

Evaluation de la diversité de l'entomofaune en cultures maraîchères dans l'est de la Chine

Damien Polo Lozano⁽¹⁾, Emilie Bosquée⁽¹⁾, Thomas Lopes⁽¹⁾, Julian Chen⁽²⁾, Cheng Deng Fa⁽²⁾, Liu Yong⁽³⁾, Zheng Fang-Qiang⁽³⁾, Eric Haubruge⁽¹⁾, Claude Bragard⁽⁴⁾, Frédéric Francis⁽¹⁾

- (1) Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, Gembloux Agro-Bio Tech – Université de Liège, Passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux, Belgique. Email : entomologie.gembloux@ulg.ac.be
- (2) State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2 West Yuanmingyuan Road, Beijing 100193, P.R. China
- (3) College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, P.R. China.
- (4) Earth & Life Institute, Unité de Phytopathologie, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique.

Reçu le 10 décembre 2012, accepté le 27 février 2013

Dans le cadre de recherches visant à développer la lutte biologique en cultures maraîchères dans la province du Shandong en Chine, une surveillance des ravageurs et auxiliaires entomophages associés a été menée afin de déterminer les groupes d'insectes d'intérêt agronomique. La diversité et l'abondance de l'entomofaune en culture de courgettes et de pommes de terre ont été évaluées entre le 9 mai et le 13 juin 2011, à l'aide de pièges jaunes à eau et d'observations hebdomadaires sur les plantes hôtes. Les insectes capturés ont tous été identifiés jusqu'au rang taxonomique de la famille. Les espèces de ravageurs ont fait l'objet d'une attention particulière. Au total, 36.466 et 34.806 insectes ont été capturés ou observés respectivement en cultures de courgettes et de pommes de terre. Dix ordres et une soixantaine de familles pour chaque culture ont été identifiés. Les pucerons sont largement majoritaires et exercent une forte pression sur ces deux cultures en début de saison. D'autres familles de ravageurs ont été identifiées mais aucune espèce spécifique de ces deux cultures et de la région investiguée ne figure parmi les collectes.

Mots clés : entomofaune, diversité, abondance, courgette, pomme de terre

Within the framework of research aimed at developing biological control in vegetable crops in Shandong province in China, a pest and associated auxiliary entomophagous insects monitoring was conducted to determine entomological groups of agricultural interest. The diversity and abundance of the entomofauna were assessed in potato and zucchini fields between May 9th and June 13th, 2011, using yellow water traps and weekly *in situ* observations on host plants. A total of 36,466 and 34,806 insects were trapped or observed on the plants in zucchini and potato fields, respectively. Ten orders and more than sixty families in each crop were identified. Aphids widely predominated in the traps and exerted a strong pressure on both crops early in the season. Other families of pests have been identified but no specific pest of these two crops and the investigated region is among the collections.

Keywords: entomofauna, diversity, abundance, zucchini, potato

1. INTRODUCTION

En Chine, l'application intensive d'insecticides de synthèse provoque une diminution significative de la diversité entomologique présente dans les cultures maraîchères (Hou *et al.*, 2002). Si ces insecticides permettent de contrôler certains insectes phytophages nuisibles aux cultures, ils contribuent aussi au déclin d'autres groupes fonctionnels d'insectes, tels que les prédateurs, les

parasitoïdes et les pollinisateurs, essentiels au maintien de l'équilibre des agroécosystèmes.

Parmi ces groupes fonctionnels, les insectes prédateurs et parasitoïdes jouent un rôle essentiel dans le contrôle naturel des populations d'insectes ravageurs. Les espèces prédatrices sont représentées dans quasiment tous les ordres, tandis que les espèces parasitoïdes font partie principalement des Hyménoptères et des Diptères.

La plupart du temps, ces ennemis naturels permettent d'éviter ou de réduire la fréquence d'apparition de pics de populations de ravageurs impliquant des dégâts économiquement dommageables (Hill, 1997). D'après Hawkins (1999), un tiers du contrôle naturel des ravageurs serait dû aux insectes prédateurs et parasitoïdes. Aux USA, il a été estimé que 65% des espèces d'insectes sont maintenues à un niveau non dommageable pour les cultures, uniquement grâce à l'action d'espèces entomophages prédatrices et parasitoïdes. Pour les USA, le service rendu par ces ennemis naturels a été estimé à 4,49 milliards de dollars par an (Losey & Vaughan, 2006). En Chine, plus de mille espèces d'insectes ont été identifiées comme ennemis naturels de ravageurs de cultures (You, 1997). Parmi celles-ci, plus de 400 exercent un contrôle sur les populations de ravageurs du riz et plus de 200 sur les populations de ravageurs des cultures maraîchères (Bao, 1998).

D'autres groupes fonctionnels, tels que les espèces saprophages et coprophages, contribuent à la décomposition et à la minéralisation des matières organiques, ainsi qu'à la pédogénèse dans presque tous les écosystèmes. En ce qui concerne la décomposition des déjections animales, certains insectes, appartenant surtout à la famille des Scarabaeidae, sont très performants (Ratcliffe, 1970). Ces derniers permettent de réduire la contamination du fourrage, de recycler l'azote et de diminuer la présence d'insectes nuisibles utilisant les bouses comme habitat (Fincher, 1981). Quant aux espèces pollinisatrices, celles-ci jouent un rôle extrêmement important dans la pollinisation des plantes maraîchères. En effet, on estime qu'en Chine, 85% des plantes phanérogames sont pollinisées par les insectes (You *et al.*, 2005). Une autre étude menée en Europe a démontré que la production de 84% des plantes cultivées dépend directement de la pollinisation par les insectes (Williams, 1994). Bien qu'une proportion significative des espèces pollinisatrices appartienne à l'ordre des Hyménoptères, à la superfamille des Apoidea en particulier, une large diversité d'autres pollinisateurs fait partie notamment des ordres des Coléoptères, des Diptères et des Lépidoptères.

