'Europe, concernant les Arthropodes. Les espèces que nous rencontrons dans le Sud-Est de la France sont signalées par une astérisque (*) (Rieux et Faivre d'Arcier, 1983, 1984a, b et c ; Rieux *et al.*, 1990 ; Armand, 1989 ; Armand *et al.*, 1990, 1991, 1992 ; Lyoussoufi *et al.*, 1990, 1992).

Concernant les Arachnides et Insectes Polynéoptères et Paranéoptères (cf. Tableau), il convient d'ajouter d'autres prédateurs polyphages non cités par les auteurs et que nous rencontrons dans la région d'Avignon :

- Arachnides : Opilions Phalangidae (*phalangium* sp., *Platybunus* sp.), diverses Araignées Araneidae, Thomisidae (*Thomisus* sp., *Synema* sp., *Xysticus cristatus* Clerck, *Diaea dorsata* Fabricius), Salticidae (*Salticus* sp.), Theridiidae (*Theridium* spp.), Clubionidae (*Clubiona* sp.), des Acariens Bdellidae (*Bdella* sp.).

- Insectes Polynéoptères : Orthoptères Phaneropteridae (*Phaneroptera quadripunctata* Brunner, *Leptophyes punctatissima* Bosc, *Barbitistes berengueri* Mayet), Meconemidae (*Meconema thalassina* De Geer), Conocephalidae (*Conocephalus mandibularis* Charpentier, *Xyphidium fuscum* Fabricius), Tettigoniidae (*Tettigonia viridissima* L.), Decticinae (*Playcleis* sp., *Yersinella raymondi* Yersin), Ephippigeridae (*Ephippiger* spp.), Gryllidae (*Oecanthus pellucens* Scopoli), Dermaptères Forficulidae (*Forficula decipiens* Gén. *F. pubescens* Serville);

- Insectes Paranéoptères : Thysanoptères Aeolothripidae (*Aeolothrips* sp.), Hétéroptères Lygaeidae (*Eremocoris* sp., *Ophthalmicus* sp.), Reduviidae (*Empicoris vagabunda* L.), Anthocoridae (*Orius laticolis* Reuter) et Miridae (*Malacocoris chlorizans* Panzer, *Psallus* spp., *Phytocoris* spp.).

POSITION SYSTEMATIQUE	PAYS	REFERENCES
ARANEAE spp.(*)	Belgique	Sterk 1988
	France	Fauvel <i>et al.</i> 1981; Atger 1982
	Pays-Bas	Van Der Blom <i>et al.</i> 1985; Woets, Kersten 1988
	Suisse	Fuog 1983; Stäubli <i>et al.</i> 1984
ACARI THROMBIDIIDAE		
<i>Allothrombium fuliginosum</i> Herman(*)	France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985, 1986
	Espagne	Franco 1989
	YU	Ciglar, Baric 1992
	Suisse	Stäubli <i>et al.</i> 1984
<i>Allothrombium sp.</i>		
ANYSTIDAE		
<i>Anystis agilis</i> Banks	France	Fauvel 1984b
<i>Anystis baccarum</i> L.	France	Fauvel 1984b
	TCH	Lauterer 1982
	France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985, 1986
STIGMAEIDAE		
<i>Zetzellia mali</i> (Ewing), (*)	YU	Ciglar, Baric 1992
ORTHOPTERA Gryllidae		
<i>Oecantus pellucens</i> (Scopoli)	Italie	Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
MECONEMIDAE		
<i>Meconema thalassinum</i> (DeGeer)(*)	Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
DERMAPTERA FORFICULIDAE		
<i>Forficula auricularia</i> L. (*)	Angleterre	Hodgson, Mustafa 1984
	France	Lenfant, Sauphanor 1992; Sauphanor <i>et al.</i> 1993
	Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
	Pays-Bas	Woets, Beeke 1986; Woets, Kersten 1988 Trapman, Blommers 1992
	Belgique	Sterk 1988
Forficulidae spp.(*)		
HETEROPTERA NABIDAE		
<i>Aptus myrmecoides</i> (Costa)	Italie	Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
	Suisse	VeZ 1978
<i>Himacerus apterus</i> (L.) (*)	France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
	Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
	Italie	Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>Himacerus sp.</i>	France	Hérard 1985
<i>Nabis ferus</i> (L.) (*)	France	Hérard 1985
	YU	Ciglar, Baric 1992
<i>N. pseudoferus</i> Remane	Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
	YU	Grbic 1990; Ciglar, Baric 1992
<i>N. punctatus</i> Costa	France	Hérard 1986
<i>Nabis sp.</i>	France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984
REDUVIIDAE Reduviidae spp.(*)	Grèce	Riedl 1981
	Portugal	Lavadinho <i>et al.</i> 1990
ANTHOCORIDAE		
<i>Anthocoris confusus</i> Reuter	Angleterre	Hodgson, Mustafa 1984
	France	Hérard 1986
	YU	Vrabl, Matis 1977
<i>A. gallarum-ulmi</i> (DeGeer)	Angleterre	Brönnimann 1964; Hodgson, Mustafa 1984
<i>A. nemoralis</i> (Fabricius) (*)	Bulgarie	Kharizanov 1966
	France	Atger 1977, 1979; Atger <i>et al.</i> 1980; Deronzier 1981, 1984; Fauvel 1982, 1984a; Fauvel <i>et al.</i> 1981; Nguyen <i>et al.</i> 1981, 1984; Viollier 1981; Fauvel <i>et al.</i> 1984; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1985, 1986

A. nemoralis (suite)

Grèce	Riedl 1981; Santas 1987; Broumas <i>et al.</i> 1989; Souliotis, Broumas 1990a et b
Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
Italie	Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Pezzi 1982; Mori, Sancassini 1984; Gambaro 1988; Terza, Pavan 1988; De Fanti 1990
Pays-Bas	Van Der Blom <i>et al.</i> 1985; Van Der Scheer, Beeke 1985; Woets, Beeke 1986; Trapman 1987; Booiij 1990; Trapman, Blommers 1992
Portugal	Matias 1990; Matias <i>et al.</i> 1990
Suisse	Vez 1978; Fuog 1983; Keimer 1983; Stäubli, Antonin 1984; Stäubli <i>et al.</i> 1984; Schmid, Raboud 1990; Stäubli <i>et al.</i> 1992
YU	Riedl 1981; Grbic <i>et al.</i> 1990; Ciglar, Baric 1992
Europe	Carl, Zwölfer 1965
Angleterre	Georgala 1957; Brönnimann 1964; Hodgson, Mustafa 1984
France	Bonnemaison, Missonnier 1956; Fauvel 1982; Nguyen <i>et al.</i> 1981; Hérard, Chen 1984; Hérard 1985, 1986
Pologne	Wojnarowska <i>et al.</i> 1960
Suisse	Wille 1950; Scheurer <i>et al.</i> 1975; Vez 1978; Fuog 1983
Europe	Carl, Zwölfer 1965
Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
Grèce	Riedl 1981
Espagne	Franco 1989
YU	Riedl 1981
Italie	Pasqualini <i>et al.</i> 1990
France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
Portugal	Matias <i>et al.</i> 1990
France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985, 1986
France	Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Nguyen <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
Portugal	Matias <i>et al.</i> 1990
France	Hérard 1986; Alauzet <i>et al.</i> 1990
Portugal	Matias <i>et al.</i> 1990
France	Bonnemaison, Missonnier 1956; Fauvel 1982; Nguyen <i>et al.</i> 1981; Nguyen <i>et al.</i> 1984; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985
Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
Italie	Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
Pays-Bas	Van Der Blom <i>et al.</i> 1985; Van Der Sheer, Beeke 1985
Portugal	Matias <i>et al.</i> 1990
Suisse	Wille 1950; Vez 1978; Fuog 1983
YU	Vrabl, Matis 1977; Ciglar, Baric 1992
France	Nguyen <i>et al.</i> 1981; Nguyen <i>et al.</i> 1984; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
Hongrie	Jenser <i>et al.</i> 1992
Portugal	Matias <i>et al.</i> 1990
France	Atger 1979; Atger <i>et al.</i> 1980; Fauvel 1982; Fauvel <i>et al.</i> 1982; Nguyen <i>et al.</i> 1981, 1984; Viollier 1981, Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1985, 1986
Portugal	Matias <i>et al.</i> 1990

A. nemorum (L.)*A. sibiricus* Reuter
Anthocoris sp.*Anthocoris* spp.*Cardiastethus fasciventris*
(Garbiglietti) (*)*Orius horvathi* (Reuter) (*)*O. laevigatus* (Fieber)*O. majusculus* (Reuter) (*)*O. minutus* (L.) (*)*O. niger* (Wolff)*O. vicinus* (Ribault) (*)

ANTHOCORIDAE (suite)	
<i>Orius</i> sp.	Espagne Franco 1989
<i>Orius</i> spp.	France Deronzier 1981; Hérard 1985
	Grèce Santas 1987; Broumas <i>et al.</i> 1989; Souliotis, Broumas 1990a et b
	Italie Pasqualini <i>et al.</i> 1990
	Pays-Bas Trapman, Blommers 1992
	Portugal Matias <i>et al.</i> 1990
	Suisse Stäubli <i>et al.</i> 1984
	YU Grbic <i>et al.</i> 1990
<i>Temnostethus pusillus</i> (Herrich-Schäffer) (*)	France Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
Anthocoridae spp.	Portugal Matias <i>et al.</i> 1990
	Espagne Vilajeliu 1989, 1990
	Belgique Sterk 1988
	Grèce Souliotis, Broumas 1990a et b
	Pays-Bas Overmeer 1961; Van Der Scheer, Beeke 1985
	Portugal Matias 1984 1990
MIRIDAE	
<i>Atractotomus mali</i> (Meyer Duer) (*)	France Viollier 1981; Viollier, Fauvel 1984
	Grèce Riedl 1981; Santas 1987
	YU Riedl 1981
<i>Atractotomus</i> spp.	France Bouyjou <i>et al.</i> 1984
<i>Campylomma verbasci</i> (Meyer Duer) (*)	France Fauvel <i>et al.</i> 1981; Viollier 1981; Viollier, Fauvel 1984
<i>Campyloneura virgula</i> (Herrich-Schäffer) (*)	France Deronzier 1981; Viollier 1981; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Nguyen <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985, 1986
	Portugal Matias <i>et al.</i> 1990
<i>Deraeocoris lutescens</i> (Schilling) (*)	France Fauvel 1982, 1984a; Atger <i>et al.</i> 1980; Deronzier 1981; Fauvel <i>et al.</i> 1981; Viollier 1981; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985, 1986
	Hongrie Jenser <i>et al.</i> 1992
	Italie Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
	Suisse Wille 1950
	YU Ciglar, Baric 1992
<i>D. ruber</i> (L.) (*)	France Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1986
	Italie Vidano <i>et al.</i> 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>D. serenus</i> (Douglas et Scott) (*)	France Fauvel <i>et al.</i> 1981; Fauvel 1982
<i>Deraeocoris</i> sp.	YU Riedl 1981
	France Atger 1979; Deronzier 1981; 1984 Nguyen <i>et al.</i> 1981; Nguyen <i>et al.</i> 1984
	URSS Munivov 1985
<i>Heterotoma meriopterum</i> (Scopoli) (*)	France Fauvel 1982; Deronzier 1981; Fauvel <i>et al.</i> 1981; Viollier 1981; Nguyen <i>et al.</i> 1981; Hérard 1985, 1986
<i>Mimocoris rugicollis</i> (Costa) (*)	France Hérard 1986
<i>Orthotylus nassatus</i> (Fabricius) (*)	France Deronzier 1981; Fauvel <i>et al.</i> 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1985, 1986
	Portugal Matias <i>et al.</i> 1990
<i>Phytocoris buxi</i> (Ribault) (*)	France Deronzier 1981
<i>P. longipennis</i> Flor	France Hérard 1986
<i>Phytocoris ulmi</i> (L.)	France Hérard 1986
<i>Phytocoris</i> spp.	Danemark Thygesen <i>et al.</i> 1973

MIRIDAE (suite)	
<i>Phytocoris</i> spp. (*)	France Fauvel <i>et al.</i> 1981; Bouyjou <i>et al.</i> 1984
<i>Pilophorus clavatus</i> (L.)	France Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
	YU Grbic <i>et al.</i> 1990
<i>P. gallicus</i> Remane (*)	France Hérard 1986
<i>P. perplexus</i> (Douglas et Scott) (*)	France Fauvel 1982; Deronzier 1981; Fauvel <i>et al.</i> 1981; Viollier 1981; Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1986
	Suisse Vez 1978
	YU Riedl 1981; Ciglar, Baric 1992
<i>P. pusillus</i> Reuter	France Fauvel 1982
	Portugal Lavadinho <i>et al.</i> 1990
<i>Pilophorus</i> spp.	France Nguyen <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
<i>Psallus ambiguus</i> Fallén	France Bouyjou <i>et al.</i> 1984; Hérard 1986
	YU Ciglar, Baric 1992
<i>P. varians</i> (Herrich Schäffer)	France Viollier 1981; Viollier, Fauvel 1984
Miridae spp.	France Atger 1979
	Grèce Riedl 1981; Souliotis, Broumas 1990b
	Portugal Matias 1984, 1990; Lavadinho <i>et al.</i> 1990
	Suisse Vez 1978; Fuog 1983; Stäubli <i>et al.</i> 1984
THYSANOPTERA AEOLOTHRIPIDAE	
<i>Aeolothrips melaleucus</i> (Haliday)	Hongrie Jenser 1992; Jenser <i>et al.</i> 1992
<i>A. versicolor</i> (Uzel)	Hongrie Jenser 1992; Jenser <i>et al.</i> 1992
- <i>f. melaleuca</i> (Uzel)	Hongrie Jenser 1992; Jenser <i>et al.</i> 1992
- <i>f. similis</i> (Priesner)	Hongrie Jenser 1992; Jenser <i>et al.</i> 1992
<i>Haplothrips subtilissimus</i> Haliday	Hongrie Jenser 1992; Jenser <i>et al.</i> 1992

(1) : YU = Ex-Yougoslavie ; TCH = Ex-Tchécoslovaquie ;
URSS = Ex-URSS.

Références bibliographiques

- Alauzet C., Bouyjou B., Dargagnon D., Hatte M., 1990. **Bull. OILB/SROP**, 13 (2) : 118-122.
- Armand E., 1989. **Thèse Doct. Sci. Univ. Sci. Tech. Languedoc-Montpellier** : 241 p.
- Armand E., Lyoussoufi A., Faivre d'Arcier F., Rieux R., 1990. **J. Appl. Entomol.**, 110 : 242-252.
- Armand E., Lyoussoufi A., Rieux R., 1991. **Entomophaga**, 36 (2) : 85-92.
- Armand E., Lyoussoufi A., Faivre d'Arcier F., Rieux R., 1992. **Acta Phytopathol. Entomol. Hung.**, 27 (1-4) : 73-76.
- Arzone A., 1979. **Bot. Lab. Entomol. agrar. Filippo Silvestri**, 36 : 131-149.
- Atger P., 1977. **Déf. Vég.**, (187) : 310-316.
- Atger P., 1979. **Phytoma**, (311) : 19-22
- Atger P., 1982. **Le psylle du poirier**. CTIFL, Paris : 68 p.
- Atger P., Feron M., Bassino J.P., 1980 : 313-319. *In Proc. Symp. Int. OILB/SROP*, Vienne (Aut), 8-12 oct. 1979. **OILB/SROP**, Paris : 648 p.
- Bonnemaison L., Missonnier J., 1956. **Ann. Epiphyt.**, 7 (2) : 263-331.
- Booij C. J. H., 1990. - **Bull. OILB/SROP**, 13 (1) : 55-60.
- Bouyjou B., Canard M., Nguyen T. X., 1984. **Bull. OILB/SROP**, 7 (5) : 148-166.
- Brönnimann H., 1964. **Tech. Bull. Commonw. Inst. Biol. Contr.**, 4 : 147-150.
- Broumas T., Souliotis C., Stavradi E., Sdoucopoulos D., 1989 : 67-77. *In Proc. 2nd Panhellenic Congress on Entomology*, Athens (Greece), 11-13 nov. 1987.
- Burckhardt D., Hodkinson I. D., 1986. **Bull. Entomol. Res.**, 76 : 119-132.
- Carl K., Zwölfer H., 1965. **Anz. Schädlingk.**, 38 (6) : 81-87.
- Ciglar I., Baric B., 1992. **Acta Phytopathol. Entomol. Hung.**, 27 (1-4) : 155 - 163.
- De Fanti L., 1990. **Bull. OILB/SROP**, 13 (2) : 162-164.
- Deronzier S., 1981. **Thèse Doct. Ing. Univ. Aix-Marseille 3** : 90 p.
- Deronzier S., 1984. **Agronomie**, 4 (6) : 549-556.
- Fauvel G., 1982 : 25-28. *In Atger P., Le psylle du poirier*. CTIFL, Paris : 68 p.
- Fauvel G., 1984a: 71-78. *In Faune et flore auxiliaires en agriculture*. ACTA, Paris: 368p.
- Fauvel G., 1984b: 79-87. *In Faune et flore auxiliaires en agriculture*. ACTA, Paris: 368p.
- Fauvel G., Atger P., Coton D., Faivre d'Arcier F., 1981. **Agronomie**, 1 (9) : 813-820.
- Fauvel G., Thiry M., Coton D., 1984. **Bull. OILB/SROP**, 7 (5) : 176-183.
- Franco I., 1989. **Acta Hort.**, (256) : 159-162.
- Fuog D., 1983. **Thèse Doct. Sci. Nat. Eidg. Tech. Hochsch., Zürich** : 125 p.
- Gambaro P. I., 1988. **Inform. Agrar.**, 44 (17) : 77-80.
- Georgala M. B., 1957. **49th. Rep. East Malling Res. Stn., 1955-1956** : 135-141.
- Giunchi P., 1980. **Bull. OILB/SROP**, 3 (6) : 48-49.
- Grbic M., Lakic B., Mihajlovic L. J., 1990. **Bull. OILB/SROP**, 13 (2) : 44-54.
- Hérard F., 1985. **Agronomie**, 5 (9) : 773-778.
- Hérard F., 1986. **Agronomie**, 6 (1) : 1-34.
- Hérard F., Chen K., 1984. **Bull. OILB/SROP**, 7 (5) : 206-211.
- Hodgson C. J., Mustafa T. M., 1984. **Bull. OILB/SROP**, 7 (5) : 330-352.
- Jenser G., 1992. **Acta Phytopathol. Entomol. Hung.**, 27 (1-4) : 321-327.
- Jenser G., Balazs K., Racz V., 1992. **Acta Phytopathol. Entomol. Hung.**, 27 : 321-327.
- Keimer C., 1983. **Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.**, 56 (1-2) : 182.
- Kharizanov A., 1966. - **Vissh Selkstopanski Institut. Sup. Agric. "V. Kolarov", Plovdiv, Bulgarie** : 51 p.
- Knapen H., Vanwetswinkel G., 1977. **Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.**, 42 (2) : 1315-1322.
- Lauterer P., 1982. **Cas. Morav. Mus. Vedy Prirodni**, 67 : 133-162.
- Lavadinho A. M. P., Goncalves M. L., Martins F. M. C., Sobreiro J. B., 1990. **Bull. OILB / SROP**, 13 (2) : 143-148.
- Lenfant C., Sauphanor B., 1992. **Phytoma**, (455) : 44-52.
- Lyoussoufi A., Armand E., Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1990. **Ann. ANPP**, 3 (2) : 583-590.

- Lyoussoufi A., Armand E., Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, **27** (1-4) : 413-417.
- Matias C., 1984. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 23-31.
- Matias C., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (1) : 8-12.
- Matias C., Bouyjou B., Avelar J., Domingues V., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 11-16.
- Mori P., Sancassani G. P., 1984. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 345-357.
- Munivov N. N., 1985. *Izvestiya Akad. Nauk. Tadzhksoi, Biol. Nauk.*, **4** : 39-41.
- Nguyen T. X., Bouyjou B., Delvare G., Dargagnon D., 1981. *Déf. Vég.*, **209** : 221-226.
- Nguyen T. X., Delvare G., Bouyjou B., 1984. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 191-197.
- Overmeer W. P. J., 1961. *Tijdschr. Plziekt.*, **67** (4) : 281-289.
- Pasqualini E., Antropoli A., Pari P., Faccioli G., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 165-169.
- Pezzi A., 1982. *Inf. fitopatol.*, **32** (3) : 51-53.
- Picco A. M., 1978. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, **43** (2) : 527-539.
- Riedl H., 1981. *Progres report for cooperative Agreement N° 58-9 AHZ-0-510 between USDA/SEA-Agric., Res. Univ. Calif.* : 31 p.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1983 : 201-208. *In 3e Coll. sur les recherches fruitières, Bordeaux, 16-17 mars 1983, INRA/CTIFL, SDIT, Pont-de-la-Maye* : 271 p.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1984a. *Bull. OILB/SROP*, **7** (3) : 37-42.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1984b : 63-70. *In Faune et flore auxiliaires en agriculture. ACTA, Paris* : 368 p.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1984c. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 167-175.
- Rieux R., Armand E., Lyoussoufi A., Faivre d'Arcier F., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 22-26.
- Santas L., 1987. *Entomophaga*, **32** (3) : 291-297.
- Sauphanor B., Chabrol L., Faivre d'Arcier F., Sureau F., Lenfant C., 1993. *Entomophaga*, **38** (2) : 163-174.
- Scheurer R., Ruzette M. A., Flück V., 1975. *Z. angew. Entomol.*, **78** (3) : 313-316.
- Schmid A., Raboud G., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (1) : 78-81.
- Souliotis C., Broumas T., 1990a. *Bull. OILB/SROP*, **13** (1) : 29-35.
- Souliotis C., Broumas T., 1990b. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 27-30.
- Stäubli A., Antonin P., 1984. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 258-264.
- Stäubli A., Hächler M., Antonin P., Mittaz C., 1984. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **16** (5) : 279-288.
- Stäubli A., Hächler M., Pasquier D., Antonin P., Mittaz C., 1992. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **24** (2) : 89-104.
- Sterk G., 1988. *Fruit Belge*, **56** (424) : 302-305.
- Terza S., Pavan F., 1988. *Inform. Agrar.*, **44** (17) : 69-74.
- Thygesen T., Esbjerg P., Eiberg H., 1973. *Tidsskrift Plant.*, **77** : 324-336.
- Trapman M., 1987. *Fruitteelt*, **77** (8) : 20-22.
- Trapman M., Blommers L., 1992. *J. Appl. Entomol.*, **114** : 38-51.
- Van Der Blom J., Drukker B., Blommers L., 1985. *Med. Fac. Landbouww., Rijksuniv. Gent.*, **50** (2a) : 419-424.
- Van Der Scheer H. A. T., Beeke H., 1985. *Fruitteelt*, **75** (8) : 168-169.
- Vez F., 1978. *Diplomsarb. Eidg. Tech. Hochsch., Zürich* : 101 p.
- Vidano C., Arzone A., Meotto F., 1977-1978. *Ann. Acad. Agric. Torino*, **120** : 65-78.
- Vilajeliu M., 1989 - *Acta Hortic.*, (256) : 153-158.
- Vilajeliu M., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (1) : 1-7.
- Viollier B., 1981. *Thèse Doct. Spéc. Univ. Paris-Sud, Orsay* : 100 p.
- Viollier B., Fauvel G., 1984. *Agronomie*, **4** (1) : 11-18.
- Vrbl S., Matis G., 1977. *Zast. Bilja*, **28** (1) : 41-52.
- Wille H. P., 1950. *Promotionsarb. Eidg. Tech. Hochsch., Zürich* : 113 p.
- Woets J., Beeke H., 1986. *Bull. OILB/SROP*, **9** (4) : 200-203.
- Woets J., Kersten C., 1988. *Fruitteelt*, **78** (13) : 15-17.
- Wojnarowska P., 1962. *Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, **4** (2) : 153-177.
- Wojnarowska P., Baranowna I., Lipowa I., 1960. *Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, **2** (1) : 143-161.

La faune entomophage des psylles du poirier (Homoptera : Psyllidae) en Europe.
Revue bibliographique :
II - Insectes Oligonéoptères prédateurs.

A. Lyoussoufi, R. Rieux, E. Armand, F. Faivre d'Arcier et B. Sauphanor
INRA, Station de Recherches de Zoologie et d'Apiculture,
Domaine Saint-Paul, BP 91, 84143 Montfavet Cédex (France)

Résumé - Plusieurs espèces de psylles du genre *Cacopsylla* Ossiannilsson vivent sur poirier cultivé, parmi lesquelles *C. pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster et *C. pyrisuga* Foerster sont les plus fréquentes. Leur complexe entomophage est relativement diversifié. Nous présentons la synthèse des données disponibles concernant les Insectes Oligonéoptères prédateurs des *Cacopsylla* du poirier en Europe, en signalant parmi ces espèces celles que nous rencontrons dans le Sud-Est de la France.

Psylles du poirier / *Cacopsylla pyri* / *C. pyricola* / *C. pyrisuga* / prédateurs.

Summary - Entomophagous fauna of pear psyllids (Homoptera : Psyllidae) in Europe. A bibliographic review : II - Oligopteran Insects predators. Several psyllids species belonging to the genus *Cacopsylla* Ossiannilsson live on cultivated pear tree. *C. pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster and *C. pyrisuga* Foerster are the most common. Their entomophagous complex is rather diversified. We list up a review of available data related to Oligopteran Insects predators of pear *Cacopsylla* in Europe, pointing out the species encountered in Southeastern France.

Pear psyllids / *Cacopsylla pyri* / *C. pyricola* / *C. pyrisuga* / predators.

L'introduction de cette synthèse, relative à la faune entomophage des psylles du poirier en Europe, a déjà souligné l'intérêt de ce complexe d'auxiliaires et les nombreuses recherches qui y ont été consacrées. Faisant suite à la présentation précédemment effectuée, des Arachnides et Insectes Poly - et Paranéoptères prédateurs, la 2ème partie concerne les Oligonéoptères prédateurs (cf. Tableau).

Les espèces de ce groupe que nous avons recensées dans le Sud-Est de la France sont signalées par une astérisque (*) (Rieux et Faivre d'Arcier, 1983, 1984a, b et c ; Armand, 1989 ; Lyoussoufi *et al.*, 1990, 1992). Nous ajoutons ci-après une liste d' Oligonéoptères prédateurs rencontrés par notre équipe dans la région d'Avignon et non citées par les auteurs :

- Coléoptères Coccinellidae (*Nephus quadrimaculatus* Herbst), Staphylinidae, Lebiidae (*Dromius* spp., *Demetrius atricapillus* L., *Lebia trimaculata* Villers), Cantharidae (*Telephorus* spp., surtout *T. fuscus* (L.) et *T. lividus* (L.), *Rhagonycha fulva* Scopoli, *Rh. femoralis* Brullé), Malachiidae et Dasytidae (*Malachius rufus* Fabricius, *M. aeneus* L., *Axinotarsus* sp., *Anthocomus* sp., *Hypebea* sp., *Malthinus* sp., *Henicopus* sp., *Psilothrix* sp., *Dasytes* sp.) ;
- Planipennes Mantispidae (*Mantispia* sp.) ;
- Raphidioptères Raphididae (*Raphidia* spp.) ;
- Diptères Asilidae, Empididae et Chloropidae (*Chloropisca notata* Meigen) ;
- Hyménoptères Formicidae (*Lasius* spp. dont *L. niger* L., *Formica* spp., *Camponotus* sp.) et Myrmecidae (*Crematogaster scutellaris* Olivier).

