

Evaluation de la présence des Syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidiennes¹

FRÉDÉRIC FRANCIS, PIERRE COLIGNON & ERIC HAUBRUGE
Zoologie générale et appliquée, Faculté universitaire des Sciences agronomiques²

Résumé

Parmi les populations d'auxiliaires comme les prédateurs entomophages, de nombreuses espèces de Syrphidae participent activement au contrôle des pucerons dans les cultures. Dans cette étude, les populations de syrphes adultes ont été évaluées en Wallonie en cultures de carottes et de fèves, de mai à octobre durant deux années. Vingt-quatre champs ont été visités chaque semaine. La densité et la diversité des populations de Syrphidae adultes ont été déterminées en utilisant des bacs jaunes: de 24 à 32 espèces de syrphes ont été identifiées en fonction de la culture et de l'année d'observation. Si la guilda aphidiphage représente 70% des individus collectés en 2000, cette proportion chute en 2001 (moins de 40%), principalement en raison de traitements insecticides et de la faible présence d'*Episyrphus balteatus*. Les indices de diversité de Shannon augmentent constamment durant la première moitié des deux saisons culturales. Une chute de cet indice a néanmoins été observé fin juillet 2000 en culture de carottes. Si un pic de *Cavariella aegopodii* a été observé début juin 2000 dans les deux cultures, les populations de pucerons (*C. aegopodii* et *Aphis fabae* respectivement en carottes et en fèves) étaient peu abondantes durant les deux saisons culturales. Les fluctuations d'abondance des ravageurs aphidiens peuvent être corrélées à la présence d'agents de contrôle biologique, notamment des prédateurs aphidiphages tels que les Syrphidae. Le maintien et l'attraction des populations autochtones d'auxiliaires aphidiphages doivent être envisagés afin d'accroître le contrôle des pucerons en cultures maraîchères.

Mots clés : syrphes, prédateurs, diversité, agro-écosystèmes, lutte biologique

Introduction

Le maintien de la biodiversité tant végétale qu'animale est une préoccupation toujours plus présente dans les discours des acteurs du monde rural. Par exemple, depuis 1995, des Mesures Agri-Environnementales (M.A.E.) se développent en Belgique et ailleurs afin d'inciter la participation active des agriculteurs à la gestion de l'environnement, à la sauvegarde de la biodiversité et de la préservation du milieu naturel (Arrêtés du gouvernement wallon du 26 juin 1995 et 11 mars 1999). A côté de la réduction des densités

¹ Reçu le 20 février 2004, accepté le 23 juin 2004

² Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique; E-mail: francis.f@fsagx.ac.be

de semis et de l'utilisation réduite de pesticides dans les cultures, des fauches tardives de prairies, le maintien de haies et de bandes boisées, l'installation de tournières enherbées en bordure de champ sont proposés. Si l'étude de l'évolution des populations de l'ensemble des familles entomologiques dans divers biotopes présente un intérêt en terme d'effet sur la biodiversité. La présence et l'abondance des ravageurs et des auxiliaires des cultures doivent aussi être analysées dans un contexte de protection des cultures.

Sur base d'études réalisées en cultures maraîchères (COLIGNON *et al.*, 2001a,b), les ennemis naturels des ravageurs phytophages représentent un cinquième des familles entomologiques identifiées. En terme d'abondance, plus de la moitié des 450000 insectes collectés sont utiles, soit en vue de la pollinisation soit en vue du contrôle des ravageurs phytophages. Parmi les représentants de cette dernière catégorie, 40% des effectifs sont des prédateurs aphidiphages: des coccinelles et majoritairement des syrphes (FRANCIS *et al.*, 2001). Ces derniers sont fréquemment observés dans les agro-écosystèmes tels que les champs de céréales ou les vergers de fruitiers (CHAMBERS *et al.*, 1986; WYSS, 1995). Si les adultes de Syrphidae pollinisent de nombreuses plantes cultivées, plus de quarante pourcent des espèces de cette famille de Diptères sont également des prédateurs entomophages efficaces aux stades larvaires (ROTHERAY & GILBERT, 1989). *Episyrphus balteatus* DeGeer est certainement l'espèce la plus commune de syrphes. Elle est ubiquiste et est présente dans la quasi totalité des biotopes cultivés (CHAMBERS *et al.*, 1986) mais d'autres taxa peuvent aussi jouer un rôle d'agents biologiques de contrôle de ravageurs tels que les pucerons. Dans cette étude, les populations de syrphes ont été évaluées en cultures de carottes et de fèves. L'évolution de la diversité et de l'abondance des populations de Syrphidae a été déterminée et discutée en relation avec leur rôle d'auxiliaires contre les pucerons.