Les bénéfiques liés au maintien d'une diversité entomologique élevée, ainsi que le rôle exercé par ces différents groupes fonctionnels sont, le plus souvent, méconnus des agriculteurs chinois. Cette méconnaissance démontre la nécessité de mettre en place des programmes de formation et de

communication. Pour cela, il est essentiel de mieux connaître l'entomofaune retrouvée dans les agroécosystèmes chinois, notamment dans les cultures maraîchères où les applications d'insecticides sont fréquentes avec souvent des effets négatifs sur une large gamme d'insectes non nuisibles aux cultures. Cette étude a donc eu pour objectif de déterminer la diversité entomologique et la phénologie des populations d'insectes, ravageurs et utiles principalement, présents dans des cultures de pommes de terre (*Solanum tuberosum* L.) et de courgettes (*Cucurbitapepo* L.) dans la province du Shandong, en Chine.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude a été menée dans les champs d'essais appartenant à la SAU (Shandong Agricultural University), situés dans la ville de Taian (36°09' N ; 117°09' E), dans la province du Shandong, en Chine. Les essais ont été réalisés sur deux cultures. Les pommes de terre ont été plantées le 17 mars 2011 et les courgettes transplantées en plein champ le 20 avril 2011. Au total, 15 parcelles de pommes de terre et 15 parcelles de courgettes ont été installées, chacune ayant une superficie de 64 m². L'entomofaune a été déterminée par des observations directes sur plante, et par piégeages à l'aide de pièges jaunes de von Moericke ($\varnothing = 27$ cm, h = 10 cm). Ce type de piège est un des modèles les plus fréquemment utilisés en entomologie faunistique des milieux agricoles car ils sont efficaces et se prêtent à des échantillonnages de grande envergure (Mignon *et al.*, 2003). Les pièges ont été placés dans les champs d'essais le 9 mai 2011 à une distance minimale de trois mètres des bords des parcelles, afin de limiter l'effet de bordure. Chaque piège coulissait sur une tige métallique verticale afin de suivre la croissance des plantes. Quinze pièges (1 piège par parcelle) ont été installés pour chacune des cultures étudiées. Les insectes piégés ont été récoltés hebdomadairement et conservés dans une solution à 75% d'éthanol. Au total, 5 collectes ont été effectuées, entre le 16 mai et le 13 juin 2011. Les insectes récoltés ont été identifiés au laboratoire jusqu'au niveau taxonomique de la famille, ceux révélant un intérêt particulier comme ravageurs jusqu'à l'espèce.

Les observations directes sur plantes ont également été réalisées hebdomadairement. L'ensemble des plantes situées dans un rayon de 1

mètre autour des pièges a été observé. Pour les insectes appartenant à la famille des Formicidae, un système d'indices a été utilisé au vu du nombre élevé d'individus observés (0: absence; 1: entre 1 et 50; 2: entre 51 et 100; 3: entre 101 et 200; 4: plus de 200). Les insectes ne pouvant pas être directement identifiés ont été capturés à l'aide d'un filet fauchoir ou d'un aspirateur, ramenés au laboratoire et conservés dans une solution d'éthanol (75%) pour être identifiés jusqu'au rang taxonomique de la famille et pour les insectes auxiliaires, jusqu'à l'espèce. Les pucerons observés sur plantes n'ont pas été pris en compte dans les résultats car la méthode d'échantillonnage était différente de celle utilisée

pour les autres insectes. Ils font cependant l'objet d'une autre publication (Lopes *et al.*, 2011).

3. RÉSULTATS

Récoltes des pièges

Au cours des cinq semaines de collecte à l'aide de pièges jaunes, 34.073 insectes ont été collectés en culture de courgettes et 32.790 en culture de pommes de terre. Ces insectes se répartissent en 10 ordres et 65 familles en culture de courgettes et en 10 ordres et 68 familles en culture de pommes de terre (Figure 1 & 2).