POSITION SYSTEMATIQUE	PAYS (1)	REFERENCES	
COLEOPTERA COCCINELLIDAE			
<i>Adalia bipunctata</i> (L.) (*)	Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984	
	France	Deronzier 1981; Viollier 1981; Bouyjou et al. 1984; Viollier , Fauvel 1984; Hérard 1986	
	Hongrie	Jenser et al. 1992	
	Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980	
	Pays-Bas	Van Der Blom et al. 1985	
	Pologne	Wojnarowska et al. 1960; Wojnarowska 1962	
	Suisse	Wille 1950; Stäubli et al. 1984	
	URSS	Shalamberidze 1980	
	YU	Grbic et al. 1990; Ciglar , Baric 1992	
	<i>Adonia variegata</i> Goeze (*)	France	Deronzier 1981;
		YU	Grbic et al. 1990
		Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
	<i>Calvia 14-guttata</i> (L.)	France	Viollier 1981; Viollier , Fauvel 1984
<i>Chilocorus bipustulatus</i> L. (*)	Grèce	Riedl 1981	
<i>C. renipustulatus</i> Scriba (*)	France	Bouyjou et al. 1984; Hérard 1985, 1986	
<i>Coccinella 10-punctata</i> L. (*) (= <i>Adalia 10-punctata</i> (L.))	Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984	
	France	Viollier 1981; Viollier , Fauvel 1984	
	Grèce	Santas 1987	
	YU	Riedl 1981	
<i>C. 7-punctata</i> L. (*)	Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984	
	France	Deronzier 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1985, 1986	
	Grèce	Santas 1987	
	Hongrie	Jenser et al. 1992	
	Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980	
	Pays-Bas	Van Der Blom et al. 1985	
	Pologne	Wojnarowska et al. 1960; Wojnarowska 1962	
	Suisse	Wille 1950	
	YU	Grbic et al. 1990; Ciglar, Baric 1992	
	<i>Coccinula 14-punctata</i> (L.) (*)	France	Hérard 1986
		France	Deronzier 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984; Viollier , Fauvel 1984
		Grèce	Riedl 1981; Santas 1987
	<i>Exochomus 4-pustulatus</i> (L.)	YU	Ciglar , Baric 1992
<i>Harmonia 4-punctata</i> (Pontopp.) (*)	France	Deronzier 1981; Viollier 1981 ;	
	Suisse	Wille 1950	
	YU	Grbic et al. 1990	
<i>Hippodamia 13-punctata</i> (L.)	Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984	
<i>Propylea 14-punctata</i> (L.) (*)	France	Deronzier 1981; Bouyjou et al. 1984; Hérard 1986	
	Grèce	Riedl 1981	
	YU	Riedl 1981; Grbic et al. 1990; Ciglar , Baric 1992	
	France	Hérard 1986	
<i>Rhyzobius chrysomeloides</i> (Herbst) (*)	France	Viollier 1981; Viollier , Fauvel 1984	
	Grèce	Santas 1987	
<i>Scymnus apetzii</i> Mulsant (*)	France	Deronzier 1981; Viollier 1981	
<i>S. frontalis</i> (Fabricius) (*)	France	Deronzier 1981; Hérard 1985 1986	
<i>S. interruptus</i> (Goeze) (*)	Portugal	Lavadinho et al. 1990	
<i>S. rubromaculatus</i> (Goeze) (*)	France	Deronzier 1981; Hérard 1985 1986	
	YU	Grbic et al. 1990	
	France	Viollier 1981; Fauvel 1982; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1985	

COCCINELLIDAE (suite)	
<i>S. subvillosus</i> (Goeze) (*)	France Viollier 1981; Fauvel 1982; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1985
	Portugal Matias et al. 1990; Lavadinho et al. 1990
<i>Scymnus</i> sp.	Grèce Riedl 1981
<i>Scymnus</i> spp.	France Atger 1979; Bouyjou et al. 1984
<i>Stethorus punctillum</i> (Weise) (*)	Espagne Franco 1989
	France Atger et al. 1980; Deronzier 1981; Fauvel et al. 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Hérard 1985, 1986
	Grèce Santas 1987
	Hongrie Jenser et al. 1992
	Portugal Matias 1990; Matias et al. 1990
	Suisse Stäubli et al. 1984
	Hongrie Jenser et al. 1992
	YU Riedl 1981; Grbic et al. 1990; Ciglar, Baric 1992
<i>Synharmonia conglobata</i> (L.) (*) (= <i>Oenopia conglobata</i> (L.))	France Deronzier 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984; Hérard 1985, 1986
	Grèce Santas 1987
	Suisse Wille 1950; Stäubli et al. 1984
	YU Grbic et al. 1990
<i>S. lyncea</i> Olivier (*)	France Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984; Hérard, 1986
<i>Thea 22-punctata</i> (L.) (*)	France Deronzier 1981; Hérard 1986
Coccinellidae spp.	Angleterre Hodgson, Mustafa 1984
	Belgique Knapen, Vanw,swinkel 1977; Sterk 1988
	Espagne Vilajeliu 1989, 1990
	France Bonnemaïson, Missonnier 1956; Atger 1979; Deronzier 1981; Fauvel et al. 1981; Viollier 1981; Nguyen et al. 1981, 1984;
	Hongrie Jenser et al. 1992
	Pays-Bas Overmeer 1961; Van Der Blom et al. 1985
	Portugal Matias 1990; Matias et al. 1990
	Suisse Wille 1950; Vez 1978
	YU Vrabl, Matis 1977
CANTHARIDAE	
<i>Cantharis</i> sp.	Espagne Franco 1989
Cantharidae spp. (*)	YU Riedl 1981
LEBIIDAE	
<i>Demetrius atricapillus</i> L. (*)	France Hérard 1985 1986
PHALACRIDAE	
Phalacridae spp.	YU Riedl 1981
NEUROPTERA CHRYSOPIDAE	
<i>Anisochrysa flavifrons</i> Brauer	France Bouyjou et al. 1984
	Grèce Santas 1987
	Italie Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
	Portugal Matias et al. 1990
	France Bouyjou et al. 1984
<i>A. inornata</i> (Navas)	France Hérard 1986
<i>A. picteti</i> (Mac Lachlan) (*)	France Bouyjou et al. 1984; Hérard 1985
<i>A. prasina</i> (Burmeister) (*)	Grèce Santas 1987
	URSS Shalamberidze 1980
<i>A. zelleri</i> (Shneider)	Grèce Santas 1987
<i>Chrysopa formosa</i> Brauer	France Fauvel 1982
	Hongrie Jenser et al. 1992

CHRYSOPIDAE (suite)

C. phyllochroma Wesmael*C. perla* L.*C. septempunctata* Wesmael*C. vittata* Wesmael*Chrysoperla carnea* Stephens (*)*Italochrysa italica* (Rossi)*Chrysopa* spp.

Chrysopidae spp.

HEMEROBIIDAE

Drepanopteryx Phalaenoides (L.)*Hemerobius humulinus* L. (*)*H. lutescens* Fabricius*H. micans* Olivier*Hemerobius* sp.*Kimminsia subnebulosa* (Stephens)*Micromus angulatus* Stephens*M. variegatus* Fabricius*Micromus* sp. (*)*Sympherobius elegans* Stephens*S. pygmaeus* (Rambur) (*)

Hongrie	Jenser et al. 1992
France	Fauvel 1982
Hongrie	Jenser et al. 1992
Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
France	Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984
Grèce	Santas 1987
Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984
Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984
Espagne	Franco 1989
France	Deronzier 1981; Nguyen et al. 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984; Viollier , Fauvel 1984; Hérard 1985, 1986
Grèce	Santas 1987; Broumas et al. 1989 ; Souliotis , Broumas 1990b
Hongrie	Jenser et al. 1992
Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979 ; Giunchi 1980; De Fanti 1990
Portugal	Matias 1990; Matias et al. 1990
URSS	Shalamberidze 1980
YU	Riedl 1981; Grbic et al. 1990
Grèce	Santas 1987
Allemagne	Franz 1978
Espagne	Vilajeliu 1989, 1990
Pologne	Wojnarowska et al. 1960; Wojnarowska 1962
Belgique	Sterk, 1988
France	Bonnemaison , Missonnier 1956; Atger 1977, 1979; Atger et al. 1980; Fauvel et al. 1981; Deronzier 1981; Nguyen et al. 1981, 1984
Grèce	Santas 1987; Souliotis , Broumas 1990a , b
Pays-Bas	Van Der Blom et al. 1985
Portugal	Matias 1984; Lavadinho et al. 1990
Suisse	Veiz 1978; Stäubli et al. 1984
YU	Vrabl , Matis 1977
Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
YU	Riedl 1981
Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984
France	Fauvel 1982; Bouyjou et al. 1984; Hérard 1986
Grèce	Santas 1987
Hongrie	Jenser et al. 1992
Portugal	Matias et al. 1990
YU	Ciglar , Baric 1992
Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984
Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
France	Deronzier 1981
YU	Grbic et al. 1990
Angleterre	Hodgson , Mustafa 1984
Hongrie	Jenser et al. 1992
Hongrie	Jenser et al. 1992
France	Deronzier 1981
France	Viollier 1981; Viollier , Fauvel 1984
France	Bouyjou et al. 1984; Hérard 1986

<i>S. pygmaeus</i> (suite)	Grèce	Santas 1987
<i>Wesmaelius subnebulosus</i>	France	Bouyjou et al. 1984; Hérard 1986
(Stephens) (*)	Hongrie	Jenser et al. 1992
Hemeropteroidea spp.		
	France	Bonnemaison, Missonnier 1956; Atger et al. 1980; Nguyen et al. 1981; Nguyen et al. 1984
	Suisse	Vez 1978; Fuog 1983; Stäubli et al. 1984
CONIOPTERYGIDAE		
<i>Coniopteryx borealis</i> Tjeder (*)	France	Hérard 1986
<i>Coniopteryx</i> sp.	France	Deronzier 1981
<i>Conwentzia pineticola</i> Enderlin	France	Viollier 1981
	Portugal	Matias 1990; Matias et al. 1990
<i>Conwentzia</i> sp. (*)	France	Atger 1979; Deronzier 1981
Coniopterygidae spp.	France	Atger et al. 1980; Nguyen et al. 1984
RAPHIDIOPTERA RAPHIDIDAE		
<i>Raphidia</i> sp. (*)	YU	Grbic et al. 1990
DIPTERA EMPIDIDAE		
Empididae spp. (*)		
SYRPHIDAE	Suisse	Stäubli et al. 1984
<i>Epistrophe elegans</i> Harris	Hongrie	Jenser et al. 1992
<i>Epistrophella euchroma</i> Kowarz	Hongrie	Jenser et al. 1992
<i>Epsyrphus balteatus</i> (De Geer) (*)	France	Deronzier 1981; Viollier 1981; Viollier, Fauvel 1984; Hérard 1986
	Hongrie	Jenser et al. 1992
	Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
	YU	Ciglar, Baric 1992
<i>Lasiopticus pyrastris</i> (L.) (*)	Hongrie	Jenser et al. 1992
	Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>Meliscaeva auricollis</i> Meigen (*)	France	Deronzier 1981; Hérard 1986
<i>Metasyrphus corollae</i> Fabricius	Hongrie	Jenser et al. 1992
<i>Pipiza noctiluca</i> L.	Hongrie	Jenser et al. 1992
<i>Platycheirus albimanus</i> Fabricius	Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>P. ambiguus</i> Fallén	Hongrie	Jenser et al. 1992
<i>P. sticticus</i> (Meigen)	Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>Shaerophoria scripta</i> (L.)	Italie	Vidano et al. 1977-78; Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>Syrphus ribesii</i> (L.)	France	Viollier 1981; Viollier, Fauvel 1984
	Hongrie	Jenser et al. 1992
<i>S. vitripennis</i> (Meigen)	France	Hérard 1986
	Hongrie	Jenser et al. 1992
Syrphidae spp.	Espagne	Vilajeliu, 1989, 1990
	France	Bonnemaison, Missonnier 1956; Atger 1979; Atger et al. 1980; Nguyen et al. 1981, 1984; Fauvel 1982; Hérard 1985
	Grèce	Souliotis, Broumas 1990b
	Portugal	Matias 1984
	Suisse	Vez 1978
	YU	Vrabl, Matis 1977; Riedl 1981; Ciglar, Baric 1992
HYMENOPTERA FORMICOIDEA		
Formicoidea spp. (*)	France	Nguyen et al. 1981

(1) : YU = Ex-Yougoslavie ; URSS = Ex-URSS.

Références bibliographiques

- Armand E., 1989. Thèse Doct. Sci. Univ. Sci. Tech. Languedoc-Montpellier : 241 p.
- Arzone A., 1979. Bot. Lab. Entomol. agrar. Filippo Silvestri, 36 : 131-149.
- Atger P., 1977. *Déf. Vég.*, (187) : 310-316.
- Atger P., 1979. *Phytoma*, (311) : 19-22
- Atger P. *et al.*, 1980 : 313-319. In Proc. Symp. Int. OILB/SROP, Vienne, 8-12 oct. 1979.
- Bonnemaison L., Missonnier J., 1956. *Ann. Epiphyt.*, 7 (2) : 263-331.
- Bouyjou B. *et al.*, 1984. *Bull. OILB/SROP*, 7 (5) : 148-166.
- Broumas T. *et al.*, 1989 : 67-77. In Proc. 2nd Panhellenic Congress on Entomology, Athens (Greece), 11-13 nov. 1987.
- Ciglar I., Baric B., 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, 27 (1-4) : 155 - 163.
- De Fanti L., 1990. *Bull. OILB/SROP*, 13 (2) : 162-164.
- Deronzier S., 1981. Thèse Doct. Ing. Univ. Aix-Marseille 3 : 90 p.
- Faugel G., 1982 : 25-28. In Atger P., Le psylle du poirier. CTIFL, Paris : 68 p.
- Fauvel G. *et al.*, 1981. *Agronomie*, 1 (9) : 813-820.
- Franco I., 1989. *Acta Hortic.*, (256) : 159-162.
- Franz J. M., 1978. *Erwerbsobstbau*, 20 (7) : 144-147.
- Fuog D., 1983. Thèse Doct. Sci. Nat. Eidg. Tech. Hochsch., Zürich : 125 p.
- Giunchi P., 1980. *Bull. OILB/SROP*, 3 (6) : 48-49.
- Grbic M. *et al.*, 1990. *Bull. OILB/SROP*, 13 (2) : 44-54.
- Hérard F., 1985. *Agronomie*, 5 (9) : 773-778.
- Hérard F., 1986. *Agronomie*, 6 (1) : 1-34.
- Hodgson C. J., Mustafa T. M., 1984. *Bull. OILB/SROP*, 7 (5) : 330-352.
- Jenser G. *et al.*, 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, 27 (1-4) : 321-327.
- Knapen H., Vanwetswinkel G., 1977. *Med. Fac. Land. Rijk. Gent*. 42 (2) : 1315-1322.
- Lavadinho A. M. P. *et al.*, 1990. *Bull. OILB/SROP*, 13 (2) : 143-148.
- Lyoussoufi A. *et al.*, 1990. *Ann. ANPP*, 3 (2) : 583-590.
- Lyoussoufi A. *et al.*, 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, 27 (1-4) : 413-417.
- Matias C., 1984. *Bull. OILB/SROP*, 7 (5) : 23-31.
- Matias C., 1990. *Bull. OILB/SROP*, 13 (1) : 8-12.
- Matias C. *et al.*, 1990. *Bull. OILB/SROP*, 13 (2) : 11-16.
- Nguyen T. X. *et al.*, 1981. *Déf. Vég.*, 209 : 221-226.
- Nguyen T. X. *et al.*, 1984. *Bull. OILB/SROP*, 7 (5) : 191-197.
- Overmeer W. P. J., 1961. *Tijdschr. Plziekt.*, 67 (4) : 281-289.
- Riedl H., 1981. *Progres report for cooperative Agreement N° 58-9 AHZ-0-510 between USDA/SEA-Agric., Res. Univ. Calif.* : 31 p.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1984a. *Bull. OILB/SROP*, 7 (3) : 37-42.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1984b : 63-70. In *Faune et flore auxiliaires en agriculture*. ACTA, Paris : 368 p.
- Rieux R., Faivre d'Arcier F., 1984c. *Bull. OILB/SROP*, 7 (5) : 167-175.
- Santas L., 1987. *Entomophaga*, 32 (3) : 291-297.
- Shalamberidze N. S. H., 1980. *Zashch. Rast.*, 7 : 27.
- Souliotis C., Broumas T., 1990a. *Bull. OILB/SROP*, 13 (1) : 29-35.
- Souliotis C., Broumas T., 1990b. *Bull. OILB/SROP*, 13 (2) : 27-30.
- Stäubli A. *et al.*, 1984. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 16 (5) : 279-288.
- Sterk G., 1988. *Fruit Belge*, 56 (424) : 302-305.
- Van Der Blom J. *et al.*, 1985. *Med. Fac. Landbouww., Rijksuniv. Gent.*, 50 : 419-424.
- Vez F., 1978. *Diplomsarb. Eidg. Tech. Hochsch., Zürich* : 101 p.
- Vidano C. *et al.*, 1977-1978. *Ann. Acad. Agric. Torino*, 120 : 65-78.
- Vilajeliu M., 1989 - *Acta Hortic.*, (256) : 153-158.
- Vilajeliu M., 1990. *Bull. OILB/SROP*, 13 (1) : 1-7.
- Viollier B., 1981. Thèse Doct. Spéc. Univ. Paris-Sud, Orsay : 100 p.
- Viollier B., Fauvel G., 1984. *Agronomie*, 4 (1) : 11-18.
- Vrabl S., Matis G., 1977. *Zast. Bilja*, 28 (1) : 41-52.
- Wille H. P., 1950. *Promotionsarb. Eidg. Tech. Hochsch., Zürich* : 113 p.
- Wojnarowska P., 1962. *Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, 4 (2) : 153-177.
- Wojnarowska P. *et al.*, 1960. *Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, 2 (1) : 143-161.

**La faune entomophage des psylles du poirier (Homoptera : Psyllidae) en Europe.
Revue bibliographique :
III - Insectes parasitoïdes et hyperparasitoïdes.**

A. Lyoussoufi, R. Rieux, E. Armand, F. Faivre d'Arcier et B. Sauphanor
INRA, Station de Recherches de Zoologie et d' Apidologie,
Domaine Saint-Paul, BP 91, 84143 Montfavet Cedex (France)

Résumé - Plusieurs espèces de psylles du genre *Cacopsylla* Ossiannilsson vivent sur poirier cultivé, parmi lesquelles *C. pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster et *C. pyrisuga* Foerster sont les plus fréquentes. Leur complexe entomophage est relativement diversifié. Nous présentons la synthèse des données disponibles concernant les Insectes parasitoïdes et hyperparasitoïdes des *Cacopsylla* du poirier en Europe, en signalant parmi ces espèces celles que nous rencontrons dans le Sud-Est de la France.

Psylles du poirier / *Cacopsylla pyri* / *C. pyricola* / *C. pyrisuga* / parasitoïdes.

Summary - Entomophagous fauna of pear psyllids (Homoptera : Psyllidae) in Europe. A bibliographic review : III - Parasitoids and Hyperparasitoids insects. Several psyllids species to the genus *Cacopsylla* Ossiannilsson live on cultivated pear tree. *C. pyri* (L.), *C. pyricola* Foerster and *C. pyrisuga* Foerster are the most common. Their entomophagous complex is rather diversified. We list up a review of available data related to parasitoids and hyperparasitoids Insects of pear *Cacopsylla* in Europe, pointing out the species encountered in Southeastern France.

Pear psyllids / *Cacopsylla pyri* / *C. pyricola* / *C. pyrisuga* / parasitoids.

Nous complétons ici par l'examen des parasitoïdes la revue bibliographique du complexe entomophage régulateur des populations de psylles en vergers de poiriers pour la région paléarctique occidentale. La faune prédatrice a été préalablement examinée dans les parties I et II de cette synthèse.

Hormis quelques travaux signalant des champignons entomopathogènes de larves de psylles (*Entomophthora* sp.) (Bonnemaison et Missonnier, 1956 ; Vidano *et al.*, 1977-1978 ; Picco, 1978 ; Arzone, 1979 ; Giunchi, 1980 ; Hérad, 1986), le parasitisme est essentiellement dû à des Arthropodes. Parmi ceux-ci prédominent les Insectes parasitoïdes et hyperparasitoïdes. Nous présentons une compilation des données disponibles pour l'Europe (cf. Tableau) en signalant celles que nous rencontrons dans le Sud-Est de la France par une astérisque (*) (Armand, 1989 ; Armand *et al.*, 1990, 1991, 1992 ; Rieux *et al.*, 1990 ; Lyoussoufi *et al.*, 1992).

Le complexe parasitaire des psylles du poirier reste peu étudié, bien que de nombreux auteurs (cf. Hérad, 1986 ; Armand *et al.*, 1990) relatent un parasitisme dû surtout aux Hyménoptères Chalcidiens parasitoïdes et hyperparasitoïdes inféodés aux larves. Un parasitoïde d'adulte, *Endopsylla agilis* De Meijere (Diptera : Cecidomyiidae) est signalé chez *C. pyricola* (Lal, 1934 ; Barnes, 1954). Nous observons des larves d'*Allothrombium* sp., acarien Thrombidiidae, vivant en ectoparasites aussi bien de larves que d'adultes de *C. pyri*.

Par extension à l'ensemble des auxiliaires, le sujet pourrait inclure un complément sur les insectes exploitant le miellat dont beaucoup sont aussi visiteurs de fleurs. Ils sont à ce titre des auxiliaires : les pollinisateurs. Nous n'en donnons qu'un aperçu succinct.

Le miellat des psylles du poirier est peu récolté par les abeilles (*Apis mellifera* L.) et ne présente donc pas d'intérêt mellifère. Il attire en revanche de nombreux floricoles : Hyménoptères Vespoïdes (*Polistes* sp.), Apoïdes (*Andrena* sp., *Halictus* sp., *Sphecodes* sp., *Eucera longicornis* (L.)), *Bombus terrestris* (L.), *B. lapidarius* (L.)) et des Diptères (Anthomyiidae, Muscidae, Calliphoridae).