Matériel et méthodes

Douze champs de fèves (*Vicia faba* L.) et 12 champs de carottes (*Daucus carotta* L.) d'une superficie de deux à huit hectares et situés entre Hannut et Waremme, en Région wallonne de Belgique, ont été visités de mai à octobre en 2000 et 2001 pour évaluer la diversité et la densité des populations de Syrphidae. Deux groupes de trois pièges jaunes constitués d'un récipient en plastique de 30 cm de diamètre contenant une solution aqueuse de 0,1% de détergent ont été placés en triangle équilatéral (1 m de côté) dans chaque champ. Si l'attractivité du dispositif est optimale lorsque les pièges sont rassemblés de la sorte, la distance d'un mètre permet d'éviter toute interaction entre les pièges (ROTH & COUTURIER, 1966). Chaque piège coulissait sur une tige verticale afin de suivre la croissance des plantes.

La relation entre l'abondance des pucerons dans ce type de pièges et sur les plantes a été observée et décrite précédemment (FRANCIS *et al.*, 2001).

Les insectes des 144 pièges ont été collectés chaque semaine et ont été ramenés au laboratoire pour être conservés dans une solution à 70% d'éthanol. Les représentants des Syrphidae et des Aphididae ont été déterminés au laboratoire à l'espèce à l'aide d'un binoculaire.

Les traitements phytosanitaires ont été appliqués selon un programme traditionnel de traitements (Tableau 1): deux à trois applications insecticides à base de λ -cyhalothrine seule (Karaté, 0,25 l/ha), de pirimicarbe seul (Pirimor, 0,25 l/ha) ou en association (Okapi, 1,25 l/ha), ou de fluvalinate (Mavrik, 0,5 l/ha).

TABLEAU 1
Tableau synoptique des traitements insecticides effectués au cours
des deux saisons culturales
*Insecticide treatments applied during the two cultivation seasons in
vegetable crops*

Parcelles	Dates de traitements insecticides (jour/mois)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Champs fèves - saison 2000</i>												
Okapi	26/5, 8/6	2/6, 14/6	6/6, 14/6	2/6, 12/6	26/5, 8/6		26/6	8/6	2/6, 16/6	9/6, 21/6	27/6	
Karaté	15/5				13/5	8/6, 20/6	26/5	26/5	15/5			13/6, 26/6
Pirimor						8/6, 20/6						16/6
<i>Champs fèves - saison 2001</i>												
Okapi	12/7	14/06, 12/7	20/6, 3/7	24/7	9/7	12/7	2/7	6/7	3/7	3/6	28/7	3/7
Mavrik					24/7			23/6		13/6	8/5	
Karaté									18/7			12/6
Pirimor				17/6								
<i>Champs carottes - saison 2001</i>												
Karaté	1/6	9/6	9/6	29/5					15/6			
Pirimor					26/6		1/6	1/6			30/5	

Aucun traitement insecticide n'a été appliqué sur les parcelles de carottes en 2000 durant la période d'observation.