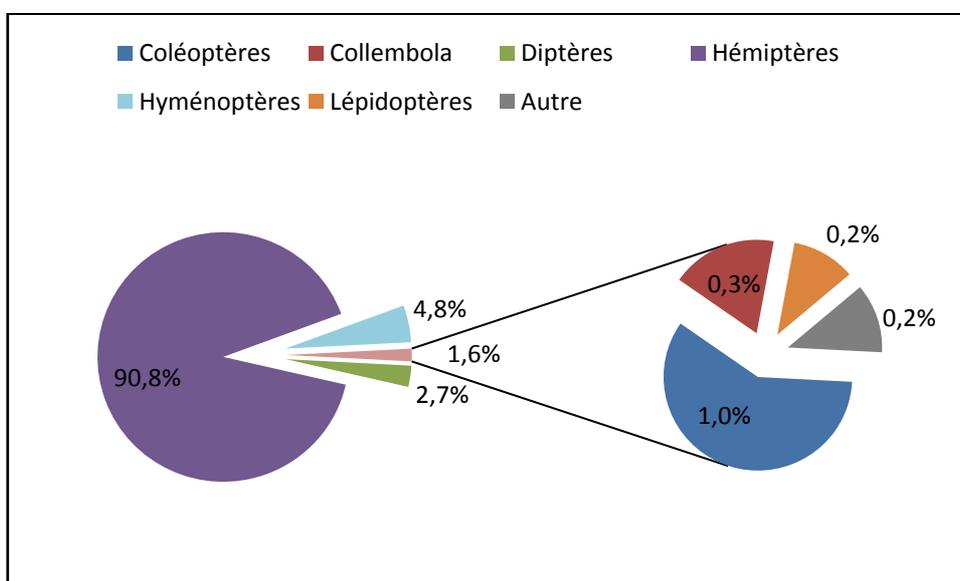


Figure 1. Principaux ordres retrouvés dans les pièges en culture de courgettes

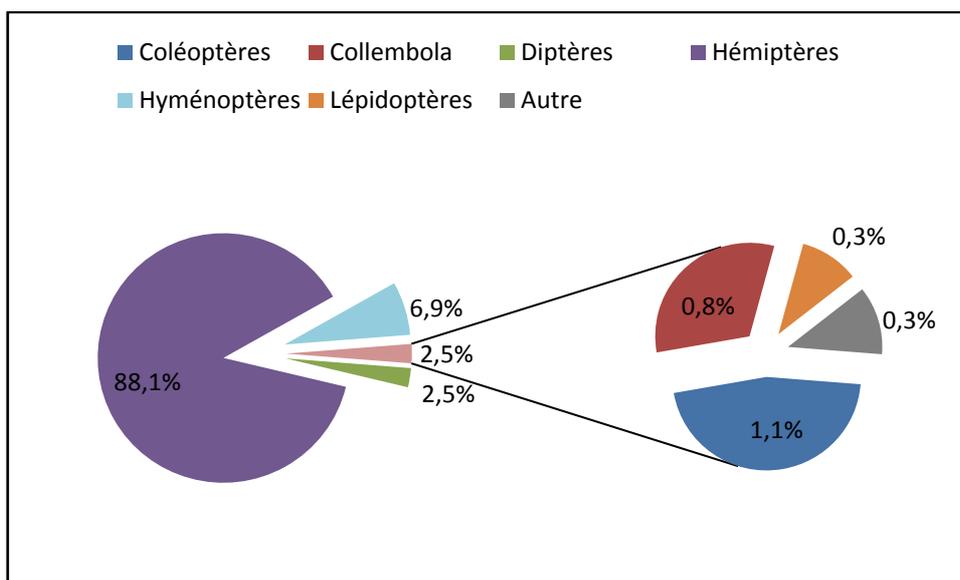


Figure 2. Principaux ordres retrouvés dans les pièges en culture de pommes de terre

Dans les deux cultures, l'ordre des Hémiptères domine, suivi des Hyménoptères, des Diptères et des Coléoptères. La famille la plus représentée est celle des Aphididae, comptabilisant respectivement plus de 77% et 79% des insectes collectés en culture de courgettes et de pommes de terre.

La diversité entomologique et les abondances relatives au niveau des familles d'insectes collectés dans les pièges en culture de courgettes et de pommes de terre sont présentées au Tableau 1.

Tableau 1. Diversité et abondances relatives des insectes collectés dans les pièges au niveau taxonomique de la famille

