

EFFETS DE L'ENVIRONNEMENT PROCHÉ SUR LA BIODIVERSITÉ ENTOMOLOGIQUE EN CAROTTES DE PLEIN CHAMP

P. COLIGNON, C. GASPAR ET F. FRANCIS

Unité de Zoologie générale et appliquée,
Faculté universitaire des Sciences agronomiques,
Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux

Résumé

En Hesbaye (Belgique), le contrôle des populations aphidiennes constitue un des problèmes phytosanitaires majeurs en culture de carottes. La lutte intégrée est basée sur la réduction des applications de pesticides mais également sur l'utilisation de la faune utile. Afin de déterminer la diversité entomologique liée aux abords des champs, un inventaire de l'entomofaune a été réalisé dans 13 champs de carottes. L'effet de trois types d'environnement a été étudié : cultures, jachères et terrains boisés. Au total, plus de 190.000 insectes appartenant à 133 familles ont été capturés à l'aide de « bacs jaunes ». Si le type d'environnement n'a pas d'effet marqué sur la diversité entomologique des parcelles, la densité et l'abondance des auxiliaires et des ravageurs est significativement influencée. Ainsi, les zones boisées favorisent une densité de peuplement élevée et l'abondance des *Aphididae* et des *Syrphidae*. Les parcelles bordées de jachères sont les plus riches en *Coccinellidae* tandis que diverses familles de ravageurs, dont les *Elateridae*, sont plus présentes à proximité de « l'environnement cultures ». Ces résultats sont présentés dans le cadre du développement de stratégies de lutte intégrée en maraîchage utilisant l'entomofaune utile naturellement présente.

Mots-clés : carotte, entomofaune, environnement proche, biodiversité, lutte intégrée.

Abstract

Aphid control is one of the major pest problems for carrot growers in « Hesbaye » (Belgium). Integrated pest management (I.P.M), is based on pesticide sprayings reduction but also on beneficial population manipulations. A broad inventory was undertaken in 13 carrot fields to asses the entomological diversity is related to field margins. Three kinds of environment were studied : crops, set-asides and woody areas. More than 190.000 insects belonging to 133 families were trapped using « yellow traps ». Our results showed that closed environment did not greatly influence diversity but has an impact on beneficial and pest density. Woody areas favoured a high insect density and enhance aphid and syrphid populations. Set-asides borders increased coccinellid presence while some pest families were more abundant in fields surrounded by crops. Results are discussed in relation to new I.P.M. strategy in vegetable open fields.

Introduction

Depuis une décennie, l'implantation des cultures maraîchères dans les rotations est en plein essor en Wallonie (moitié sud de la Belgique). Or, les produits horticoles doivent répondre à des normes sévères de qualité, notamment en ce qui concerne les limites maximales de résidus de pesticides. La lutte intégrée permet de réduire le nombre d'interventions chimiques et de produire des denrées saines respectant les normes établies. Parmi ces nouvelles spéculations, la culture de carotte de plein champ tient une place de premier rang. Dans la région agricole considérée, la très faible pression parasitaire de la mouche de la carotte (*Psila rosae* Fab.) observée depuis quelques années pourrait laisser entrevoir l'éventualité d'un non traitement. Néanmoins, les faits prouvent que la lutte contre les ennemis aphidiens nécessite de poursuivre certaines interventions phytosanitaires, principalement en début de saison. Après la levée des jeunes carottes, les premières semaines de croissance constituent une période critique pendant laquelle de nombreuses espèces de pucerons sont susceptibles d'infester la culture et de causer des dégâts importants. Si l'effet de la présence de zones semi-naturelles dans le paysage agricole sur l'abondance et la diversité de certains auxiliaires ou ravageurs est relativement bien étudié (COWGILL, 1993 ; WYSS, 1996 ; ALLEN-WARDELL, 1999), les données concernant l'impact de l'environnement des champs sur la majorité des espèces peuplant les cultures restent fragmentaires. Pourtant, haies, bosquets, jachères et friches sont reconnus depuis longtemps pour abriter une riche entomofaune dont nombre d'espèces participent activement à l'agro-écosystème et contribuent au potentiel d'autorégulation des populations de ravageurs des cultures (POLLARD, 1968). Aussi, la biodiversité des agro-écosystèmes peut être séparée en deux composantes : la biodiversité liée à la culture et la biodiversité « associée » qui regroupe l'ensemble des organismes vivants colonisant l'agro-écosystème à partir de l'environnement proche (VANDERMEER et PERFECTO, 1995). L'étude de la biodiversité entomologique de « l'agro-écosystème carottes » et de l'effet de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique des parcelles représente une part importante de notre projet visant à évaluer et utiliser l'entomofaune utile présente en culture de carottes de plein champ.