A - PARASITOIDES HYMENOPTERA ENCYRTIDAE	C. pyri	C. pyri- suga	C. pyri- cola	PAYS (1)	REFERENCES
<i>Prionomitus mitratus</i> (Dalman)(*)		•		Bulgarie	Kharizanov 1966
	•			France	Atger 1979; Atger et al. 1980; Fauvel 1982; Hérard 1985
	•	•		France	Ferrière 1926, 1961; Bonnemaïson, Missonnier 1956; Delvare et al. 1981; Nguyen et al. 1981; 1984; Nguyen, Delvare 1981-1982 ; Delvare 1984; Hérard 1986
	•		•	Ecosse	Lal 1934
	•			Italie	Vidano et al. 1977-1978; Arzone 1979; Giunchi 1980
		•		Pologne	Wojnarowska 1962
	•			Russie	Talitskii 1966
		•		Suisse	Brocher 1926
	•			Suisse	Vez 1978
	•	•	•	Suisse	Wille 1950
	•			YU	Grbic et al. 1990
		•		YU	Rield 1981
<i>P. tiliaris</i> Dalman	•			Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>Prionomitus</i> sp.			•	Italie	Grandi 1951
<i>Trechnites psyllae</i> (Ruchka) (*)			•	Angleterre	Georgala 1957
	•		•	Allemagne	Ruschka 1922
	•			France	Bonnemaïson, Missonnier 1956; Ferrière 1961; Deronzier 1981; Viollier 1981; Fauvel 1982; Hérard 1985
	•	•		France	Nguyen et al. 1981, 1984; Hérard 1986
	•			Grèce	Broumas et al. 1989 ; Souliotis, Broumas 1990
	•		•	Grèce	Rield 1981
	•			Hongrie	Jenser et al. 1992
	•			Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
			•	Italie	Golfari 1937
	•			Russie	Talitskii 1966
	•			YU	Grbic et al. 1990
	•	•	•	YU	Rield 1981
<i>Trechnites</i> sp.			•	Italie	Grandi 1951
<i>Psyllaephagus</i> sp.			•	Angleterre	Georgala 1957
			•	Italie	Golfari 1937; Grandi 1951
HYMENOPTERA APHELINIDAE					
<i>Coccophagus lycimnia</i> Walker	•			YU	Grbic et al. 1990
DIPTERA CECIDOMYIIDAE					
<i>Endopsylla agilis</i> De Meijere			•	Angleterre	Bagnall, Harrison 1924
			•	Pays-Bas	Barnes 1930
			•	Ecosse	Barnes 1930; Lal 1934
			•	Europe	Carl 1969
<i>Endopsylla</i> sp.			•	Ecosse	Lal 1934

B - HYPERPARASITOIDES HYMENOPTERA ENCYRTIDAE	C. pyri	C. pyri- suga	C. pyri- cola	PAYS	REFERENCES
<i>Aphidencyrus mamitus</i> (Walker)	•			France	Hérard 1985
(= <i>Syrphophagus</i>)(*))	•	•		France	Nguyen al. 1981; Nguyen et al. 1984; Herard 1986
<i>A. cantabricus</i> (Mercet)	•			Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
<i>A. taeniatus</i> (Förster)	•			France ?	Hérard 1986
	•			Russie	Talitskii 1966
	•			YU	Grbic et al. 1990
<i>Aphidencyrus sp.</i>	•			France	Bonnemaison, Missonnier 1956
	•	•		YU	Rield 1981
<i>Encyrus sp.</i>			•	Russie	Yakhontov 1929
HYMENOPTERA APHELINIDAE					
<i>Marietta picta</i> (André)	•			Russie	Talitskii 1966
	•			YU	Grbic et al. 1990
HYMENOPTERA PTEROMALIDAE					
<i>Pachyneuron aphidis</i> Bouché (*)	•	•		France	Nguyen et al. 1981; Nguyen et al. 1984
	•			Russie	Talitskii 1966
					Hérard 1985, 1986
	•			Italie	Arzone 1979; Giunchi 1980
	•			YU	Grbic et al. 1990
<i>P. solitarium</i> (Hartig)	•			Russie	Talitskii 1966
<i>Pachyneuron sp.</i>	•			France	Bonnemaison, Missonnier 1956 ; Deronzier 1981; Viollier 1981
	•			Grèce	Rield 1981
		•		Italie	Golfari 1937; Grandi 1951
	•	•		YU	Rield 1981
<i>Asaphes vulgaris</i> Walker			•	Ecosse	Lal 1934
HYMENOPTERA MEGASPILIDAE					
<i>Lygocerus sp.</i> (= <i>Dendrocerus sp.</i>)			•	Angleterre	Georgala 1957
	•			France	Bonnemaison, Missonnier 1956
		•		Italie	Golfari 1937; Grandi 1951
<i>Dendrocerus psyllarum</i> Dessart (*)	•			France	Dessart 1983
HYMENOPTERA CHARIPIDAE					
<i>Dilyta subclavata</i> Först. (*)	•			France	Hérard 1986
<i>D. talitzkii</i> Belizen (*)	•			France	Armand 1989; Rieux et al. 1990
<i>Charips sp.</i>				YU	Grbic et al. 1990

(1) YU = Ex-Yougoslavie

Références bibliographiques

- Armand E., 1989. Thèse Doct. Sci. Univ. Sci. Tech. Languedoc-Montpellier : 241 p.
- Armand E. *et al.*, 1990. *J. Appl. Entomol.*, **110** : 242-252.
- Armand E. *et al.*, 1991. *Entomophaga*, **36** (2) : 85-92.
- Armand E. *et al.*, 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, **27** (1-4) : 73-76.
- Arzone A., 1979. *Bot. Lab. Entomol. agrar. Filippo Silvestri*, **36** : 131-149.
- Atger P., 1979. *Phytoma*, (311) : 19-22
- Atger P. *et al.*, 1980 : 313-319. *In* : *Proc. Symp. Int. OILB/SROP*, Vienne (Aut), 8-12 oct. 1979, OILB/SROP, Paris : 648 p.
- Bagnall R. S., Harrison H., 1924. *V. Entomol. Rec. J. Var.*, **26** : 38.
- Barnes H. F., 1930. *Bull. Entomol. Res.*, **21** : 319-329.
- Bonnemaison L., Missonnier J., 1956. *Ann. Epiphyt.*, **7** (2) : 263-331.
- Brocher F., 1926. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, **95** (2) : 183-188.
- Broumas T. *et al.*, 1989 : 67-77. *In* : *Proc. 2nd Panhellenic Congress on Entomology*, Athens (Greece), 11-13 nov. 1987.
- Carl K. P., 1969. *Tech. Bull. Commonw. Inst. Biol. Control.*, **12** : 147-156.
- Delvare G., 1984. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 184-190.
- Delvare G. *et al.*, 1981. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, **17** (2) : 171-178.
- Deronzier S., 1981. Thèse Doct. Ing. Univ. Aix-Marseille 3 : 90 p.
- Dessart P., 1983. *Bull. Ann. Soc. R. Belg. Entomol.*, **19** (7-9) : 222-226.
- Fauvel G., 1982 : 25-28. *In* Atger P., *Le psylle du poirier*. CTIFL, Paris : 68 p.
- Ferrière C., 1926. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, **95** : 189-194.
- Ferrière C., 1961. *Entomophaga*, **6** (1) : 39-51.
- Georgala M. B., 1957. **49 th. Rep. East Malling Res. Stn.**, **1955-1956** : 135-141.
- Giunchi P., 1980. *Bull. OILB/SROP*, **3** (6) : 48-49.
- Golfari L. 1937. *Boll. Istit. Entomol. Univ. Bologna*, **9** : 206-249.
- Grandi G., 1951. *Edizione Agricola Bologna*, **1** (1) : 814-822.
- Grbic M. *et al.*, 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 44-54.
- Hérard F., 1985. *Agronomie*, **5** (9) : 773-778.
- Hérard F., 1986. *Agronomie*, **6** (1) : 1-34.
- Jenser G. *et al.*, 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, **27** (1-4) : 321-327.
- Kharizanov A., 1966. *Vissh Selk. Instit. Sup. Agric. "V. Kolarov"*, Plovdiv : 51 p.
- Lal K. B., 1934. *Parasitology*, **26** (3) : 325-334.
- Lyoussoufi A. *et al.*, 1992. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.*, **27** (1-4) : 413-417.
- Nguyen T. X. *et al.*, 1981. *Déf. Vég.*, **209** : 221-226.
- Nguyen T. X., Delvare G., 1981-82. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **117** (1-4) : 146-153.
- Nguyen T. X. *et al.*, 1984. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5) : 191-197.
- OILB/SROP, 1974. *OILB/SROP Brochure n° 3*, (1ère Ed.) : 242 p.
- Picco A. M., 1978. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.*, **43** (2) : 527-539.
- Riedl H., 1981. *Progres report for cooperative Agreement N° 58-5 AHZ-0-5 between USDA/SEA-Agric.*, Res. Uni. Calif. : 31 p.
- Rieux R. *et al.*, 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 22-26.
- Ruschka F., 1922. *Verh. Zoll. Bot. Ges. Wien*, **72** : 1-13.
- Souliotis C., Broumas T., 1990. *Bull. OILB/SROP*, **13** (2) : 27-30.
- Talitskii V. I., 1966. *Trudy moldav. nauchno - issled. Inst. Sadov. Vinogr. Vinod.*, **13** : 191-221.
- Vez F., 1978. *Diplomsarb. Eidg. Tech. Hochsch.*, Zürich : 101 p.
- Vidano C. *et al.*, 1977-1978. *Ann. Acad. Agric. Torino*, **120** : 65-78.
- Viollier B., 1981. Thèse Doct. Spéc. Univ. Paris-Sud, Orsay : 100 p.
- Wille H. P., 1950. *Promotionsarb. Eidg. Tech. Hochsch.*, Zürich : 113 p.
- Wojnarowska P., 1962. *Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, **4** (2) : 153-177.
- Wojnarowska P. *et al.*, 1960. *Prace nauk. Inst. Ochr. Rosl.*, **2** (1) : 143-161.
- Yakhontov V. V., 1929. *Trudui Shirabud. Opuitn. Sta. Otdel. Zashch. Rast.*, **2** : 46 p.

Certains Hyménoptères prédateurs généralistes sont également attirés : fourmis (bien que leur statut d'auxiliaires puisse être controversé) et des Vespidae (*Vespa germanica* Fabricius, *Dolichovespula sylvestris* (Scopoli), *Vespa crabro* L., capables par ailleurs de provoquer ou d'aggraver des dégâts sur fruits mûrs).

Signalons aussi le rôle important du miellat sur les prédateurs, surtout adultes (Chrysopes, Syrphes, le Chloropide *Chloropisca notata* Meigen) et les parasitoïdes de psylles. Utilisé comme complément de nourriture, il sert également de signal de présence de la proie ou de l'hôte, à distance par certains de ses constituants volatils, ou de contact (chez les parasitoïdes) ou encore de stimulant de la ponte (chez les Syrphes notamment).

L'ensemble des 3 parties de cette compilation sur les entomophages des psylles du poirier en Europe (Arachnides, Insectes Polynéoptères, Paranéoptères, Oligonéoptères prédateurs, parasitoïdes et hyperparasitoïdes) montre la richesse et l'importance de la sous-communauté exploitant les psylles en verger. Parmi celle-ci, seul un petit nombre d'espèces, essentiellement des Hyménoptères parasitoïdes primaires, sont réellement spécifiques, et un seul prédateur, *A. nemoralis*, leur est quasi exclusivement lié. Les autres espèces ont un régime plus large (psylles, acariens, thrips, jeunes chenilles : *Orius* spp. ; psylles, acariens, pucerons et une certaine phytophagie : beaucoup de Mirides, Dermaptères ; pucerons, psylles : certains Coccinellidae). D'autres encore sont très polyphages (Araignées, Chrysopes).

Ces divers entomophages exercent une action régulatrice selon des modalités qui leur sont propres (niche écologique) classées en deux types extrêmes généralisables définis chez les Acariens (Rambier, *In OILB/SROP*, 1974). Certains se comportent en prédateurs de nettoyage, tels qu'*A. nemoralis* principalement, ainsi dans une moindre mesure que les Chrysopes, Coccinelles et Syrphes. Stimulés par le miellat et les fortes densités de la proie, leur effet est parfois spectaculaire et rapide. D'autres sont plus typiquement des prédateurs de protection, longuement présents dans la culture où ils exploitent concurremment diverses proies (voire du végétal). A cette catégorie appartiennent des prédateurs polyphages assez ubiquistes tels que Forficules, Acariens prédateurs et Araignées dont le rôle constant, bien que discret, est considérable dans la prévention des pullulations. Enfin, les parasitoïdes primaires, quant à eux, montrent plutôt une prévalence en relation inverse avec la densité de leur hôte, ce qui limite leurs variations d'effectif (Armand, 1989).

Le complexe des auxiliaires liés aux psylles occupe une place prépondérante dans la biocénose du verger de poiriers. Sa composition recoupe très largement celle du cortège des entomophages de pucerons et comprend des éléments communs avec celui des consommateurs d'acariens, deux grands groupes de ravageurs eux aussi représentés sur poirier. Hormis un nombre restreint d'éléments originaux comme les parasitoïdes de psylles ou ceux de ravageurs spécifiques (Cécidomyie des feuilles ou des poirettes par exemple), la faune auxiliaire du verger de poirier s'avère similaire à celle notamment du pommier, autre rosacée pyrée, pour la même région biogéographique (cf. *OILB/SROP*, 1974).

**RECHERCHES SUR L'EMPLOI RATIONNEL DU PREDATEUR
ANTHOCORIS NEMORALIS (HETEROPTERA - ANTHOCORIDAE)**

T. X. NGUYEN, J. MERZOUG

Laboratoire d'Entomologie, U. P.-Sabatier, 118 route de Narbonne. 31062 Toulouse cedex, France

RESUME

Dans les vergers de poirier, les hémiptères prédateurs, *Anthocoris nemoralis*, ne sont souvent présents qu'à partir du mois de Juin. Ils sont presque invisibles entre Juillet et août, en relation avec la baisse de population de psylles. Puis, nous constatons une présence clairsemée entre Septembre et Octobre. Par contre, nous pouvons récolter les anthocorides pendant les mois d'Avril, Mai et Juin sur les orties, les buis, les gènes, les aubépines et les lauriers. Nous les trouvons régulièrement sur les frênes et les arbres de Judée pendant Juillet et Août. Ainsi, nous pouvons aménager les haies bordant les vergers de poirier avec les composites précités.

Mots clés: *Anthocoris nemoralis*, Polyphage, Elevage industriel, Lâcher.

**SUMMARY: RATIONAL USE OF PREDATOR *ANTHOCORIS NEMORALIS*
(HETEROPTERA - ANTHOCORIDAE)**

The predator *Anthocoris nemoralis* is present in pear orchards from early June. It is usually hard to see in July and August due to psylla population decline. The anthocorids then become rare during September and October. However, we can easily collect them in April, May and June on *Urtica*, *Buxus*, *Cytisus*, *Crataegus* and *Laurus*. They are always present on *Fraxinus* and *Cercis* during July and August. Therefore, edging pear orchards with a mix of the above plants is highly advisable.

Key-words: *Anthocoris nemoralis*, Polyphagous, Industrial breeding, Releasing, Environment, Timing of migration.

**RIASSUNTO: IMPIEGO RAZIONALE DEL PREDATORE *ANTHOCORIS NEMORALIS*
(HETEROPTERA - ANTHOCORIDAE)**

Nei pereti, i Rincoti predatori (*Anthocoris nemoralis*) non sono di solito presenti che a partire da Giugno. Sono praticamente introvabili in Luglio ed Agosto, in correlazione con la notevole rarefazione delle Psille. In Settembre ed Ottobre li si incontra sporadicamente. In Aprile, Maggio e Giugno è facile raccogliarli sull'Ortica, il Bosso, la Ginestra, il Biancospino ed il Lauro. In Luglio ed Agosto li si trova regolarmente sul Frassino e sull'Albero di Giuda. È quindi consigliabile contornare i pereti con siepi composte delle essenze sopra citate.

Parole-chiave: *Anthocoris nemoralis*, Polifagia, Allevamento industriale, Lancio.

INTRODUCTION

Notre travail de recherches sur la Faune auxiliaire des Psylles, en particulier sur le prédateur *Anthocoris nemoralis* date depuis 1970. Avant de passer au stade de l'emploi commercial des punaises, prédateurs des psylles nous devons traverser plusieurs étapes successives de recherches:

a) période 1970-1975

Nous commençons par observer les cycles biologiques des espèces de Psylles sur des plantes-hôtes spécifiques, sur lesquelles nous avons noté à un certain moment de l'année la présence d'Anthocorides. La plupart des ravageurs sont des **insectes polyphages**.

Déjà en 1965, Dempster fait état de 3 espèces d'Anthocorides: [*Anthocoris nemorum*, *A. nemoralis* et *A. sarothamni*] sur le Genêt [*Sarothamnus scoparius* L.] attaquant:

- 2 psylles [*Arytaina genistae* et *A. spartiophila*]

- 1 puceron [*Acyrtosiphon spartii* Koch]

- 4 Mirides [*Heterocordylus tibialis* Reuter; *Asciodema obsoletum* Fieber; *Ortholytus adenocarp* Perris et *Ortholytus virescens* Douglas & Scott]

- et 1 lépidoptère [*Chesias legatella* Schiff]

- En 1964, Mc Mullen a signalé au Canada, en Colombie Britannique, la présence d'*Anthocoris nemoralis* parmi les prédateurs de *Psylla pyricola*.

- Hill a étudié à partir de 1968 la biologie et l'écologie d'*Anthocoris confusus*. Entre 1957 et 1968, il a récolté des adultes et des oeufs sur *Quercus* sp., *Crataegus monogyna*, *Ulmus glabra*, *Salix* sp., *Acer pseudoplatanus*, *Pinus sylvestris*, et parfois même sur *Sarothamnus scoparius* et sur les Herbacées.

- Hodkinson & Flint ont relevé en 1971 64 prédateurs dont 13 *Anthocoris gallarum-umli* et *A. nemorum* parmi les 305 galls du Frêne [*Fraxinus excelsior* L.] provoquées par le psylle, *Psyllopsis fraxini*.

b) période 1975-1980

- Nous commençons par rassembler les différentes populations d'Anthocorides venant de différentes régions en Europe et essayer de faire des études comparatives de la longévité, de la fécondité de ces individus. Ensuite, nous essayons de faire un élevage rationnel au laboratoire.

• Le *Psylla pyri* et ses hémiptères prédateurs

La récolte d'insectes dans de la région toulousaine est effectuée une fois par semaine, pendant la période Mai-Septembre:

- dans un verger commercial A, recevant 10-12 traitements/an,

- dans un verger B, appliquant la méthode de lutte intégrée: 3-5 traitements/an

- dans un verger C de 3000 m², laissé en friche: pas de traitement.

En prenant comme base de capture 1000 psylles dans chaque verger, le nombre total de prédateurs récoltés est de 2 dans le verger A, de 65 dans le verger B et de 422 dans le verger C. Nous constatons que l'on peut capturer en C 200 fois plus de prédateurs qu'en A et 6,5 fois plus qu'en B.

- Au Colloque International sur «La lutte Intégrée contre les Psylles du poirier» à Toulouse en 1983, nous avons attiré l'attention sur le rôle fondamental de l'environnement. Or en France, la superficie moyenne d'un verger est de 10-30 ha, avec une densité variée de plantation de haies fruitières (poiriers, pommiers, pêchers, pruniers. etc.).

Ces vergers sont souvent entourés de haies bocagères, des haies constituées d'arbustes divers, bordés par un petit bois, avec parfois des fossés entièrement envahis par les orties ou les ronces. Il s'agit d'une ressource inestimable de la faune auxiliaire (Hérard, 1986).

c) période 1980 - 1985

- Présence d'Anthocorides dans les vergers de poiriers (1984-85)

Dans la région toulousaine, nous avons récolté en:

1984: 497 *Orius*, 151 *Anthocoris nemoralis*, 166 *Deraeocoris lutescens*

1985: 604 *Orius*, 658 *Anthocoris nemoralis*, 507 *Deraeocoris lutescens*

Les Hémiptères prédateurs et plus particulièrement *Anthocoris nemoralis* ont occupé le terrain en 1984 entre Juillet et Novembre; mais en 1985, leur présence n'a été seulement enregistrée qu'à partir du mois d'Août.

- Nous continuons de développer une méthode d'élevage rationnel au laboratoire de la punaise. Nous étudions alors les problèmes d'ordre biophysique: influence de la température, de l'alimentation sur le cycle biologique. Nous procédons à des lâchers sur de petites surfaces (1000-3000 m²).

d) période 1985-1990

Notre plan de travail est de:

- Perfectionner les méthodes de production des éléments essentiels: support de ponte des adultes et alimentation des larves, en vue de passer au stade d'élevage industriel des Anthocorides.
- Ouvrir le champ d'expérimentation vers des vergers lointains pour tester la fiabilité du conditionnement des individus.
- Faire des lâchers dans les vergers expérimentaux.

Deux périodes intéressantes pour le lâcher à noter: la période Mai-Juin et la période Septembre-Octobre.

- Biologie et Ration alimentaire -

Au laboratoire, nous avons enregistré les données biologiques suivantes pour *A. nemoralis* à 20° C constants, et 16 H d'éclairement par jour:

	Oeufs	L1	L2	L3	L4	L5	Total
Dév. Antho à 20°C-16H	2-4 j	2-4 j	3-5 j	3-5 j	3-4 j	5-8 j	18-30 j
Proie (L3 de Psylle)		14-28	24-40	24-42	24-32	50-80	136-222
Dév. Ps. à 15°C-16H	10 à 13 j	6 à 8 j	4 à 7 j	4 à 8 j	5 à 8 j	10 à 14 j	39 à 58 j
Dév. Ps. à 20°C-16H	6 à 8 j	3 à 5 j	3 à 4 j	3 à 4 j	3 à 5 j	6 à 10 j	24 à 36 j
Dév. Ps. à 25°C-16H	4 à 5 j	3 à 4 j	2 à 3 j	2 à 4 j	3 à 5 j	6 à 8 j	18 à 29 j

- Le déplacement des Anthocorides dans le verger

Durant Juillet-Octobre, les adultes d'*Anthocoris nemoralis* vont d'un groupe d'arbres à un autre en suivant l'implantation des psylles. Ces derniers se dispersent dans le verger au gré de l'état végétatif du poirier. Les repousses de gourmands excitent l'appétence des psylles.

- Présence d'Anthocorides à des périodes spécifiques sur des plantes différentes

Nous avons dressé l'inventaire des psylles et noté la présence des Anthocorides sur la végétation environnante des vergers. Mars-Juin est la période propice pouvant fournir de réserve de prédateurs

des Psylles du poirier. Nous avons volontairement limité notre travail à une trentaine d'espèces connues de psylles, colonisant des plantes issues de 3 paliers végétatifs:

- Herbacés: Centhrante (*Centhrantus ruber*), Ortie (*Urtica dioica*), Ronces (*Rubus fruticosus*).
- Arbustes: Aubépine (*Crataegus oxyacantha*), Buis (*Buxus sempervirens* var. *arborescens*), Figuier, (*Ficus carica*), Genêt, (*Sarothamnus scoparius*), Laurier, (*Laurus nobilis*)
- Arbres: Aune (*Alnus glutinosa*), Arbre de Judée (*Cercis siliquastrum*) Chêne rouvre (*Quercus Robur*), frêne (*Fraxinus excelsior*), Micocoulier (*Celtis australis*)

CONCLUSION

Les plantes précitées sont intéressantes pour être choisies pour entrer dans la composition des haies de bordure ou des parterres des vergers de poirier. Mais la liste n'est pas exhaustive.

Ainsi tant que le niveau de population des psylles du poirier est convenable, toute cette faune auxiliaire reste sur place. Mais dès que le niveau de ces populations devient bas ou est absent, alors selon la période de l'année, il se produit un phénomène de migration des prédateurs vers d'autres ressources alimentaires se trouvant sur les plantes hôtes environnantes.

Par voie de conséquence, la richesse de la faune auxiliaire des Psylles du poirier dépend en grande partie de la diversification des plantes-hôtes avoisinantes. Plus ces plantes-hôtes sont variées, plus la faune auxiliaire peut y trouver des refuges complémentaires pendant l'hiver, des hôtes intermédiaires ou proie de relais pendant les périodes où le niveau des populations des psylles est faible ou inexistant dans les vergers.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUYJOU, B., CANARD, M. & NGUYEN, T.X., 1984. Analyse par battage des principaux prédateurs et proies potentielles en verger de poiriers non traité. Bull. OILB /SROP, 7 (5): 148-166.
- DEMPSTER, J.P., 1963. The natural prey of three species of *Anthocoris* (Heteroptera - Anthocoridae) living on broom (*Sarothamnus scoparius* L.). Ent. exp. & appl., 6: 149-155.
- HERARD, F., 1986. Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psylla pyri* L. (Hom., Psyllidae) in France. Agronomie, 6 (1): 1-34.
- HILL, A.R., 1968. The Bionomics and Ecology of *Anthocoris confucius* Reuter, in Scotland II- Life history and population changes. Trans. Soc. Brit. Entomol., 18 (III): 35-48.
- HODKINSON, I.D. & FLINT, P.W.H., 1971. Some predators from galls of *Psyllopsis fraxini* L. (Hem.- Psyllidae). Entomologist, 107: 11-12.
- MADSEN, H. F. & WONG, T.T.Y., 1967. Studies on natural control of pear psyllae in California. California agriculture, 18 (2): 1-4.
- Mc MULLEN, R.D. & JONG, C., 1967. New records and discussion of predators of the pear psylla, *Psylla pyricola* Foerster, in British Columbia. J. Entomol. Soc. Brit. Columbia, 64: 35-40.
- NGUYEN, T.X., DELVARE, G. & BOUYJOU, B., 1984. Biocénose des psylles du poirier (*Psylla pyri* L. et *Psylla pyrisuga* Foerster) dans la région toulousaine, France. Bull. OILB / SROP, 7 (5): 191-197.

CLASSIFICATION DE QUELQUES CULTIVARS DE POIRIER EN FONCTION DE LA PONTE PREFERENTIELLE ET DU MECANISME D'ANTIBIOSIS DE *PSYLLA PYRI* L. (HOMOPTERA-PSYLLIDAE)

T. X. NGUYEN* & J. LEMOINE**

* Laboratoire d'Entomologie, Université Paul-Sabatier, C.N.R.S.
118, route de Narbonne, F-31062 Toulouse cedex, France.

** Institut National de la Recherche Agronomique. Angers, France.

RESUME

L'étude de la ponte préférentielle et du phénomène d'antibiosis de 13 cultivars de poirier, ont été menés au laboratoire et dans le verger. Les résultats obtenus ont permis d'établir un tableau comparatif entre le nombre d'oeufs déposés et les adultes émergeant de la première génération. Les trois plus résistants cultivars - *Pyrus betulaefolia*, *Pyrus pyrifolia*, et *Pyrus ussuriensis* - présentent à la fois une faible attractivité vis-à-vis de la ponte et un antibiosis très accentué sur les Psylles. En outre, certaines variétés commerciales (Williams, Pierre Corneille) ou asiatiques (Sirrène) référencées comme étant des cultivars très attractifs, présentent une sensibilité élevée, tandis que les autres variétés peu sensibles, réagissent en fonction de l'état physiologique de la plante-hôte.

Mots-clés: Sensibilité, Antibiosis, Poirier, *Psylla pyri*.

SUMMARY: RANKING SOME PEAR CULTIVARS AS PER EGG-LAYING PREFERENCE OF *PSYLLA PYRI* (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) AND ANTIBIOSIS MECHANISM

The susceptibility and the phenomenon of antibiosis of 13 pear varieties were studied in the laboratory and in the field. Number of eggs laid and adults we got at the first generation were taken as criteria. *Pyrus betulaefolia*, *Pyrus pyrifolia* and *Pyrus ussuriensis* are ranked in the High Resistance 'HG' class; Williams, Pierre Corneille and Sirrine in the High Susceptibility 'HS' class.

Key-words: Susceptibility, Antibiosis, Pear tree, *Psylla pyri*.

RIASSUNTO: CLASSIFICAZIONE DI ALCUNE CULTIVAR DI PERO IN FUNZIONE DELLA PREFERENZA DI OVIDEPESIZIONE DI *PSYLLA PYRI* (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) E DEL MECCANISMO DI ANTIBIOSI

Si è condotto, sia in laboratorio che in campo, uno studio sulla preferenza di ovideposizione della Psilla e sul meccanismo di antibiosi in 13 varietà di Pero. I risultati ci permettono di stabilire la relazione intercorrente fra il numero di uova deposte e quello degli adulti di prima generazione. Le cultivar più resistenti - *Pyrus betulaefolia*, *Pyrus pyrifolia* e *Pyrus ussuriensis* - presentano al tempo stesso una scarsa attrattività ai fini dell'ovideposizione ed una spiccata antibiosi nei confronti della Psilla. Inoltre, alcune varietà commerciali (Williams, Pierre Corneille) o asiatiche (Sirrène), indicate come molto attrattive, presentano una sensibilità elevata, mentre le altre varietà poco sensibili reagiscono in funzione dello stato fisiologico della pianta ospite.

Parole-chiave: Suscettibilità, Antibiosi, Pero, *Psylla pyri*.

INTRODUCTION

Malgré les programmes de lutte biologique avec des prédateurs et des parasites naturels, les diverses tentatives de contrôle de populations de psylle ont échoué. Il semblerait que la résistance de la plante-hôte soit la solution la plus économique et la plus écologique à envisager.

Notre objectif est de tester au laboratoire et en plein champ, l'attractivité et la réaction de différents cultivars de poirier vis-à-vis de *P. pyri*, ce qui nous permet de dresser l'échelle de valeurs des 13 variétés étudiées.

MATERIELS ET METHODES

A. Matériel végétal

- Sélection et préparation des plantules par la Station d'Amélioration des Plantes de l'I.N.R.A. d'Angers: qualité commerciale (Williams, Doyenne du Comice, Général Leclerc, Pierre Comeille); comportement reconnu en plein champ (Sirrène, Moonglow); caractère présentant une nouveauté (Hosui, Xe Hua Li); 2 porte-greffes (OH11 et OH33); 3 *Pyrus* botaniques (*Pyrus ussuriensis*, *P. pyrifolia*, *P. betulæfolia*).

- Observations en plein champ; 3 arbres de 6 ans ont chacun été greffés à 3 reprises: 1) Williams (témoin de référence pour la sensibilité), Doyenné de Comice, Général Leclerc, Pierre Comeille, moonglow, Sirrène; 2) Williams, OH11, OH33, Xe Hua Li, Hosui; 3) Williams, *Pyrus pyrifolia*, *Pyrus ussuriensis*, *Pyrus betulæfolia*.