La richesse des peuplements entomologiques des champs a été analysée en calculant les indices de diversité (Daguet, 1976) déterminés pour les syrphes dans les deux cultures durant les deux saisons culturales selon la formule:

$$I_{sh} = - \sum q_i/Q \log_2 q_i/Q$$

où q_i sont les fréquences absolues des espèces obtenues par comptage direct dans l'échantillon collecté et où $Q = \sum q_i$.

Résultats .

La première partie de l'étude de la diversité des syrphes collectés dans les deux cultures maraîchères a permis d'observer un nombre non négligeable d'espèces de Syrphidae, 24 et 25 espèces en 2000 en culture de fèves, 25 et 32 espèces en 2001 dans les champs de carottes (Tableau 2). Si la proportion d'espèces prédatrices est importante dans les deux cultures en 2000 (69,1 et 71,3% respectivement en cultures de carottes et de fèves), il n'en est pas de même en 2001 (16,4 et 36,5% respectivement en cultures de carottes et de fèves). La diminution de la présence de la guilda aphidiphage correspond à la faible présence de l'espèce *E. balteatus* en 2001.

Les indices de diversité suivant Shannon ont été calculés à partir des résultats hebdomadaires de captures de syrphes (Figure 1A). Ces indices augmentent constamment durant la première moitié des deux saisons culturales. Une chute de cet indice a néanmoins été observée fin juillet 2000 en culture de carottes. En 2001, la répartition des individus est plus homogène, il y a moins d'espèces dominantes.

Faisant suite à l'étude de l'effet de prédation des syrphes aphidiphages en conditions semi-naturelles (FRANCIS *et al.*, 2004), les courbes représentant en conditions naturelles l'évolution des populations de syrphes prédateurs et de pucerons sont présentées à la Figure 2. L'abondance des syrphes aphidiphages répond à l'augmentation des effectifs de pucerons avec deux à trois semaines de décalage dans les champs de fèves. Cette observation est plus marquée dans la culture de carottes.

TABLEAU 2

Diversité des Syrphidae et résultats de captures (nombres total d'individus) en cultures de fèves et de carottes en 2000 et 2001 en Région wallonne de Belgique (n = 144 pièges jaunes)

Diversity and trapping results (total individual numbers) in bean and carrot open fields in the Walloon Region of Belgium (n = 114 yellow traps)

<i>Espèces de Syrphidae</i>	Carottes 2000	Fèves 2000	Fèves 2001	Carottes 2001
<i>Chelosia</i> sp.	107		37	3
<i>Chrysogaster chalybeata</i> Meigen				0
<i>Chrysotoxum cautum</i> Harris			1	0
<i>Episyrphus balteatus</i> DeGeer	7563	1992	175	274
<i>Eristalis arbustorum</i> L.	1698	564	139	43
<i>Eristalis horticola</i> DeGeer	1	9	9	2
<i>Eristalis intricarius</i> L.			1	5
<i>Eristalis pertinax</i> Scopoli	36	2	14	51
<i>Eristalis sepulcralis</i> L.	1109	92	123	230
<i>Eristalis tenax</i> L.	858	973	120	205
<i>Eumerus strigatus</i> Fallen	76	8	48	304
<i>Helophilus pendulus</i> L.	359	75	7	54
<i>Helophilus trivittatus</i> F.	67	63		46
<i>Lejops vittata</i> Meigen				6
<i>Melanostoma mellinum</i> L.	5	81	6	14
<i>Melanostoma scalare</i> F.	393	385	31	86
<i>Merodon equestris</i> F.	1	1		5
<i>Eupeodes corollae</i> F.	965	55	69	65
<i>Eupeodes luniger</i> Meigen	49	40	5	9
<i>Myathropaa florea</i> L.	1	10	1	6
<i>Neoscasia podagrica</i> F.	25	1	7	42
<i>Orthonevra splendens</i> Meigen			1	5
<i>Platycheirus albimanus</i> F.	2			
<i>Platycheirus clypeatus</i> Meigen	7			
<i>Platycheirus scutatus</i> Meigen	5			
<i>Platycheirus peltatus</i> Meigen	24	1	3	9
<i>Pyrophaena granditarsa</i> Forster	1		2	31
<i>Rhingia campestris</i> Meigen	11	2		18
<i>Scaeva pyrastii</i> L.		2		5
<i>Sericomya silents</i> Harris			1	5
<i>Sphaerophoria scripta</i> L.	1072	655	37	66
<i>Syrirta pipiens</i> L.	51	5	19	70
<i>Syrphus ribesii</i> L.	190	636	2	18
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen	55	707		7
<i>Xylota segnis</i> L.	56	1	66	40
<i>Xylota abiens</i> Meigen	26			
Effectifs totaux	14803	6359	924	1724
Nombre total d'espèces	30	25	26	36

