

Aménagement de la composition floristique des mélanges agri-environnementaux afin d'augmenter les populations d'insectes auxiliaires¹

P. COLIGNON, F. FRANCIS, G. FADEUR & E. HAUBRUGE
Unité de Zoologie générale et appliquée
Faculté universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux²

Résumé

Consécutivement au gel des terres décidé au niveau Européen, de vastes superficies agricoles sont actuellement soustraites à la production. Parmi elles, les bandes de prairies enherbées et les jachères peuvent être aménagées utilement et à peu de frais dans le but de favoriser le contrôle biologique en offrant refuge et ressources à la faune entomologique utile. Les résultats de cette étude ont montré que l'introduction de trois espèces de plantes messicoles dans le mélange fourrager agri-environnemental traditionnel produit un effet bénéfique marqué sur l'ensemble des groupes d'auxiliaires: pollinisateurs, syrphes aphidiphages, prédateurs polyphages, aphidiphages stricts et micro-hyménoptères. Ces résultats ont permis de définir un mélange particulièrement efficace associant le chrysanthème des moissons, le bleuet et le coquelicot en plus de la base fourragère traditionnelle.

Mots-clés: entomofaune, aphidiphages, jachères, mélanges fleuris, messicoles.

Introduction

L'implantation des cultures maraîchères s'est fortement accrue depuis dix ans en Wallonie. Les superficies consacrées à la production de légumes frais sont passées de 9.000 ha en 1990 à 11.500 ha en 2000 (FAOSTAT, 2001). Ces produits agricoles à haute valeur ajoutée doivent répondre à des normes de plus en plus sévères de qualité notamment en ce qui concerne les limites maximum en résidus de pesticides. La lutte intégrée permet de réduire l'importance du contrôle chimique des ravageurs et permet de produire des denrées saines respectant les normes établies. Parmi l'ensemble des cultures horticoles de plein champ, la fève des marais (*Vicia faba* L.) et le pois protéagineux (*Pisum sativum* L.) constituent des sujets d'étude intéressants en raison de l'importance des surfaces cultivées et du problème phytosanitaire permanent qu'y représente le contrôle des pucerons. De nombreuses études

¹ Reçu le 11 mars 2004, accepté le 23 septembre 2004

² Passage des Déportés 2, BE-5030 Gembloux, Belgique; E-mail: colignon.p@fsagx.ac.be

ont démontré l'action favorable de bandes enherbées et de jachères à proximité des cultures céréalières et maraîchères. Diversité entomologique plus importante, abondance plus forte des apoïdes, des coccinellides et des microhyménoptères entraînent une réduction d'intensité des infestations de pucerons dans les parcelles situées à proximité de bandes herbeuses fourragères (DE SNOO *et al.*, 1999; HOLLAND *et al.*, 2000; COLIGNON *et al.*, 2002a,b; MEEK *et al.*, 2002). Le gel des terres et le succès des mesures agri-environnementales instaurés par le pouvoir européen ont favorisé l'implantation de bandes herbeuses le long des cultures. Loin d'être assimilées à des réservoirs d'adventices et de ravageurs ces importantes superficies, soumises à une pression agricole moins intensive, doivent être considérées comme des refuges pour l'entomofaune utile. Cependant, les mélanges qui y sont semés actuellement sont composés invariablement d'une base de graminées et de trèfles qui peut être améliorée dans le but de favoriser le contrôle biologique. En effet, parmi les ennemis naturels des pucerons, les syrphes aphidiphages apparaissent comme des auxiliaires de premier plan en cultures maraîchères (COLIGNON *et al.*, 2001, 2002a,b). Si les larves exercent le contrôle biologique, les adultes se nourrissent exclusivement de matières sucrées puisées dans de nombreuses fleurs à corolle ouvertes. Or, cette morphologie de fleurs est absente dans les mélanges traditionnels composés exclusivement de légumineuses et de graminées. Ce qui explique l'absence d'effet attractif particulier des mélanges traditionnels sur les syrphes adultes (COWGILL *et al.*, 1993; COLIGNON *et al.*, 2002a,b). D'autres auxiliaires de premier plan tels les coccinellides pâtissent également du manque d'accessibilité des fleurs à gorge profondes. Il est dès lors envisageable de maintenir et d'amplifier les populations d'auxiliaires à proximité des cultures en leur offrant des ressources nutritives accessibles. La composition floristique des jachères et des tournières peut donc être optimisée par l'introduction de fleurs réputées pour leur attractivité et adaptées au milieu agricole. Les messicoles, en raison de la rapidité de leur cycle et l'abondance de leur floraison, sont des espèces de premier choix, particulièrement bien adaptées au milieu agricole. Elles comptent en outre de nombreuses espèces très attractives telles les camomilles (*Anthemis* spp., *Chamomilla* spp., *Matricaria* spp.) et les coquelicots (*Papaver* spp.) (COWGILL *et al.*, 1993; FRANCK *et al.*, 1999; MARSHALL *et al.*, 2003).

Matériel et méthode

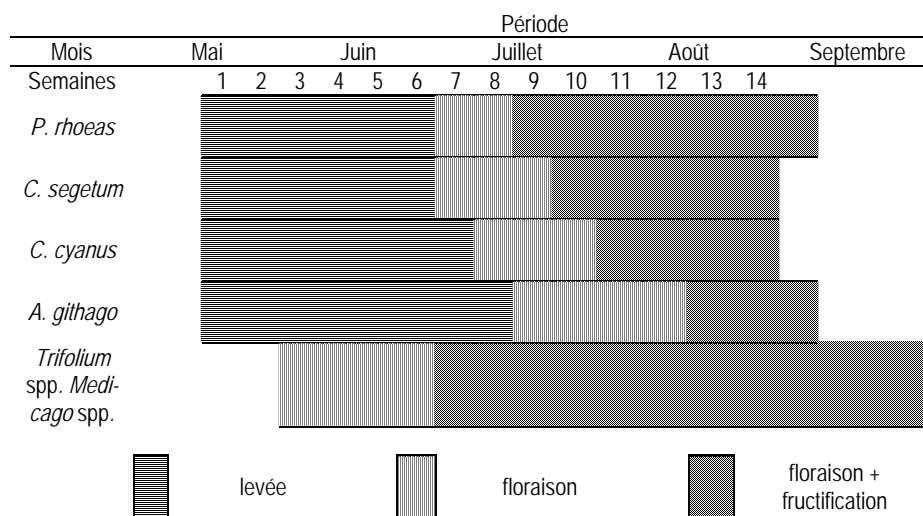
Quatre messicoles annuelles ont été choisies en fonction de leur attractivité et de la rapidité de floraison: le chrysanthème des moissons (*Chrysanthemum segetum* L.), la nielle des blés (*Agrostemma githago* L.), le grand coquelicot (*Papaver rhoeas* L.) et le bleuet (*Centaurea cyanus* L.). Ces fleurs