- Placement des arbres: cages individuelles insectproof.

B. Matériel entomologique.

- Adultes de forme estivale typique issus d'élevages réalisés en continu au laboratoire (Dargagnon & Nguyen, 1984).

C. Modes opératoires.

• Expériences au laboratoire.

- 15 couples de *P. pyri* matures placés sur chaque plant.

- J+2 (48 heures après): adultes retirés, comptage des oeufs.

- Tous les 2 jours: suivi du développement larvaire jusqu'à l'émergence des adultes de la première génération (G1).

- Prélèvement et comptage des adultes.

- Placement des adultes sur d'autres plants de la même variété pour obtenir la 2ème génération (G2). Opération à renouveler 4 fois.

• Observations en plein champ.

- Déposer des adultes sur des pousses de 20-25 cm: 250 mâles et 250 femelles.

- Attendre 3 semaines pour compter les larves et mesurer la tige. L'opération est à renouveler 1 fois.

• Calculs.

- Evaluation du mécanisme d'antibiosis des cultivars: méthodes de Westigard *et al.* (1970) et de Harris (1973).

- Dynamique des populations du Psylle du verger: prise en considération dans les comptages du nombre de larves trouvées sur 10 cm de tige.
- Utilisation des tests de Student, de l'Anova du logiciel Data desk, pour les calculs statistiques.

RESULTATS

La réaction des cultivars aux Psylles est très complexe, non seulement elle varie d'une variété à l'autre, mais aussi selon l'état physiologique des plants au moment de l'expérimentation.

A. Au laboratoire.

• Oviposition préférentielle (tableau 1, R1)

Les variétés, *Pyrus betulaefolia* et *Pyrus pyrifolia*, sont classées dans la catégorie résistante (HR). Elles sont peu attractives, car les pontes sont majoritairement inférieures à 250 oeufs. A l'autre extrémité de l'échelle, nous trouvons les variétés très sensibles (HS), Pierre Corneille, Williams éventuellement OH33, dont la ponte est supérieure à 400 oeufs. Enfin, un grand nombre de variétés ont été placées dans la catégorie moyennement sensible (MS), car les pontes se situent autour de 200 et 400 oeufs.

• Le phénomène d'antibiosis (Tableau 1, R2).

Trois catégories différenciées:

- Résistantes (HR), de 0% à 10% de survivants; *Pyrus betulaefolia* (0%); *Pyrus pyrifolia* (2%); Xe Hua Li (5,5%); Hosui (7,5%).
- Moyennement sensibles (MS), avec des valeurs comprises entre 15 et 45%.
- Très sensibles (HS) avec des valeurs supérieures à 45%: Pierre Corneille (46%); Sitrine (48%); Williams (60%); Moonglow (63,5%).

B. En plein champ.

• La vitesse de croissance des variétés (Tableau 1, R4).

- Ponte préférentielle des psylles subordonnée à l'attractivité de la plante-hôte.
- Attractivité dépendante de la croissance du végétal (Nguyen, 1971 a, 1971 b)

On estime l'influence indirecte de la valeur nutritive de chaque variété par l'allongement des pousses durant Juin-Juillet, observation en plein champ.

Pour une meilleure interprétation des résultats, nous considérons qu'entre juin-juillet, les 3 témoins Williams ont la même vigueur, étant statistiquement non différents.

La longueur totale de la tige atteint en juillet 283 cm (100%), la tige a subi une poussée de 120 cm (= 283-163)

• Progression constatée:

Williams: $42,40\% = (120 \div 283) \times 100$. - Xe Hua Li: 39,60 % - Général Leclerc: 36%.

Allongement < 20% = Les "moins vigoureux" comparables à la catégorie "résistance" (HR) du laboratoire, avec un allongement < 20%, sont: *Pyrus pyrifolia* et OldHome 33.

Les "plus vigoureux", équivalents à la catégorie fortement sensible "HS" du laboratoire, avec un taux de croissance compris entre 35 et 40%: OldHome 11, Général Leclerc, Xe Hua Li et Williams.

Le reste des cultivars est rangé dans le lot des "moyennement vigoureux": croissance autour de 20 et 35%.

- Evolution de la dynamique de population (Tableau 1, R5).

Etude de l'évolution maximale (100%) de la population du psylle de Pierre Corneille, sur une portion de tige de 10 cm, on a compté: 63 larves (juin); 252 larves en juillet.

- Variétés résistantes "HR": Aucune ponte et impossible évolution de larves sur *P. pyrifolia* et *P. betulaefolia*. Cas identique pour *P. ussuriensis* et Hosui. Mais, Xe Hua Li est à considérer.
- Variétés moyennement sensibles "MS": Evolution de la population du Psylle entre 30 et 50%, sont concernées OH11, OH33 et Doyennée du Comice.
- Variétés fortement sensibles "HS": Serrine, 53,60% - Williams, 53,80% - Moonglow, 62% - Pierre Corneille, 75%.

C. Classification finale (Tableau 1, R7)

La colonne R7 donne la synthèse de la sensibilité des cultivars étudiés, des indices obtenus au laboratoire et *in situ*, des analyses statistiques et des différents classements.

Présentation d'une échelle de valeurs conformes aux caractéristiques de chaque variété étudiée:

- Catégorie "Résistants" (HR), du plus petit au plus grand: *Pyrus pyrifolia*, *Pyrus betulaefolia* et la variété japonaise Hosui.
- Catégorie "Sensibles" (HS): Williams, Serrine et Moonglow. Possibilité d'inclure 2 variétés commerciales Pierre Corneille et Général Leclerc (leur classement dans ce groupe est fonction de leur état physiologique).
- Catégorie "Moyennement sensibles" (MS): Les autres variétés testées.

DISCUSSION

Parmi les deux caractéristiques choisies pour la classification des cultivars de poirier, le critère "Ponte" est très sensible à l'état de fraîcheur du support végétal, c'est-à-dire qu'il est fortement lié au sein d'une même variété à l'appétence des plants.

Le critère "antibiosis" semble plus valable. En effet, notre classement au laboratoire fut confirmé par les observations dans la nature.

Les 13 variétés de poires testées peuvent être rangées dans 3 catégories; toutefois nous remarquons que le degré de sensibilité aux psylles des variétés se trouvant dans la catégorie "MS", est essentiellement en étroite dépendance de leur valeur nutritive temporelle durant la saison.

La recherche des composés chimiques responsables de la plus ou moins grande appétence du végétal tant à l'égard du ravageur que de l'auxiliaire, a été déterminée par les analyses chimiques des extraits foliaires, qui nous ont permis de définir les substances nutritives et les colorants attractifs.

Pour l'étude des colorants attractifs, nous avons utilisé les techniques de la spectrométrie. La chromatographie HPLC a servi à l'analyse des phénols parmi les 6 variétés choisies. (Travaux en cours).

BIBLIOGRAPHIE

- BUTT, B.A. *ET AL.*, 1988. Feeding behavior of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae) nymphs on susceptible and resistant *Pyrus* germplasm. *J. Econ. Entomol.*, **81** (5): 1394-1397.
- BUTT B.A. *ET AL.*, 1989. Feeding, Longevity and Development of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae) nymphs on resistant and susceptible pear genotypes. *J. Econ. Entomol.*, **82** (2): 4581.
- BRIOLINI, G., CAPPELLI, A., RIVALTA, L. & ROSATI, P., 1988. Observations on *Pyrus communis* resistance to *Psylla pyri*. *Acta Horticulturae*, **224**: 211-221.

Tableau 1. - Classement final

Cultivars	Abrégé	R1	R2	S1	R3	R4	R5	S2	R6	S3	R7
Pyrus betulaefolia	Pbe.	1	1	2	1	5	3	8	2	3	1
Pyrus pyrifolia	Ppf	2	2	4	2	2	2	4	1	3	2
Pyrus ussuriensis	Pus.	7	5	12	5	6	4	10	3	8	3
Hosui	Hos	4	4	8	3	9	5	14	6	9	4
Xe Hua Li	XHL	6	3	9	4	12	1	13	5	9	5
Old Home 33	OH33	13	7	20	10	3	7	10	4	14	6
Old Home 11	OH11	9	6	15	7	10	6	16	9	16	7
Général Leclerc	G Lc	3	9	12	5	11	11	22	12	17	8
Doyennée du Comice	DCo	10	8	18	9	7	8	15	8	17	9
Sirrine	Sir.	5	11	16	8	8	9	17	11	19	10
Pierre Corneille	PCo	11	10	21	12	1	13	14	7	19	11
Moonglow	Mgl	8	13	21	11	4	12	16	10	21	12
Williams	Wil.	12	12	24	13	13	10	23	13	26	13

R1: Classement ponte au laboratoire
 R4: Classement croissance en Verger
 R7: Classement final

R2: Classement antibiosis au laboratoire
 R5: Classement antibiosis en Verger
 S1 = R1 + R2 S2 = R4 + R5

R3: Classement au laboratoire
 R6: Classement en verger
 S3 = R3 + R6

PERFORMANCE TESTS OF GRANULOSIS VIRUS AGAINST *CYDIA POMONELLA* L.
(LEPIDOPTERA, OLETHREUTIDAE)

E. PASQUALINI*, A. ANTROPOLI** & G. FACCIOLI***¹

* Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università di Bologna, Italy

** Centrale Ortofrutticola, Cesena, Italy

SUMMARY

The results of trials conducted in the Emilia-Romagna Region from 1987-89 and in 1991 on the performance of two granulosis virus formulations against *Cydia pomonella* L. (Lep. Olethreutidae) are reported and discussed. Carpovirusine was first tested for persistence (10, 14 and 21 days) and in a second trial its performance was compared against that of standard chemical agents in two pest-control strategies: one employing minimum input of chemical pesticides and the other based on the recommendations of the Emilia-Romagna Region's IPM Project. A third trial was set up to rate its performance against that of Granupom. The results show that Carpovirusine can be used at intervals of at least 14 days between applications and that damage in the dual-strategy trial was not very different under Carpovirusine than with standard chemicals. Nor were substantial differences found in the damage at harvest between the two agents in the last trial, although Granupom required more treatments.

Key-words: *Cydia pomonella*, virus, biological control.

RESUME: EVALUATION DU VIRUS DE LA GRANULOSE DE *CYDIA POMONELLA* L.
(LEPIDOPTERA, OLETHREUTIDAE)

Nous avons appliqué pendant quatre ans deux composés à base de virus de la granulose de *Cydia pomonella* L. en Emilia-Romagna (Italie). En premier lieu on a évalué la persistance (10, 14 et 21 jours) du Carpovirusine. En outre la même formulation est confrontée avec des normaux produits de synthèse dans le cadre de différents systèmes de défense: dans le premier l'utilisation de substances insecticides de synthèse a été minimale; l'autre correspond à ce qui est conseillé par le programme régional de lutte intégrée. Enfin l'efficacité de Carpovirusine est confrontée à celle d'un autre produit.

Les résultats ont mis en évidence que Carpovirusine peut être utilisée à des intervalles de 14 jours ou plus, entre deux traitements consécutifs. En ce qui concerne les rapports entre les deux lignes de défense, les dégâts obtenus avec l'emploi de Carpovirusine ne diffèrent pas beaucoup de ceux des normaux produits de synthèse. Des différences substantielles n'existent pas pour ce qui est les dégâts à la récolte entre les deux composés, alors qu'il convient considérer qu'avec Granupom plus de traitements seront nécessaires.

Mots-clés: *Cydia pomonella*, Virus, Lutte biologique.

¹The authors contributed to this study in equal measure.

RIASSUNTO: VALUTAZIONE DEL VIRUS DELLA GRANULOSI DI *CYDIA POMONELLA* L. (LEPIDOPTERA OLETHREUTIDAE)

In questo lavoro vengono presentati i risultati ottenuti in quattro anni di sperimentazione (1987-89 e 1991) nella Regione Emilia-Romagna che riguardano alcuni aspetti applicativi di due formulati a base di Virus della granulosa di *Cydia pomonella* L. (Lep. Olethreutidae). In primo luogo è stata valutata la persistenza (10, 14 e 21 giorni) di Carpovirusine. Inoltre lo stesso preparato è stato confrontato con normali prodotti di sintesi all'interno di due sistemi di difesa differenti: uno in cui fosse minimo l'impiego di sostanze insetticide di sintesi, e l'altro corrispondente a quanto consigliato nel Progetto di lotta integrata dell'Emilia-Romagna. Infine l'efficacia di Carpovirusine è stata confrontata con quella di un altro prodotto (Granupom).

I risultati hanno messo in evidenza che Carpovirusine può essere utilizzato a intervalli di almeno 14 giorni fra un trattamento e il successivo. Per quanto riguarda il confronto tra le due linee di difesa i danni ottenuti con l'impiego di Carpovirusine non differiscono di molto da quelli di normali prodotti di sintesi. Non esistono differenze sostanziali per quanto riguarda i danni alla raccolta tra i due preparati, mentre va tenuto presente che con il secondo occorrono più interventi.

Parole-chiave: *Cydia pomonella*, Virus, Lotta biologica.

INTRODUCTION

Cydia pomonella L. (Lepidoptera Olethreutidae) is a key species for pome fruits given that it is found everywhere they are grown, although the severity of its threat depends a great deal on geographic area. The number of its generations varies from one in colder areas to as high as three in the more temperate zones like the Emilia-Romagna (Briolini *et al.*, 1972). The fruit damage caused by its larvae can ruin an entire crop.

The number of treatments in Emilia-Romagna ranges from 2-5 up to even 10-12 depending on the control strategy pursued and the active ingredients (a.i.) employed (Briolini & Castellari, 1973; Pasqualini *et al.*, 1989). Chemical insecticides are currently the main control agents, although they are not immune from adverse side-effects on beneficials, the environment and human health. These problems could be prevented by recourse to virus-based products, i.e. granulosis virus, CpGV (Charmillot *et al.* 1989; Audemard *et al.*, 1990; Huber, 1990). The present study reports and discusses the performance results and applicational aspects of two CpVG-based control preparations.

MATERIALS AND METHODS

Products and use. The products and their application are shown in table 1. The application threshold for CpGV was one captured adult weekly per trap (Traptest[®], Isagro, Milan, Italy) and two captured adults for the chemicals. The timing of treatments was decided according to the criteria of the Emilia-Romagna Region's IPM Project (Canestrone *et al.*, 1987 for the first three years, although in 1991 the first treatment occurred when 10% of the eggs had hatched ('Bugoff 2' forecasting model, Blago & De Berardinis, 1991). 100-500 fruits per plot, depending on their size, were sampled from the bottom and top part of the plants at the end of the first two generations and at harvest; the fruits that had fallen to the ground throughout the season were also taken into account. The trials were conducted in apple and pear orchards 10 and 25 years old, trained to palmette hedgerow and spaced 4-4.5 x 2-2.5 m.

1. Carpovirusine persistence. This trial, conducted in an apple plot in 1987-88, was designed to determine the optimum time interval between treatments by testing 10, 14 and 21 spans; the control was treated with Azinphos-methyl. The product was distributed with portable equipment in plots of

8 plants each in a randomized block design with 6 replications.

2. Control strategies compared. The data presented here were extrapolated from a more detailed study reported by Pasqualini *et al.*, (1992) that compared three control strategies: phosphorous compounds and carbamates (standard), growth regulators (intermediate) and microbiological products (advanced). The study was conducted in 1987-1989 in three farms in which one apple and one pear orchard was present (the 1989 pear data for orchard 3 are lacking because the orchard was uprooted). Three plots measuring about 1,000 m² each were laid out in each orchard and assigned to one of the control strategies. The data reported herein are those for Codling Moth in the standard and advanced methods, the former employing Azinphos-methyl and Diflubenzuron and the latter Carpovirusine.

3. Carpovirusine performance against summer generations. Carpovirusine was employed on 50 trees each in two apple and one pear orchard against the second and third generations in 1990, the remainder of each orchard acted as control in that it was treated as usual against *C. pomonella*. The interval between Carpovirusine treatments was 15 days. Diflubenzuron was used against the first generation on both the Carpovirusine-treated and control trees; a standard-volume sprayer was employed in all treatments.

4. Carpovirusine and Granupom compared. The two were comparatively tested in 1990 with and without the addition of Pinolene (Vaporgard), a resin-based product reputed to protect the virus from sunlight by screening out ultra-violet rays. The virus agents were also tested against Diflubenzuron. The experimental design was a randomized block with six replications in plots of seven plants each. A row of ten untreated adjacent trees was used as control to gauge the severity of infestation in the orchard.

Statistical analysis. ANOVA was used to compute total damage at harvest (sum of damage to fruits on tree at harvest and on ground during the entire season). The data were transformed in $\arcsin \sqrt{x}$. A randomized-block design was used in trials 1 and 3, a mixed model (strategy and crop as fixed effects and farm as random) in trial 2 and a factorial model in trial 4.

RESULTS

1. Carpovirusine persistence. The data in table 2 show that the differences among treatments were very slight. The two lower persistence rates are substantially equivalent whereas there was a slight rise in damage at the three-week interval. Overall, damage in the virus-treated plots was higher than in those treated with Azinphos-methyl, although no significant differences were found in either year for treatment averages (1987: $F_{(3,15)}=2.01$, $P=0.144$; 1988: $F_{(3,15)}=1.43$, $P=0.273$). The slight difference in these persistence results may be attributed to the small difference in treatment number: the averages over the two years were 7.5, 6, 5 and 4 respectively for Carpovirusine at 10, 14, 21 days and for Azinphos methyl.

2. Control strategies compared. The results in table 3 show that treatment number was higher in the advanced strategy (due to lower threshold and Carpovirusine persistence), lower in pear (due to earlier harvest than apple) and related in all orchards to pest population. Total damage at harvest was higher with the advanced strategy in orchards 1 and 3 and in apple as compared to pear. The only statistical differences were found among farms (farm 2 had lower damage than the other two) and in the crop species x farm interaction (due mainly to the absence of 1989 pear orchard data for the farm 3) (strategy comparison: $F_{(1,2)}=4.65$, $P=0.16$; apple and pear comparison: $F_{(1,2)}=0.71$, $P=0.49$; farm comparison: $F_{(2,22)}=4.04$, $P=0.03$; species x farm interaction: $F_{(2,22)}=7.66$, $P=0.003$).

The fact that Carpovirusine varied in performance as per farm is undoubtedly due to differences in

pest population. Damage varied over the three years from 1.47% to 3.67% and to 2.09%². The greater damage in the present trials as compared to the preceding one can in part be explained by the fact that the water volume was lower because a different sprayer was used.

3. Carpovirusine performance against summer generations. The results are listed in table 4. Fruit damage at harvest, albeit higher in the Carpovirusine treatment, was not significantly different from control ($F_{(1,2)}=5.50$, $P=0.14$) and below the 1% economic threshold. Noteworthy too is the fact that treatment number was the same with both Carpovirusine and the organic phosphorous active ingredients used in the control treatments.

4. Carpovirusine and Granupom compared. The data are shown in table 5. Azynphos-methyl was applied in control plot only once - close to harvest - as the damage to fruits by the end of the second generation was already very high. Analysis of variance showed no significant effects either for product ($F_{(1,20)}=0.06$, $P=0.82$) or for pinolene supplement ($F_{(1,20)}=0.02$, $P=0.90$). Nor was any difference found between virus-treated and plots treated with Diflubenzuron ($F_{(4,20)}=0.62$, $P=0.65$).

CONCLUSIONS

The trial data for Carpovirusine provide useful indications for its field use. A 14-day persistence rate is acceptable. Overall, Carpovirusine and Granupom registered lower performance ratings, though not greatly so, than the synthetic chemical agents Azinphos-methyl and Diflubenzuron. By contrast, the use of Carpovirusine alone against the summer pest generations after treatment with Diflubenzuron resulted in damage below the 1% economic threshold. With this strategy, the chemical need only be used once and long before harvest.

Since *Cydia pomonella* is the pome-fruit pest requiring the most treatments, a non-chemical control method would result in a notable reduction of synthetic chemical agents. Because of the unsatisfactory results achieved to date in the Emilia-Romagna with mating disruption (unpublished data, Schiatti *et al.*, 1992) and with other natural products (e.g. extract of *Rhyania speciosa*, Schiatti *et al.*, 1992), CpGV-based products would thus be, if they were authorized in Italy, the only practicable alternative to synthetic chemicals.

ACKNOWLEDGEMENTS

Research supported by the Emilia-Romagna Regional Government.

REFERENCES

- AUDEMARD, H., BURGERJON, A., BAUDRY, O., BERGER, D., BRENIAUX, D., DELAY, G-C., DESVAUX, R., FORMANTIN, C., GENDRIER, J-P. & TARBOURIECH, M-F., 1990. Cent essais de lutte contre le Carpocapse *Cydia pomonella* L. en verger de pommiers avec la Carpovirusine, une préparation de Virus de la granulose. Acta Phytop. Ent. Hungarica, **27**: 45-49.
- BLAGO, N. & DE BERARDINIS, E., 1991. Prediction of Codling moth egg hatch in Germany and Italy using the californian forecasting model Bugoff 2. Bull. OEPP/EPPO, **21**: 407-414.
- BRIOLINI, G., CAPORALE, F. & CASTELLARI, P.L., 1972. Ricerche su *Cydia pomonella* L. (Lep. Tortricidae) e su un metodo razionale per combatterla. Boll. Ist. Ent., Univ. Bologna, **30**: 155-188.
- BRIOLINI, G., CASTELLARI, P.L., 1973. Lotta guidata contro *Cydia pomonella* L. nei frutteti dell'Emilia. Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, **30**: 303-310.

²The rather high incidence of damage found in 1988-89 led to a 50% increase in the rate of CpGV/ha (calculated by taking into account the differences in water volume between France and Emilia-Romagna).

CHARMILLOT, P.J., 1989. Lutte contre le carpocapse *Cydia pomonella* L. au moyen du virus de la granulose. Revue Suisse Vitic., Arboric. Hortic., **21**: 43-47.

HUBER, J., 1990. Viral insecticides: Potential, problems and prospects. In: Proc. of the Brighton Crop Protection Conf., Pest and diseases. Vol. II: 601-606.

PASQUALINI, E., ANTROPOLI, A., PARI, P. & FACCIOLI, G., 1989. Tecniche di lotta biologica in sistemi di lotta integrata sulle pomacee. Informatore Agrario, **45**: 67-78.

PASQUALINI, E., ANTROPOLI, A., PARI, P. & FACCIOLI, G., 1992. Biological control in integrated pest management systems for apple and pear orchards. Acta Phytop. Ent. Hungarica, **27**: 507-12.

SCHIATTI, P., ACCORSI, E. & BELDI, F., 1992. Verifica dell'efficacia di *Rhyania speciosa* e *Bacillus thuringiensis* per la difesa da *Carpocapsa pomonella*. Bioagricoltura, **16**: ix-xx-xxxi.

Table 1. Agents and rates.

Agent	Company	Year	Form.	Rate (G.T.B./ha)
Carpovirusine	INRA ¹	1987	Powder	2x10 ¹³
Carpovirusine	INRA	1988-89	Liquid	1x10 ¹³
Carpovirusine	Calliope ²	1991	Liquid	1.5x10 ¹³
Granupom	Hoechst ³	1991	Liquid	4.5x10 ¹³ (4) 4.5x10 ¹⁴

¹INRA Station de recherches de Zoologie et d'Apidologie, Monfavet, France.

²Calliope, Béziers, France.

³Hoechst, Frankfurt am Main 80, Germany (Roussel-Hoechst Agrovet Milano, Italy).

⁴Dose employed against first generation.

Table 2. 1987-88: Carpovirusine persistence. Data expressed as percentage of damaged fruits (n=6).

Treatment	Spray no.	% Damaged fruit			s. e.
		I Gen.	II Gen.	Harvest	
1987					
Carpovirusine 10 gg	9	1.15	1.43	1.68	0.489
Carpovirusine 14 gg	7	0.33	0.50	0.48	0.148
Carpovirusine 21 gg	5	0.94	1.50	1.82	0.774
A. methyl	5	0.42	0.53	0.75	0.263
1988					
Carpovirusine 10 gg	6	0.83	1.13	1.33	0.439
Carpovirusine 14 gg	5	0.00	1.02	1.33	0.362
Carpovirusine 21 gg	5	0.83	1.03	1.90	0.596
A. methyl	3	0.30	0.23	0.77	0.488

Table 3. 1987-89: strategy comparison test (a.i. employed against Codling moth: Carpovirusine in the advanced strategy, Azinphos-methyl in the standard) Data expressed as percentage of damaged fruits.

Treatment	Spray no.	% Damaged fruit			s. e.
		I Gen.	II Gen.	Harvest	
STRATEGY					
Advanced	4.6	0.22	0.86	2.34	0.756
Standard	1.9	0.05	0.42	0.77	0.219
S p e c i e s					
Apple	3.4	0.15	0.84	1.92	0.488
Pear	3.1	0.11	0.41	1.19	0.688
FARM					
Farm 1	3.7	0.22	0.91	2.30	0.967
Farm 2	1.9	0.12	0.18	0.52	0.167
Farm 3	4.4	0.05	0.87	1.85	0.673

Table 4. 1990: Carpovirusine performance compared to farm control against summer generations. Data expressed as percentage of damaged fruits (n=3).

Treatment	Spray no.	% Damaged fruits			s. e.
		I Gen.	II Gen.	Harvest	
Carpovirusine	4.7	0.57	0.77	0.97	0.409
Control	4.7	0.00	0.00	0.17	0.167

Table 5 - 1990: performance of two CpGV formulations compared. Data expressed as percentage of damaged fruits (n=6, untreated=1).