| Familles | Pommes de terre | | | | | | Courgettes | | | | | |
|------------------------|-----------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| | S1** | S2 | S3 | S4 | S5 | Total | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | Total |
| Coléoptères | 45 | 18 | 49 | 131 | 131 | 374 | 101 | 39 | 70 | 75 | 44 | 329 |
| <i>Anthicidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Aphodiidae</i> | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 7 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 9 |
| <i>Bruchidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Carabidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Cetoniidae</i> | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Chrysomelidae</i> | 2 | 0 | 3 | 2 | 3 | 10 | 6 | 1 | 2 | 8 | 3 | 20 |
| <i>Coccinellidae*</i> | 12 | 2 | 5 | 26 | 30 | 75 | 63 | 28 | 41 | 14 | 12 | 158 |
| <i>Cryptophagidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Cucujidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Curculionidae</i> | 7 | 2 | 1 | 13 | 8 | 31 | 10 | 3 | 5 | 11 | 9 | 38 |
| <i>Dermestidae</i> | 15 | 9 | 23 | 6 | 2 | 55 | 2 | 0 | 15 | 0 | 1 | 18 |
| <i>Elateridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Histeridae</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Mordellidae</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Rutelidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | 8 |
| <i>Scarabaeidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Silvanidae</i> | 3 | 2 | 10 | 75 | 73 | 163 | 1 | 1 | 0 | 26 | 8 | 36 |
| <i>Staphylinidae</i> | 3 | 0 | 5 | 4 | 7 | 19 | 5 | 3 | 5 | 14 | 5 | 32 |
| <i>Tenebrionidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Dermaptères | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Carcinophoridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Diptères | 65 | 23 | 49 | 342 | 332 | 811 | 48 | 14 | 37 | 397 | 440 | 936 |
| <i>Agromyzidae</i> | 48 | 15 | 22 | 104 | 82 | 271 | 32 | 7 | 11 | 133 | 83 | 266 |
| <i>Bibionidae</i> | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calliphoridae</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 7 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 9 |
| <i>Cecidomyiidae</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 |
| <i>Chironomidae</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 20 | 26 | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 | 11 |
| <i>Chloropidae</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | 6 |
| <i>Culicidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Dolichopodidae</i> | 0 | 0 | 1 | 34 | 16 | 51 | 0 | 0 | 0 | 24 | 13 | 37 |
| <i>Drosophilidae</i> | 0 | 0 | 0 | 14 | 8 | 22 | 0 | 0 | 0 | 9 | 44 | 53 |
| <i>Lauxanidae</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| <i>Muscidae</i> | 2 | 0 | 2 | 20 | 60 | 84 | 3 | 0 | 1 | 9 | 101 | 114 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| <i>Mycetophilidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Phoridae</i> | 2 | 0 | 4 | 5 | 7 | 18 | 1 | 0 | 0 | 8 | 4 | 13 |
| <i>Sarcophagidae</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 |
| <i>Scatopsidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Sciaridae</i> | 4 | 6 | 10 | 26 | 17 | 63 | 4 | 3 | 18 | 38 | 24 | 87 |
| <i>Sepsidae</i> | 0 | 0 | 0 | 14 | 4 | 18 | 0 | 0 | 0 | 17 | 2 | 19 |
| <i>Simuliidae</i> | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| <i>Stratiomyidae</i> | 0 | 0 | 2 | 3 | 14 | 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Syrphidae</i> | 0 | 0 | 0 | 38 | 29 | 67 | 1 | 1 | 0 | 28 | 66 | 96 |
| <i>Syrphidae*</i> | 0 | 1 | 1 | 4 | 3 | 9 | 3 | 2 | 1 | 11 | 3 | 20 |
| <i>Tachinidae</i> | 0 | 0 | 1 | 41 | 24 | 66 | 0 | 0 | 0 | 44 | 45 | 89 |