furent ajoutées au mélange agri-environnemental fourrager classique comportant exclusivement des légumineuses et des graminées. Deux mélanges originaux furent testés, chacun contenant, en plus de la base de graminées et de trèfles, deux espèces nouvelles à raison de 2 à 6% en poids (Tableau 1). Pour permettre un développement optimal des fleurs, le ray-grass (*Lolium perenne* L.) et la fléole (*Phleum pratense* L.) furent remplacés par des *Poaceae* moins agressives. Plusieurs champs de fève et de pois bordés par une tournière fourragère classique (largeur: 20 m) furent sélectionnés dans la Région de la Hesbaye, autour de Waremme (Belgique). Les essais furent implantés le long de trois champs de fèves et d'un champ de pois en 2002 et, en 2003, le long de trois champs de chaque culture. Dans la bande enherbée de 20m de large, le dispositif expérimental comportait deux placeaux de 25 m² semés avec les deux mélanges originaux et implantés (15 mai) chacun à une extrémité. La floraison des espèces introduites débuta dans les premiers jours de juillet et s'étala jusqu'à la mi-septembre avec un optimum entre le premier et le 15 août (Tableau 2). Les populations d'auxiliaires et de ravageurs furent évaluées par piégeage de masse à l'aide de pièges jaunes de von Moericke (Ø 30 cm, h: 12 cm, vol. capture 1l). Trois pièges étaient disposés en triangle au milieu de chaque placeau et une troisième série de trois pièges fut placée au milieu de la tournière traditionnelle. Les pièges furent récoltés hebdomadairement et les insectes déterminés au laboratoire. Cinq groupes d'auxiliaires furent évalués: pollinisateurs, aphidiphages spécialisés, prédateurs polyphages, micro-hyménoptères, et punaises prédatrices. Au sein de chaque groupe, les insectes furent déterminés jusqu'au niveau de la famille. En marge des aphidiens, la prise en compte d'autres insectes ravageurs, secondaires, mais d'importance agronomique en culture de fève et de pois fut réalisée. Ainsi, les Noctuidae et les Tortricidae furent aussi comptabilisés. Le traitement statistique des données et les différentes analyses de la variance furent réalisés à l'aide du logiciel MINITAB version 12.2 après la transformation de variable $y = \log(x + 1)$ nécessaire pour stabiliser les variances et normaliser les données.

TABLEAU 1
Composition des mélanges fleuris semés en 2002 et 2003 dans les tournières
et composition du mélange fourrager classique
*Composition of flowered herbaceous strip and traditional blend in
2002 and 2003*

Mélange traditionnel (C)		Mélange fleuri A		Mélange fleuri B	
<i>Lolium</i> ,	de 60% à 85% en poids	<i>Agrostis</i> spp.	22%	<i>Agrostis</i> spp.	22%
<i>Phleum</i> ,		<i>Festuca rubra</i> L.	40%	<i>Festuca rubra</i> L.	40%
<i>Festuca</i> :		<i>Phleum pratense</i> L.	15%	<i>Phleum pratense</i> L.	15%
div. sp.		<i>Lotus corniculatus</i> L.	3%	<i>Lotus corniculatus</i> L.	3%
<i>Trifolium</i> ,	de 15% à 40% en poids	<i>Medicago sativa</i> L.	10%	<i>Medicago sativa</i> L.	10%
<i>Medicago</i> :		<i>Trifolium pratense</i> L.	2%	<i>Trifolium pratense</i> L.	2%
div. sp.		<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	4%	<i>Papaver rhoeas</i> L.	2%
		<i>Agrostemma githago</i> L.	4%	<i>Centaurea cyanus</i> L.	6%

TABLEAU 2
Phénologie des dicotylédones semées dans les tournières en 2002 et 2003
Phenology of wild flowers in flowered bends in 2002 and 2003



Résultats de la campagne de piégeages de 2002

EFFET DE L'INTRODUCTION DE FLEURS SAUVAGES SUR L'ENTOMOFAUNE

Pendant les 14 semaines de piégeage, 46.519 insectes furent collectés dans l'ensemble des tournières (Tableau 3). Avec 2.490 individus, les aphidiens représentèrent un peu plus de 5% du total. Les pollinisateurs, les prédateurs polyphages et les micro-hyménoptères constituèrent trois groupes de même importance qui rassemblent 89% des auxiliaires capturés. Alors que les aphidiphages "spécialisés", avec 2.073 individus, ne comptèrent que pour 5% et, les punaises prédatrices de pucerons pour 1%. Sur l'ensemble de la saison, les mélanges fleuris "A" et "B" apparaissent avoir nettement favorisé les aphidiens. Mais, si l'on se limite aux huit semaines pendant lesquelles les floraisons battirent leur plein, on n'observe aucune différence significative avec le mélange traditionnel ($F = 0,17$; $p = 0,844$); les importantes captures du début de la saison ne peuvent donc être imputées aux floraisons des messicoles introduites. Pour cette raison, toutes les analyses de la variance présentées ci-dessous furent effectuées sur base des piégeages réalisés pendant les huit semaines correspondant à la période de floraison des messicoles.

