

Impact de substances informatives utilisées pour le contrôle des pucerons de céréales sur la diversité et l'abondance de l'entomofaune non cible

Sandrine Bayendi Loudit⁽¹⁾, Bernard Bodson⁽²⁾ et Frédéric Francis⁽¹⁾

(1) Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2, B-5030 Gembloux. Email : entomologie.gembloux@ulg.ac.be

(2) Unité de Phytotechnie tempérée, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Passage des Déportés, 2, B-5030 Gembloux.

Reçu le 5 avril 2012, accepté le 11 décembre 2012

Le blé est l'une des céréales les plus cultivées au monde. Cependant, elle est soumise aux attaques de plusieurs ravageurs. Pour éviter l'utilisation massive des pesticides conventionnels, l'emploi de certaines substances sémiocchimiques peut être adopté pour une meilleure gestion des ravageurs dans le cadre de la lutte biologique. Le rôle informatif, attractif ou répulsif, n'est cependant pas limité aux insectes cibles. C'est pourquoi cette étude vise à évaluer l'impact de l'utilisation de trois substances sémiocchimiques utilisées dans le contrôle de pucerons (le (E)- β -farnesene (EBF), l'extrait d'ail et le (Z)-3-héxénol) et de la paraffine sur l'entomofaune non aphidienne du blé. Cette étude s'est déroulée à la ferme expérimentale de Gembloux Agro-Bio Tech durant neuf semaines. Pour ce faire, deux techniques d'observations d'insectes ont été utilisées sur la parcelle : les pièges jaunes à eau et le contrôle visuel. Les insectes collectés de façon hebdomadaire ont été triés, comptés et classés au niveau taxonomique de la famille. Cette étude a permis de mettre en évidence la présence d'une plus grande diversité de familles avec le traitement à l'EBF et une meilleure proportion d'insectes nuisibles/insectes utiles avec la plus faible quantité d'Aphididae par rapport aux autres traitements. Les Aphididae sont les insectes nuisibles les plus nombreux rencontrés dans toutes les parcelles quel que soit le traitement. Les autres familles nuisibles d'importance sont les Curculionidae, les Cecidomyiidae et les Chloropidae. Bien que l'effectif des Chrysomelidae ne soit pas élevé, plusieurs dégâts ont été observés au champ.

Mots clés : substances sémiocchimiques, ravageurs, auxiliaires, blé, lutte biologique.

Wheat is one of the most cultivated cereals in the world. However, this crop is under attack by many pests and pathogens. In order, to avoid the massive use of the chemicals, other cropping systems semiochemicals can be adopted for a better management of the pests. This study aims to evaluate the use of three semiochemicals ((E)- β -farnesene (EBF), garlic extract and (Z)-3-hexenol) and paraffin on the entomofauna of wheat. This study was conducted at Gembloux Agro-Bio Tech's experimental farm for nine weeks. Two techniques were used for collecting insects: yellow traps and visual monitoring. The collected insects were sorted, counted and classified taxonomically to the family or species level. This study highlighted the presence of a great diversity of families with EBF treatment and a better proportion of pest and beneficial insects with the smallest quantity of Aphididae. The latter are the most abundant pests on the entire field whatever the considered treatment. The main encountered pests are from Curculionidae, Cecidomyiidae and Chloropidae. Although Chrysomelidae was not high, some damages were observed at the field.

Key words: semiochemicals, pests insects, beneficial insects, wheat, biological control

1. INTRODUCTION

Le blé est l'une des céréales les plus cultivées au monde, elle occupe la deuxième place après le maïs avec une production de 646,5 millions de tonnes en 2010. L'Union Européenne est le premier producteur de blé dans le monde (Burny, 2011). Cependant, cette culture est soumise aux

attaques de plusieurs ravageurs réduisant considérablement les rendements. Dans le souci d'améliorer ces productions céréalières, des recherches sur les substances sémiocchimiques sont menées afin de les intégrer dans les stratégies de gestion des ravageurs, en particulier pour le contrôle des insectes nuisibles (Agelopoulos *et al.*, 1999; Rodriguez-Saona & Stelinski, 2009). En