| <i>Non identifiés</i> | 4 | 0 | 4 | 24 | 38 | 70 | 2 | 1 | 2 | 61 | 28 | 94 |
| Hémiptères | 11395 | 2584 | 2076 | 5123 | 7711 | 28889 | 14124 | 2468 | 2647 | 5604 | 6098 | 30941 |
| <i>Anthocoridae</i> | 6 | 16 | 17 | 17 | 40 | 96 | 0 | 3 | 6 | 20 | 10 | 39 |
| <i>Aphididae</i> | 11372 | 2556 | 2048 | 4333 | 5617 | 25926 | 14107 | 2462 | 2623 | 4122 | 3078 | 26392 |
| <i>Cicadellidae</i> | 7 | 2 | 2 | 10 | 27 | 48 | 4 | 1 | 3 | 3 | 17 | 28 |
| <i>Coreidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Delphacidae</i> | 0 | 2 | 0 | 738 | 1841 | 2581 | 0 | 0 | 1 | 1432 | 2889 | 4322 |
| <i>Lygaeidae</i> | 5 | 4 | 2 | 12 | 18 | 41 | 1 | 0 | 6 | 15 | 41 | 63 |
| <i>Membracidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| <i>Miridae</i> | 3 | 3 | 4 | 8 | 43 | 61 | 2 | 1 | 4 | 9 | 50 | 66 |
| <i>Pentatomidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Psyllidae</i> | 1 | 1 | 3 | 4 | 97 | 106 | 5 | 1 | 1 | 2 | 9 | 18 |
| <i>Tingidae</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 | 0 | 3 | 1 | 1 | 10 |
| Hyménoptères | 361 | 750 | 277 | 484 | 405 | 2277 | 112 | 121 | 383 | 570 | 451 | 1637 |
| <i>Andrenidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Aphelinidae*</i> | 1 | 0 | 41 | 26 | 57 | 125 | 1 | 0 | 47 | 45 | 77 | 170 |
| <i>Apidae</i> | 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 | 3 | 4 | 6 | 5 | 3 | 21 |
| <i>Braconidae*</i> | 55 | 35 | 48 | 2 | 4 | 144 | 33 | 17 | 85 | 23 | 2 | 160 |
| <i>Formicidae</i> | 272 | 692 | 62 | 65 | 102 | 1193 | 41 | 84 | 32 | 60 | 204 | 421 |
| <i>Halictidae</i> | 2 | 0 | 3 | 20 | 43 | 68 | 2 | 0 | 2 | 17 | 12 | 33 |
| <i>Ichneumonidae</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 8 | 0 | 1 | 0 | 5 | 6 | 12 |
| <i>Pompilidae</i> | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 |
| <i>Sclerogibbidae</i> | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Scoliidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sphecidae</i> | 1 | 0 | 0 | 10 | 9 | 20 | 1 | 0 | 2 | 3 | 7 | 13 |
| <i>Tenthredinidae</i> | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 | 9 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 6 |
| <i>Torymidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Microhyménoptères*** | 25 | 19 | 117 | 347 | 184 | 692 | 31 | 14 | 209 | 405 | 133 | 792 |
| Lépidoptères | 1 | 0 | 1 | 19 | 62 | 83 | 3 | 4 | 0 | 8 | 46 | 61 |
| <i>Noctuidae</i> | 0 | 0 | 1 | 9 | 33 | 43 | 0 | 0 | 0 | 3 | 26 | 29 |
| <i>Pieridae</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ptérophoridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tineidae</i> | 1 | 0 | 0 | 9 | 27 | 37 | 3 | 4 | 0 | 5 | 20 | 32 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| <u>Névroptères</u> | 0 | 3 | 1 | 18 | 13 | 35 | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 | 8 |
| <i>Chrysopidae</i> * | 0 | 3 | 1 | 18 | 13 | 35 | 0 | 2 | 0 | 3 | 3 | 8 |
| <u>Orthoptères</u> | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 3 | 8 |
| <i>Gryllidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Tetrigidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| <i>Tridactylidae</i> | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| <u>Psocoptères</u> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ectopsocidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <u>Thysanoptères</u> | 3 | 0 | 1 | 16 | 37 | 57 | 1 | 0 | 3 | 19 | 27 | 50 |
| <i>Aeolothripidae</i> | 3 | 0 | 0 | 3 | 24 | 30 | 0 | 0 | 0 | 3 | 19 | 22 |
| <i>Thripidae</i> | 0 | 0 | 1 | 13 | 13 | 27 | 1 | 0 | 3 | 16 | 8 | 28 |
| <u>Collembola</u> | 0 | 0 | 254 | 3 | 3 | 260 | 0 | 0 | 74 | 26 | 2 | 102 |
| <i>Poduridae</i> | 0 | 0 | 254 | 3 | 3 | 260 | 0 | 0 | 74 | 26 | 2 | 102 |
| Total | 11871 | 3378 | 2708 | 6137 | 8696 | <u>32790</u> | 14394 | 2648 | 3215 | 6702 | 7114 | <u>34073</u> |