TABLEAU 3
Effectifs totaux capturés en 2002 dans les tournières pour les principaux groupes et familles
Group and family numbers according to the set-aside blend in 2002

	Mélanges			Total
	A	B	Traditionnel	
Noctuidae	30	64	22	116
Tortricidae	40	18	28	86
aphidiens	990	1003	497	2490
pollinisateurs	3954	4527	4538	13019
aphidiphages	748	706	619	2073
prédateurs	4518	4194	5312	14024
micro-hyménoptères	4337	6156	3719	14212
punaises	148	171	180	499
Total	14765	16839	14915	46519

Les mélanges fleuris apparaissent clairement plus attractifs pour les auxiliaires pollinisateurs, les prédateurs aphidiphages et les micro-hyménoptères parasites (Tableau 4). L'effet attractif de l'introduction de fleurs sauvages se marque particulièrement intensément (présence accrue de plus de 50%) sur les Apoidea, les syrphes non aphidiphages, les Braconidae et les Cynipidae. A l'opposé, le mélange traditionnel fut plus propice aux Stratiomyiidae, aux Pteromalidae, aux Bruchidae, aux prédateurs Cecidomyiidae, Dolichopodi-

dae et Empididae. Finalement, l'abondance de quelques familles resta très semblable dans les trois mélanges. Ce fut le cas pour les Aphidoidea, les Anthomyiidae, les Proctotrupidae et l'ensemble des punaises prédatrices. Des différences significatives ont été observées pour trois groupes d'auxiliaires et dix familles. Ainsi, les tournières "A" et "B" furent significativement ($2,39 < t < 5,93$; $0,044 > p > 0,001$) plus riches en apoïdes, en syrphes aphidiphages, en pollinisateurs, en syrphes pollinisateurs, en prédateurs aphidiphages, en cynipides et en micro-hyménoptères que les tournières classiques. A l'inverse, les pièges disposés dans ces dernières ont capturé significativement plus de Dolichopodidae ($t = 2,47$; $p = 0,036$). Le mélange "B" fut significativement plus favorable aux Noctuidae ($t = 2,97$; $p = 0,008$) et, le mélange "A" significativement plus attractif que le mélange traditionnel pour les Braconidae ($t = 3,05$; $p = 0,007$). Les Ichneumonidae furent significativement plus abondants dans les tournières classiques que dans les tournières "B" ($t = 3,11$; $p = 0,005$).

PHÉNOLOGIE DES PRINCIPAUX GROUPES DE RAVAGEURS ET D'AUXILIAIRES

Le profil d'évolution des captures de pucerons fut similaire dans les trois types de tournières (Figure 1). Le suivi des populations de pucerons montre une forte densité de ces ravageurs au début de la saison dans les tournières "A" et "B". Leur présence décroît rapidement et au 02 juillet, le nombre de captures ne dépasse plus 2 individus par piège et par semaine. Elle restera à ce niveau jusqu'à la fin de la saison. Dans la tournière classique ("C"), la première semaine de piégeages se caractérise par une présence relativement faible des pucerons (8 indiv./piège) qui s'accroît dès la deuxième semaine pour ensuite suivre strictement la tendance observée dans les autres tournières.

L'évolution des aphidiphages montre un pic de présence au 23 juillet dans les trois types de tournières (Figure 2). La tendance est fort similaire dans les mélanges "A" et "B": faible présence jusqu'au 25 juin, augmentation brutale jusqu'au 23 juillet, puis diminution progressive jusqu'en fin de saison. La courbe de captures dans la tournière classique ("C") se distingue des autres à partir du 16 juillet. Après avoir connu un pic de présence d'une intensité 50% plus importante, les captures dans le mélange classique chutent brutalement et se maintiennent à un niveau inférieur tout en suivant l'évolution générale jusqu'à la fin de la saison.

TABLEAU 4

Captures moyennes par piège et par semaine en fonction du type de tournière pendant les floraisons (saison 2002). Entre «()», les groupes pour lesquels les faibles effectifs capturés rendent délicats l'interprétation de l'analyse de la variance. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes.

Mean insect numbers in traps per week according to the set-aside blend (2002). Means within a row followed by the same letter are not significantly different