effet, certaines méthodes impliquent le développement d'une approche « push-pull », visant l'attraction des ennemis naturels (Koul & Dhaliwal, 2003) et la répulsion des ravageurs par l'utilisation de certaines substances sémiocchimiques. Ces substances volatiles peuvent être émises aussi bien par des végétaux que par des animaux (Regnault-Roger, 2005). Plusieurs essais ont déjà été conduits en utilisant le (E)- β -farnesene (phéromone d'alarme de pucerons) et la (Z)-3-héxénol pour attirer les prédateurs de pucerons et repousser les ravageurs aphidiens (Francis *et al.*, 2005; Verheggen *et al.*, 2008; Leroy *et al.*, 2010). L'extrait d'ail est souvent utilisé comme un répulsif des insectes (Regnault-Roger, 2005). Jusqu'à présent, aucune étude n'a intégré les espèces non ciblées de ces signaux chimiques. D'autres ravageurs que les pucerons pourraient cependant percevoir ces substances informatives comme attractives et dès lors occasionner des dégâts dans les parcelles de blé. L'objectif global de cette étude est de déterminer l'impact de l'utilisation de trois substances sémiocchimiques utilisées pour le contrôle des pucerons sur l'entomofaune non cible de cultures de blé. Il s'agit de déterminer l'effet sur les principales familles de ravageurs et auxiliaires non ciblés par l'utilisation de ces substances informatives et de potentiellement valider ces substances dans le contrôle aphidien en toute sécurité par rapport aux autres ravageurs potentiels de ces cultures céréalières.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une parcelle de froment (variété Tybalt) a été semée à la ferme expérimentale de Gembloux Agro-Bio Tech à une densité de 350 grains/m². Douze pièges jaunes ont été répartis sur la parcelle à une distance de 20 m en tous sens les uns des

autres selon un dispositif de 3 lignes parallèles et de 4 pièges par ligne. Trois substances sémiocchimiques ont été testées : le (E)- β -farnesene, le (Z)-3-héxénol et l'extrait d'ail. Un contrôle, de l'huile de paraffine uniquement, qui sert de matrice « slow release » pour les molécules diffusées, est également utilisé dans le dispositif expérimental (Figure 1). Des volumes de 100 μ l de solution (à 10 μ g/ μ l en molécule) ont été déposés dans des cupules en caoutchouc placées au-dessus des pièges. Chaque semaine du 4 mai au 29 juin 2011, les formulations sont renouvelées en même temps que la récolte des insectes dans les pièges. Ce piégeage a été complété par des observations visuelles qui ont été réalisées sur 20 plants à 1 m autour des pièges jaunes. L'estimation par comptage direct, visuel des insectes et des dégâts est réalisée simultanément aux collectes.

Les insectes collectés étaient triés, comptés et classés taxonomiquement sur la base de la morphologie externe (Hutcheson & Jones, 1999). La diversité et l'abondance des insectes ont été évaluées après identification au laboratoire. Pour cela, plusieurs clés de détermination systématiques généralistes et spécifiques à quelques familles ont été utilisées (Zahradnik, 1988; Delvare & Aberlenc, 1989; Chinery, 1993; Wolfgang & Werner, 2009). En ce qui concerne les observations, la reconnaissance visuelle a été complétée par l'analyse à la loupe binoculaire au laboratoire.

Les résultats regroupés par familles d'insectes les plus importants (nuisibles et utiles) et plus particulièrement les Aphididae et leurs auxiliaires ont été analysés en fonction des traitements pour la durée d'étude. L'influence de certains facteurs climatiques a été évaluée à partir des données météorologiques obtenues auprès du Centre Wallon de Recherches Agronomiques de Gembloux.