Les espèces en gras présentent un régime alimentaire aphidiphage.

Species in bold are aphidophagous predators.

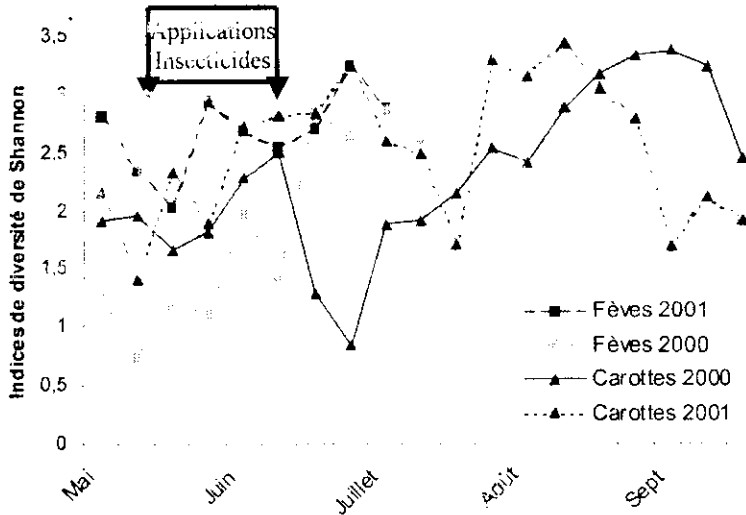


Figure 1: Variation des indices de diversité de Shannon par culture (de carottes et de fèves) appliqués aux populations de syrphes en 2000 et 2001 en Région wallonne de Belgique.
Variations of Shannon diversity index in carrot and bean crops in 2000 and 2001 in the Walloon Region of Belgium.