* Insectes aphidiphages

** S1 à S5 : semaines une à cinq de piégeages

*** Microhyménoptères non identifiés jusqu'à la famille

Observations sur plantes

Au cours des cinq semaines d'observations visuelles sur les plantes, 2.393 et 2.016 insectes ont été collectés respectivement en culture de courgettes et de pommes de terre. Ces insectes se répartissent en 8 ordres et 24 familles en culture de courgettes et en 6 ordres et 26 familles en culture de pommes de terre (Figure 3 & 4).

Dans les deux cultures, l'ordre des Hyménoptères domine. La famille la plus représentée est celle des Formicidae, avec 2.200 et 1.825 individus respectivement en culture de courgettes et de pommes de terre. Les observations directes sur plantes en culture de courgettes et de pommes de terre sont présentées au Tableau 2.

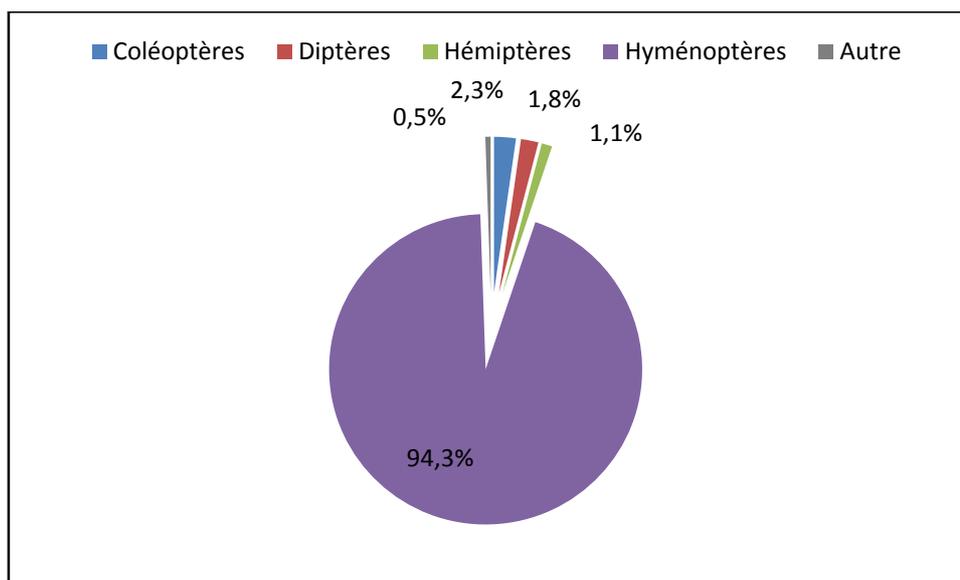


Figure 3. Principaux ordres retrouvés sur plants de courgettes

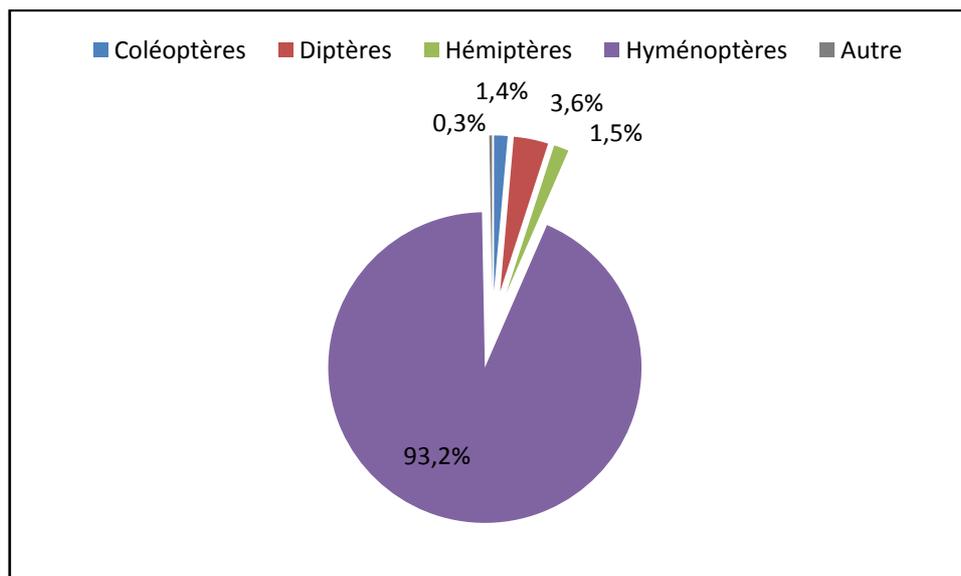


Figure 4. Principaux ordres retrouvés sur plants de pommes de terre

Tableau 2. Observations visuelles sur plantes en fonction de la culture

| Famille | Pommes de terre | | | | | | Courgettes | | | | | |
|-----------------------|-----------------|----|----|----|----|-------|------------|----|----|----|----|-------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | Total | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | Total |
| Coléoptères | 7 | 16 | 0 | 2 | 3 | 28 | 9 | 8 | 23 | 12 | 2 | 54 |
| <i>Carabidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Chrysomelidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coccinellidae*</i> | 5 | 15 | 0 | 2 | 3 | 25 | 8 | 8 | 23 | 12 | 2 | 53 |
| <i>Scarabaeidae</i> | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Diptères | 6 | 14 | 31 | 19 | 2 | 72 | 8 | 15 | 16 | 2 | 2 | 43 |
| <i>Acroceridae</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Asilidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calliphoridae</i> | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Chloropidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coelopidae</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Conopidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Dolichopodidae</i> | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| <i>Muscidae</i> | 3 | 0 | 4 | 5 | 0 | 12 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| <i>Sciaridae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Sepsidae</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Stratiomyidae</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Syrphidae</i> | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Syrphidae*</i> | 0 | 4 | 15 | 2 | 2 | 23 | 0 | 7 | 15 | 1 | 2 | 25 |
| <i>Tachinidae</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Non identifiés</i> | 0 | 4 | 8 | 7 | 0 | 19 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Hémiptères | 21 | 5 | 2 | 0 | 3 | 31 | 4 | 0 | 13 | 7 | 2 | 26 |
| <i>Anthocoridae</i> | 19 | 5 | 0 | 0 | 1 | 25 | 1 | 0 | 10 | 7 | 2 | 20 |

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|
| <i>Cicadellidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cydnidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Delphacidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Lygaeidae</i> | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Miridae</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Pyrrhocoridae</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Hyménoptères | 560 | 440 | 377 | 477 | 25 | 1879 | 655 | 647 | 429 | 475 | 51 | 2257 |
| <i>Apidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| <i>Braconidae*</i> | 35 | 15 | 2 | 2 | 0 | 54 | 25 | 21 | 4 | 0 | 0 | 50 |
| <i>Formicidae</i> | 525 | 425 | 375 | 475 | 25 | 1825 | 625 | 625 | 425 | 475 | 50 | 2200 |
| <i>Halictidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Lépidoptères | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| <i>Crambidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Lycaenidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Noctuidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Mantoptères | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Mantidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Névroptères | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 7 |
| <i>Chrysopidae*</i> | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 7 |
| Orthoptères | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Gryllidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tetrigidae</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Total | 594 | 477 | 410 | 500 | 35 | 2016 | 676 | 672 | 481 | 498 | 66 | 2393 |

*Insectes aphidiphages

**S1 à S5 : semaines une à cinq de piégeages

L'indice de diversité de Shannon (Marcon, 2010) a été calculé pour chaque culture et méthode de piégeage selon la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^x p_i \ln p_i$$

où p_i est la fréquence de la famille i .

H est minimal (= 0) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même famille, H est également minimal si, dans un peuplement chaque famille est représentée par un seul individu, excepté une famille qui est représentée par tous les autres individus du peuplement. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les familles.

Une expression de l'équitabilité est souvent donnée à partir de l'indice de Shannon. La valeur maximale de l'indice de Shannon est obtenue quand la distribution est parfaitement régulière.

L'équitabilité est ensuite calculée comme suit :

$$E = \frac{H}{H_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^x p_i \ln p_i}{\ln x}$$

E est compris entre 0 (une seule famille à une fréquence de 1) et 1 (toutes les familles ont la même fréquence).