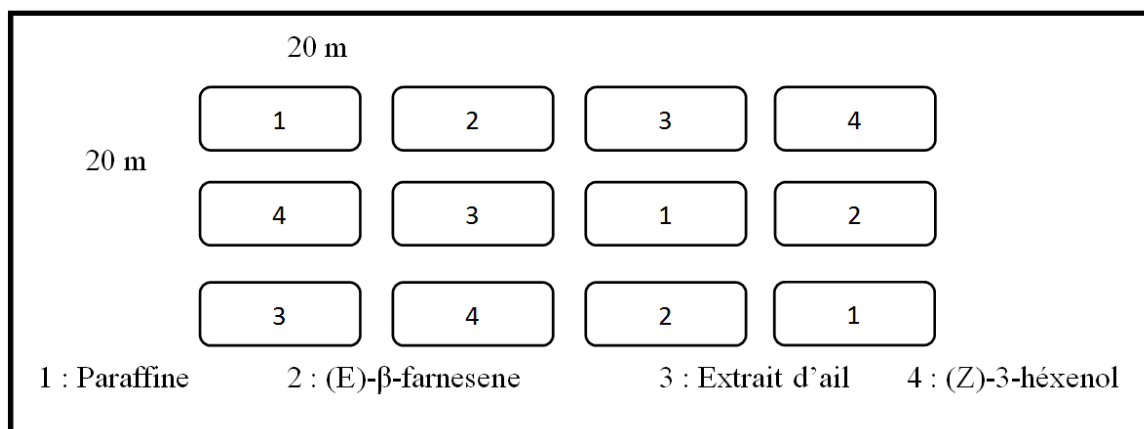


Figure 1: Dispositif expérimental

3. RESULTATS

3.1 Diversité entomologique au champ

Cette étude a permis de mettre en évidence 36 familles entomologiques avec 49.099 insectes dont 45.403 collectés par piégeage et 3.696 dénombrés par contrôle visuel. La diversité entomologique est présentée par famille et par traitement (Tableau 1).

L'analyse statistique a montré qu'il y a une différence hautement significative entre le dénombrement moyen des insectes des familles répertoriées tant sur les parcelles avec la paraffine ($p=0,000$ et $F=4,42$) que pour les trois traitements sémi-chimiques (EBF $p=0,000$ et $F=4,19$, l'extrait d'ail $p=0,000$ et $F=5,46$ et le (Z)-3-héxénol $p=0,000$ et $F=5,46$). Selon le test de student Fischer de comparaison des moyennes deux à deux, il n'y a pas de différence significative entre le nombre moyen des insectes de tous les traitements entre eux et avec le contrôle (paraffine). Malgré cela, le traitement à l'EBF est le seul qui attire le plus des familles d'insectes car selon l'analyse, ce traitement a une différence moyenne de 4,88 au-dessus du contrôle (paraffine).

Les Aphididae ne sont pas rencontrés en grand nombre sur les parcelles à l'EBF (1996), contrairement à celles à la Paraffine (2012), à l'extrait d'ail (2035) et au (Z)-3-héxénol (2496).

Une présence de plusieurs insectes auxiliaires dont des pollinisateurs est remarquée sur tout le site. Les Pteromalidae (75% des insectes utiles) sont plus abondants sur la parcelle d'EBF ainsi que les Syrphidae qui sont majoritairement rencontrés avec plus de 44% sur l'ensemble des aphidiphages. Les Chrysopidae (près de 34%) et les Aphidiidae (près de 18%) sont plus rencontrés autour des parcelles traitées à l'extrait d'ail et au (Z)-3-héxénol.

Le traitement au (Z)-3-héxénol est celui qui présente le plus d'insectes nuisibles avec près de 29% et le moins d'insectes utiles (20%). Tandis que celui à l'EBF est celui qui a le moins d'insectes nuisibles (23%) et le plus d'insectes utiles (32%) conduisant ainsi à une meilleure proportion insectes nuisibles/insectes utiles. Ce dernier a également une plus grande diversité.

Le traitement à l'extrait d'ail est celui qui a une proportion presque identique d'insectes nuisibles (24%) et d'insectes utiles (26%). Le nombre total des insectes y est le plus faible avec 22% contrairement au traitement à l'huile neutre (25%).

Les Anthomyiidae ont des proportions qui varient de 24% à 35% et les Nitidulidae de 60 à 70% sur les autres insectes dénombrés sur le site.