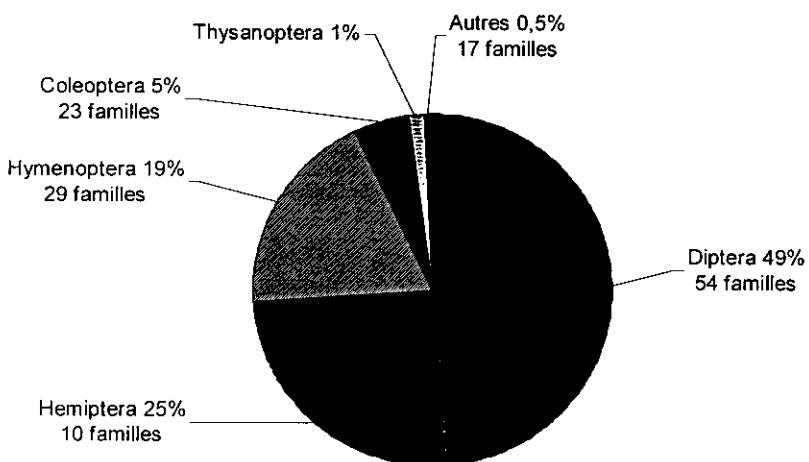
Matériel et méthode

Cette étude fut conduite dans treize champs de carottes situés entre Hannut et Waremme. Ceux-ci furent sélectionnés en fonction du type de végétation présente dans leur environnement immédiat. Ainsi, trois types de milieux les plus fréquemment rencontrés à proximité des terrains agricoles en Hesbaye furent sélectionnés : cultures (huit champs), jachères ou friches (trois champs), bois ou bosquets (deux champs). La dénomination « jachères ou friches » correspondait à un environnement dominé par une végétation herbacée où cohabitent un petit nombre de *Poaceae* (ray-grass, houlque, fromental) et de *Fabaceae* des sol riches. Dans chaque champ, les insectes furent capturés à l'aide d'un dispositif expérimental constitué de six pièges colorés jaunes remplis avec une solution de « teepol » (0,1% vol.) et disposés en deux triangles équilatéraux de un mètre de côté. Les pièges furent relevés hebdomadairement. La période de piégeage s'étala sur l'ensemble de la saison de culture, soit 20 semaines (du 02 mai au 19 septembre 2000). Les insectes collectés furent déterminés au laboratoire jusqu'au niveau taxonomique de la famille, exception faite des Thysanoptères (déterminés à l'ordre). Le traitement statistique des données et les diverses analyses de 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. La richesse des peuplements entomologiques des champs étudiés fut en partie analysée grâce à l'indice d'équitabilité « E » de *Shannon* (DAGET, 1976) qui tend vers zéro lorsqu'un taxon domine largement le peuplement et vaut un lorsque tous les taxons ont la même abondance.

Résultats : diversité entomologique des champs de carottes

Pendant les 20 semaines de piégeage, 190.624 insectes représentant 12 ordres et 133 familles furent collectés dans l'ensemble des treize champs. 187.178 d'entre-eux, soit plus de 98 %, appartenaient à 59 familles tandis que les 74 autres familles ne totalisaient que 1039 individus (tableau en annexe I). Les Diptères (92.968 individus) dominèrent largement les autres ordres (figure 1) ; vinrent ensuite les Hémiptères (47.631 indiv.), les Hyménoptères (36.030 indiv.), les Coléoptères (9.910 indiv.), les Thysanoptères (2.407 indiv.) et les Lépidoptères (1.299 indiv.). Par ordre d'importance, Névroptères, Mécoptères, Ephéméroptères, Orthoptères, Odonatoptères et Blattoptères ne totalisèrent que 374 individus.