Treatment	Spray no.	% Damaged fruit			S. E.
		I Gen.	If Gen.	Harvest	
Granupom	8	0.09	0.60	1.05	0.387
Carpovirusine	5	0.28	0.41	0.95	0.184
Granup. + Pinolene	8	0.00	0.54	1.13	0.558
Carpovirusine + Pinolene	5	0.31	0.46	1.02	0.276
Diflubenzuron	3	0.18	0.34	0.51	0.235
Untreated	1	2.50	17.00	12.19	-

ESSAI DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE *CACOPSYLLA PYRI* (L.) EN VERGER DE POIRIER PAR UN APPORT EXPERIMENTAL D'*ANTHOCORIS NEMORALIS* F. AU STADE OEUF. II - RESULTATS ET DISCUSSION

R. RIEUX*, G. FAUVEL**, F. FAIVRE D'ARCIER*, G. FOURNAGE* & A. LYOUSOUFI*

* I.N.R.A. - Station de Recherches de Zoologie et d'Apidologie Domaine Saint-Paul - Cantarel 84143 Montfavet Cedex, France

** I.N.R.A. - E.N.S.A.M. - Centre de Recherches de Montpellier 2, Place Viala - 34060 Montpellier Cedex 01, France

RESUME

Deux vergers comptant environ 200 arbres de variété Dr. J. Guyot sont choisis près d'Avignon, dans le sud-est de la France pour un essai d'introduction de la punaise prédatrice *Anthocoris nemoralis* F. au stade oeuf contre le psylle du poirier *Cacopsylla pyri* (L.). Bien que les oeufs du prédateur aient subi une assez forte mortalité en raison d'un défaut de conservation des tiges de pélargonium, la population des oeufs et des larves de psylle se maintient beaucoup plus faible dans la parcelle du lâcher que dans la parcelle témoin jusqu'en août. Dans ce dernier verger, les premiers adultes et les premiers oeufs d'*A. nemoralis* provenant de l'extérieur sont observés le 19 juin. L'effectif des larves du prédateur augmente rapidement, entraînant la disparition des oeufs et des larves de *C. pyri* en début juillet. Ainsi, malgré quelques difficultés de conservation du matériel végétal, ces premiers résultats sont encourageants. Le lâcher d'*A. nemoralis* au stade oeuf au lieu d'adultes présente en effet des avantages tels que l'économie de nourriture pour les levages, la maîtrise de la dispersion du prédateur et de son installation.

Mots-clés: Lutte biologique, Anthocoridae, *Anthocoris nemoralis*, *Cacopsylla pyri*, verger de poirier, lâcher d'auxiliaire.

SUMMARY: BIOLOGICAL CONTROL OF *CACOPSYLLA PYRI* (L.) IN A PEAR ORCHARD BY EXPERIMENTAL RELEASE OF *ANTHOCORIS NEMORALIS* F. EGGS. II. RESULTS AND DISCUSSION.

The predator *A. nemoralis* was introduced at the egg stage to control pear psylla (*Cacopsylla pyri* (L.)) in two orchards of about 200 cv. 'Dr. J. Guyot' pear trees near Avignon in southern France. Although the predator's eggs suffered a rather high mortality because of insufficient conservation of Pelargonium stems, the populations of psyllid eggs and nymphs remained much lower than usual until August in the release plot than in the control, where the first adults and the first eggs of *A. nemoralis* from the outside were noted on 19 June. The number of predator nymphs quickly increased, leading to the disappearance of eggs and nymphs of *C. pyri* in early July. Thus, despite some problems in adequate preservation of the plant stems, these initial results are encouraging. The release of *A. nemoralis* eggs instead of adults provides such advantages as food economy for rearings and easier control, localisation and handling of the predatory population.

Key-words: Biological control, Anthocoridae, *Anthocoris nemoralis*, *Cacopsylla pyri*, pear orchard, release of beneficial.

RIASSUNTO: PROVA DI DIFESA BIOLOGICA CONTRO *CACOPSYLLA PYRI* (L.) NEL PERETO, CON DIFFUSIONE SPERIMENTALE DI *ANTHOCORIS NEMORALIS* F. ALLO STATO DI UOVO. II - RISULTATI E DISCUSSIONE

In due pereti di circa 200 piante di CV Dr. J. Guyot, situati nei pressi di Avignone (Francia Sud-Orientale), si è lanciato l'Eterottero predatore *Anthocoris nemoralis* F. allo stato di uovo, per combattere la Psilla, *Cacopsylla pyri* (L.).

Nonostante alcuni problemi per la conservazione degli steli di *Pelargonium*, la popolazione di uova e di larve di Psilla si è mantenuta molto più bassa nella parcella del lancio che non nel testimone, fino ad agosto. Nel testimone i primi adulti e uova di *A. nemoralis*, provenienti dall'esterno, sono stati osservati il 19 giugno. La popolazione larvale del predatore è rapidamente aumentata, portando alla scomparsa delle uova e delle larve di *Cacopsylla pyri* all'inizio di luglio.

In conclusione, malgrado qualche difficoltà nella conservazione del substrato vegetale, i primi risultati sono incoraggianti. Il lancio di uova (anziché di adulti) di *A. nemoralis* presenta notevoli vantaggi, come l'economia di nutrimento negli allevamenti ed una tecnica di lancio più facile.

Parole-chiave: Lotta biologica, Antocoridi, *Anthocoris nemoralis*, *Cacopsylla pyri*, Pereto, lancio di ausiliari.

INTRODUCTION

Un essai de lâcher de la punaise Prédatrice *Anthocoris nemoralis* F. au stade oeuf est effectué en verger de poiriers dans la région d'Avignon, au sud-est de la France. Cette tentative vise à diversifier les stades d'utilisation de ce prédateur en vue de réguler les populations du psylle *Cacopsylla pyri* (L.). Les caractéristiques du verger "essai" servant au lâcher et "témoin" servant de comparaison, ainsi que les méthodes utilisées dans cette expérience (élevage de la punaise, implantation des oeufs, échantillonnage des populations du prédateur et du psylle) ont été précédemment exposées dans la 1ère partie: Méthodologie (cf. Fauvel *et al.*). Les données de l'échantillonnage pratiqué sur 50 rameaux par parcelle et par semaine sont exprimées graphiquement pour 100 rameaux. Nous présentons ici les résultats obtenus que nous discutons brièvement.

RESULTATS

Malgré un état initial très semblable des deux parcelles, celles-ci présentent rapidement une évolution très différente à la fois de leurs populations de psylles et d'anthocoris. Notons également que les deux vergers se trouvent exposés à des venues extérieures d'*A. nemoralis* d'origine naturelle.

A - Evolution des effectifs dans la parcella d'essai

1 - *Cacopsylla pyri*: Le 25 avril, lors de l'implantation, le taux d'infestation en début de 2ème génération est d'environ 20 %. Il atteint 72 % le 11 mai. L'effectif des oeufs culmine le 17 mai. Il chute définitivement par la suite pour fluctuer aux alentours d'un niveau de 2 à 4 fois plus faible (fig. 1A). De même, l'effectif des larves de la 2ème génération culmine à un niveau faible: 566 larves le 13 juin. Celui de la 3ème génération est encore plus bas: 329 larves le 12 juillet (fig. 2A).

2 - *Anthocoris nemoralis*: Un examen des tiges implantées est effectué le 15 mai pour évaluer le taux d'éclosion. Celui-ci est de 48 % seulement. L'apport serait de 1411 larves pour 2940 oeufs. Le

défaut d'éclosion paraît essentiellement lié à la mauvaise conservation de certaines tiges à la suite de leur séjour au froid. Les premières jeunes larves sont retrouvées dès la semaine qui suit l'implantation. Le contrôle visuel ne les décèle toutefois qu'en faible nombre. Le suivi des populations révèle des larves âgées en début juin. Le 13 juin, nous rencontrons à la fois les premiers adultes et leurs premiers oeufs sur poirier. Un nouvel accroissement de l'effectif des adultes et des oeufs est enregistré le 12 juillet et coïncide vraisemblablement avec la mise en place de la génération suivante (fig. 2A).

B - Évolution des effectifs dans la parcelle témoin

1 - *Cacopsylla pyri*: Lors de l'observation du 25 avril, le taux d'infestation est d'environ 20 %. Il atteint 70 % le 11 mai et 74 % le 17 mai. La ponte des adultes de la 1ère génération atteint 2090 oeufs le 17 mai et culmine à 2670 oeufs le 23 mai. Le maximum des pontes de la 2ème génération est de 8700 oeufs le 19 juin et de 10.040 le 4 juillet (fig. 1B). L'effectif des larves atteint le 19 juin 1470 individus, valeur que l'arboriculteur estime inquiétante. Aussi, effectue-t-il le lendemain le traitement à l'amitrazé qu'il s'était réservé la possibilité de faire dans cette parcelle en cas de pullulation trop importante. L'action sur les populations larvaires n'est que très momentanée: leur effectif s'élève à 3410 le 4 juillet (fig. 2B).

2 - *Anthocoris nemoralis*: L'arrivée des premiers adultes d'*A. nemoralis* à partir des populations naturelles environnantes n'est constatée que le 19 juin, en même temps que les premières pontes, c'est-à-dire légèrement plus tard que la date d'apparition des premiers adultes dans la parcelle d'essai. Cette arrivée est d'ailleurs relativement tardive par rapport aux années précédentes. L'installation et la ponte des individus pionniers semblent stimulées par les rameaux poussants infestés (720 oeufs le 4 juillet). Ils sont à l'origine d'une population larvaire importante, qui atteint 450 larves le 12 juillet. La croissance de cet effectif est synchrone de la chute de celui des larves de psylle. Dès le 12 juillet, l'effectif d'anthocoris va décroître faute de proies: dès qu'ils parviennent à l'état adulte, la majorité des individus quitte le milieu qu'ils viennent d'exploiter (fig. 2B).

C - Conclusion

Dans la parcelle témoin s'opèrent une forte croissance des populations de psylle et leur exploitation par *A. nemoralis* avec d'amples fluctuations de l'effectif du prédateur et de sa proie. Au contraire, l'introduction précoce du prédateur est suivie de son maintien en permanence. Elle conduit à un type d'équilibre complètement différent ou les effectifs, après une phase discrète de régulation, vont se maintenir mutuellement faibles et relativement stables. L'efficacité de cet apport artificiel d'anthocoris apparaît d'autant plus visible, comparée au témoin, que les conditions exceptionnelles du printemps 1984 ont rendu encore plus tardives qu'à l'accoutumée les arrivées extérieures de cet auxiliaire.

Nos résultats corroborent les nombreuses observations de terrain relatives à l'efficacité naturelle de ce prédateur contre le psylle du poirier. Toutefois, les auteurs font ressortir les difficultés d'utilisation de cette punaise au stade adulte. Darre & Lagarde (1989) constatent un retard de son installation et préconisent des lâchers inondatifs précoces. Stäubli *et al.* (1992) évoquent un défaut d'installation, la sensibilité aux traitements et les exigences d'un niveau de proie élevé. En revanche, le fort pouvoir de dispersion des adultes constituerait un avantage pour les lâchers inoculatifs dans de grandes exploitations (Mori & Sancassani, 1984). Les autres stades sont également de manipulation délicate (Stäubli *et al.*, 1992). Dans un essai de lâcher au stade oeuf, Stäubli *et al.* se heurtent eux aussi à un défaut de conservation du matériel végétal, mais dans le verger lui-même, dû vraisemblablement à des causes climatiques.

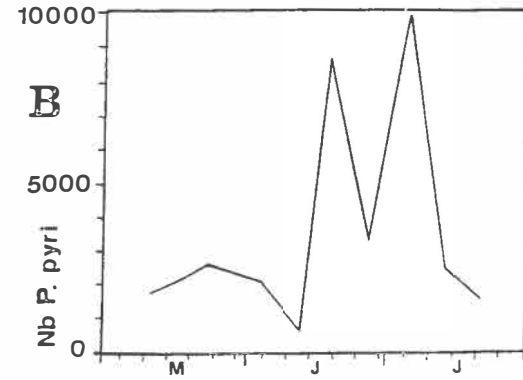
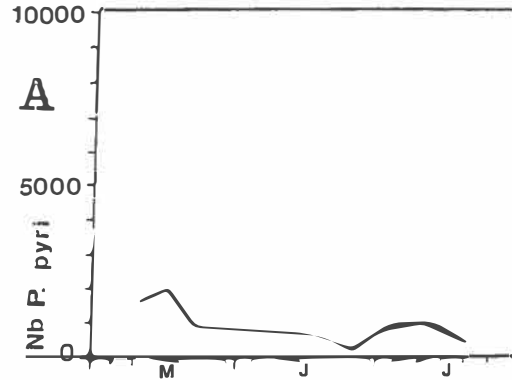


Fig. 1 : Evolution de l'effectif des oeufs de (*Psylla*) *Cacopsylla pyri* dénombrés par contrôle visuel hebdomadaire, rapporté à 100 rameaux : A : dans la parcelle "essai" ; B : dans la parcelle "témoin"

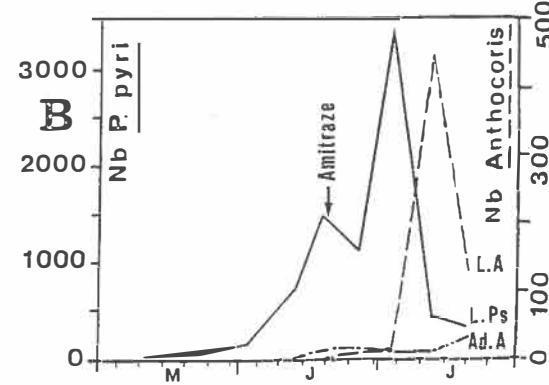
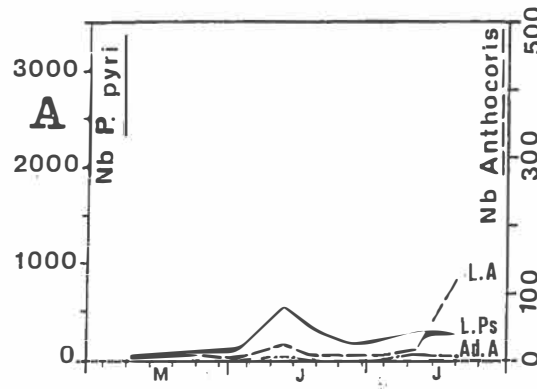


Fig. 2 : Evolution de l'effectif des larves de psylles (L.Ps), des larves (L.A.) et des adultes (Ad.A) d'*Anthocoris nemoralis* dénombré par contrôle visuel hebdomadaire, rapporté à 100 rameaux : A : dans la parcelle "essai" ; B : dans la parcelle "témoin"

DISCUSSION - CONCLUSION GENERALE

L'utilisation pratique d'*A. nemoralis* en lutte biologique nécessite l'exploitation de multiples voies aux diverses étapes: élevage, lâcher, suivi en verger. L'élevage requiert le choix d'un support végétal de ponte, si possible encore plus aisément manipulable. La mise au point d'un support artificiel part, quant à elle, d'un horizon plus lointain. Quel stade est-il le plus avantageux de lâcher? Adultes capables d'autodispersion, larves au maximum de leur voracité? La méthodologie du lâcher est spécifique du stade choisi. Les lâchers inoculatifs se soldent souvent par des échecs, un défaut d'installation ou une forte dispersion des adultes à l'extérieur du verger.

Le lâcher d'oeufs semble prometteur, malgré des inconvénients dus au matériel végétal vivant indispensable à la ponte (problèmes sanitaires éventuels vis-à-vis de la culture, de stockage et de conservation des oeufs, de lourdeur de manipulation), mais aussi des avantages (économie de nourritures, maîtrise de l'implantation et, dans une certaine mesure, de la dispersion du prédateur).

Les méthodes d'échantillonnage d'*A. nemoralis* ne rendent pas forcément compte du niveau réel des populations pendant la journée: des observations récentes révèlent un meilleur rendement nocturne.

L'interprétation des résultats nécessite enfin un examen critique. Les régulations se produisent habituellement entre fortes populations de ce prédateur et de sa proie. Les connaissances sur la biologie d'*A. nemoralis*, le comportement de ses différents stades au laboratoire, sa niche écologique de prédateur de nettoyage ainsi que les résultats d'essais de lâchers pratiqués par d'autres équipes (Stäubli *et al.*, 1992) et par nous-mêmes nous conduisent à conseiller les introductions massives plutôt qu'inoculatives, quel que soit le stade choisi. L'analyse critique est particulièrement nécessaire en cas de réussite; il peut s'avérer difficile de discriminer le rôle des prédateurs naturels (dont éventuellement *A. nemoralis* lui-même, autochtone) par rapport aux effets des populations introduites. A ces facteurs immédiats s'ajoute l'influence des mesures annexes accompagnant le lâcher: la suppression de la lutte chimique et la favorisation des entomophages spontanés, contribuent, pour une part à prendre en compte, à la limitation du ravageur.

BIBLIOGRAPHIE

DARRE, B. & LAGARDE, M.P., 1989. Lutte intégrée, suivi de vergers, lâchers d'auxiliaires. *Adalia*, **9-10**: 18-30.

MORI, P. & SANCASSANI, G.P., 1984. Essai de lutte intégrée contre le psylle du poirier (*Psylla pyri*) en Vénétie. *Bull. OILB/SROP*, **7** (5): 354-357.

STÄUBLI, A., HÄCHLER, M. & PASQUIER, D., 1992. Protection intégrée et biologique des vergers de poiriers. Dix années d'expériences et d'observations sur le psylle commun du poirier *Cacopsylla* (= *Psylla*) *pyri* L. en Suisse Romande. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **24** (2): 89-104.

REGULATION DES POPULATIONS DE PSYLLE DU POIRIER, *CACOPSYLLA PYRI* (L.) PAR UN PREDATEUR GENERALISTE, *FORFICULA AURICULARIA* L.

**B. SAUPHANOR, C. LENFANT, E. BRUNET, F. FAIVRE D'ARCIER,
A. LYOUSSOUFI & R. RIEUX**

INRA Station de Recherches de Zoologie et d'Apidologie, Domaine St. Paul
84143 Montfavet Cedex, France

RESUME

Prédateur polyphage, *Forficula auricularia* L. est reconnu comme agent régulateur des pucerons de diverses cultures. Il est également cité comme potentiellement actif sur les Homoptères Psyllidae, mais aucune étude sur le complexe entomophage de *Cacopsylla pyri* (L.) ne fait état de son impact. Nous évaluons en conditions de laboratoire puis en verger les composantes numériques et spatiales de la prédation de *F. auricularia* sur *C. pyri*. Elle est du type densité-dépendant et s'établit pour une jeune L3 de forficule à la consommation d'un millier d'oeufs par jour en laboratoire. Les larves 3 et 4 de forficules exercent leur prédation sur tous les stades préimaginaux de psylles. En verger, la colonisation de la strate arborée par les forficules du 3ème stade quittant le terrier maternel coïncide avec les pontes de 2ème génération de psylles, phase de multiplication la plus intense du ravageur. Les effectifs en vergers de ce prédateur s'établissent souvent à une centaine d'individus par arbre et sont peu dépendants de ceux de la proie. Son éradication (traitements spécifiques, anneaux de glu à la base des troncs), expérimentée 3 années consécutives sur différents sites, se traduit par des pullulations de psylles non maîtrisées par l'arrivée tardive de prédateurs spécifiques.

Mots-clés: *Forficula auricularia*, *Cacopsylla pyri*, prédation.

**SUMMARY: CONTROL OF PEAR PSYLLA (*CACOPSYLLA PYRI* (L.))
BY A POLYPHAGOUS PREDATOR, *FORFICULA AURICULARIA* L.**

Forficula auricularia L. is a well-known control agent of aphids in several crops and is reported as potentially active on psyllids, although its impact on *Cacopsylla pyri* (L.) has never been quantified. We studied the numerical and spatial components of its predatory action on pear psylla both in laboratory and in the field. The results show a density-dependent action. A young third-instar larva of *Forficula* can destroy 1000 eggs/day under laboratory conditions. Third- and fourth-instar larvae attacked all the early stages of pear psylla. In the orchard, third-instar larvae left the mother's shelter and colonised the vegetation at the time pear psylla was laying third-generation eggs, i.e. at its peak reproductive rate. The predator population can usually reach 100 specimens per tree, its density being little dependent on that of the prey. Its eradication via specific treatments and glue rings at the base of the trunk was tested over 3 consecutive years and always resulted in pear psylla outbreaks that later predators were unable to control.

Key-words: *Forficula auricularia*, *Cacopsylla pyri*, predation.

RIASSUNTO: LIMITAZIONE DELLE POPOLAZIONI DI PSILLA DEL PERO, *CACOPSYLLA PYRI* (L.), DA PARTE DI UN PREDATORE POLIFAGO, *FORFICULA AURICULARIA* L.

Forficula auricularia L. è un predatore polifago, ben noto come agente limitatore degli Afidi in diverse colture. È stato citato anche come potenzialmente attivo nei confronti degli Omotteri Psillidi, ma nessuno studio sugli entomofagi di *Cacopsylla pyri* (L.) ha mai quantificato la sua azione. In questo lavoro valutiamo, dapprima in laboratorio e quindi nel frutteto, gli aspetti numerici e quelli spaziali della sua attività predatoria nei confronti della Psilla. Questa segue uno schema dipendente dalla densità ed è stata definita in laboratorio, per una giovane larva di terza età di Forficola, in circa 1000 uova consumate ogni giorno. Le larve di terza e quarta età si nutrono di tutti gli stadi preimmaginali di Psilla. Nel frutteto, la colonizzazione della vegetazione da parte delle Forficole di terza età, che abbandonano il rifugio materno, coincide con l'ovideposizione di seconda generazione della Psilla, ossia con la fase di più intensa moltiplicazione del fitofago. La densità di popolazione del predatore si stabilizza per lo più al livello di un centinaio di individui per pianta, con scarsa dipendenza dalla densità della preda. L'eliminazione sperimentale delle Forficole, attuata per tre anni consecutivi sia con trattamenti specifici, che con anelli di colla alla base del tronco, ha provocato pullulazioni di Psilla, incontenibili da parte dei predatori specifici, che arrivano troppo tardi.

Parole-chiave: *Forficula auricularia*, *Cacopsylla pyri*, predazione.

INTRODUCTION

Les méthodes actuelles de protection contre le psylle du poirier visent à préserver l'action régulatrice de la faune auxiliaire en période végétative: elles reposent sur le traitement aduicide hivernal associé si nécessaire à une intervention en post-floraison sur la 2ème génération.

Parmi les prédateurs de *C. pyri*, la punaise *Anthocoris nemoralis* F. est la plus souvent citée (Arzone, 1979; Atger, 1982; Rieux & Faivre d'Arcier, 1984; Stäubli *et al.*, 1992). Le Dermaptère *Forficula auricularia* L., connu comme prédateur de diverses espèces de pucerons (Carrol & Hoyt, 1984; Mueller *et al.*, 1988), est rarement mentionné parmi les entomophages présents en vergers de poiriers. Son action régulatrice sur psylle est néanmoins évoquée (Hodgson & Mustafa, 1984; Wæts & Kersten, 1988; Sauphanor *et al.*, 1993). Nous évaluons ici les potentialités prédatrices de *F. auricularia* et son affinité pour les différents stades de *C. pyri*, ainsi que les conséquences de son exclusion sur l'évolution des populations de psylles.

MATERIEL ET METHODES

Matériel biologique

Les forficules utilisées sont issues d'un élevage de masse. Les observations portent sur les stades L3 et L4, fréquentant régulièrement la strate arborée. Ils sont isolés le jour de la mue et accoutumés 24 heures à la proie et au support de test. Deux types de proies leur sont proposés:

- des oeufs irradiés d'*Ephestia kuehniella* Zeller, collés avec de la gomme arabique sur des morceaux de papier cartonné de 4 Cm².
- des oeufs et des larves de *C. pyri* pondus sur feuilles de poiriers. Le poids frais d'un oeuf d'*Ephestia* est préalablement évalué à 27 µg, celui d'un oeuf de *C. pyri* à 8,5 µg.

Tests en laboratoire

Ils sont conduits à 21°C, en photopériode 16h/8h; 100 à 1500 oeufs d'*Ephestia* sont proposés à

des L3 de forficules conditionnées individuellement en enceintes cylindriques de 8 x 5 cm. La consommation est mesurée au bout de 24 h. Le même test est réalisé sur oeufs de psylle, ainsi qu'un test d'acceptation sur larves de *C. pyri* de stade I et IV (10 à 60 larves par enceinte).

Tests sur poiriers

La parcelle expérimentale est un verger de 0,5 ha de poiriers Général Leclerc ages de 8 ans.

Rameaux engagés. Des rameaux de poiriers en croissance sont engagés dans des manchons en tulle, recevant chacun pendant 4 jours 7 à 10 couples de *C. pyri*. Leur descendance se développe jusqu'au stade souhaité pour les observations. Trois modalités sont analysées:

(1) 15 manchons abritant des oeufs de psylles reçoivent chacun 3 L3 de *F. auricularia*, (2) 4 manchons avec oeufs, larves jeunes et âgées de psylles, reçoivent 3 L3 de *F. auricularia*, (3) 4 manchons abritant des larves jeunes et âgées de psylles, reçoivent chacun 3 L4 de *F. auricularia*. Quatre manchons sans prédateurs par modalité complètent le dispositif.

Les différents stades de *C. pyri* sont dénombrés pour chaque niveau foliaire avant l'introduction de *F. auricularia*, puis 24 et 48 heures plus tard.

Pour la première modalité, la répartition des oeufs sur le rameau est analysée selon l'indice d'encombrement moyen $[m^* = m + (V/m) - 1]$ ou m est la moyenne et V la variance (Lloyd, 1967; Iwao, 1968). Pour chaque date d'observation, la droite de régression d'équation $m^* = e + m$ renseigne par sa pente sur le degré d'agrégation et par son ordonnée à l'origine sur la taille des agrégats. Pour les 8 manchons contenant une population composite de psylles, la prédation de *F. auricularia* est estimée par différence entre le nombre de larves de *C. pyri* de chaque stade présentes à J2 et le nombre attendu (en considérant les taux de changement de stade dans les manchons témoins).

Test de plein champ

Deux modalités sont comparées: arbres avec un anneau de glu mis en place le 5/5/93 à la base des troncs, excluant les insectes accédant à la frondaison par cette voie; arbres sans glu. Un dénombrement des psylles est effectué par contrôle visuel hebdomadaire de 20 rameaux poussants par modalité (2 rameaux par arbre sur 10 arbres). Un recensement des forficules est effectué au moyen de bandes-piège en carton ondulé disposées autour des troncs.

RESULTATS

Consommation potentielle en conditions de laboratoire

Lorsque la quantité de proies n'est pas limitante, la consommation journalière s'établit à 450 oeufs d'*Ephestia* par L3, soit un poids frais de 12 mg. Pour les oeufs de psylle, la quantité minimale de nourriture proposée est de 900 oeufs. La consommation s'établit alors à 700 oeufs, soit un poids de 6 mg, et dans ce cas le potentiel de consommation n'est pas atteint (Fig. 1). Pour le même poids frais proposé, en oeufs d'*Ephestia* ou de *C. pyri*, la biomasse consommée se révèle équivalente. Les résultats sur *Ephestia* laissent donc prévoir une consommation journalière de psylle excédant 1000 oeufs par jeune larve du troisième stade.

Les L3 de forficules consomment en 24 h les 40 jeunes larves de *C. pyri* proposées, et les prélèvements sur larves âgées sont compris entre 26 et 53 larves par jour pour 60 larves proposées.