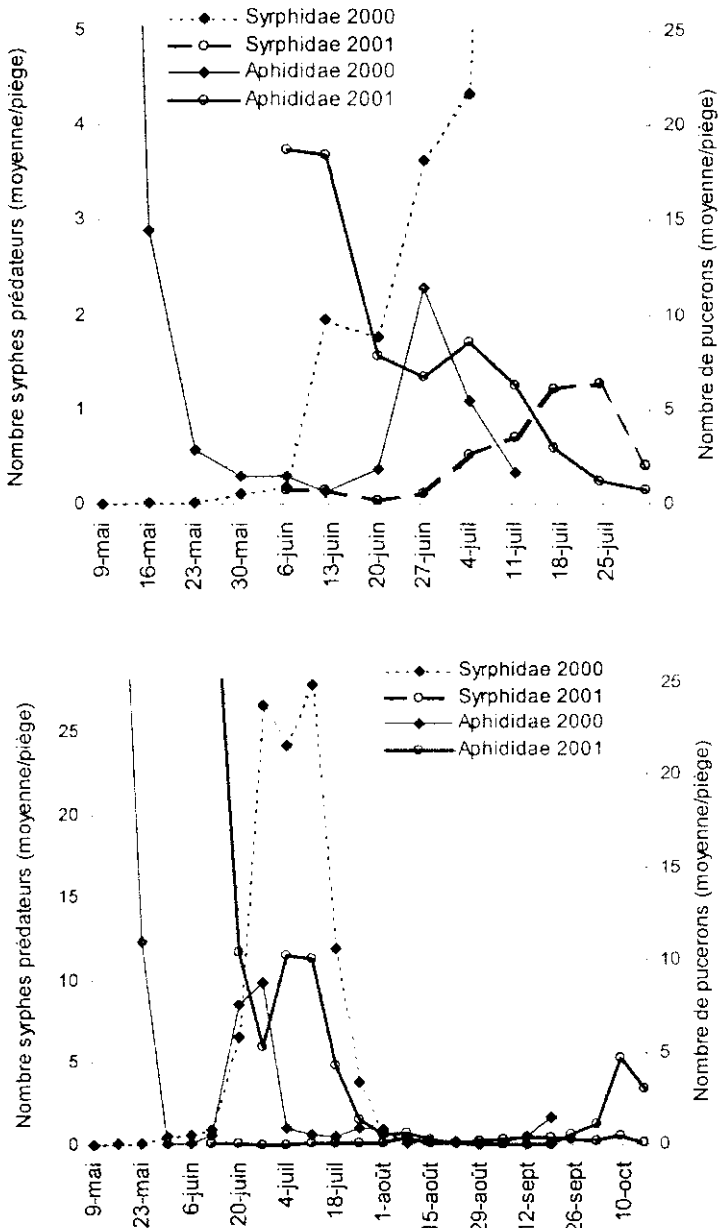


Figure 2: Phénologie des populations de pucerons et de syrphes aphidiphages au stade adulte en cultures de fèves (A) et de carottes (B) en 2000 et 2001 en Région wallonne de Belgique ($n = 144$ pièges jaunes).

Phenology of aphid and aphidophagous hoverfly populations in bean (A) and carrot (B) openfields in the Walloon Region of Belgium ($n = 144$ yellow traps).

Discussion

Le nombre d'individus collectés durant la saison 2001 est étonnement faible par rapport à l'année précédente (six fois moins de syrphes aussi bien en cultures de carottes que de fèves suivant un protocole expérimental identique). Cette différence d'abondance est directement liée à la très faible présence d'une espèce ubiquiste de syrphe aphidiphage, *E. balteatus*. En effet, cette dernière représentait en 2000 près de 70% des captures dans les deux cultures étudiées. Par contre, le nombre d'espèces piégées est de loin supérieur à celui obtenu en 2000 dans les 144 pièges jaunes récoltés chaque semaine. Suivant l'étude faunistique de VERLINDEN & DECLEER (1987), la diversité des syrphes est faible dans cette région géographique de la Belgique. En effet, cette zone de Wallonie ne correspond qu'à la classe de seize à trente et une espèces, représentant de 5 à 10% de la biodiversité de cette famille sur l'ensemble du territoire de la Belgique. Les résultats de nos captures permettent de souligner la diversité non négligeable de cette famille de Diptères dans les agro-écosystèmes investigués.

Si le nombre d'espèces observées appartenant à une famille entomologique est une première indication de la biodiversité, les indices de diversité de Shannon permettent d'affiner l'étude de la diversité de syrphes. Une répartition plus homogène entre les espèces en présence est observée en 2001. Par contre, la diminution de l'indice de diversité en champs de carottes au mois de juillet 2000 correspond à une occurrence massive d'*E. balteatus*. Ensuite, les insectes collectés se répartissent entre huit espèces dont cinq aphidiphages; ce qui mène à l'obtention d'indices de diversité plus élevés. TENHUMBERG & POEHLING (1995) ont également observé la présence majoritaire d'un nombre réduit (six) d'espèces aphidiphages de 1988 à 1990 dans des champs de céréales en Allemagne.