Figure 1 - Répartition des insectes capturés en fonction de leur ordre
(Distribution of caught insects according to their order)



Procédant d'une démarche similaire à celle qui consiste à regrouper les espèces relevant d'un écosystème au sein de guildes, nous avons tenté de former des ensembles de familles exploitant les mêmes ressources. Huit grands ensembles furent identifiés parmi les 133 familles recensées (tableau I). Notons la forte représentation des « phytophages piqueurs suceurs », le groupe le plus imposant avec 25 % du total des captures. Parmi les phytophages broyeurs, six familles d'importance agronomique (*Noctuidae*, *Curculionidae*, *Tipulidae*, *Tenthredinidae*, *Bibionidae* et *Chrysomelidae*) comptèrent pour plus de 88 % des effectifs capturés ; la seule famille des *Tenthredinidae* représentant 58 % du groupe. La plus grande diversité en terme de familles fut observée dans le groupe des parasites et parasitoïdes bien qu'ils ne représentèrent que 7 % du total des captures. A l'opposé, les phytophages piqueurs suceurs ne se répartirent qu'entre cinq familles, ce qui en fit le groupe le moins diversifié. En ce qui concerne l'entomofaune utile, *Braconidae* (6237 indiv.), *Pteromalidae* (4970 indiv.), *Ichneumonidae* (3665 indiv.) et *Cynipidae* (3531 indiv.) représentèrent plus des quatre cinquièmes des parasites et parasitoïdes. Les aphidiphages furent largement dominés par les *Syrphidae* (77 %), puis vinrent les *Braconidae* (11 %), les *Coccinellidae* (5 %) et les *Chrysopidae* (2 %). Les saprophages et fungivores furent dominés par les *Drosophilidae* (49 % des captures) alors que les *Calliphoridae* et les *Muscidae* comptabilisèrent respectivement 44 % et 26 % des nécrophages et coprophages. Enfin, avec 23.776 individus capturés, les *Anthomyiidae* représentèrent 80 % des floricoles et pollinisateurs.

Tableau I - Effectifs et nombre de familles entomologiques regroupées en fonction de leur mode de vie ou de nutrition
 (Insects and family numbers grouped according to the feeding and living behaviour)

	Effectifs	Proportion relative	Nombre de familles
Parasites & parasitoïdes	20160	11%	29
Aphidiphages	13291	7 %	6
Prédateurs polyphages	8492	5 %	25
Phytophages piqueurs suceurs	46545	25 %	5
Saprophages & fungivores	24473	13 %	19
Phytophages broyeurs	22682	12 %	22
Nécrophages & coprophages	21968	11 %	10
Floricoles et polliniseurs	29654	16 %	19
Total	188217*	100 %	135

Les syrphes furent déterminés jusqu'à l'espèce (FRANCIS et al., 2001), ce qui permit de séparer la sous-famille des *Eristalinae* (larves aquatiques et détritiphages) des autres espèces recensées (larves aphidiphages) ; les *Syrphidae* sont donc présents à la fois dans le groupe des « prédateurs aphidiphages » et dans les saprophages & fungivores. De même, les *Braconidae* apparaissent dans les prédateurs aphidiphages et les parasites-parasitoïdes car la sous-famille des *Aphidiinae* fut distinguée du reste des *Braconidae* en raison de son mode de vie particulier (espèces parasitoïdes de pucerons).

(*) la différence par rapport au total présenté plus haut dans le paragraphe correspond aux captures de Thysanoptères (non prises en compte ici)

Résultats : effets de l'environnement sur la densité et la diversité entomologique

Sur l'ensemble de la saison, le nombre moyen d'insectes par piège fut significativement plus élevé ($0,001 < P < 0,017$; $2,73 < T < 4,07$) dans les pièges des champs situés à proximité de zones boisées (159 insectes/piège) que dans ceux situés à proximité de jachères ou de friches (131 insectes/pièges) et des cultures (126 insectes/piège). En revanche, aucune différence significative ($P = 0,357$; $T = 1,369$) ne fut observée entre l'environnement « cultures » et l'environnement « jachères ou friches ». En ce qui concerne le nombre moyen de familles présentes dans les pièges, aucun effet significatif ($0,588 < P < 0,974$; $0,21 < T < 0,98$) de l'environnement des parcelles ne put être mis en évidence ; même si le nombre total de familles représentées dans les pièges des champs entourés de cultures (126 familles) est nettement plus important que dans les pièges des champs entourés de bosquets ou de jachères (respectivement 102 et 103 familles).