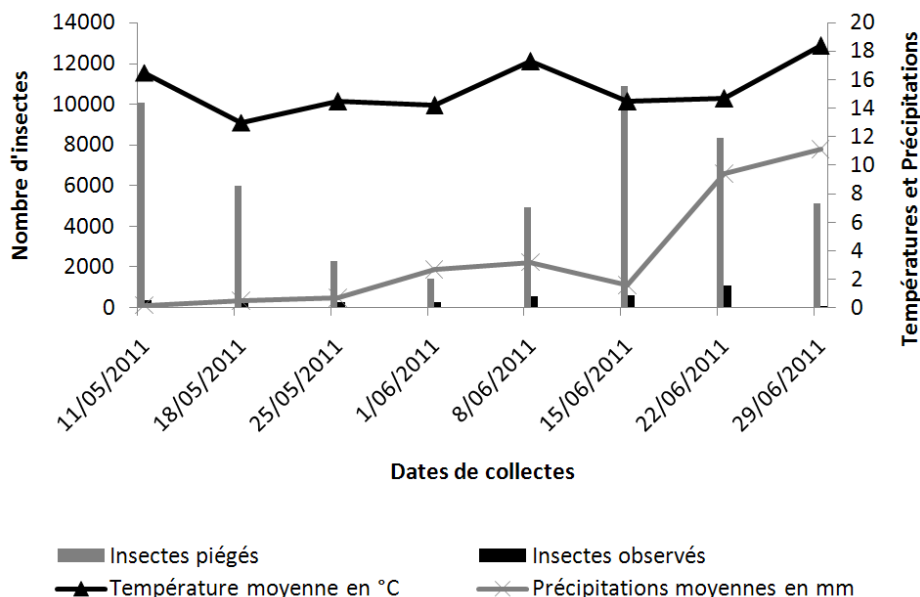


Figure 2 : Evolution du nombre d'insectes et des données météorologiques par semaines avec l'utilisation des substances sémiochimiques.

3.2 Evolution des insectes au cours du temps et des facteurs climatiques

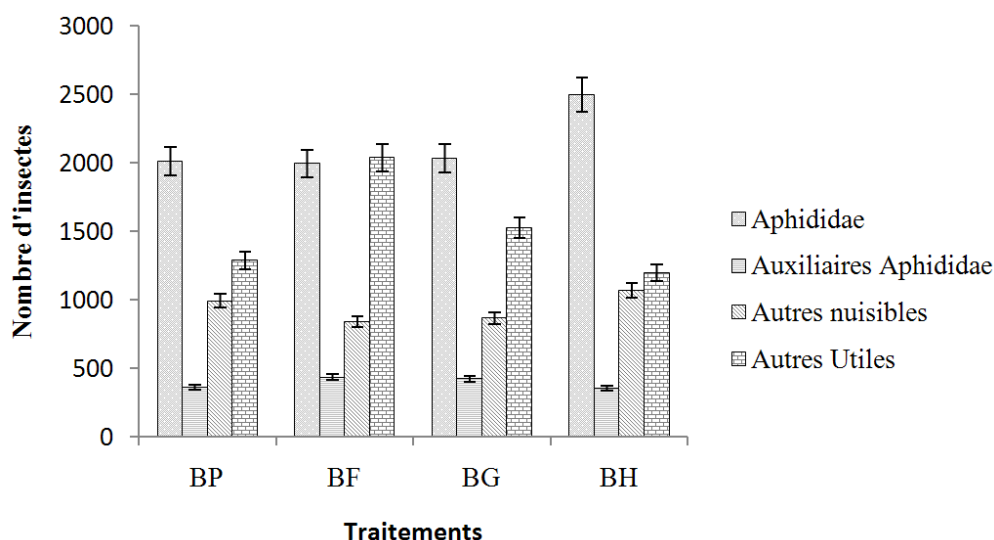
Au début de l'étude à une température moyenne de 16,5°C et une pluviométrie moyenne de 0,2 mm, le nombre d'insectes est de 10.077, puis, quelles que soient les variations de température et de précipitations, le nombre d'insectes décroît jusqu'à la quatrième semaine où il atteint 85,85% d'insectes en moins (Figure 2). Le pic des insectes collectés par pièges est atteint à la sixième semaine avec 10.909 insectes, cela est remarqué après une chute de température et de pluviométrie moyennes respectivement de 16% et de 50% par rapport à la semaine précédente. Puis, malgré l'augmentation de la pluviométrie et l'élévation de la température, le nombre d'insectes collectés décroît jusqu'à atteindre près de 53% en moins par rapport au pic.