Dans la guildes des prédateurs aphidiphages, les Syrphidae occupent une place importante dans les agro-écosystèmes. NIEHOFF & POEHLING (1995) ont déterminé que les espèces de syrphes prédatrices représentaient 63% de cette guildes. Les autres auxiliaires entomophages appartenaient aux familles des Coccinellidae et des Chrysopidae (respectivement 24% et 13% des effectifs). Selon les mêmes auteurs, les syrphes prédateurs peuvent représenter jusqu'à 87% des populations d'agents biologiques de contrôle des pucerons.

L'évolution de la densité des syrphes aphidiphages a été comparée aux fluctuations du nombre de proies potentielles, les pucerons. Cette approche fait suite à une étude en conditions semi-naturelles préalable qui avait permis de quantifier l'efficacité de prédation d'*E. balteatus* vis-à-vis d'*A. fabae* : une réduction de 40 pucerons par jour et par larve de syrphe avait été observée (FRANCIS *et al.*, 2004). Dans cette étude, en culture de fèves, une

réponse des Syrphidae a été observée trois semaines après l'optimum de la courbe des populations aphidiennes. Les effectifs de syrphes aphidiphages en champs de carottes augmentent de manière moins importante que dans les parcelles de fèves. Le pic aphidien de juin en cultures de carottes correspond à une arrivée de *Cavariella aegopodii*. Les populations des taxa entomophages ont déjà été corrélées à l'abondance des proies aphidiennes. Dans les champs de céréales en Allemagne, les premières larves arrivent début juillet jusqu'à la disparition des pucerons. Des pupes de syrphes ont été retrouvées trois semaines après (NIEHOFF & POEHLING, 1995). Le décalage de trois semaines que nous avons observé entre le pic de populations de pucerons et l'augmentation de l'abondance des syrphes prédateurs s'explique par la durée de développement de ces derniers avant de les retrouver au stade adulte ailé dans les pièges.

L'efficacité du contrôle biologique des pucerons par les prédateurs est directement liée au moment d'arrivée des auxiliaires dans la culture. Quand les prédateurs apparaissent peu de temps après les ravageurs, les premiers limitent rapidement le développement des colonies aphidiennes. Il est primordial de maintenir et d'attirer les auxiliaires dans les agro-écosystèmes. Comme les adultes de syrphes aphidiphages se nourrissent de pollen et de nectar, la présence de plantes à fleurs, principalement à corolles plates attirent les auxiliaires Syrphidae (ALTIERI & LETOURNEAU, 1984). L'aménagement des bordures des champs, comme l'installation de bandes fleuries, permet d'attirer les syrphes adultes. Une fois sur place, ces derniers peuvent pondre et engendrer une première génération de larves prédatrices contribuant au contrôle des populations de pucerons dans la culture adjacente (WHITE *et al.*, 1995; HICKMAN & WRATTEN, 1994). Le maintien de la diversité entomologique ne doit pas forcément être considéré comme un réservoir de ravageurs potentiels de cultures mais plutôt comme un allié composé d'une panoplie d'auxiliaires, économiquement et écologiquement intéressants.

Abstract

THE ABUNDANCE OF SYRPHIDAE (DIPTERA) IN VEGETABLE CROPS IN RELATION TO APHID POPULATIONS

Among entomophagous predators, many Syrphidae species are effective biological control agents of aphids in crops. In this work, syrphid populations were recorded in two vegetable crops (carrot and broad bean) from May to October 2000 and 2001. Density and diversity of adult Syrphidae populations were studied using water yellow traps (144 traps). Twenty four fields were weekly visited to collect trapped insects. From 24 to 32 hoverfly species were identified depending on the considered crop and year. Whereas 70% of syrphid species were aphid predators in 2000, less than 40% of predatory hoverflies were observed in 2001 mainly due to the low presence of *Episyrphus balteatus*. Diversity indices according to Shannon

increased for the first part of both cultivation seasons. Nevertheless, this index dropped in late July 2000 in carrot crops. While *Cavariella aegopodii* was observed at the beginning of June 2000 in carrot crops, the aphid populations (*C. aegopodii* and *Aphis fabae* in carrots and beans, respectively) were not abundant during both considered cultivation seasons. The aphid abundance variations can be related to the presence of biological control agents such as aphidophagous Syrphidae. The conservation and attraction of natural populations of beneficials must be improved to increase aphid control in vegetable crops.