Prédation sur rameaux engagés

Niveau de consommation. La consommation par rameau augmente avec la quantité d'oeufs disponibles (de 217 à 1734 par rameau pour la première modalité). Cette relation s'accroît pendant la 2ème période de 24 heures: les pentes des régressions, respectivement de 0,15 et 0,66, sont significativement différentes ($t=2,9027$; seuil 2%) et traduisent une accoutumance du prédateur à son environnement (Fig. 2). Les oeufs disponibles, en nombre très inférieur au potentiel de consommation estimé en laboratoire, ne sont pas tous consommés. Sur le rameau le plus infesté

portant encore 1400 oeufs 24 heures après introduction des prédateurs, la consommation s'établit le 2ème jour à 900 oeufs, soit 300 par jour par L3. A ce niveau de densité de la proie, difficile à dépasser même en infestation artificielle, le plateau de consommation caractérisant la réponse fonctionnelle n'est cependant pas atteint.

Tableau 1. prédation des larves de forficules sur une population composite de stades préimaginaux de psylles. Les effectifs attendus à J2 des différents stades de psylles sont estimés d'après l'évolution dans les témoins.

Prédateurs: 3 forficules au stade L3 par rameau												
Proie	Oeufs de psylles				Larves jeunes de psylles				Larves âgées de psylles			
	à J0	à J2	attendus	consommés	à J0	à J2	attendus	consommés	à J0	à J2	attendus	consommés
Rameau I	184	82	119	37	44	86	96	10*	63	45	51	6*
Rameau II	302	51	195	144	42	50	91	41*	22	16	17	1*
Rameau III	519	125	335	210	106	253	230		15	9	12	3*
Rameau IV	322	64	208	144	41	58	89	31*	0	0	0	0

Prédateurs: 3 forficules au stade L4 par rameau												
Proie	Larves 1 & 2 de psylles				Larves 3 de psylles				Larves 4 de psylles			
	à J0	à J2	attendus	consommés	à J0	à J2	attendus	consommés	à J0	à J2	attendus	consommés
Rameau I	80	16	44	28	26	35	34	0	26	55	78	23*
Rameau II	130	73	71	0	51	19	68	49	18	39	54	15*
Rameau III	168	20	92	72	55	56	73	17*	6	48	18	
Rameau IV	103	31	56	25	52	34	69	35*	18	53	54	1

* Les consommations observées peuvent porter sur le stade considéré ou sur le stade précédent

Sur les autres modalités (rameaux portant des populations composites de *C. pyri*), la consommation des larves de forficule entraîne une réduction d'environ 60% du nombre d'oeufs (Tableau 1). Pour les larves de psylles, le stade consommé ne peut pas toujours être déterminé avec précision en raison des mues intervenant pendant la période d'observation (Tableau 1). Mais il apparaît qu'en condition de choix la prédation porte sur les oeufs et sur les larves jeunes ou âgées. *Caractéristiques spatiales de la prédation.* L'analyse est faite pour chaque niveau foliaire et concerne les 15 manchons portant uniquement des pontes de psylle. En début d'observation (J0), les oeufs sont essentiellement localisés sur les feuilles de la zone apicale des rameaux et de nombreuses feuilles ne portent pas d'oeufs. Cette répartition se modifie légèrement 24 h après l'introduction des prédateurs et plus nettement 48 h après: les pontes situées dans la zone apicale sont les plus fortement consommées, indiquant un comportement de prédation "densité-dépendant".

Cette interprétation est confirmée par l'évolution de l'agrégation de la proie, examinée sur les 10 feuilles apicales (les plus régulièrement infestées) des 15 rameaux. La relation entre effectif moyen

d'oeufs par feuille m et indice d'encombrement moyen m^* s'établit comme suit:

à T0:	$m^* = 36,6 + 1,16 m$,	$r^2 = 0,83$
à 24 heures:	$m^* = 21,3 + 1,36 m$,	$r^2 = 0,82$
à 48 heures:	$m^* = 5,03 + 1,47 m$,	$r^2 = 0,94$

L'augmentation de la pente, significative au seuil 1% pendant la première période, traduit un accroissement de l'agrégation en raison de la disparition des petits agrégats d'oeufs. Cette augmentation n'est pas significative lors de la seconde période, où l'on observe par contre une forte réduction de l'ordonnée à l'origine exprimant une diminution de la taille des agrégats.

Effet de la prédation en plein champ

Les captures de forficules dans les bandes-piège concernent tout d'abord des adultes. Elles s'intensifient à la fin du mois d'avril lorsque les L3 issues de la ponte d'hiver gagnent la strate arborée, et culminent à 25 par arbre en mai sur cette parcelle. Cette colonisation des arbres apparaît synchronisée avec les pontes de la génération printanière du psylle. L'exclusion des forficules par la glu entraîne un fort accroissement des populations de psylles (Fig. 3), malgré une arrivée massive d'autres catégories de prédateurs (*A. nemoralis*, *Pilophorus*) et la limitation des fourmis (favorables au psylle) sur la modalité avec glu. Les populations d'araignées ne diffèrent pas sur les 2 modalités.

DISCUSSION

Les larves de 3ème et 4ème stade de *F. auricularia* se nourrissent de tous les stades préimaginaux de psylles. Le miellat sécrété par les larves semble également consommé, pouvant limiter la prédation exercée sur les psylles eux mêmes. La consommation potentielle d'une L3 excède 300 oeufs par jour *in situ*. Sur proies animales ou sur milieu artificiel (Buxton & Madge, 1976; Sauphanor *et al.*, 1993), les L4 et les adultes consomment respectivement 2 et 3 fois plus que les L3. Associés aux effectifs de forficules présents en vergers, le potentiel de consommation et la grande mobilité de ce prédateur laissent envisager, comme dans le cas du couple *F. auricularia*/*E. lanigerum* (Noppert *et al.*, 1987), un taux de réduction de la proie supérieur au taux de croissance de ses populations: à supposer une stricte orientation sur le psylle de ce prédateur polyphage, la centaine de forficules par arbre présents sur la parcelle d'essai (population estimée d'après le rendement des pièges) serait à même de consommer chaque jour la ponte quotidienne d'environ 1500 femelles de psylles. Sur la parcelle expérimentale, les forficules délaissent les pucerons pour les psylles et leur exclusion par un dispositif mécanique se traduit par un fort accroissement des populations de psylles. Le même résultat était obtenu en 1992 sur un essai insecticide en petites parcelles, où une pullulation de psylles était consécutive à la destruction des forficules par une application de diazinon.

Le comportement densité-dépendant de *F. auricularia* et sa prospection préférentielle sur les apex les plus infestés limite l'action néfaste des psylles sur la croissance du végétal.

La coïncidence spatio-temporelle psylle/forficule dans les écosystèmes considérés et les effectifs en présence semblent garantir une régulation naturelle du psylle en début de saison sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des lâchers de ce prédateur, ce qui fut envisagé pour lutter contre diverses espèces de pucerons. Les choix d'interventions phytosanitaires et la conduite de la culture doivent pour cela préserver ses populations. Il est probable que l'assainissement des vergers de poiriers conduits en lutte raisonnée, souvent attribué à l'action des punaises Anthocoridae, soit en grande partie le fait de *F. auricularia*, dont l'action est sous-estimée en raison de ses moeurs nocturnes et de l'absence de recours à des méthodes de dénombrement appropriées. Les prédateurs spécifiques du psylle interviennent plus tardivement, prenant le relais des forficules dont la consommation semble se réduire chez les adultes pendant la période de repos ovarien estival.

BIBLIOGRAPHIE

- ATGER, P., 1982. Le psylle du poirier, CTIFL, Paris, 68 pp.
- ARZONE, A., 1979. Boll. Lab. Entomol. agrar. Filippo Silvestri, **36**: 131-149.
- BUXTON, J.H. & MADGE, D.S., 1976. Entomol. Exp. Appl., **19**: 109-114.
- CARROL, D.P. & HOYT, S.C., 1984. J. Econ. Entomol., **77**: 738-740.
- HODGSON, C.J. & MUSTAFA, T.M., 1984. Bull. OILB/SROP, **8** (5): 330-353.
- MUELLER, T.F., BLOMMERS, L.H.M. & MOLS, P.J.M., 1988. Entomol. Exp. Appl., **47**: 145-152.
- NOPPERT, F., SMITS, J.D. & MOLS, P.J.M., 1987. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, **52** (2a): 413-422.
- RIEUX, R., 1986.- Bull. OILB/SROP, **9** (4): 181-189.
- RIEUX, R. & FAIVRE D'ARCIER, F., 1984. Bull. OILB/SROP, **7** (5): 167-1775.
- SAUPHANOR, B., CHABROL, L., FAIVRE D'ARCIER, F., SUREAU, F. & LENFANT, C., 1993. Entomophaga, **38** (2):163-164 .
- STÄUBLI, A., HÄCKLER, M., PASQUIER, D., ANTONIN, P. & MITTAZ, C., 1992. Rev. suisse Arboric. Vitic. Hortic., **24**: 89-104.
- WOETS, J. & KERSTEN, C., 1988. Fruitteelt., **78** (13): 15-17.

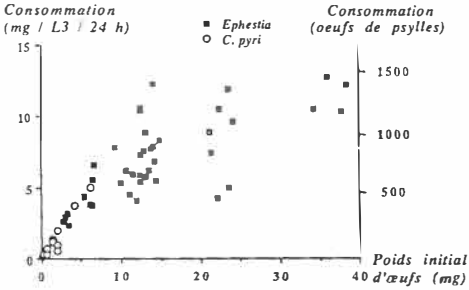


Fig. 1. Consommation de L3 de Forficules au laboratoire.

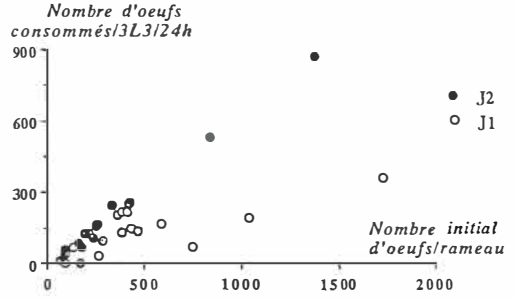


Fig. 2. Réponse de L3 de Forficules à la densité de proies (œufs de *C. pyri* sur rameau de poirier).

J1: $y = 76,8 + 0,15x$; $r = 0,68$

J2: $y = -30,74 + 0,66x$; $r = 0,99$

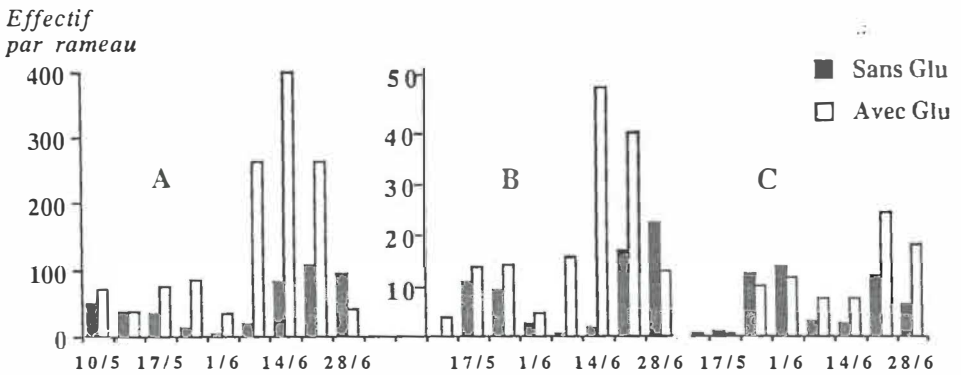


Fig. 3. Effet de l'exclusion des forficules (glu à la base des troncs) sur les populations de *C. pyri*
 A : œufs ; B : larves jeunes ; c : larves âgées

POSTERS

CHANGES IN INTRAORCHARD DISTRIBUTION OF WINTERFORM PEAR PSYLLA (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) DUE TO LEAF FALL IN PEAR

D. R. HORTON

USDA-ARS, Yakima, WA 98902 U.S.A

SUMMARY

Intraorchard movement by winterform pear psylla, *Cacopsylla pyricola* Foerster, caused by leaf fall in pear was monitored at two orchards over three years. Early fall densities were higher on D'Anjou pear than Bartlett pear, and were higher in the upper tree canopy than in the lower canopy. These varietal and location differences declined, disappeared, or reversed by late fall. Prior to leaf fall, about 67% of the population occurred on D'Anjou pear, declining ($P < 0.001$) to 50% after leaf fall. Similarly, about 67% of the population occurred in the upper canopy prior to leaf fall, declining ($P < 0.001$) to 48% after leaf fall. I suggest that leaf fall displaced psylla from the pear tree, after which psylla reallocated within the orchard. Support for this observation includes: (1) water pan catch of pear leaves and psylla were correlated; (2) sharp declines in psylla densities on the tree accompanied leaf fall; (3) sticky trap catch, an indicator of flight activity, tracked water pan catch of leaves and psylla.

Key-words: *Cacopsylla pyricola*, dispersal, population biology.

RESUME: CHANGEMENTS DE DISTRIBUTION A L'INTERIEUR DU VERGER DES FORMES HIVERNANTES DE PSYLLE (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) EN CONSEQUENCE DE LA CHUTE DES FEUILLES

Pendant trois ans, nous avons suivi dans deux vergers les déplacements de la forme hivernante du psylle du Poirier *Cacopsylla pyricola* Foerster, causés par la chute des feuilles. Au début de l'automne, les densités de feuillage sont plus élevées sur les poiriers d'Anjou que sur les Bartlett, et sont plus importantes dans la partie supérieure de la couronne des arbres que dans la partie inférieure. Ces différences variétales et de localisation diminuent, disparaissent, et s'inversent à la fin de l'automne. Avant la chute des feuilles, environ 67% de la population était sur les poiriers d'Anjou, mais nous notons une diminution ($P < 0,001$) jusqu'à 50% après la chute des feuilles. De façon identique, environ 67% de la population se trouvait dans la partie supérieure de la couronne avant la chute des feuilles, subissant une diminution ($P < 0,001$) atteignant 48% après la chute des feuilles. Il est probable que la chute des feuilles ait obligé les psylles à quitter les poiriers, après quoi ils se sont répartis à l'intérieur du verger.

Mots-clés: *Cacopsylla pyricola*, Dispersion, Biologie de populations.

RIASSUNTO: VARIAZIONE NELLA DISTRIBUZIONE INTRA-FRUTTETO DELLE FORME IBERNANTI DI PSILLA (HOMOPTERA: PSYLLIDAE) IN SEGUITO ALLA CADUTA DELLE FOGLIE

Gli spostamenti all'interno dei frutteti della forma ibernante di Psilla del Pero, *Cacopsylla pyricola* Foerster, in seguito alla caduta delle foglie, sono stati seguiti per tre anni in due frutteti. All'inizio dell'autunno la quantità di foglie era più elevata su peri D'Anjou che su Bartlett ed era anche maggiore nella parte alta della chioma, rispetto a quella bassa. Queste differenze varietali e spaziali

diminuirono, scomparvero o addirittura si invertirono alla fine dell'autunno. Prima della caduta delle foglie circa il 67% della popolazione si trovava sui peri D'Anjou, per poi diminuire ($P < 0.001$) fino al 50% dopo la caduta delle foglie. Parallelamente, circa il 67% della popolazione si trovava nella parte alta della chioma prima della caduta delle foglie, riducendosi poi ($P < 0.001$) al 48% dopo la caduta. Probabilmente la caduta delle foglie obbliga le psille ad abbandonare i peri, dopo di che esse si ridistribuiscono all'interno del frutteto. A conforto di quest'ipotesi stanno i seguenti fatti: (1) il numero di foglie e quello di psille trovati nelle trappole ad acqua erano correlati; (2) rapide riduzioni della densità di psille si verificavano in concomitanza con la caduta delle foglie; (3) le catture con trappole adesive, che misurano l'attività di volo, erano proporzionali alle catture di foglie e di psille con trappole ad acqua.

Parole-chiave: *Cacopsylla pyricola*, dispersione, biologia delle popolazioni.

INTRODUCTION

The overwintering morph (winterform) of pear psylla, *Cacopsylla pyricola* Foerster, is highly dispersive; large numbers leave pear in fall and overwinter in surrounding non-pear habitats, reentering pear the following spring. One consequence of dispersal is that a reallocation of psylla occurs within orchards (Westgard & Hilton, 1990). The factors prompting fall flight activity in psylla are unknown. Psylla densities in some overwintering habitats peak in late fall, coinciding with leaf fall in pear, and one hypothesis is that flight accompanies leaf fall. Here, I test the hypothesis that leaf fall in pear displaces psylla, leading to a redistribution of psylla within the orchard. I monitored psylla densities on two pear varieties and at two heights in the canopy, and tested whether variation in densities was larger prior to leaf fall than after leaf fall.

MATERIALS AND METHODS

Two orchards in Yakima, WA were sampled during the autumns of 1990-1992. Morton's orchard is a commercial orchard, composed of a mix of Bartlett and D'Anjou pear varieties. The Laboratory orchard is an insecticide-free research orchard composed of Bartlett pear.

Four sampling methods were used. Beat tray samples were taken at approximately weekly intervals. Second, clear water pan traps were used to sample both psylla and leaf fall. Psylla and leaves in the pans were counted at weekly to biweekly intervals; leaf counts provided data on phenology of leaf fall. Third, organandy bags (1 m in length x 0.25 m in diameter) were used to monitor psylla at different heights in the tree canopy. Bags were carefully dropped over pear shoots, closed around the shoot, and the shoots clipped off at the base. Collections were made in the morning when psylla were inactive. Samples were taken at two heights in the canopy, 1.5-2 m and 3-5 m, at weekly to biweekly intervals. Fourth, yellow sticky traps (30.5 cm square) were used to monitor flight activity. Traps were hung from tree limbs 1.5-2 m above the orchard floor, and were sampled at weekly to biweekly intervals.

Samples were divided into those taken on days prior to peak water pan catch of psylla (interval 1) and those taken during and after peak catch (interval 2). For each sampling method, variety, and canopy location, I estimated mean density for each interval by averaging over dates within an interval. I expressed variety and canopy location effects as percent of psylla occurring on D'Anjou pear and in the upper canopy. Intervals were compared with paired sample t-tests.

RESULTS

Due to space limitations, I present only a representative subset of figures. Peak leaf fall, peak

water pan catch, and sticky trap catch tracked one another (Fig. 1). Variety differences were less pronounced after leaf fall than before leaf fall (Fig. 2), as were canopy height differences (Fig. 3). Declines in densities on the tree accompanied leaf fall (Figs. 2-3). There were significant differences between the two intervals in distribution of psylla (Tables 1-2). Water pan catch of psylla and leaves were correlated ($r=0.228$, $P<0.05$).

DISCUSSION

Winterform pear psylla became more evenly distributed between varieties and canopy locations following leaf fall in pear. Results suggest that leaf fall displaced psylla from the tree, after which psylla reallocated within the orchard. Support for this hypothesis includes: (1) pan catch of psylla and leaves were correlated; (2) sticky trap catch tracked leaf fall; (3) densities in the tree declined during leaf fall.

REFERENCES

WESTIGARD, P. H. & HILTON, R. J., 1990. Density and activity patterns of the overwintering form of the pear psylla in southern Oregon, 1978-1989. *Proc. Hort. Soc. Oregon*, **81**: 80-87.

Table 1. Mean psylla density on D'Anjou and Bartlett pear, and percent on D'Anjou pear. (N=number of sample dates in interval).

	Interval 1			Interval 2		
	D'Anjou	Bartlett	%	D'Anjou	Bartlett	%
1990 Bags	4.7	2.2	68.1(5)	3.7	2.4	60.7(5)
1990 Pans	4.1	2.7	60.7(2)	9.7	12.0	44.7(2)
1990 Trays	26.2	15.7	62.6(5)	28.2	27.4	50.7(5)
1991 Pans	3.4	1.5	69.4(5)	7.1	5.1	58.2(3)
1991 Trays	33.1	25.9	56.1(4)	14.3	16.9	45.8(4)
1992 Bags	18.5	11.1	62.5(4)	16.3	13.4	54.8(4)
1992 Pans	12.2	2.8	81.5(4)	34.4	34.2	50.2(4)
1992 Trays	69.8	22.5	75.6(5)	65.2	58.4	52.8(4)
Mean			67.1			52.2
Paired t-test (P): <0.001						

Table 2. Mean psylla density in upper and lower canopy of pear, and percent in upper canopy (N=number of sample dates in interval).

	Interval 1			Interval 2		
	Upper	Lower	%	Upper	Lower	%
Lab 1990	0.54	0.38	58.7(5)	0.67	0.94	41.7(5)
Lab 1991	6.10	2.95	67.4(5)	2.26	2.71	45.5(8)
Lab 1992	1.40	0.81	63.3(5)	2.22	2.43	47.8(4)
Mortons 1990	3.92	1.67	70.1(5)	3.01	3.68	45.0(5)
Mortons 1992	22.3	7.21	75.6(4)	17.9	11.8	60.3(4)
Mean			67.0			48.1
Paired t-test: $P < 0.001$						

Figure 1. Mean water pan catch (hatched bars), sticky trap catch (filled circles), and daily leaf fall (filled bars; expressed as percent of total) at Laboratory orchard, 1992.

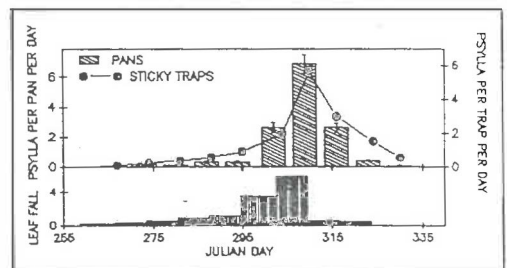


Figure 2. Tray and bag estimates of psylla density on two pear varieties Morton's orchard, 1992. Leaf fall expressed as percent of total. Dashed lines enclose peak water pan catch of psylla.

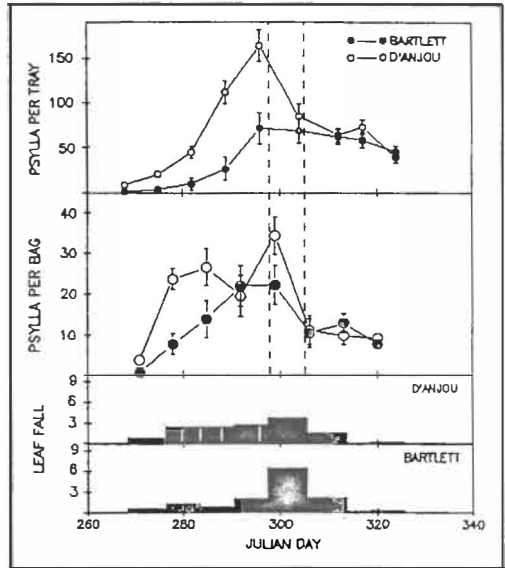
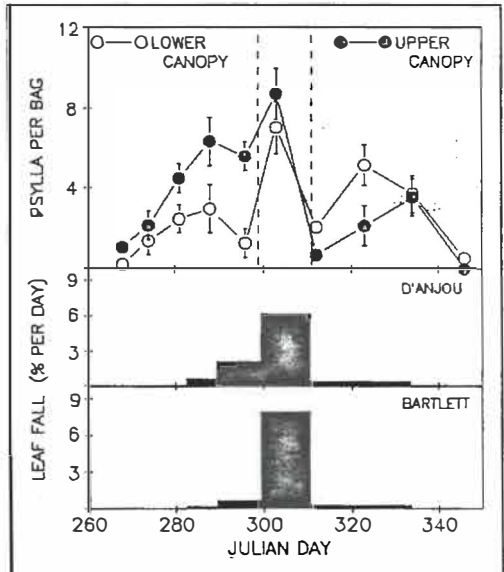


Figure 3. Bag estimates of psylla density at two canopy heights; Morton's orchard, 1990. Leaf fall expressed as percent of total. Dashed lines enclose peak water pan catch of psylla.



THE ROLE OF ANTHOCORIDAE IN THE DYNAMICS OF *CACOPSYLLA PYRI* POPULATIONS IN A COMMERCIAL ORCHARD WITHOUT PESTICIDES.

M. J. SARASÚA, N. SOLÀ, M. ARTIGUES & J. AVILLA

Centre UdL-IRTA, Rovira Roure 177 - 25006 Lleida, Spain

SUMMARY

Anthocorids, *Anthocoris nemoralis* in particular, are usually considered the most effective control agents of pear psylla, *Cacopsylla pyri* (Homoptera, Psyllidae). We studied the evolution of both the pest and its Anthocorid predators in 1990-92 in a commercial orchard, untreated from 1989. The results show that we cannot rely on *A. nemoralis* to prevent honeydew damage on fruits. Climatic conditions seem to play an important role in the dynamics of *C. pyri*, as they heavily influence timing and size of the spring population.

Key-words: Pear psylla, Anthocoridae, Population dynamics, Natural enemies.

RESUME: LE ROLE DES ANTHOCORIDES DANS LA DYNAMIQUE DE POPULATION DE *CACOPSYLLA PYRI* DANS UN VERGER COMMERCIAL NON TRAITE

Les Anthocorides, en particulier *Anthocoris nemoralis*, sont normalement considérés les limitateurs les plus efficaces des populations de *Cacopsylla pyri* (Homoptera, Psyllidae). Nous avons étudié l'évolution des populations du ravageur et de celles de ses prédateurs Anthocorides en 1990-92, dans un verger commercial non traité depuis 1989. Les résultats montrent qu'on ne peut pas compter sur *A. nemoralis* pour éviter les dégâts de miellat sur les fruits. Les conditions climatiques semblent jouer un rôle très important dans la dynamique des populations de *C. pyri*, en exerçant une forte influence sur les temps et sur les effectifs de la population printanière du ravageur.

Mots-clés: Psylle du poirier, Anthocoridae, Dynamique de population, Auxiliaires.

RIASSUNTO: FUNZIONE DEGLI ANTOCORIDI NELLA DINAMICA DI POPOLAZIONE DI *CACOPSYLLA PYRI* IN UN FRUTTETO COMMERCIALE NON TRATTATO

Gli Antocoridi, *Anthocoris nemoralis* in particolare, sono di solito considerati come i più efficaci limitatori delle popolazioni di *Cacopsylla pyri* (Homoptera, Psyllidae). Noi abbiamo studiato l'evoluzione delle popolazioni del fitofago e di quelle dei suoi predatori Antocoridi nel 1990-92, in un frutteto commerciale non trattato dal 1989. I risultati mostrano che non si può fare affidamento su *A. nemoralis* per evitare i danni da melata sui frutti. Sembra che le condizioni climatiche esercitino un'influenza importante sulla dinamica di popolazione di *C. pyri*, regolando i tempi e l'intensità dell'infestazione primaverile del fitofago.

Parole-chiave: Psilla del Pero, Anthocoridae, Dinamica di popolazione, Nemici naturali.

INTRODUCTION

Among the large number of natural enemies of *Cacopsylla pyri* (Homoptera, Psyllidae) recorded in the literature (Hérard, 1986), the Anthocoridae are generally accepted as the most effective control agents, mainly *Anthocoris nemoralis*. (Stäubli *et al.*, 1992).