Le pic des insectes pour les observations visuelles est atteint à la septième semaine avec une

pluviométrie moyenne de 9,4 mm et une température moyenne de 14,7°C. Malgré l'élévation de la température et de la pluviométrie, le nombre d'insectes décroît.

3.3 Répartition des groupes d'insectes par traitement

Quel que soit le traitement utilisé (Figure 3), les Aphididae sont les insectes nuisibles les plus rencontrés sur toutes les parcelles. Le traitement à la (Z)-3-héxénol est celui qui présente des grands effectifs des Aphididae (6% de tous les insectes). Les traitements à l'EBF et à l'extrait d'ail sont ceux qui présentent une meilleure proportion insectes nuisibles/insectes utiles comparativement au traitement à l'huile neutre de paraffine et au traitement à la (Z)-3-héxénol.



BP : Paraffine; BF : (E)- β -farnesene; BG : extrait d'ail; BH : (Z)-3-héxénol

Figure 3. Répartition du nombre d'insectes piégés par groupes et par traitements avec l'utilisation des substances sémiocchimiques.

4. DISCUSSION

Cette étude nous a permis d'établir une première liste de la biodiversité entomologique présente sur la parcelle de blé avec l'utilisation de la paraffine et de trois substances sémiocchimiques. Les Aphididae représentent les nuisibles les plus importants sur le site, quels que soient le traitement et les méthodes de collecte utilisées. Les Chrysomelidae qui ne représentent pourtant pas des grands effectifs (2%) par rapport à tous les insectes, tout au long de l'étude causent des dégâts plus perceptibles que ceux des autres ravageurs, cela confirme les travaux de De Proft (2011). Les autres nuisibles d'importance sont les Curculionidae, les Cecidomyiidae et les Chloropidae. Les auxiliaires d'insectes les plus rencontrés sont les Pteromalidae, Syrphidae, Chrysopidae, Miridae et Aphidiidae.

La nuisibilité des Nitidulidae (34%) n'est pas connue sur le blé malgré son importance massive dans le champ. Cependant certaines espèces d'Anthomyiidae *Delia coarctata* (Fallen 1825) (De Proft, 2011; Peairs, 2008) et *Delia platura* (Meigen 1826) (De Proft, 2011) sont reconnues comme étant des nuisibles du blé. N'ayant pas fait l'identification jusqu'au niveau de l'espèce, les Anthomyiidae (13%) de façon générale ne peuvent pas être classés de façon systématique dans les nuisibles.

Avec l'utilisation des substances sémiocchimiques il n'y a pas de relation perceptible entre le nombre

des insectes utiles (auxiliaires et autres insectes utiles) et nuisibles. Le nombre d'Aphididae augmente avec celui des autres insectes nuisibles. Il n'y a pas d'effet apparent entre les Aphididae et leurs auxiliaires. Dans l'ensemble, les molécules utilisées n'induisent pas un comportement particulier aux pucerons ou aux autres insectes. Cependant, les comparaisons des nombres d'insectes par traitements ont montré que le traitement BF (Blé Farnesene) semble être le mieux adapté car il occasionne une meilleure diversité et une meilleure proportion insectes nuisibles / insectes utiles. Cette molécule qui est un signal d'alarme des pucerons pourrait-elle être attractive pour les insectes en général? Cependant, en observations visuelles, le nombre d'insectes est faible et proche de celui obtenu avec l'utilisation de l'extrait d'ail (BG). Il n'y a pas de corrélation entre les insectes attrapés par pièges et ceux observés pour le traitement (BF). Les Syrphidae sont les auxiliaires les plus rencontrés avec l'utilisation de la EBF. Cela confirme les travaux de Leroy *et al.* (2010). En milieu contrôlé, la EBF induit un meilleur pourcentage d'oviposition d'une espèce de Syrphidae (*Episyrphus balteatus* (De Geer 1776)) contrairement à l'héxénol et à la paraffine.

Le traitement du blé avec extrait d'ail est celui qui a le moindre effectif en observation visuelle et avec les pièges.