Key-words: hoverfly, predators, diversity, agro-ecosystems, biological control

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier la Direction Générale de l'Agriculture et le Ministre de l'Agriculture de la Région wallonne, Monsieur J. Happart, pour le soutien financier accordé au programme de recherches intitulé "Evaluation et utilisation de l'entomofaune utile en cultures maraîchères de plein champ".

Références

- ALTIERI M.A. & LETOURNEAU D.K., 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Plant Science* **2**:131-169.
- CHAMBERS R.J., SUNDERLAND K.D., STACEY D.L. & WYATT I.J., 1986. Control of cereal aphids in winter wheat by natural enemies: aphid specific predators, parasitoids and pathogenic fungi. *Ann. Appl. Biol.* **108**:219-231.
- COLIGNON P., GASPAS C., HAUBRUGE E. & FRANCIS F., 2001a. Effet de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraîchères de plein champ. *Parasitica* **56**:59-70.
- COLIGNON P., HAUBRUGE E., HASTIR P. & FRANCIS F., 2001b. Effects of insecticide treatments on insect density and diversity in vegetable open fields. *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent* **66(2a)**:403-411.
- DAGUET J., 1976. Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris. 284 pp.
- FASSOTTE C., 1978. Contribution à l'étude de l'entomofaune des vergers. Faculté universitaire des Sciences agronomiques, Gembloux, 241 pp.
- FRANCIS F., COLIGNON P., HASTIR P., HAUBRUGE E. & GASPAS C., 2001. Evaluation of aphidophagous ladybird populations in a vegetable crop and implications as biological control. *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent* **66(2a)**:333-340.
- FRANCIS F., COLIGNON P., STRAET S. & HAUBRUGE E., 2004. Assessment of hoverfly populations in vegetable open fields: compatibility with conventional insecticide treatments. *J. Appl. Entomology* (sous presse).
- HICKMAN J.M. & WRATTEN S.D., 1994. Use of *Phacelia tanacetifolia* (Hydrophyllaceae) as a pollen resource to enhance hoverfly (Diptera: Syrphidae) populations in sweet corn fields. *IOBC/WPRS Bulletin* **17**:156-167.
- NIEHOFF B. & POEHLING H.M., 1995. Population dynamics of aphids and syrphid larvae in winter wheat treated with different rates of pirimicarb. *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**:51-55.
- ROTH M. & COUTURIER G., 1966. Les plateaux colorés en entomologie. *Ann. Soc. Ent. Fr.* **2(2)**:361-370.
- ROTHERAY G.E. & GILBERT F.S., 1989. Systematics and phylogeny of the European predatory Syrphidae (Diptera) from larval and pupal stages. *Zool. J. Linn. Soc.* **95**:27-70.

- TENHUMBERG B. & POEHLING H.M., 1995. Syrphids as natural enemies of cereal aphids in Germany: Aspects of their biology and efficacy in different years and regions. *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**:39-43.
- VERLINDEN L. & DECLER K., 1987. The hoverflies (Diptera, Syrphidae) of Belgium and their faunistics: frequency, distribution, phenology. IRSNB, Bruxelles, 170 pp.
- WHITE A.J., WRATTEN S.D., WEIGMAN U. & BERRY N.A., 1995. Habitat manipulation to enhance biological control of *Brassica* pests by hoverflies (Diptera: Syrphidae). *J. Econ. Entomol.* **88**:1171-1176.
- WYSS E., 1995. The effects of weed strips on aphids and aphidophagous predators in an apple orchard. *Entomol. Exp. Appl.* **75**:43-49.