We present here the evolution of the populations of *C. pyri* and the Anthocoridae during three years (1990-92), as well as the species of Anthocoridae identified and their relative abundance during two years (1990-91), in a commercial orchard where no insecticide nor acaricide had been applied since 1989.

MATERIAL AND METHODS

The orchard had a surface of 0.25 ha with 9 rows, of around 30 trees each, of a vigorous pear variety, "Blanquilla" (*Spadona estiva*). The trees were 13 years old.

To monitor the number of adults of *C. pyri* and the number of nymphs and adults of Anthocoridae the beating method was used throughout the year, weekly (April-November) or fortnightly (December-March), except when fruits were fully grown just before harvesting.

Each time, 100 branches, each one from a different tree, were beaten over a 30 cm diameter rigid plastic funnel (Fauvel *et al.*, 1981). Insects were collected in a plastic bag, put in a cool box, taken to the laboratory, killed in a freezer at -20° C and then processed under binocular microscope.

All the adults of Anthocoridae collected in 1990 and 1991 were identified following the keys by Péricart (1972).

RESULTS AND DISCUSSION

The most common species of Anthocoridae identified both years ordered by abundance, were:

A. nemoralis
Orius majusculus
O. laticollis

Other species identified, but only one year and in small numbers were:

O. laevigatus
O. niger
Cardiasthetus nazaremus

The relative abundance of the first group of species in both years is presented in fig. 1.

The only species that showed a strong response to the prey population dynamics was *A. nemoralis*, while *Orius* species, as a whole, were fairly constant in numbers each year in despite of the big variations in numbers. This is especially apparent in 1991 (fig. 2).

However, even this strong response of *A. nemoralis* was not enough to prevent the damage by honeydew on fruits. *A. nemoralis* appeared in big numbers at the summer peak of *C. pyri*, only when the previous spring population had been quite high and the damage was already done. This is in accordance with the predictions of the model of Booij (1990). In years with lower spring *C. pyri* populations the *Orius* species reached similar numbers to *A. nemoralis*. Therefore, the evolution of the spring population of *C. Pyri* governs its own dynamics and that of the Anthocoridae as well.

The higher the spring peak of *C. pyri*, the higher the summer peak, of itself and of *A. nemoralis*, and the lower the autumn peak of *C. pyri* (fig. 2). As both, the prey and the predator, are migrant, there was not a relationship, at the orchard level, between the spring population and the population of the previous year. Other factors must be taken into account to evaluate the risks of damage each year.

From data obtained during these years, not reported here, climatological conditions during winter and spring, as well as other natural enemies acting earlier in the season, seem to play a more important role in the dynamics of *C. pyri* than Anthocorids do, but we need more years to detect general rules.

CONCLUSIONS

Under our conditions we cannot rely on *A. nemoralis* to prevent *C. pyri* honeydew damage on fruits. Climatological conditions and natural enemies other than *A. nemoralis* seem to play an important role in the dynamics of *C. pyri*, through their action on the timing and development of the spring population.

REFERENCES

- BOOIJ, C.J., 1990. A simulation model for the interaction between pear psyllids (*Psylla pyri*) and predatory bugs (*Anthocoris nemoralis*). Bull. IOBC/WPRS, **13** (1): 55-60.
- FAUVEL, G., RAMBIER, A. & BALDUQUE-MARTIN, R., 1981. La technique du battage pour la surveillance des ravageurs en cultures fruitières et florales. I. Comparaison des résultats obtenus en verger de pommiers avec des entonnoirs rigides de taille moyenne et avec des entonnoirs en toile. Étude de l'influence de quelques facteurs sur l'efficacité du battage. Agronomie, **1** (2): 105-113.
- HERARD, F., 1986. Annotated list of the entomophagous complex associated with pear psylla, *Psylla pyri* (L.) (Hom.: Psyllidae) in France. Agronomie, **6** (1): 1-34.
- PÉRICART, J., 1972. Hémiptères Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest Paléarctique. Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen 7. Masson et Cie Editeurs, Paris.
- STÄUBLI, A., HÄCHLER, M., PASQUIER, D., ANTONIN, P. & MITTAZ, C., 1992. Protection intégrée et biologique des vergers de poiriers. Dix années d'expériences et d'observations sur le psylle commun du poirier *Cacopsylla* (= *Psylla*) *pyri* L. en Suisse romande. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic., **24** (2): 89-104.

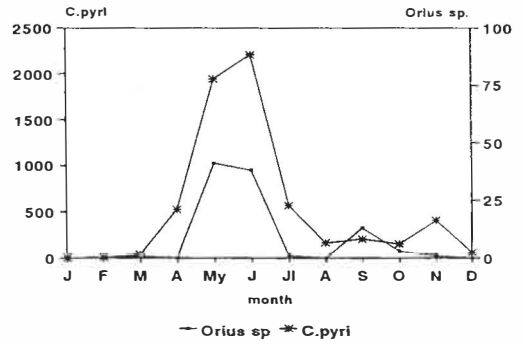
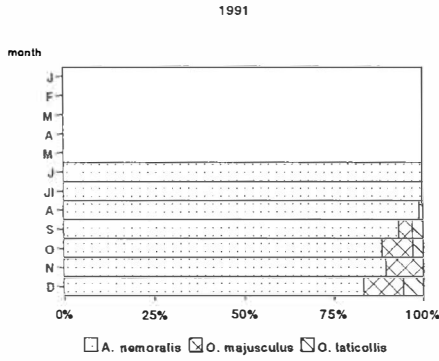
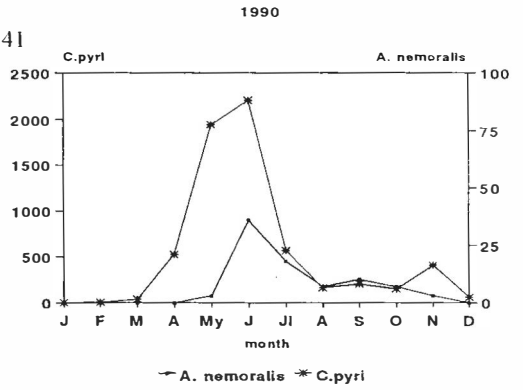
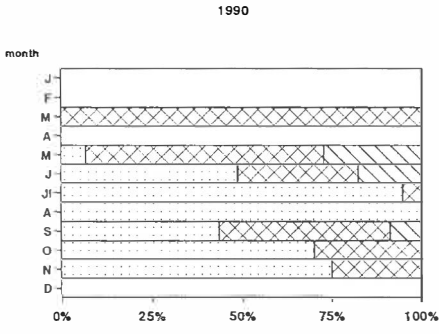
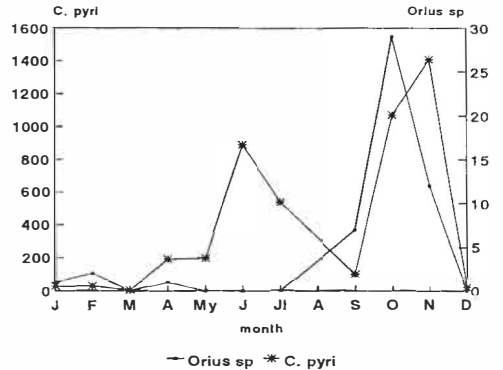
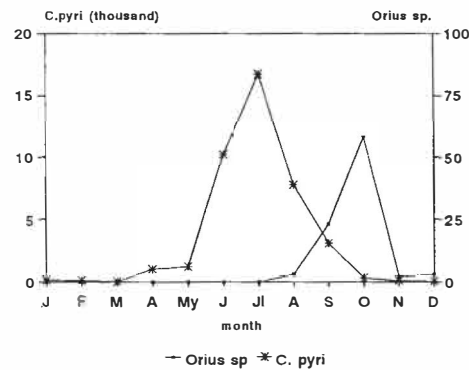
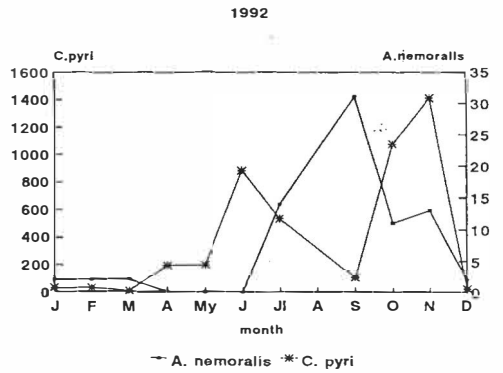
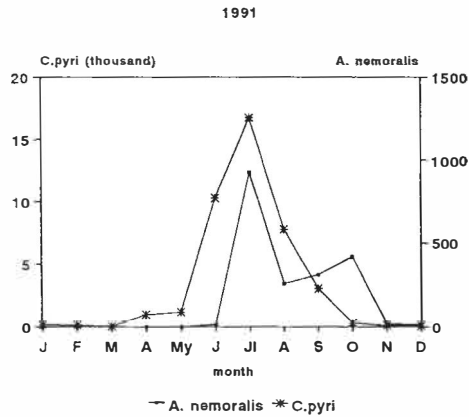


fig.1: Relative abundance of the predominant species of Anthocoridae.



**THE INFESTATION LEVELS OF PEAR PSYLLA, *PSYLLA PYRI* L.
ON SOME PEAR CULTIVARS**

S. STAMENKOVIC', S. MILENKOVIC' & M. NIKOLIC'

Agricultural Research Institute 'Serbia', Belgrade
Fruit and Grape Research Centre, 32000 Cacak, Yugoslavia

SUMMARY

The results of studies on the infestation levels in and the extent of damage to 17 pear cultivars are reported and discussed. Population dynamics and the damage were monitored in the varietal plantings of the Fruit and Grape Research Centre, Cacak, in the conditions of natural infestation, with reduced application of pesticides. Population levels were expressed by the number of eggs per leaf, number of larvae per leaf and number of adults per shoot. The extent of damage was expressed via the intensity of defoliation, the amount of honeydew, the intensity of sooty mould and percentage of shoots damaged. The pear cvs. 'Vidovaca,' 'Karamanka,' 'Magness,' '20th Century' and 'Pinguoli' were classified as moderately resistant; 'Packhams Triumph,' 'Sampionka,' 'Star,' 'Guyot,' 'Passe Crassane,' 'Flemish Beauty,' 'Shinsui' and 'Nijeseiki' as susceptible; and 'General Leclerc,' 'Highland' and 'Cure' as very susceptible.

Key-words: Pear psylla, Infestation level, Pear, Cultivars.

**RESUME: NIVEAUX D'INFESTATION DE PSYLLE (*PSYLLA PYRI* L.)
SUR DIFFERENTES VARIETES DE POIRIER**

Nous présentons les résultats d'études menées sur la dynamique de population et les dégâts causés par le psylle sur 17 cultivars de poirier du Centre de recherches pour les cultures fruitières et la vigne de Cacak, dans des conditions naturelles, avec apport réduit de pesticides. L'estimation des niveaux de pullulation est réalisée par des comptages des oeufs sur les feuilles, des larves sur les feuilles et des adultes sur les pousses. Nous avons évalué les dégâts en taux de défoliation, en quantité de miellat et de fumagine et en pourcentage de pousses endommagées.

Selon les critères mentionnés, les cultivars Vidovaca, Karamanka, Magness, 20th Century et Pinguoli sont classés comme modérément résistants; Packhams Triumph, Sampionka, Star, Guyot, Passe Crassane, Flemish Beauty, Shinsui et Nijeseiki comme susceptibles; Général Leclerc, Highland et Cure comme très susceptibles.

Mots-clés: Psylle du poirier, Niveau d'infestation, Poirier, Variétés.

**RIASSUNTO: LIVELLI D'INFESTAZIONE DI PSILLA (*PSYLLA PYRI* L.)
SU DIFFERENTI VARIETÀ DI PERO**

Si sono studiati i livelli d'infestazione e quelli di danno da Psilla su 17 varietà di Pero. Si è seguita la dinamica di popolazione del fitofago e i danni da lui causati in condizioni naturali, con impiego ridotto di prodotti chimici. I livelli di popolazione sono stati espressi come numero di uova per foglia, numero di larve per foglia e numero di adulti per getto. L'entità del danno è stata a sua volta

valutata come intensità di defogliazione, quantità di melata, incidenza della fumaggine e percentuale di getti danneggiati. Le varietà 'Vidovaca,' 'Karamanka,' 'Magness,' '20th Century' e 'Pinguoli' sono state classificate come moderatamente resistenti; 'Packhams Triumph,' 'Sampionka,' 'Star,' 'Guyot,' 'Passe Crassane,' 'Flemish Beauty,' 'Shinsui' and 'Nijeseiki' come suscettibili, mentre 'General Leclerc,' 'Highland' and 'Cure' sono risultate molto suscettibili.

Parole-chiave: Psilla del Pero, Livello d'infestazione, Pero, Varietà.

INTRODUCTION

Pear psylla, *Psylla pyri* L., is the major pest of pears in Yugoslavia from the aspect of harmfulness. Pear production has been seriously endangered in some localities by the high population levels of this pest and the high degree of its injuriousness. A great number of plantings have been grabbed and the producers are reluctant to decide on planting again this fruit species. In addition to the chemical and biological control measures applied against pear psylla, the studies on the resistance of individual pear genotypes to this pest have also been initiated. Briolini et al., 1988, cite that growth rates of pear trees have much more influence on the resistance to pear psylla than their morphology. The same authors mention *Pyrus favrii* and *P. calleryana* as the most resistant species due to their reduced attraction for the oviposition of imago. By Examining the development of *Cacopsylla pyricola* into three pear cultivars (Bradford, Bartlett and NY10352), Butt et al., 1989, came to the conclusion that CV. Bradford is resistant, because larvae did not reach the fifth stage.

The paper presents the results of studies on the infestation levels and the degree of damage on 17 pear cultivars. On the basis of several criteria the cultivars were classified into groups according to the degree of susceptibility.

MATERIAL AND METHODS

The resistance of pear cultivars to *Psylla pyri* L. was evaluated according to the population levels and the degree of damage. Population levels were evaluated in the period of intensified pear growth (May) and at the end of vegetation (August), and were expressed via the number of eggs per leaf, number of larvae per leaf and number of imagoes per shoot. The degree of damage was evaluated at the end of vegetation and was expressed via the intensity of defoliation, the amount of honeydew and the intensity of sooty mould.

The infestation levels of *psylla pyri* on some pear cultivars were monitored in the planting at locality Ljubic of the Fruit and Grape Research Centre, Cacak, in the conditions of natural infestation, with reduced application of pesticides. Planting area was 3 ha, nine years old; quince and seedling were used as rootstocks, at a space 4 x 2m and 4 x 4m and growing shape was spindle bush. Nearby old pear planting had very high population levels of pear psylla and pesticides were not applied.

RESULTS AND DISCUSSION

High population levels of *Psylla pyri* were shown during the first evaluation in May (May 10, 1991 and May 5, 1992) and were especially manifested on susceptible cultivars. The results are presented in table 1.

In this evaluation, the number of eggs per leaf averaged from 0.2 (Karamanka) to 34.0 (Guyot), and the number of larvae per leaf averaged from 0.0 (Karamanka) to 10.4 (General Leclerc). A big percentage of infested shoots was noticeable, ranging from 0.9 (Karamanka) to 89 (Doyenne de Comice and General Leclerc). Due to high population levels the number of imagoes was expressed

for each shoot. On shoots of CV. Karamanka the average number was 0.5 imagoes per shoot, whereas on shoots of CV. Highland there was an average number of 7.6 imagoes.

After the first evaluation pesticides were not applied. The second evaluation occurred during August (August 8, 1991 and August 21, 1992.), and the criterium of harmfulness was added to the criteria of former evaluation. The intensity of defoliation was graded from 0 to 100%, and the amount of honeydew and the intensity of sooty mould from 1 to 5. The results are presented in table 2.

CONCLUSION

According to the obtained results on the population levels of pear psylla and the infestation levels on some pear cultivars, no cultivars were found to be resistant to *Psylla pyri*. However, the cultivars Karamanka and Vidovaca (domestic cultivars), Magness, 20th Century and Pinguoli could be classified as moderately resistant. Most of the cultivars were susceptible: Passe Crassane, Packhams Triumph, Sampionka, Star, Guyot, Flemish Beauty, Shinsui, Doyenne de Comice and Bartlett. General Leclerc, Highland and Due we classified as very susceptible, as *Psylla pyri* effected them most.

REFERENCES

- BRIOLINI, G., CAPPELLI, A., RIVALTA, L. & ROSATI, P., 1988. Observations on *Pyrus communis* resistance to *Psylla pyri*. Acta Horticulturae, **224**: 211-221.
- BUTT, B. A., STUART, L. C. & BELL, R. L., 1989. Feeding, Longevity, and Development of Pear Psylla (Homoptera: Psyllidae) Nymphs on Resistant and Susceptible Pear Genotypes. Journal of Economic Entomology, **82** (2): 458-461.

Table 1. Population levels of *Psylla pyri* on some pear cultivars.

Cultivar	Average eggs and larvae per leaf				Damaged shoots %		Adults per shoot	
	1991		1992		1991	1992	1991	1992
	Eggs	Larvae	Eggs	Larvae				
Bartlett	18.9	2.1	15.6	4.2	82	73	4.0	3.9
Higland	22.8	4.5	18.3	4.0	76	83	3.1	7.6
Curé	35.4	3.9	29.0	2.6	49	69	1.2	3.5
Doyenne de Com.	31.2	2.8	25.5	3.9	58	89	2.2	7.0
Magness	7.1	1.4	9.2	0.6	19	14	0.5	1.9
General Leclerc	19.2	13.4	15.3	10.4	78	89	2.5	12.0
Passe Crassane	8.3	2.9	7.8	9.3	42	34	1.8	3.0
Guyot	22.0	7.3	34.0	7.9	31	26	2.0	4.8
Sampionka	18.7	12.9	14.2	5.1	19	31	1.5	4.3
Star	21.2	5.3	20.3	2.1	39	58	4.2	6.5
Vidovaca	2.4	0.9	1.3	0.4	10	4.2	2.1	1.4
Karamanka	0.5	0.1	0.2	0.0	2.5	0.9	1.0	0.5

Table 2. Intensity of the attack of *Psylla pyri* on some pear cultivars.

Cultivar	Eggs/Leaf		Larvae/Leaf		Defoliation		Honeydew		Sooty md.	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
Bartlett	12.1	15.3	9.4	10.5	5	15	3	3	2	4
Higland	8.5	7.1	10.6	13.2	40	75	5	5	4	5
Curé	10.7	9.6	15.2	30.9	35	60	5	5	5	5
Doyenne de Com.	23.8	34.2	7.6	9.4	10	15	2	3	3	3
Magness	2.1	4.3	5.7	7.8	0	5	1	1.5	1	1
General Leclerc	10.4	2.0	9.8	23.5	40	75	5	5	5	5
Passe Crassane	2.6	0.5	10.3	11.6	5	10	2	3	2	2
Guyot	35.7	92.1	12.3	8.5	0	0	1	1.5	2	2
Sampionka	12.0	7.0	10.5	9.7	0	0	4	4	3	4
Star	7.0	10.1	6.9	13.8	0	0	1	1	1	1
Pinguoli	24.4	0.8	4.1	0.0	0	0	0	0	0	0
20th Century	10.0	1.2	15.1	0.3	0	0	0	0	0	0
Shinsui	12.3	9.7	3.1	1.5	0	0	2	3	3	3
Packams Triumph	10.1	15.4	11.0	23.2	0	0	1	1.5	2	2
Flemish Beauty	9.4	12.2	2.7	4.1	0	0	1	1	2	2
Vidovaca	1.5	3.1	1.0	0.9	0	0	0	1	1	1
Karamanka	0.9	1.3	0.3	0.0	0	0	0	0	0	0

**RELEASES OF LABORATORY REARED PREDATORS OF PEAR PSYLLA
DEMONSTRATE THEIR IMPORTANCE IN PEST SUPPRESSION**

T. R. UNRUH & B. S. HIGBEE

USDA-ARS - 3706 West Nob Hill Blvd. - Yakima, Washington 98902 USA

SUMMARY

Releases of 300 laboratory propagated *Anthocoris nemoralis* or *A. melanocerus* over 20 days reduced pear psylla (*Cacopsylla pyricola* Förster) densities on individual trees three to five fold compared to trees not receiving insects. Releases of 90 *Deraeocoris brevis* over the same period produced no significant difference in psylla density compared to control trees. Monitoring of predator levels showed significant elevation of the two anthocorids in release trees compared to controls while *Deraeocoris* levels were similar in both control and release trees. The method of predator supplementation appears promising for developing an understanding of when predators will control pear psylla.

Key-words: *Cacopsylla pyricola*, *Anthocoris*, *Deraeocoris*, Biological control.

**RESUME: DES LACHERS DE PREDATEURS DE PSYLLE DU POIRIER
ELEVES AU LABORATOIRE ONT MONTRE LEUR IMPORTANCE
POUR LA SUPPRESSION DU RAVAGEUR**

Des lâchers sur une période de 20 jours de 300 *Anthocoris nemoralis* et *A. melanocerus* élevés en laboratoire ont réduit les densités de psylles du poirier (*Cacopsylla pyricola* Foerster) par arbre de trois à cinq fois par rapport à des arbres ne recevant pas de prédateurs. Des lâchers de 90 *Deraeocoris brevis* au cours de la même période n'ont entraîné aucune différence dans la densité des psylles par rapport aux arbres témoins. Le suivi des populations de prédateurs a montré une augmentation significative des deux anthocorides sur les arbres où ils ont été lâchés par rapport aux arbres témoins, alors que les niveaux de *Deraeocoris* ont été identiques dans les arbres traités et les témoins. La méthode consistant à augmenter les populations de prédateurs semble prometteuse pour le contrôle des psylles du poirier. Des études supplémentaires sont nécessaires pour comprendre quand les prédateurs opèrent leurs attaques et produisent ce contrôle.

Mots-clés: *Cacopsylla pyricola*, *Anthocoris*, *Deraeocoris*, Lutte biologique.

**RIASSUNTO: LANCI DI PREDATORI DI PSILLA ALLEVATI IN LABORATORIO
SI DIMOSTRANO IMPORTANTI PER LA SOPPRESSIONE DEL FITOFAGO**

Lanci di 300 *Anthocoris nemoralis* o di *A. melanocerus* allevati in laboratorio, eseguiti durante 30 giorni su singole piante, hanno ridotto la densità di popolazione di Psilla (*Cacopsylla pyricola* Förster) da tre a cinque volte, in confronto con piante testimone. Il lancio di 90 *Deraeocoris brevis* durante lo stesso periodo non ha provocato differenze significative nelle densità di Psilla, in confronto al testimone. Campionamenti dei predatori hanno mostrato che gli Antocoridi erano significativamente più abbondanti nelle piante su cui erano stati lanciati che non nei testimoni, mentre

i livelli di popolazione di *Deraeocoris* non differivano significativamente. Il metodo del lancio di predatori appare promettente ai fini di una migliore comprensione della loro capacità di contenere la Psilla del Pero.

Parole-chiave: *Cacopsylla pyricola*, *Anthocoris*, *Deraeocoris*, Lotta biologica.

INTRODUCTION

The major natural enemies of psylla in the Northwest U.S.A. are two predators, *Anthocoris melanocerus* and *Deraeocoris brevis* and one parasitic wasp, *Trechmites psyllae*. A third predatory bug, *Anthocoris nemoralis*, imported from Europe to British Columbia and subsequently transferred from there to Washington, is the most important predator of *Cacopsylla pyri* in Europe (Hérard, 1985). Similarly, *Trechmites insidiosus* was discovered attacking *Cacopsylla pyricola* in the western U.S.A. in 1962 (Madsen *et al.*, 1963), but it may be conspecific with *Trechmites psyllae*, a common parasite of psylla in Europe and may have colonized North America with psylla (Unruh *et al.*, in press). Recent studies have shown that psylla parasitism rates may exceed 50% in "soft" pesticide programs in Washington (Unruh, unpublished). There are no comparable data for the level of predators and their effect on psylla populations in western North America because, unlike parasitism, predation cannot be directly assessed. In this report we estimate the effect of predation on pear psylla abundance using predator supplementation and release experiments.

MATERIALS AND METHODS

Experiments were conducted in the spring-summer and consist of four phases. First, the predators were propagated in the laboratory. Second these were mass-released on replicated test trees on two or three dates. Third, the effects of the releases in elevating predator populations were evaluated from beat-tray samples. Fourth, the effects of predators on psylla populations in the release trees were measured from destructive bud and leaf samples which were counted in the laboratory. Also, parasitism of psylla nymphs by *Trechmites* was evaluated by dissection of the nymphs retrieved during the bud and leaf samples.

The field sites consisted of seven, randomized, four-tree blocks of Bartlett pear trees. At the Moxee Experimental Farm (MEF) the blocks were arranged in a 9 tree by 9 tree, 5 year old orchard (5m by 5m spacing) surrounded by peach, cherry, and native vegetation. At the Yakima Agricultural Research Laboratory (YARL) the blocks were arranged in a 1.5 acre planting of 30 year old trees interplanted with 5 year old trees. The interplants were used. The number of 2nd or 3rd instar predator released on each date is summarized in Table 1. Because we had difficulties in raising adequate numbers of *Deraeocoris brevis* only 25-40 individuals of this species was released per tree per date. Finally, at the outset of the experiment the number of flower clusters were counted on each tree to allow us to correct for tree size differences and thus predator/psylla ratios. On each sampling date (5 at YARL, 6 at MEF) we took 2 beating trays, 10 buds or 50 leaves per tree every 10 days in April and May. Data analysis consisted of ANOVA on $\log(x+1)$ transformed counts.

RESULTS

Table 2 shows predator populations in the four release treatments at the Yakima laboratory as assessed by beating tray counts. It is evident that releases significantly increased the *Anthocoris* species above naturally occurring levels. In contrast, *Deraeocoris* was nearly as abundant in trees with no predators released as it was in release trees, particularly later in the season (May). This was probably caused by the small number of *Deraeocoris* released (see Table 1) and the predominance of

this predator at unsprayed field sites. A moderate density of generalist predators (lacewings, lady beetles, syrphid larvae) were also caught in all treatments in May.

The effects of the three predator types on psylla nymphal population trends are summarized in Figure 1 for the study at the Yakima laboratory. No significant reduction of egg density could be ascribed to predator release treatments ($p > 0.2$). Young psylla nymphs were reduced by half ten days after the first release and by 85% after the second release by both species of *Anthocoris* ($p < 0.001$). Psylla densities were not significantly different from controls in *Deraeocoris* release trees at the Yakima site. A similarly significant reduction by *Anthocoris* spp. and absence of effect in *Deraeocoris* releases trees was evident later for large psylla nymphs ($P < 0.001$) and at still later dates for adult psylla ($p < 0.001$; not shown). We believe that *Deraeocoris* releases produced no effect because this predator was at high numbers independent of our releases and we released it in smaller numbers than the *Anthocoris* species. At the Moxee site little or no effect of predators releases was observed (see poster). This was probably due to a 2 fold lower initial density of psylla eggs and young nymphs and less success in elevating predator levels through our releases.