Tournière	A		B		Traditionnel		F	p
	Moy.	É.-type	Moy.	É.-type	Moy.	É.-type		
<i>Noctuidae</i>	0,264 ± 0,593	a	0,538 ± 0,821	b	0,241 ± 0,549	a	5,58	0,004
<i>Tortricidae</i>	0,352 ± 0,603	a	0,187 ± 0,419	a	0,287 ± 0,627	a	2,03	0,134
<i>total Aphidoidea</i>	0,791 ± 1,346	a	0,736 ± 1,597	a	0,747 ± 1,408	a	0,17	0,844
<i>Anthomyiidae</i>	11,022 ± 11,407	a	10,198 ± 8,552	a	10,494 ± 10,323	a	0,23	0,797
<i>Apoidea</i>	3,538 ± 4,854	a	2,989 ± 3,764	a	1,632 ± 2,328	b	5,89	0,003
<i>Cantharidae</i>	1,099 ± 2,310	ab	1,495 ± 3,009	a	0,678 ± 1,402	b	3,42	0,034
<i>Stratiomyiidae</i>	2,549 ± 4,590	a	3,077 ± 4,295	b	3,885 ± 7,507	b	3,33	0,037
<i>Syrphidae partim</i>	10,747 ± 14,716	a	12,374 ± 16,775	a	6,897 ± 14,837	b	22,06	< 0,001
<i>autres poll.</i>	0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000			
<i>total pollinisateurs</i>	28,956 ± 22,018	a	30,132 ± 22,854	a	23,586 ± 23,571	b	6,66	0,002
<i>Syrphidae aphidiphages</i>	6,681 ± 7,407	a	6,000 ± 5,719	a	5,368 ± 16,622	b	18,13	< 0,001
<i>(Coccinellidae)</i>	0,231 ± 0,449	a	0,143 ± 0,352	a	0,241 ± 0,549	a	1,22	0,298
<i>(Chrysopidae)</i>	0,121 ± 0,328	a	0,187 ± 0,515	a	0,115 ± 0,515	a	0,67	0,513
<i>(Hemerobiidae)</i>	0,066 ± 0,250	a	0,011 ± 0,105	a	0,034 ± 0,184	a	2,12	0,123
<i>autres aphidiphages</i>	0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000			
<i>total aphidiphages</i>	7,099 ± 7,398	a	6,341 ± 5,712	a	5,759 ± 16,584	b	16,79	< 0,001
<i>Cecidomyiidae</i>	4,769 ± 20,634	a	3,253 ± 7,414	a	5,529 ± 12,424	a	1,68	0,189
<i>Dolichopodidae</i>	0,121 ± 0,468	a	0,121 ± 0,647	a	0,609 ± 2,507	b	3,55	0,030
<i>Empididae</i>	19,495 ± 28,771	a	13,912 ± 16,222	a	20,540 ± 34,064	a	1,23	0,293
<i>Staphylinidae</i>	1,549 ± 2,104	a	1,242 ± 1,888	ab	0,874 ± 1,301	b	4,20	0,016
<i>Carabidae</i>	0,385 ± 0,827	a	0,286 ± 0,704	a	0,345 ± 0,729	a	0,40	0,673
<i>autres prédateurs</i>	0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000			
<i>total prédateurs</i>	35,626 ± 44,316	a	25,659 ± 24,215	a	41,276 ± 48,748	a	2,57	0,078
<i>Ichneumonidae</i>	9,308 ± 11,504	ab	6,846 ± 7,756	b	13,379 ± 15,265	a	4,86	0,008
<i>Braconidae</i>	7,121 ± 6,997	a	5,242 ± 4,644	ab	4,828 ± 5,176	b	4,65	0,010
<i>(Aphidiinae)</i>	0,286 ± 0,688	a	0,154 ± 0,420	a	0,276 ± 0,758	a	1,27	0,283
<i>(Ceraphronidae)</i>	0,176 ± 0,643	a	0,022 ± 0,147	b	0,126 ± 0,501	ab	3,06	0,049
<i>Cynipidae</i>	25,550 ± 61,869	a	45,429 ± 154,468	a	7,851 ± 11,334	b	19,30	< 0,001
<i>(Diapriidae)</i>	0,132 ± 0,763	a	0,044 ± 0,206	a	0,069 ± 0,255	a	0,50	0,606
<i>(Mymaridae)</i>	0,011 ± 0,105	a	0,055 ± 0,376	b	0,011 ± 0,107	a	0,82	0,440
<i>Proctotrupidae</i>	2,374 ± 3,275	a	2,165 ± 2,997	a	2,207 ± 3,275	a	0,09	0,912
<i>Pteromalidae</i>	1,033 ± 1,616	a	1,143 ± 1,912	ab	2,000 ± 3,563	b	3,25	0,040
<i>(autres micro-hym.)</i>	0,055 ± 0,273	a	0,011 ± 0,105	a	0,069 ± 0,367	a	1,15	0,318
<i>total micro-hym.</i>	36,736 ± 66,084	a	54,264 ± 157,089	a	17,437 ± 17,798	b	10,03	< 0,001
<i>Anthocoridae</i>	0,110 ± 0,379	a	0,253 ± 1,395	a	0,241 ± 0,681	a	0,95	0,388
<i>Miridae</i>	1,077 ± 1,593	a	0,945 ± 1,377	a	1,011 ± 1,968	a	0,15	0,863
<i>(Nabidae)</i>	0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000		0,000 ± 0,000			
<i>(Reduviidae)</i>	0,011 ± 0,105	a	0,011 ± 0,105	a	0,034 ± 0,184	a	0,69	0,502
<i>(autres punaises)</i>	0,011 ± 0,105	a	0,011 ± 0,105	a	0,000 ± 0,000	a	0,40	0,677
<i>total punaises</i>	1,209 ± 1,690	a	1,220 ± 1,925	a	1,287 ± 2,045	a	0,04	0,965
<i>Bruchidae</i>	2,198 ± 3,691	a	1,780 ± 2,772	a	2,425 ± 5,155	a	0,46	0,634

L'abondance des micro-hyménoptères évolue en trois phases. Du 11 juin au 16 juillet, on note une présence relativement faible de ces auxiliaires, avec une tendance à la baisse (Figure 3). Par la suite, et jusque au 6 août, on assiste à un pic intense et resserré de captures dans les tournières "A" et "B". Le mélange "B" apparaît alors le plus favorable aux micro-hyménoptères avec plus de 220 insectes récoltés par piège. Le mélange traditionnel "C" connaît également un extremum local mais, qui ne dépasse pas les valeurs enregistrées au début de la saison (33 indiv./piège).

La Figure 4 montre une présence relativement faible des apoïdes dans l'ensemble des tournières pendant la première moitié de la saison. Du 9 au 26 juillet le mélange traditionnel "C" apparaît sensiblement plus attractif. Ensuite, la tendance s'inverse et, pendant le pic d'abondance du 3 août, la densité de pollinisateurs dans les tournières "B" et "A" dépasse respectivement deux fois la densité dans le mélange classique. Du 10 août au 29 août, la tendance est à une diminution des captures dans toutes les tournières; les courbes de densité pour les mélanges "A" et "B" évoluent en parallèle tandis que les insectes capturés dans la tournière classique demeurent moins nombreux.