Résultats : effets de l'environnement sur la structure et la composition des peuplements d'insectes

L'indice d'équabilité « E » fut relativement semblable pour les trois variantes du facteur environnement (cultures : $E = 0,62$; bois ou bosquet : $E = 0,65$; jachères ou friches : $E = 0,67$). Seules 70 familles étaient représentées en nombre suffisant pour pouvoir interpréter correctement les résultats statistiques. Le type d'environnement modifia significativement l'abondance de 26 de ces familles (tableau II). Ainsi, les pièges des parcelles situées à proximité de zones boisées furent significativement plus riches en *Dolichopodidae*, en *Staphylinidae*, en *Calliphoridae*, en *Sarcophagidae*, en *Tipulidae*, en *Sphecidae* et en *Silphidae*. *Noctuidae*, *Sciaridae* et *Cynipidae* furent piégés en plus grand nombre dans les champs bordés de jachères ou de friches tandis que les captures de *Psychodidae* furent significativement plus importantes dans les champs entourés de cultures. Bien qu'aucune différence significative ne pu être mise en évidence ($0,108 < P < 0,903$; $0,43 < T < 2,02$), l'environnement boisé apparaît le plus favorable aux *Aphididae*. L'environnement proche

affecte également les principales familles d'utiles. La densité des populations de *Syrphidae* fut plus importante à proximité des zones boisées alors que dans ces mêmes parcelles les *Chrysopidae* furent significativement ($0,016 < P < 0,027$; $2,57 < T < 2,75$) plus rares. En outre, les jachères ou les friches semblent favoriser les *Coccinellidae*, tandis que les *Braconidae* furent relativement plus abondants dans les champs entourés de cultures.

Tableau II - *Nombre moyen d'insectes capturés par piège et par semaine et écart type*
(*Mean of caught Insect number by trap and by week and standard deviation*)

Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha = 5\%$)