Background levels of the parasite, *Trechmites*, was high at the Yakima site (40%-50% parasitism) in all 4 treatment types throughout the study interval as assessed by dissection of nymphs. Parasitism levels were unrelated to predator release treatments ($p > 0.5$; see poster). Very low levels of parasitism was observed at MEF ($< 1\%$, not shown).

CONCLUSIONS

At Yakima the two *Anthocoris* species reduced psylla nymphal populations about 5 fold in 20 days when they were released at a rate of 1 predator to 40 psylla. However, our experimental design did not completely isolate the action of these two predators from that of the naturally occurring predator complex, including *Deraeocoris*. Specifically, our study compares suppression of psylla by the combined action of the released predators and the naturally occurring predators versus naturally occurring predators alone. Naturally occurring predators could be eliminated with pesticide applications prior to and between release experiments of the sort conducted in 1992. This refinement would be required to isolate the action of each predator and such data is imperative to develop management schemes that will depend on key beneficial insects. Such studies are underway in 1993.

REFERENCES

- HÉRARD, F., 1985. Analysis of parasite and predator populations observed in pear orchards infested by *Psylla pyri* (L.) (Hom.: Psyllidae) in France. *Agronomie*, **5**: 773-778.
- MADSEN, H. F., WESTIGARD, P. H. & SISSON, R. L., 1963. Observations on the natural control of the pear psylla, *Psylla pyricola* Förster, in California. *Can. Entomol.*, **95**: 837-844.
- UNRUH, T. R., WESTIGARD, P. H. & HAGEN, K. S., *In Press*. Pear Psylla. *In*: J. R. Nechols *et al.* (eds) *Biological Control in the U. S. Western Region: Accomplishments and Benefits of Regional Research Project W-84, 1964-1989*. Univ. California Press, DANR, Oakland.

Table 1. Number of 1st-3rd instar predators released at by date.

Julian date	Species	No. per tree	No. per vial	Total
98	<i>A. nemoralis</i>	200	50	1400
	<i>A. melanocerus</i>	200	50	1400
	<i>D. brevis</i>	40	20	210
105	<i>D. brevis</i>	25	25	175
119	<i>A. nemoralis</i>	100	50	700
	<i>A. melanocerus</i>	100	50	700
	<i>D. brevis</i>	25	25	175

Table 2. Levels of predators in four release treatments at the Yakima laboratory on Julian Date 128. Data are the number of predators/beat-tray (and 1 SEM).

Release type	Predator Species Sampled			
	<i>A. nemoralis</i>	<i>A. melanocerus</i>	<i>D. brevis</i>	generalists
A. nemoralis	0.21 (.11)	0	0.64 (.51)	0.21 (.11)
A. melanocerus	0	0.43 (.17)	0.36 (.17)	0.14 (.10)
D. brevis	0	0	1.00 (.38)	0.36 (.17)
no release	0	0	0.71 (.22)	0.43 (.23)

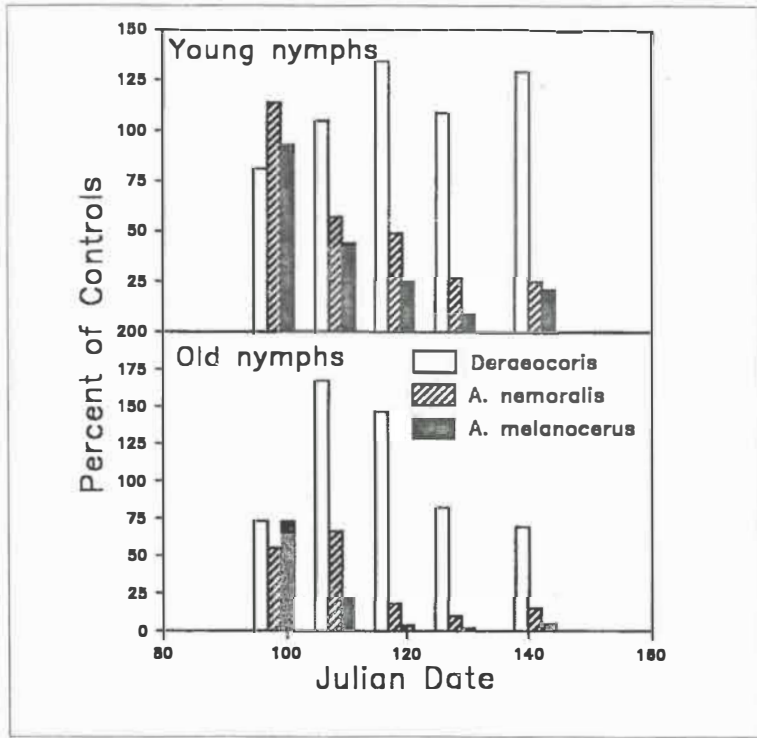


Figure 1. Relative psylla nymphal densities on trees receiving predators compared to control (no release) trees. Young nymphs are instars 1-3, old nymphs instars 4-5. The first sample was taken just before predators were released.

FLORE ADVENTICE DES VERGERS DE LA REGION "OESTE" DU PORTUGAL

T. VASCONCELOS*, G. SÁ**, P. LEITÃO**, F. SANTOS*** & R. ALEXANDRE***

* Departamento de Botânica e Engenharia Biológica, Instituto Superior de Agronomia
Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa Codex, Portugal.

** Centro Nacional de Protecção da Produção Agrícola, Tapada da Ajuda, 1300 Lisboa, Portugal

*** Zona Agrária das Caldas da Rainha, R. Leonel Sottomayor 2500, Caldas da Rainha, Portugal

RESUME

Les 324 relevés floristiques effectués parmi 60 vergers de la région "Oeste" montrent que la flore adventice est constituée par 296 espèces réparties en 44 familles, dont les plus importantes sont les *Compositae* (18,9 %), les *Gramineae* (14,5 %) et les *Leguminosae* (10,5 %). Les espèces *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Oxalis pes-caprae* et *Rumex crispus* présentent une fréquence relative supérieure à 80%. Nous avons déterminé les profils écologiques des fréquences corrigées des différents facteurs: "type de verger", "texture" et "pH(H₂O)". Les espèces ont été classées par groupes écologiques.

Mots-clés: Flore adventice, Profils écologiques, Vergers.

SUMMARY: WEED FLORA OF ORCHARDS IN 'OESTE' REGION OF PORTUGAL

324 weed surveys in 60 apple, pear and plum orchards in Oeste, Portugal, showed that 296 species were distributed in 44 families, *Compositae* (18.9%), *Gramineae* (14.5%) and *Leguminosae* (10.5%) being predominant. The species *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Oxalis pes-caprae* and *Rumex crispus* evinced a relative frequency higher than 80%. The ecological profiles of the corrected frequencies were calculated for the factors 'kind of orchard,' 'texture' and 'pH(H₂O)'. The species were reunited in ecological groups.

Key-words: Weed flora, Ecological profiles, Orchards.

RIASSUNTO: FLORA SPONTANEA DEI FRUTTETI DELLA REGIONE 'OESTE' DEL PORTOGALLO

324 rilevamenti floristici da noi effettuati in 60 frutteti della regione "Oeste" del Portogallo mostrano che la flora spontanea è costituita da 296 specie, distribuite fra 44 famiglie, le più importanti delle quali sono *Compositae* (18.9 %), *Gramineae* (14.5 %) e *Leguminosae* (10.5 %). Le specie *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Oxalis pes-caprae* e *Rumex crispus* presentano una frequenza relativa superiore all'80%. Si sono determinati i profili ecologici delle frequenze corrette per i fattori "tipo di frutteto", "struttura" e "pH(H₂O)". Le specie sono state poi riunite per gruppi ecologici.

Parole-chiave: Flora spontanea, Profili ecologici, Frutteti.

INTRODUCTION

Cette étude a pour objectif caractériser la flore adventice des vergers d'abricotiers, pommiers et poiriers de la Région "Oeste". D'après le Recensement Agricole Général (INE, 1989) les surfaces des vergers sont de 350, 9 945 et 10 152 ha respectivement. Cette région présente des conditions édaphoclimatiques très favorables au développement des cultivars de poirier 'Rocha', c'est pourquoi son aire cultivée est plus grande.

MATERIEL ET METHODES

324 relevés floristiques ont été réalisés dans 60 vergers de la région Oeste (17 d'abricotiers, 18 de pommiers et 25 de poiriers). Les vergers ont été observés aux époques Printemps-Été et Automne-Hiver, pendant 3 années.

On a estimé l'abondance de chacune des espèces enregistrées, en utilisant l'échelle de Barralis (1976) et suivant cet auteur, on a déterminé l'abondance moyenne de chacune des espèces dans l'ensemble des vergers.

Les relevés floristiques ont été analysés par la méthode des profils écologiques et de l'information mutuelle (Guillerm, 1969; Daget & Godron, 1982) pour les facteurs "type de verger", "texture" et "pH(H₂O)". Ces deux derniers ont été déterminés dans des échantillons de sol, jusqu'à 20 cm de profondeur dans chaque verger.

Le procédé utilisé pour l'établissement des classes des facteurs a eu comme base le Code du CEPE (Godron *et al.* 1968). Les classes suivantes ont été considérées:

pour la "texture":

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1 - argileuse, | 2 - d'argilo-limoneuse à limono-argileuse, |
| 3 - limoneuse à limono-sableuse, | 4 - argilo-sableuse, |
| 5 - sableuse; | |

pour le "pH (H₂C)":

- | | | |
|--------------|-------------|------------|
| 1 - basique, | 2 - neutre, | 3 - acide. |
|--------------|-------------|------------|

Pour ces deux facteurs, des groupes écologiques imbriqués (Godron, 1967) ont été constitués. Ce procédé consiste à grouper les espèces ayant comme base l'amplitude des profils écologiques. Pour le facteur "type de verger", les espèces à profils écologiques semblables ont été groupées suivant le procédé établi par Guillerm (1976).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les 296 taxa enregistrés appartiennent à 44 familles (Tableau 1), les *Compositae*, les *Gramineae* et les *Leguminosae* étant les plus importantes.

Le Tableau 2 (a, b) montre que les espèces à fréquence relative supérieure à 75% ont été *Calendula arvensis*, *Convolvulus arvensis*, *Oxalis pes-caprae* et *Rumex crispus*. On constate aussi que 21 espèces (*Allium ampeloprasum*, *Allium vineale*, *Amaranthus blitoides*, *Anagallis arvensis*, *Arisarum vulgare*, *Arum italicum*, *Chamaemelum fuscum*, *Cirsium arvense*, *Erodium moschatum*, *Galactites tomentosa*, *Geranium dissectum*, *Lavatera cretica*, *Lolium rigidum*, *Medicago nigra*, *Picris echioides*, *Poa annua*, *Raphanus raphanistrum* ssp. *microcarpus*, *Rumex pulcher* ssp. *divaricatus*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus asper* ssp. *glaucescens*, *Sonchus oleraceus*) ont une fréquence relative comprise entre 50 et 75%. Les 30 autres espèces contenues dans ce tableau présentent des fréquences relatives entre 25 et 50%.

Des 55 espèces indiquées dans le Tableau 2 (a, b), on constate une prédominance des espèces

annuelles (35 espèces) et des vivaces (17 espèces). Les espèces biennales et les pérennes ne sont qu'en nombre de 2 et 1 respectivement.

L'évaluation des groupements (Tableau 2a, 2b) effectués pour le facteur "type de verger" montre que presque toutes les espèces ont été enregistrées dans les trois types de vergers, sauf *Sinapis arvensis* absente des vergers d'abricotiers et *Solanum nigrum* rencontrée seulement dans des vergers de poiriers.

De l'analyse des groupes imbriqués pour le facteur texture on constate que les 55 espèces constituent 4 groupes écologiques imbriqués:

401 (sols à texture argileuse, argilo-limoneuse - limono-argileuse, de limoneuse à limono-sableuse, argilo-sableuse) - *Raphanus raphanistrum* ssp. *microcarpus* et *Sinapis arvensis*; 502 (sols à texture argilo-limoneuse - limono-argileuse, de limoneuse à limono-sableuse, argilo-sableuse, sableuse) - *Equisetum telmateia*, *Mentha suaveolens* et *Rumex conglomeratus*;

503 (sols à texture de limoneuse à limono-sableuse, argilo-sableuse, sableuse) - *Holcus lanatus*, *Paspalum paspalodes* et *Solanum nigrum*.

Les autres espèces ont été enregistrées dans toutes les classes de texture (501).

De l'analyse des groupes imbriqués pour le facteur pH(H₂O) on constate que les 55 espèces constituent 2 groupes écologiques imbriqués (201, 301). La plupart présente une grande amplitude écologique (groupe imbriqué 301- entre les sols basiques et les sols acides, excepté *Equisetum telmateia* et *Mentha suaveolens* (groupe imbriqué 201) présents seulement en des sols basiques ou neutres.

De la comparaison entre les résultats obtenus dans la Région Oeste et dans la Région de la Beira Interior (Sá et al. 1989) on peut constater: la présence d'*Oxalis pes-caprae* dans la Région Oeste avec la fréquence de 93% contraste avec son absence dans les vergers de la Beira Interior, tandis que *Convolvulus arvensis* apparaît avec une fréquence semblable dans les deux Régions; les espèces *Allium ampeloprasum*, *Allium vineale*, *Amaranthus blitoides*, *Arisarum vulgare*, *Arum italicum*, *Cirsium arvense*, *Galactites tomentosa*, *Lavatera cretica*, *Picris echioides*, *Sonchus asper* ssp. *glaucescens* présentent des fréquences élevées, dans la Région Oeste, mais des fréquences inférieures à 25% dans la Région Beira Interior; le *Paspalum paspalodes* et le *Raphanus raphanistrum* ssp. *microcarpus* présentent une amplitude écologique, en ce qui concerne la texture, inférieure à celle indiquée par Vasconcelos (1984) où ils apparaissaient aussi dans les sols à textures argileuse et argilo-limoneuse-limono-argileuse et à texture sableuse respectivement.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRALIS, G., 1976. Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles: application à la Côte d'Or. Vème Coll. Int. Ecol. Biol. Mauvaises Herbes: 59-68.
- DAGET, P. & GODRON, M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson et Cie., Paris. 173 pp.
- GODRON, M., 1967. Les groupes écologiques imbriqués en "écailles". Oecol. Plant., 2: 217-226.
- GODRON, M., DAGET, P., EMBERGER, L., LONG, G., LE FLOC, H. E., POISSONET, J., SAUVAGE, C. & WACQUANT, J. P., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu (principes et transcription sur cartes perforées). C.N.R.S., Paris.
- GUILLERM, J. L., 1969. Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans les terres cultivées du Bas-Languedoc. Thèse 3ème cycle. Fac. Sc. Montpellier.
- GUILLERM, J. L., 1976. Traitement de l'information phyto-écologique. Institut de Botanique - Laboratoire d'Écologie et de Phytosociologie. Montpellier.
- INE (Instituto Nacional de Estatística) (ed.), 1989. Estatísticas Agrícolas. Continente, Açores e Madeira. Lisboa.

SÁ, G., VASCONCELOS, T., FILIPE, N., 1989. Flore adventice de quelques cultures fruitières au Portugal. Relation entre la flore adventice et le milieu. 4^o E.W.R.S. Mediterranean Symposium. 1: 51-56.

VASCONCELOS, M. T. C., 1984. Estudos bio-ecológicos das infestantes na cultura do tomateiro. Dissertação do Curso de Mestrado em Produção Vegetal. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 122 pp.

Tableau 1. Répartition des taxa par familles.

Familles	Nombre	%	Familles	Nombre	%
Alismataceae	1	0,3	Labiatae	5	1,7
Amaranthaceae	6	2,0	Liliaceae	8	2,7
Araceae	2	0,7	Leguminosae	31	10,5
Aristolochiaceae	1	0,3	Lythraceae	3	1,0
Boraginaceae	4	1,4	Malvaceae	3	1,
Campanulaceae	1	0,3	Onagraceae	1	0,3
Caryophyllaceae	10	3,4	Orobanchaceae	1	0,3
Chenopodiaceae	7	2,4	Oxalidaceae	2	0,7
Compositae	56	18,9	Papaveraceae	10	3,4
Convolvulaceae	4	1,4	Plantaginaceae	4	1,4
Cruciferae	10	3,4	Polygonaceae	12	4,1
Cucurbitaceae	1	0,3	Portulacaceae	1	0,3
Cyperaceae	5	1,7	Primulaceae	1	0,3
Dioscoreaceae	1	0,3	Ranunculaceae	6	2,0
Equisetaceae	2	0,7	Resedaceae	1	0,3
Euphorbiaceae	7	2,4	Rosaceae	4	1,4
Fagaceae	1	0,3	Rubiaceae	4	1,4
Geraniaceae	9	3,0	Scrophulariaceae	8	2,7
Gramineae	43	14,5	Solanaceae	2	0,7
Guttiferae	2	0,7	Umbelliferae	12	4,1
Hypolepidaceae	1	0,3	Urticaceae	1	0,3
Juncaceae	1	0,3	Verbenaceae	1	0,3

Tableau 2a. Espèces à fréquence relative > 25%, type biologique et groupes d'espèces à profils écologiques semblables pour le facteur "type de verger" (à suivre).

Taxa	Fréquence relative	Type biologique	Classes			Groupes
			1	2	3	
<i>Allium ampeloprasum</i>	60	V	+	-	+	1.3
<i>Allium vineale</i>	53	V	-	+	-	2.1
<i>Amaranthus blitoides</i>	52	A	+	-	-	1.1
<i>Ammi majus</i>	25	A	+	-	-	1.1
<i>Anagallis arvensis</i>	60	A	+	+	-	1.2
<i>Arisarum vulgare</i>	73	V	+	+	-	1.2
<i>Arum italicum</i>	67	V	+	+	-	1.2
<i>Avena barbata</i> ssp. <i>barbata</i>	37	A	+	-	-	1.1
<i>Bromus diandrus</i>	45	A	+	-	-	1.1
<i>Calendula arvensis</i>	83	A	+	-	+	1.3
<i>Chamaemelum fuscatum</i>	58	A	-	+	+	2.2
<i>Chenopodium album</i>	38	A	-	-	+	3.1
<i>Cirsium arvense</i>	63	V	+	-	+	1.3
<i>Coleostephus myconis</i>	38	A	+	+	-	1.2
<i>Convolvulus arvensis</i>	87	V	+	-	+	1.3
<i>Conyza bonariensis</i>	48	A	-	+	-	2.1
<i>Cynodon dactylon</i>	37	V	+	-	-	1.1
<i>Cyperus rotundus</i>	35	V	-	+	+	2.2
<i>Dittrichia viscosa</i>	33	P	+	+	-	1.2
<i>Echium plantagineum</i>	25	A ou B	+	-	-	1.1
<i>Equisetum telmateia</i>	27	V		+	+	2.2
<i>Erodium malacoides</i>	38	A	+	-	-	1.1
<i>Erodium moschatum</i>	70	A	+	+	-	1.2
<i>Euphorbia helioscopia</i>	27	A	-	-	+	3.1
<i>Fumaria muralis</i>	27	A	+	-	+	1.3
<i>Galactites tomentosa</i>	50	A	+	-	-	1.1
<i>Galium aparine</i>	27	A	+	-	-	1.1
<i>Geranium dissectum</i>	58	A	+	-	+	1.3
<i>Geranium rotundifolium</i>	25	A	+	+	-	1.2

Classes: 1 - abricotier; 2 - pommier; 3 - poirier
+ fréquence corrigée > 100; - fréquence corrigée < 100
Type biologique: A - annuelle; B - biennale; P - pérenne; V - vivace

Tableau 2b. Espèces à fréquence relative > 25%, type biologique et groupes d'espèces à profils écologiques semblables pour le facteur "type de verger" (suite).

Taxa	Fréquence relative	Type biologique	Classes			Groupes
			1	2	3	
<i>Holcus lanatus</i>	27	V	-	+	-	2.1
<i>Hordeum murinum</i> ssp. <i>leporinum</i>	28	A	+	-	-	1.1
<i>Kichxia spuria</i>	37	A	+	-	-	1.1
<i>Lavatera cretica</i>	62	A	-	+	+	2.2
<i>Lolium rigidum</i>	53	A	+	+	-	1.2
<i>Medicago nigra</i>	52	A	+	-	+	1.3
<i>Mentha suaveolens</i>	28	V		+	+	2.3
<i>Mercurialis annua</i>	30	A	-	+	+	2.2
<i>Muscari comosum</i>	35	V	+	+	-	1.2
<i>Oxalis pes-caprae</i>	93	V	+	+	-	1.2
<i>Paspalum paspalodes</i>	27	V	-	-	+	3.1
<i>Picris echioides</i>	73	A	+	-	-	1.1
<i>Poa annua</i>	57	A	-	+	-	2.1
<i>Polygonum aviculare</i>	42	A	+	-	-	1.1
<i>Ranunculus trilobus</i>	35	A	-	+	+	2.2
<i>Raphanus raphanistrum</i> ssp. <i>microcarpus</i>	70	A	-	+	+	2.2
<i>Rapistrum rugosum</i>	35	A	+	-	-	3.1
<i>Rumex conglomeratus</i>	37	V	-	-	+	3.1
<i>Rumex crispus</i>	83	V	+	+	-	1.2
<i>Rumex pulcher</i> ssp. <i>divaricatus</i>	53	B	+	+	-	1.2
<i>Senecio vulgaris</i>	70	A	+	+	-	1.2
<i>Sinapis arvensis</i>	37	A	+		+	1.3
<i>Solanum nigrum</i>	27	A			+	3.2
<i>Sonchus asper</i> ssp. <i>glaucescens</i>	67	A	+	+	-	1.2
<i>Sonchus oleraceus</i>	73	A	+	-	-	1.3
<i>Stellaria media</i>	35	A	+	-	-	1.1

Classes: 1 - abricotier; 2 - pommier; 3 - poirier
+ fréquence corrigée > 100; - fréquence corrigée < 100
Type biologique: A - annuelle; B - biennale; P - pérenne; V - vivace

DISCOURS DE CLOTURE

T. X. NGUYEN

Le Colloque International touche à sa fin. Ce Colloque a réuni pendant une semaine, en Italie, d'une quarantaine de spécialistes et de scientifiques venant de tous les pays européens (France, Italie, Grèce, Hollande, Grand Bretagne, Espagne, Portugal, Yougoslavie) de l'Amérique du Nord, pour essayer de résoudre le problème des ravageurs du poirier. Ce sont des spécialistes qui ont abordé cet objectif de recherche depuis plusieurs années dans leur pays. Les communications et les posters reflètent bien les préoccupations actuelles des différents centres de recherche. Toutefois, il faut noter que plus de 75% de communications et posters ont traité encore le problème des psylles et de leur auxiliaire.

Le plus intéressant c'est que nous avons réservé le temps suffisant de discussion après chaque séance plénière. Nous n'avons pas non plus oublié le transfert de nos connaissances vers les producteurs, afin de leur permettre d'être au courant des avancements de nos recherches, et aussi de leur donner satisfaction dans les questions-réponses directes avec les spécialistes venant de tous les coins du monde.

Permettez moi de vous dire que j'ai vécu d'une semaine pleine de bonheur et d'enthousiasme. Bonheur, parce que je me suis retrouvé entre les amis dont certains sont venus de très loin et qui m'ont fait honneur de partager leur réussite et leur difficulté. Enthousiasme, parce que depuis le Colloque International à Toulouse, le projet de recherche d'un Programme de Protection Intégrée en vergers de poiriers est en pleine mutation.

1- Elle ne se cantonne plus sur les méthodes routines de dynamisme des populations, de la méthode classique de récolte des insectes dans les vergers. Les programmes de traitements chimiques, de lutte intégrée et de protection intégrée sont dans le stade de réalisation et nous ont donné des résultats agronomiques satisfaisants.

2- L'avancement de nos connaissances nous permet de dépasser les études classiques comme l'inventaire faunistique, les observations des cycles biologiques; et d'étendre nos recherches vers d'autres horizons tels que: Recherche des insecticides de substitution dans le cas de l'apparition des souches résistantes, Régulation des populations de Ravageurs par l'Emploi rationnel de la Faune auxiliaire naturelle ou apportée, Relation entre Plante hôte et Insectes dans un Environnement plus vaste que le verger, Simulation des modèles en prévision des attaques des ravageurs etc.

3- Les résultats positifs des différents centres de recherche, les progrès dans la méthodologie, dans les équipements instrumentaux nous conduisent à la possibilité d'envisager **des programmes beaucoup plus structurés avec des moyens de travail plus sophistiqués, des méthodes d'analyses plus sûres au niveau des organes et des molécules.**

4- Comme les problèmes seront abordés à tous les niveaux d'approche: population, individu, organe, enfin moléculaire, nous sommes obligés de demander la participation des collègues d'autres disciplines que la Biologie ou Physiologie des Insectes. **La pluridisciplinarité est nécessaire et même indispensable .**

5- En dernier lieu, j'insiste sur la nécessité dans la **Collaboration Scientifique Internationale.** La similitude dans la biologie, dans le degré d'adaptation des Psylles, en particulier de *Cacopsylla pyri* et de *C. pyricola*, dans les problèmes posés et dans l'installation d'un programme de lutte plus écologique, plus efficace et moins onéreuse nous amène à coordonner et à harmoniser les programmes de recherches des différents centres, à standardiser les méthodes de travail. Ce qui demande et exige des changements permanents, des collaborations internationales franches et loyales. Ces

mises en commun des résultats obtenus, de l'expérience acquise devraient se faire dans notre Sous-Groupe "Poirier", sous l'impulsion des coordinateurs à désigner entre nous .

6- Aider les chercheurs des pays qui sont encore en retard dans leur programme de recherche, qui sont plus ou moins isolés du monde scientifique à cause des situations politiques ou économiques difficiles. Pour prouver le dynamisme de notre Sous/Groupe Poirier, j'ai l'honneur de vous informer:

- que de petites équipes de recherches vont se constituer à partir des projets de recherches sur un thème précis. Je fais appel à des volontaires pour animer ces petites équipes.

- que les U.S.A. se proposent d'organiser le prochain Colloque en 1996. La question est que Seriez-vous prêts à participer nombreux à ce Colloque?

Il ne me reste qu' à vous souhaiter un bon retour et une reprise au travail avec tout l'enthousiasme de ce Colloque International.

Avant de terminer, je tiens à exprimer au nom de vous tous notre très vif remerciement au Professeur Briolini, à nos amis italiens qui nous ont réversé une hospitalité chaleureuse, un agréable séjour.

Au revoir et Rendez-vous dans trois ans au prochain Colloque aux Etats-Unis. Je vous remercie de votre attention .