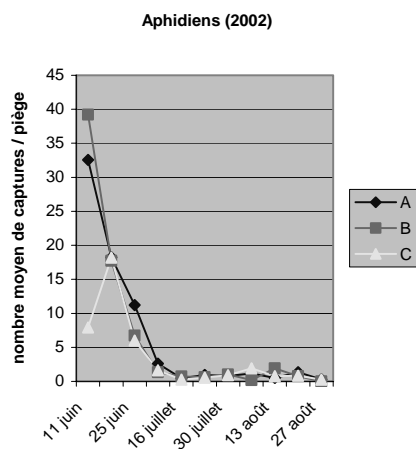


Figure 1

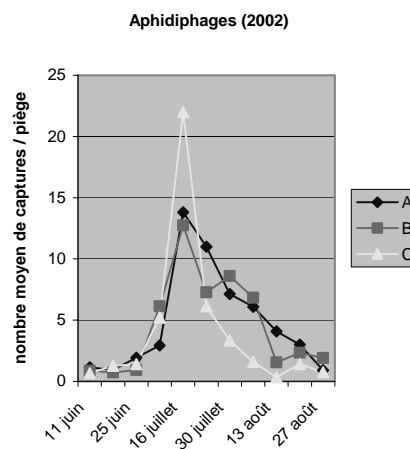


Figure 2

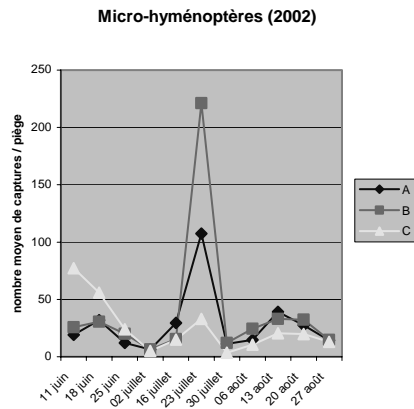


Figure 3

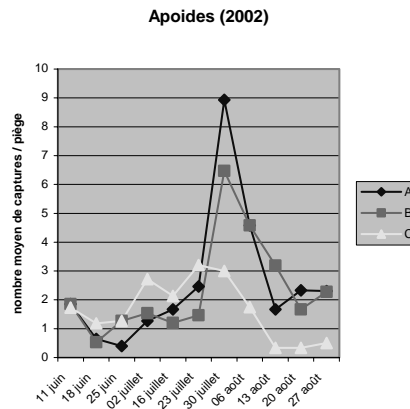


Figure 4

Figures 1-4. Dynamique des populations des principaux ennemis et auxiliaires des cultures de fève et de pois dans les différents types de tournières (saison 2002)
Evolution of beneficials and pests trappings according to the set-aside blend (2002)

Résultats de la campagne de piégeage de 2003

EFFET DE L'INTRODUCTION DE FLEURS SAUVAGES SUR L'ENTOMOFAUNE

22.645 insectes furent collectés et déterminés pendant les huit semaines de piégeage dans l'ensemble des tournières en 2003. Les aphidiens et les aphidiphages "spécialisés" représentèrent comme en 2002, environ 5% du total. Par rapport à la campagne 2002, on notera une présence accrue des pollinisateurs (39% contre 28%) et des hétéroptères (3% contre 1%) ainsi qu'une baisse en importance du groupe des prédateurs polyphages (19% contre 30%).

L'introduction de messicoles dans le mélange traditionnel apparaît, cette saison également, avoir favorisé nettement les micro-hyménoptères, les pollinisateurs et les aphidiphages. Ces trois guildes furent significativement plus représentées dans les pièges des placeaux fleuris ($F > 8,32$; $p < 0,001$), sans pour autant de différence significative ($t < 2,18$; $p > 0,07$) entre mélanges fleuris. Les prédateurs polyphages furent également significativement plus nombreux dans les mélanges fleuris ($t > 2,57$; $p < 0,028$) mais, encore une fois, aucune différence significative ($t = 0,62$; $p = 0,812$) ne fut notée entre les mélanges "A" et "B".

TABLEAU 5
Effectifs totaux capturés en 2003 dans les tournières pour les principaux
groupes et familles
Group and family numbers according to the set-aside blend (2003)

	Mélanges			Total
	A	B	Traditionnel	
Noctuidae	80	130	115	325
Tortricidae	10	21	17	48
aphidiens	318	364	444	1126
pollinisateurs	2760	3473	2452	8685
aphidiphages	343	410	245	998
prédateurs	1521	1769	826	4116
micro-hyménoptères	2171	2915	1457	6543
punaises	271	273	260	804
Total	7474	9355	5816	22645

L'effet attractif se marque particulièrement intensément sur apoïdes, les syrphes aphidiphages et non aphidiphages, les Empididae et les Cynipidae. Des différences significatives sont observées d'avec le mélange traditionnel pour neuf familles d'auxiliaires (Tableau 5). Ainsi, les mélanges "A" et "B" furent significativement plus favorables aux Apoïdea ($t > 2,94$; $p < 0,010$), aux Syrphidae aphidiphages ($t > 3,89$; $p < 0,001$) et non aphidiphages ($t > 6,45$; $p < 0,001$), aux Cecidomyiidae ($t > 2,38$; $p < 0,048$), et aux Empididae ($t > 2,57$; $p < 0,028$). Le mélange "B" fut significativement ($t = 2,76$; $p = 0,016$) plus riche en Chrysopidae que le mélange traditionnel et significativement ($t > 2,95$; $p < 0,009$) plus riche en Ichneumonidae et en apoïdes que le mélange "A". A l'inverse, les Coccinellidae et les punaises, de manière générale, semblèrent indifférentes à la composition floristique des mélanges. Finalement, soulignons que l'espèce *A. fabae* fut significativement ($t > 2,38$; $p < 0,045$) plus abondante dans la tournière traditionnelle que dans les mélanges fleuris.