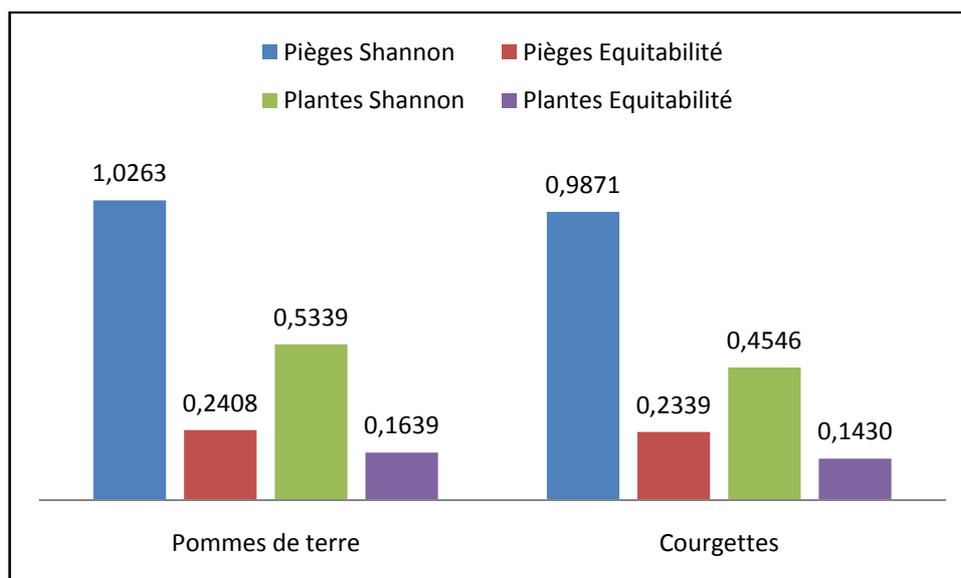


Figure 5. Indice de Shannon et équitabilité par culture et mode de piégeage

4. DISCUSSION

Il est à noter qu'aucune autre publication concernant l'étude de la diversité entomologique des deux cultures investiguées en Chine n'a été réalisée jusqu'à présent.

La grande majorité des insectes retrouvés dans les pièges sont des pucerons, en particulier *Aphis gossypii* Glover 1877 et *Myzus persicae* Sulzer 1776. La première est largement majoritaire dans les cultures de courgettes (99% des pucerons identifiés sur cette culture dans la même région), tandis que la deuxième est davantage présente dans les cultures de pommes de terre (70% des pucerons identifiés sur cette culture dans la province du Shandong). Une analyse ciblée sur la diversité et l'abondance des pucerons et des auxiliaires aphidiphages associés a été réalisée par Lopes *et al.* (2011).

En comparant la répartition des différents ordres entre chaque culture, on observe des proportions similaires à la fois dans les pièges et sur plantes. Dans les pièges, les Hémiptères dominent largement étant donné le nombre très élevé des pucerons collectés. On retrouve ensuite les Hyménoptères, les Diptères et les Coléoptères. Ce sont par contre les Hyménoptères qui ont été le plus largement observés sur plantes.

On constate une répartition différente entre les observations visuelles et les collectes des pièges. En effet, les pucerons n'ayant pas été pris en compte, les Hémiptères ne représentent qu'une très faible proportion des effectifs observés sur

plantes. Les Hyménoptères ont par contre été retrouvés en très grande majorité (plus de 90% des insectes). Ceci s'explique par l'utilisation d'un système d'indices pour le dénombrement des fourmis qui a très probablement mené à une surestimation de leur effectif.

Concernant les principaux ravageurs de courgettes, très peu de chrysomèles ont été retrouvées dans les pièges. Parmi celles-ci, aucune chrysomèle maculée du concombre (*Diabrotica undecimpunctata* Mannerheim 1843), chrysomèle rayée du concombre (*Acalymma vittatum* (Fabricius 1775)) ou chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica balteata* LeConte 1865) n'a été identifiée. Aucune infestation de la punaise de la courge (*Anasa tristis* (De Geer 1773)) n'a été observée puisqu'un seul insecte de la famille des Coreidae a été identifié durant la saison de collecte. Aucun individu de l'espèce *Melittia cucurbitae* (Harris 1828) (Sesiidae), perceur de la courge, n'a été retrouvé. Parmi les ravageurs non spécifiques des cultures de courgettes, deux familles sont représentées par des nombres relativement élevés d'insectes: les Agromyzidae et les Delphacidae. Pour ces deux familles, la date de collecte a un effet très hautement significatif sur le nombre d'individus collectés ($P < 0,001$). Aussi, en ce qui concerne la famille des Formicidae, retrouvée en grand nombre dans les pièges, une différence très hautement significative par rapport à la date de collecte a été observée ($P < 0,001$).

En ce qui concerne les principaux ravageurs de pommes de terre, aucune infestation de doryphores, *Leptinotarsa decemlineata* (Say 1824) (Chrysomelidae), n'est à signaler. En effet, cette famille n'est que très peu représentée dans les collectes. De même, un seul taupin a été identifié sur l'ensemble de la collecte. La teigne de la pomme de terre, *Phthorimaea operculella* (Zeller 1873) (Gelechiidae), est quant à elle totalement absente des collectes. Aucune coccinelle du genre *Epilachna* n'a été identifiée puisque seules des espèces aphidiphages figurent parmi les collectes de cette famille. Par contre, la mouche mineuse *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard 1926) est présente en grand nombre parmi les spécimens collectés appartenant à la famille des Agromyzidae. Les dates de collectes ont une très grande influence sur les effectifs de cette famille collectés ($P < 0,001$). Cette différence hebdomadaire peut s'expliquer d'une part par la biologie des insectes capturés et la phénologie des populations naturellement présentes, d'autre part, par l'évolution des températures et des niveaux de précipitations survenues à certain moment de la période de collectes. En effet, les semaines durant lesquelles moins d'Agromyzidae ont été capturés sont caractérisées par des températures plus faibles et des périodes de pluies importantes. Parmi les Homoptères, dont les membres sont uniquement phytophages piqueurs-suceurs, deux familles sont en nombre important: les Delphacidae et les Psyllidae. Une influence évidente de la date de collecte a été observée sur le nombre d'individus appartenant à ces deux familles ($P < 0,001$). En ce qui concerne les fourmis, il y a, à nouveau, une différence très hautement significative par rapport à la date de collecte ($P < 0,000$).