Famille	Env. bois ou bosquet	Env. jachères ou friches	Env. cultures	F	P
Aphididae	$36,21 \pm 166,12$ (a)	$20,24 \pm 109,95$ (a)	$33,06 \pm 155,37$ (a)	2,22	0,109
<i>Cicadellidae</i>	$0,97 \pm 2,18$ (a)	$0,39 \pm 1,04$ (b)	$0,81 \pm 2,47$ (a)	6,63	0,001
<i>Chrysopidae</i>	$0,06 \pm 0,24$ (a)	$0,19 \pm 0,35$ (b)	$0,17 \pm 0,51$ (b)	4,06	0,017
<i>Noctuidae</i>	$0,23 \pm 0,55$ (a)	$0,93 \pm 1,44$ (b)	$0,72 \pm 1,00$ (c)	21,89	< 0,001
<i>Syrphidae</i>	$9,84 \pm 13,68$ (a)	$7,22 \pm 18,36$ (b)	$8,51 \pm 15,71$ (a)	8,19	< 0,001
<i>Cecidomyiidae</i>	$0,39 \pm 1,08$ (a)	$0,70 \pm 1,43$ (b)	$0,75 \pm 1,62$ (b)	5,52	0,004
<i>Dolichopodidae</i>	$1,92 \pm 4,66$ (a)	$0,39 \pm 0,96$ (b)	$0,47 \pm 1,32$ (b)	38,08	< 0,001
<i>Empididae</i>	$3,51 \pm 4,61$ (a)	$3,54 \pm 4,15$ (a)	$2,70 \pm 3,22$ (b)	4,43	0,012
<i>Staphylinidae</i>	$5,54 \pm 3,83$ (a)	$0,61 \pm 1,45$ (b)	$0,70 \pm 1,56$ (b)	12,89	< 0,000
<i>Coccinellidae</i>	$0,26 \pm 0,66$ (a)	$0,66 \pm 2,10$ (b)	$0,45 \pm 1,43$ (a) (b)	3,10	0,045
<i>Anthomyiidae</i>	$18,93 \pm 23,31$ (a)	$18,88 \pm 27,57$ (a)	$15,27 \pm 25,92$ (b)	9,36	< 0,001
<i>Muscidae</i>	$6,84 \pm 12,87$ (a)	$4,81 \pm 9,56$ (a)	$3,32 \pm 6,84$ (b)	13,02	< 0,001
<i>Calliphoridae</i>	$13,04 \pm 17,66$ (a)	$7,07 \pm 9,51$ (b)	$5,68 \pm 7,80$ (b)	20,54	< 0,001
<i>Sarcophagidae</i>	$2,89 \pm 6,88$ (a)	$0,81 \pm 2,81$ (b)	$0,61 \pm 2,18$ (b)	21,22	< 0,001
<i>Lonchopteridae</i>	$0,53 \pm 0,99$ (a)	$0,69 \pm 1,57$ (a) (b)	$0,81 \pm 1,42$ (b)	3,91	0,020
<i>Phoridae</i>	$0,98 \pm 1,55$ (a)	$1,87 \pm 2,71$ (b)	$1,84 \pm 3,51$ (b)	6,18	0,002
<i>Psychodidae</i>	$0,41 \pm 1,28$ (a)	$0,50 \pm 1,40$ (a)	$1,18 \pm 5,87$ (b)	7,71	< 0,001
<i>Sciariidae</i>	$1,72 \pm 4,11$ (a)	$2,89 \pm 4,08$ (b)	$2,38 \pm 5,57$ (c)	9,93	< 0,001
<i>Sepsidae</i>	$1,53 \pm 2,11$ (a)	$1,93 \pm 3,10$ (a)	$1,49 \pm 2,92$ (b)	4,42	0,012
<i>Tipulidae</i>	$0,80 \pm 1,41$ (a)	$0,58 \pm 2,80$ (b)	$0,46 \pm 1,06$ (b)	6,79	< 0,001
<i>Braconidae</i>	$2,49 \pm 5,91$ (a)	$2,78 \pm 4,92$ (a) (b)	$3,71 \pm 8,19$ (b)	4,05	0,018
<i>Ceraphronidae</i>	$0,08 \pm 0,31$ (a)	$0,16 \pm 0,63$ (a) (b)	$0,17 \pm 0,46$ (b)	3,15	0,043
<i>Cynipidae</i>	$1,12 \pm 1,74$ (a)	$3,80 \pm 10,29$ (b)	$2,22 \pm 5,72$ (c)	11,49	< 0,001
<i>Sphecidae</i>	$0,27 \pm 0,66$ (a)	$0,09 \pm 0,33$ (b)	$0,09 \pm 0,40$ (b)	13,86	< 0,001
<i>Elateridae</i>	$0,08 \pm 0,31$ (a)	$0,42 \pm 1,44$ (b)	$0,59 \pm 3,40$ (b)	5,56	0,004
<i>Nitidulidae</i>	$0,08 \pm 2,45$ (a)	$0,84 \pm 1,92$ (b)	$0,54 \pm 1,36$ (b)	5,47	0,004
<i>Silphidae</i>	$0,11 \pm 0,43$ (a)	$0,03 \pm 0,23$ (b)	$0,05 \pm 0,44$ (b)	3,52	0,030

Discussion

La diversité d'un peuplement revêt au moins deux aspects. Le premier correspond au nombre de taxons présents, généralement des espèces. Mais, la richesse en taxon d'un peuplement n'est qu'une mesure imparfaite de la diversité et ne tient pas compte de l'autre aspect de la diversité que constitue l'importance numérique de chaque taxon. Divers outils mathématiques furent proposés pour tenter d'évaluer cet aspect de la diversité. L'indice d'équitableté « E » de *Shannon*, basé sur la théorie de l'information, est le plus communément utilisé. Le calcul de cet indice basé sur les 133 familles recensées dans nos champs expérimentaux donne des résultats très proches variant entre 0,62 et 0,67, caractéristiques de peuplements moyennement homogènes et relativement mal équilibrés (DAGET, 1976). L'agro-écosystème « carottes de plein champ » possède donc les (E compris entre 0,4 et 0,7) d'un milieu relativement peu diversifié soumis à des facteurs contraignants (BARTLETT et al., 1973). L'environnement ne modifie pas fondamentalement la structure générale du peuplement entomologique des parcelles car l'indice d'équitableté E est très semblable pour les trois variantes du facteur environnement, ce qui traduit un même type de répartition des individus entre les familles. Ces faibles différences indiquent néanmoins que la présence de jachères ou de friches et de zones boisées favorise un peuplement plus équilibré et plus diversifié en dépit d'un nombre total de familles