TABLEAU 6

Captures moyennes par piège et par semaine en fonction du type de tournière (saison 2003). Entre “()”, les groupes pour lesquels les faibles effectifs capturés rendent délicats l’interprétation de l’analyse de la variance. Les moyennes suivies d’une même lettre ne sont pas significativement différentes

Insect mean numbers in traps per week according to the set-aside blend (2003). Means within a row followed by the same letter are not significantly different

Tournière	A			B			C			F	P			
	Moy.	±	É.-type	Moy.	±	É.-type	Moy.	±	É.-type					
<i>Noctuidae</i>	0,635	±	0,952	a	0,956	±	1,572	a	0,885	±	1,321	a	0,90	0,407
<i>(Tortricidae)</i>	0,079	±	0,299	a	0,154	±	0,665	a	0,131	±	0,438	a	0,30	0,741
<i>total Aphidoidea</i>	2,524	±	3,244	a	2,676	±	3,105	a	3,415	±	3,876	a	2,96	0,053
<i>Anthomyiidae</i>	9,214	±	12,583	a	11,228	±	19,679	a	10,277	±	13,570	a	0,67	0,512
<i>Apoidea</i>	2,532	±	2,939	a	3,912	±	4,208	b	1,677	±	2,503	c	25,98	< 0,001
<i>Cantharidae</i>	0,325	±	0,911	a	0,757	±	1,640	b	0,631	±	1,576	ab	4,99	0,007
<i>Stratiomyiidae</i>	3,381	±	6,103	a	3,404	±	5,537	a	3,738	±	6,731	a	0,05	0,952
<i>Syrphidae partim</i>	6,452	±	6,390	a	6,228	±	8,387	a	2,531	±	3,442	b	27,61	< 0,001
<i>(autres poll.)</i>	0,000	±	0,000		0,007	±	0,086		0,008	±	0,088		0,55	0,575
<i>total pollinisateurs</i>	21,905	±	18,478	a	25,537	±	27,954	a	18,862	±	20,846	b	14,81	< 0,001
<i>Syrphidae aphidiphages</i>	1,690	±	2,126	a	1,559	±	1,792	a	0,877	±	1,318	b	12,28	< 0,001
<i>Coccinellidae</i>	0,357	±	0,824	a	0,522	±	1,142	a	0,408	±	0,842	a	1,09	0,338
<i>Chrysopidae</i>	0,651	±	1,175	ab	0,919	±	1,446	a	0,585	±	1,070	b	4,05	0,018
<i>(Hemerobiidae)</i>	0,024	±	0,153	a	0,015	±	0,121	a	0,015	±	0,124	a	0,24	0,786
<i>(autres aphidiphages)</i>	0,000	±	0,000		0,000	±	0,000		0,000	±	0,000			
<i>total aphidiphages</i>	2,722	±	2,652	a	3,015	±	2,667	a	1,885	±	1,854	b	8,72	< 0,001
<i>Cecidomyiidae</i>	1,762	±	4,100	a	2,066	±	4,196	a	0,923	±	2,025	b	4,78	0,009
<i>Dolichopodidae</i>	0,460	±	1,136	a	0,360	±	1,269	a	0,231	±	0,617	a	1,56	0,212
<i>Empididae</i>	8,619	±	14,184	a	9,169	±	20,245	a	4,000	±	5,465	b	5,54	0,004
<i>Staphylinidae</i>	1,167	±	1,779	a	1,360	±	2,243	a	1,131	±	1,611	a	0,25	0,781
<i>(Carabidae)</i>	0,063	±	0,415	a	0,029	±	0,209	a	0,054	±	0,287	a	0,49	0,615
<i>(autres prédateurs)</i>	0,000	±	0,000		0,022	±	0,191		0,015	±	0,175			
<i>total prédateurs</i>	12,071	±	15,269	a	13,007	±	20,704	a	6,354	±	6,166	b	10,20	< 0,001
<i>Braconidae</i>	2,333	±	4,000	a	2,294	±	6,461	a	1,385	±	1,906	a	2,57	0,078
<i>Aphidiinae</i>	1,778	±	4,341	a	2,015	±	5,187	a	1,023	±	2,085	a	2,46	0,086
<i>(Ceraphronidae)</i>	0,095	±	0,731	a	0,037	±	0,189	a	0,008	±	0,088	a	1,83	0,161
<i>Cynipidae</i>	6,476	±	14,672	ab	9,147	±	21,625	b	3,392	±	6,310	a	7,78	< 0,001
<i>(Diapriidae)</i>	0,016	±	0,125	b	0,059	±	0,317	ab	0,115	±	0,443	a	3,05	0,049
<i>(Mymaridae)</i>	0,016	±	0,125	a	0,022	±	0,191	a	0,000	±	0,000	a	1,00	0,369
<i>Proctotrupidae</i>	0,619	±	1,528	a	0,750	±	2,482	a	0,638	±	1,114	a	0,74	0,480
<i>Pteromalidae</i>	2,929	±	7,350	a	2,934	±	5,482	a	1,854	±	3,027	a	0,87	0,422
<i>Ichneumonidae</i>	2,921	±	4,221	b	4,125	±	4,591	a	2,754	±	2,369	ab	4,77	0,009
<i>(autres micro-hym.)</i>	0,048	±	0,376	a	0,051	±	0,222	a	0,038	±	0,261	a	0,27	0,762
<i>total micro-hym.</i>	17,230	±	24,510	ab	21,434	±	32,278	b	11,208	±	8,620	a	8,32	< 0,001
<i>(Anthocoridae)</i>	0,016	±	0,125	a	0,037	±	0,283	a	0,023	±	0,196	a	0,27	0,760
<i>Miridae</i>	2,000	±	2,704	a	1,779	±	2,193	a	1,831	±	2,256	a	0,11	0,893
<i>(Nabidae)</i>	0,063	±	0,276	a	0,037	±	0,189	a	0,015	±	0,175	a	1,76	0,174
<i>(Reduviidae)</i>	0,024	±	0,199	ab	0,015	±	0,121	b	0,131	±	0,686	a	3,05	0,049
<i>(autres punaises)</i>	0,048	±	0,306		0,140	±	0,458		0,000	±	0,000			
<i>total punaises</i>	2,151	±	2,794	a	2,007	±	2,275	a	2,000	±	2,376	a	0,02	0,983

PHÉNOLOGIE DES PRINCIPAUX GROUPES DE RAVAGEURS ET D'AUXILIAIRES

Au début de la saison, on assiste à une augmentation rapide des captures dans l'ensemble des tournières (Figure 5). Pendant cette période, le mélange traditionnel "C" se distingue par une densité de pucerons supérieure par rapport aux tournières "A" et "B". Les captures d'aphidiens connurent une évolution très similaire dans les trois mélanges à partir de la dernière semaine de juillet. Le maximum absolu est atteint le 29 juillet dans l'ensemble des tournières. La semaine qui suivit, les captures chutèrent brutalement dans les trois mélanges puis, se maintinrent à un faible niveau jusqu'à la fin de la saison avec une tendance à un léger tassement.