Enfin, pour les observations visuelles réalisées sur plantes, les effectifs observés se sont révélés trop faibles que pour réaliser une analyse statistique et en tirer des conclusions, à l'exception des fourmis. Dans les deux cultures, la date a eu une influence très hautement significative sur le nombre de fourmis collectées ($P < 0,001$).

Des indices de diversité légèrement plus élevés ont été calculés en culture de pommes de terre par rapport à la culture de courgettes. Ceci s'explique en partie par un nombre de familles plus élevé et donc une plus grande richesse.

On constate que la diversité des pièges est supérieure à celle calculée à partir des observations visuelles sur plantes. Par rapport aux

pièges, un nombre plus de deux fois moins important de familles différentes a été retrouvé et avec des effectifs souvent très faibles pour la plupart d'entre elles. La méthode des pièges jaunes représente donc plus justement la diversité entomologique des deux cultures.

Pour les deux cultures et les deux méthodes de piégeage, les indices de diversité sont faibles. Ceci s'explique notamment par le fait qu'à la fois dans les pièges et pour les observations sur plantes, une famille domine très largement les effectifs. Il s'agit des Aphididae dans les pièges et des Formicidae dans les observations visuelles.

5. CONCLUSION

En conclusion, cette première étude de diversité générale entomologique réalisée dans la province du Shandong en Chine a permis de mettre en évidence une différence importante de composition de l'entomofaune observée dans des cultures maraîchères ciblées par rapport à la situation en Europe et en Belgique en général. En effet, diverses espèces de ravageurs systématiquement observées dans les parcelles européennes sont totalement absentes dans les parcelles étudiées. Il est dès lors important de réaliser des études de biodiversité fonctionnelles dans chaque région de production pour adapter les schémas de protection des cultures, tant pour cibler les ravageurs effectivement présents que les auxiliaires associés. En plus de l'identification des insectes nuisibles, la sélection des ennemis naturels entomophages à promouvoir ainsi qu'un effort de vulgarisation et de communication vis-à-vis des acteurs de terrains, fermiers locaux en particulier, sont primordiaux afin d'assurer une gestion optimale de la diversité dans un cadre de réduction d'applications de pesticides et d'un développement durable.

REMERCIEMENTS

Les activités menées en Chine ont été réalisées dans le cadre d'un projet interuniversitaire ciblé (PIC) intitulé « Développement et valorisation de nouvelles stratégies de lutte contre les ravageurs, vecteurs de maladies virales, en milieu rural dans la Province de Shandong (P.R. Chine) ». Les auteurs souhaitent remercier la Coopération Universitaire au Développement (CUD-CIUF) pour le soutien financier apporté à ce projet.

BIBLIOGRAPHIE

- Bao S.N. (1998). Ultrastructural and cytochemical studies on spermiogenesis of the beetle *Cerotoma arcuata* (Coleoptera, Chrysomelidae). *Biocell* **22**(1), p. 35-44.
- Fincher G.T. (1981). The potential value of dung beetles in pasture ecosystems. *Journal of the Georgia Entomological Society* **16**, p. 301-316.
- Hawkins B.A., Mills N.J., Jervis M.A. & Price P.W. (1999). Is the biological control of insects a natural phenomenon? *Oikos* **86**(3), p. 493-506.
- Hill D.S. (1997). *The Economic Importance of Insects*. Chapman & Hall, London, 377 p.
- Hou Y.M., You M.S., Pang X.F. & Liang G.W. (2002). Characteristics of arthropod community and their diversity restoration in leafy vegetable fields. *Entomologica Sinica* **9**(2), p. 35-42.
- Lopes T., Bosquée E., Polo Lozano D., Chen J.L., DengFa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. & Francis F. (2011). Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology* **64**(3), p. 63-71.
- Losey J.E. & Vaughan M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience* **56**(4), p. 311-323.
- Marcon E. (2010). Mesures de la biodiversité. (<http://www.ecofog.gf/Docs/PFDA/MesuresBiodiversite.pdf>; 12/08/2011).
- Mignon J., Colignon P., Haubruge E. & Francis F. (2003). Effet des bordures de champs sur les populations de chrysopes (Neuroptera: Chrysopidae) en cultures maraîchères. *Phytoprotection* **84**, p. 121-128.
- Ratcliffe B.C. (1970). Scarab beetles. Dung feeders, jeweled pollinators, and horned giants. *University of Nebraska News* **59**, p. 1-4.
- Williams I.H. (1994). The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. *Agricultural Zoology Reviews* **6**, p. 229-257.
- You M.S. (1997). Conservation and utilization of the insect diversity in China. *Chinese Biodiversity* **5**(2), p. 135-141.
- You M., Xu D., Cai H. & Vasseur L. (2005). Practical importance for conservation of insect diversity in China. *Biodiversity and Conservation* **14**, p. 723-737.

(13 réf.)