répertoriées inférieur qui ne s'explique que par la différence de taille des échantillons. Ainsi, en accord avec les observations en culture céréalière, les jachères à ray-grass dans l'environnement immédiat des champs de fèves accroissent la diversité entomologique (THOMAS et al., 1998). Par contre, si la diversité n'est pas significativement affectée par la proximité de zones boisées, ce type d'environnement engendre une densité de peuplement plus forte due, pour une grande part, à une présence nettement accrue de quelques familles dont les *Staphylinidae* (famille liée au milieu forestier) et les *Aphididae*. La présence massive de représentants de la famille des *Aphididae* peut s'expliquer par l'attrait de *Cavariella aegopodii* Scop pour les diverses *Salicaceae* prospérant dans les bois et les bosquets jouxtant les champs investigués. Cette espèce dioïque nuisible aux ombellifères représente plus de quatre-vingt-dix pour cents des captures d'*Aphididae*. De plus, l'environnement proche modifie significativement l'abondance de nombreuses familles présentes dans les parcelles de carottes. Ainsi, les zones semi-naturelles entourant les champs constituent des lieux d'attraction pour certaines familles (jachères et friches pour les *Chrysopidae*, les *Coccinellidae*) ou de refuge pour d'autres (bosquets pour les *Staphylinidae*, les *Cicadellidae*, les *Dolichopodidae*). Parmi l'ensemble des familles renfermant des espèces aphidiphages, les *Syrphidae* tiennent une place prépondérante dans les champs investigués (les *Syrphidae* aphidiphages représentant 91% des captures). Ces données mettent en lumière l'importance du rôle des syrphes aphidiphages dans le contrôle naturel des populations de pucerons. Ainsi, la présence de zones boisées favorables aux syrphes dans l'environnement des champs de carottes pourrait être souhaitable si, par ailleurs, ces milieux ne servaient pas de refuge à *C. aegopodii*. En effet, c'est dans les parcelles bordées de jachères ou de friches que le ratio pucerons / *Syrphidae* est le plus favorable (2,81). Ce même rapport est seulement de 3,66 pour les parcelles bordées de bois ou de bosquets et de 3,87 pour les parcelles entourées de cultures.

Nos résultats montrent que l'environnement proche agit tant sur la densité entomologique que sur l'abondance de nombreux taxons peuplant les champs de carottes. L'effet de l'environnement se marque également sur l'abondance des principales familles d'auxiliaires et de ravageurs d'importance agronomique. Il serait dès lors pertinent d'intégrer le facteur environnement proche dans la conception et la mise en œuvre de programmes de lutte intégrée en culture de carottes de plein champ. Une telle démarche constituerait un premier pas dans le sens d'une future stratégie de lutte intégrée. Une première piste proposée serait d'instaurer un léger décalage du semis dans la saison. Cette mesure permettrait éviter le pic d'infestation printanier de *C. aegopodii* comme ce fut le cas pendant la saison 2001 où les intempéries retardèrent l'implantation de la culture de trois semaines. Il serait également opportun de revoir la composition floristique des jachères et d'y introduire d'avantage de mellifères de façon à favoriser la présence des syrphides. Si l'introduction massive d'auxiliaires est inenvisageable actuellement, la gestion de l'environnement des cultures est un moyen peu coûteux de favoriser le contrôle biologique en cultures maraîchères de plein champ.

Remerciements

Cette étude fait partie d'un projet de recherche subventionné par le Ministère wallon de l'Agriculture (convention 2585) en collaboration avec les Services agricoles de la Province de Liège et le Centre Maraîcher de Hesbaye.