Les captures évoluèrent parallèlement dans les trois types de tournières mais à des niveaux différents (Figure 6). Alors que les courbes se confondirent dans les mélanges fleuris pour une grande partie de la saison, les aphidiphages demeurèrent constamment moins nombreux dans le mélange traditionnel ("C"). L'écart fut particulièrement important au moment du pic de présence de la guilde au début du mois d'août. Le début de la saison vit une chute brutale des captures, suivie d'une remontée aussi rapide vers un extremum situé au niveau qui fut observé la première semaine. Ensuite, et jusqu'à la fin des piégeages, la densité d'aphidiphages dans les pièges décrût dans l'ensemble des mélanges pour finalement atteindre un minimum absolu en toute fin de saison. A cet instant, aucune différence sensible n'était plus perceptible entre les diverses tournières.

Les densités maximales de micro-hyménoptères furent observées dès la première semaine dans l'ensemble des tournières (Figure 7). A cet instant, le mélange traditionnel "C" se distingue par une densité nettement plus faible que les mélanges fleuris. Parmi ces derniers, le mélange "B" apparaît beaucoup plus attractif pour les micro-hyménoptères que le mélange "A". Cependant, les captures connurent un fort recul dans les mélanges fleuris les deux semaines qui suivirent, si bien que, la densité d'auxiliaires y parvint au même niveau que dans le mélange traditionnel. Du 22 juillet au 12 août, plus aucune différence sensible n'est perceptible entre les diverses tournières; les courbes de captures évoluent similairement. Les deux dernières semaines, on note encore une légère reprise des captures dans les mélanges fleuris mais sans comparaison avec les valeurs du début de saison.

Pendant les trois premières semaines des piégeages, on assiste à une régression importante de la densité d'apoides dans les trois types de tournières (Figure 8). Si bien qu'en dépit de niveaux de départs très différents, au 22 juillet, les valeurs de densités se situent dans une fourchette restreinte. Une différence se marque à nouveau par la suite entre les différents mélanges à l'occasion d'une courte phase de croissance suivie d'une décroissance puis d'une nouvelle croissance en fin de saison. Si l'on se limite aux premières

semaines, les mélanges fleuris apparaissent plus favorables aux apoïdes. Et parmi ces derniers, le mélange "A" fut supérieur au mélange "B". Par la suite, cette tendance perdure, bien que les captures évoluent en parallèle dans les deux mélanges fleuris. Notons que pendant une période de trois semaines s'étalant du 29 juillet au 19 août, le mélange traditionnel "C" fut nettement plus propice aux apoïdes que le mélange "A".

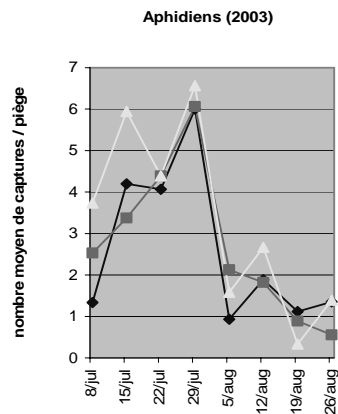


Figure 5

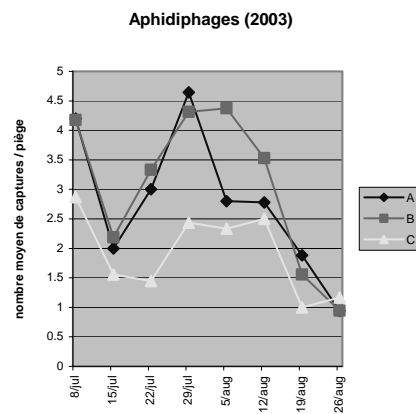


Figure 6

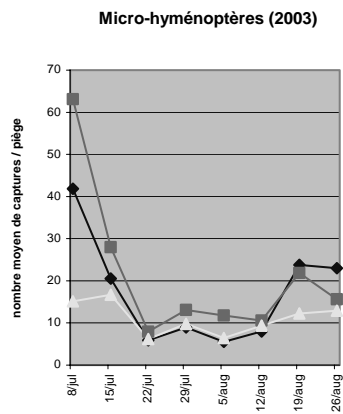


Figure 7

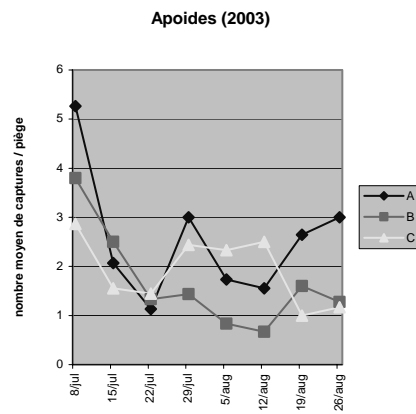


Figure 8

Figures 5-8. Dynamique des populations des principaux ennemis et auxiliaires des cultures de fève et de pois dans les différents types de tournières (saison 2003)
Evolution of beneficials and pests trappings according the set-aside blend (2003)