Références bibliographiques

- ALLEN-WARDELL, G. et al., 1999 - The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, 12, 8-17.
- BARTLETT, M.S. & HIORNS, R.W., 1973 - *The mathematical theory of the dynamics of biological populations*. Academic press. London and New York.
- 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. *Ann. appl. Biol.* 123, 499-515.
- DAGET J., 1976 - *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson, Paris.
- FRANCIS F., COLIGNON P., GASPAR C., 2001 - Hoverfly diversity and abundance in vegetable agro-ecosystems : effect of the closed environment on beneficial species. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (in press).
- 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.
- VANDERMEER, J. & PERFECTO, I. , 1995 - *Breakfast of biodiversity : the truth about rainforest destruction*. Food First Books, Oakland.
- WYSS, E., 1996 - The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 60, 47-59.

**Annexe I - Totaux capturés par famille au cours de la campagne de piégeage
(Total number per family of collected insects)**

Effectifs	Effectifs	Effectifs
HEMIPTERA	DIPTERA	HYMENOPTERA
Aphididae 43245	Tephritidae 176	Torymidae 15
Psyllidae 2214	Opomyzidae 114	Perilampidae 8
Cicadellidae 1036	Agromyzidae 84	Figitidae 3
Miridae 928	Rhagionidae 68	Euchanitidae 2
Anthocoridae 136	Ephydriidae 54	Melitidae 2
Cercopidae 42	Anisopodidae 48	Evanidae 1
Nabiidae 20	Coelopidae 46	Encyrtidae 1
Pentatomidae 8	Psilidae 45	Megaspilidae 1
Lygaeidae 1	Heleomyzidae 42	Aulacidae 1
Reduviiidae 1	Culicidae 30	Heloridae 1
NEUROPTERA	Dixiidae 14	Chalcididae 1
Chrysopidae 234	Lauxaniidae 12	COLEOPTERA
Hemerobiidae 48	Sphaeroceridae 11	Chrysomelidae 3524
LEPIDOPTERA	Tachinidae 11	Staphilinidae 1734
Noctuidae 1017	Conopidae 10	Silvanidae 981
Tineidae 194	Pipunculidae 10	Nitidulidae 913
Pieridae 47	Asilidae 8	Elateridae 704
Papilionidae 19	Sciomyzidae 7	Coccinellidae 698
Nymphalidae 16	Platystomatidae 5	Curculionidae 682
Lycaenidae 4	Lonchaeidae 4	Cantharidae 325
Pyralidae 1	Tabanidae 4	Carabidae 137
Zygaenidae 1	Micropezidae 2	Silphidae 79
	Asteiidae 2	Oedemeridae 34
DIPTERA		
Anthomyiidae 23776	Simuliidae 2	Scarabaeidae 26
Drosophilidae 11994	Therevidae 2	Mordellidae 25
Syphidae 11922	Otitidae 1	Hydrophilidae 10
Calliphoridae 9748	Bombyliidae 1	Histeridae 10
Muscidae 5803	Diastatidae 1	Cerambycidae 7
Empididae 4269	Blephariceridae 1	Buprestidae 6
Sciaridae 3465	HYMENOPTERA	Melyridae 6
Phoridae 2502	Tenthredinidae 13288	Byrrhidae 3
Chironomidae 2345	Braconidae 6237	Cetoniidae 2
Sepsidae 2276	Pteromalidae 4970	Dermestidae 2
Scatopsidae 1631	Ichneumonidae 3665	Dysticidae 1
Ceratopogonidae 1346	Cynipidae 3531	Liodidae 1
Psychodidae 1329	Apidae 2200	ODONATOPTERA
Sarcophagidae 1307	Mymaridae 963	Coenagrionidae 5
Scatophagidae 1303	Serpidae 248	ORTHOPTERA
Lonchopteridae 1069	Proctotrupidae 239	Acrididae 17
Cecidomyiidae 1000	Ceraphronidae 223	Tetrigidae 2
Dolichopodidae 874	Sphecidae 153	BLATTOPTERA
Tipulidae 754	Formicidae 85	Blattidae 2
Dryomyzidae 719	Eupelmidae 54	EPHEMEROPTERA
Chloropidae 663	Pompilidae 45	Limnephilidae 20
Bibionidae 656	Vespidae 39	Caenidae 3
Mycetophilidae 628	Eulophidae 22	
Limoniidae 427	Eumenidae 16	TYSANOPTERA 2407
Stratiomyiidae 347	Chrysidae 16	