Discussion et conclusions

L'effet positif de l'introduction de fleurs sauvages dans le mélange classique est clairement démontré pour l'ensemble des guildes d'auxiliaires: pollinisateurs, syrphes aphidiphages et non aphidiphages, prédateurs polyphages, aphidiphages spécialisés et micro-hyménoptères. L'attractivité très supérieure des tournières aménagées se marque dès le début de la floraison des espèces introduites, début juillet, et se prolonge jusqu'à la fin de la saison. C'est l'association chrysanthème des moissons et nielle des blés qui se révèle la plus intéressante pour les aphidiphages, les prédateurs généralistes et les punaises. Des deux fleurs introduites, le chrysanthème est probablement responsable de la plus grande part de l'attractivité en raison de sa couleur jaune et la morphologie plate de son inflorescence (ROTH & COUTURIER, 1966; COWGILL *et al.*, 1993). L'effet positif de l'introduction de fleurs sauvages dans le mélange classique se marque fortement sur les micro-hyménoptères, particulièrement dans le mélange "B". Compte tenu de leur mode de vie parasite, le lien entre les micro-hyménoptères et les fleurs introduites n'est pas évident. L'effet positif des tournières fleuries sur ce groupe d'insectes pourrait être relié à une présence plus importante de leurs hôtes (Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères). L'attractivité de certaines adventices sur les parasitoïdes de pucerons a déjà été observée par le passé, notamment en ce qui concerne les diverses espèces de pavots (*Papaver* spp.) (HICKMAN *et al.*, 2001). L'association "bleuet-coquelicot" se montra en outre la plus appropriée aux pollinisateurs mais, sans explication, aussi la moins favorable aux punaises. En accord avec ce qui a été observé précédemment par COLIGNON *et al.* (2002a), le mélange à base de ray-grass et de trèfles apparaît le plus favorable aux familles renfermant des espèces liées au milieu prairial et aux Stratiomyidae. Enfin, l'introduction de fleurs sauvages n'eut qu'un impact limité sur l'abondance des captures d'aphidiens ailés dans les tournières. Ce fait témoigne de ce que les mélanges fleuris ne sont pas spécialement des refuges de pucerons, contrairement à une idée répandue.

Cette étude montre l'intérêt de l'introduction de fleurs sauvages dans les mélanges traditionnels pour favoriser l'entomofaune auxiliaire et, particulièrement, les aphidiphages spécialistes et les pollinisateurs (Tableau 7). Les mélanges fleuris amplifient les populations d'auxiliaires et les maintiennent plus longtemps à proximité des parcelles cultivées. De nombreuses autres espèces réputées attractives mériteraient aussi d'être testées. Les mélanges pourraient de cette façon être optimisés en fonction de l'effet principal souhaité, par exemple pollinisation ou contrôle des pucerons. La première étape passerait par l'identification du (ou des) groupe(s) d'auxiliaire(s) le(s) plus important(s) pour la défense de la culture; celui (ou ceux-ci) serai(en)t sélectionnés.

tionné(s) en fonction de deux critères: abondance et efficacité prédatrice. En fonction de cet élément, il s'agirait ensuite de choisir judicieusement les espèces de fleurs les plus attractives pour les intégrer à la base fourragère de Fabaceae et de graminées. Enfin, la dernière étape consisterait à ajuster les proportions relatives des espèces introduites dans la limite des prescriptions légales et tenant compte du surcoût engendré. Le mélange préconisé comporterait alors trois annuelles aux attractivités complémentaires dans des proportions à moduler selon la finesse des graines.

TABLEAU 7
Synthèse des bénéfices liés à l'introduction de fleurs sauvages dans le mélange fourrager traditionnel
Benefits of incorporating wild flowers into a seed blend of grasses and legumes

		Grand coquelicot/ Bleuet	Nielle des blés /Chrysanthème des moissons	
Pollinisation	Pollinisateurs	Apoides	++	+
	Parasitoïdes		+++	+
Contrôle des pucerons	Aphidiphages spécialisés	Syrphides	++	+++
		Coccinellides	++	++
	Prédateurs polyphages		+	+
	Punaises prédatrices		-	+/-

Remerciements

Cette étude fait partie d'un projet de recherche subventionné par le Ministère wallon de l'Agriculture en collaboration avec les Services agricoles de la Province de Liège et le Centre maraîcher de Hesbaye. Les auteurs tiennent particulièrement à remercier Monsieur le Ministre J. Happart.

Summary

As a result of political decisions, large cultivation areas are put aside in Europe. Such areas may be easily managed as set-asides to enhance biological control of insect pests in adjacent fields by providing food and shelter to beneficial insects. This study shows the benefits of introducing a small number of wild flowers in a classical blend of grasses and legumes. All the beneficial insect groups were enhanced: pollinators, hymenopteran parasitoids, aphidophagous syrphids and other predators.

Références

- COLIGNON P., HASTIR P., GASPAR C. & FRANCIS F., 2001. Effets de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraîchères de plein champ. *Parasitica* **56**(2-3): 59-70.
- COLIGNON P., HASTIR P., GASPAR C. & FRANCIS F., 2002a. Effets de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en carottes de plein champ. *2^{ème} Conférence Internationale sur les Moyens Alternatifs de Lutte contre les Organismes Nuisibles aux Végétaux, Lille, 4-7 mars 2002*. Annales des communications orales, 252-253.
- COLIGNON P., HAUBRUGE E., GASPAR C. & FRANCIS F., 2002b. Impact of close habitat on the entomological diversity and abundance in carrot open fields. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent* **67**(3): 481-486.
- COWGILL S.E., WRATTEN S.D. & SOTHERTON N.W., 1993. The effect of weeds on the numbers of hoverfly (Diptera: Syrphidae) adults and the distribution and composition of their eggs in winter wheat. *Annals of Applied Biology* **123**: 499-515.
- DE SNOO G.R., 1999. Unsprayed field margins: effects on environment biodiversity and agricultural practice. *Landscape and Urban Planning* **46**: 151-160.
- FAOSTAT, 2001. In: <http://www.fao.org>, site consulté le 15/09/2001
- FRANK T., 1999. Density of adult hoverflies (Dipt., Syrphidae) in sown weed strips and adjacent fields. *Journal of Applied Entomology* **123**: 351-355.
- HOLLAND J. & FAHRIG G., 2000. Effects of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **78**: 115-122.
- MARSHALL E.J.P., BROWN V.K., BOATMAN N.D., LUTMAN P.J.W., SQUIRE G.R. & WARD L.F., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* **43**: 77-89.
- MEEK B., LOXTON D., SPARKS T., PYWELL R., PICKETT H. & NOWAKOWSKI M., 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation* **106**: 259-271.
- ROTH M. & COUTURIER G., 1966. Les plateaux colorés en entomologie. *Annales de la Société Entomologique de France (N.S.)* **II**(2): 361-370.
- THOMAS C.F. & MARSHALL E.J., 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **72**: 131-144.