Concernant les températures relevées pendant la durée de l'étude, elles sont plutôt élevées et de

l'ordre de 15°C en moyenne pour les mois de mai et de juin. Tandis que la température moyenne pour le mois de mai est de 11,9°C en 2010 en Wallonie (Planchon & Oger, 2011). La pluviométrie est très faible pour la même période de l'ordre de 3 mm. Ces conditions climatiques auraient pu influencer la diversité des insectes.

Au bout de la sixième semaine d'étude, après un pic de température, le nombre d'insectes collectés dans les pièges atteint le maximum. Cela s'explique par le fait qu'en période de forte température, les insectes sont plus en activité comme le confirme Pest Notes (2000). Cependant, ce constat n'est pas valable pour les insectes dénombrés par les observations visuelles. Puisque c'est également à partir de la sixième semaine qu'il y a simultanément une augmentation de la température moyenne hebdomadaire et de la pluviométrie moyenne hebdomadaire ce qui induit une progression des effectifs d'insectes dans le temps. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il faut que le couple température-pluviométrie atteigne certaines valeurs pour que les insectes soient visibles sur les plantes.

Bibliographie

- Agelopoulos N.G., Birkett M.A., Hick A.J., Hooper A.M., Pickett J.A., Pow E.M., Smart L.E., Smiley D.W.M., Wadhams L.J. & Woodcock C.M. (1999). Exploiting semiochemicals in insect control. *Pesticide Science* **55**, p. 225–235.
- Burny Ph. (2011). Production et commerce mondial en céréales en 2010/2011. In *Livre Blanc Céréales-Gembloux*, 12 p.
- Chinery M. (1993). *Insects of Britain and Northern Europe*. Collins Field Guide, 3rd Edition, London 320 p.
- De Prof M. (2011). Protection contre les ravageurs. In *Livre Blanc Céréales-Gembloux*, 16 p.
- Delvare G. & Aberlenc H.P. (1989). *Les insectes d'Afrique et d'Amérique Tropicale Clés pour la reconnaissance des familles*. Prifas, CIRAD, Montpellier, 302 p.
- Francis F., Vandermoten S., Verheggen F., Lognay G. & Haubruge E. (2005). Is the (E)-b-farnesene only volatile terpenoid in aphids. *Journal of Applied Entomology* **129**, p. 6–11.
- Hutcheson J. & Jones J. (1999). Spatial variability of insect communities in a homogenous system: Measuring biodiversity using Malaise trapped beetles in a *Pinus radiata* plantation in New Zealand. Elsevier, *Forest Ecology and Management* **118** (1-3), p. 93-105.
- Koul O. & Dhaliwal G.S. (2003). Predators and parasitoids: an introduction. In Koul O. & Dhaliwal G.S. (Eds.), *Predators and parasitoids*. Taylor and Francis Inc., New York, p. 1–16.
- Leroy P.D., Verheggen F.J., Capella Q., Francis F. & Haubruge E. (2010). An introduction device for the aphidophagous hoverfly *Episyrphus balteatus* (De Geer) (Diptera: Syrphidae). *Biological Control* **54**, p. 181–188
- Peairs F.B. (2008). *Wheat Pests and Their Management*. Colorado State University, Ft. Collins, CO, USA Encyclopedia of Entomology Springer Science.
- Pest Notes Publication 7404 (2000). *Integrated pest management for home gardeners and landscape professionals*. University of California Division of agriculture and Natural Resources, 2 p.
- Planchon V. & Oger R. (2011). Aperçu climatologique pour les années culturales 2009-2010. In *Livre Blanc Céréales-Gembloux*, 15 p.
- Regnault-Roger C. (2005). *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*. Editions TEC & DOC, Lavoisier, 1014 p.
- Rodriguez-Saona C.R. & Stelinski L.L. (2009). Behavior-modifying strategies. In IPM, *Theory and practice*. In *Integrated Pest Management, Innovation-Development Process* (Ed. by R. Peshin & A. K. Dhawan), p. 263–315. Dordrecht: Springer
- Verheggen F.J., Arnaud L., Bartram S., Gohy M. & Haubruge E. (2008). Aphid and Plant Volatiles Induce Oviposition in an Aphidophagous Hoverfly. *Journal of Chemical Ecology* **34**, p. 301–307.
- Wolfgang D. & Werner R. (2009). *Guide des insectes. La description, l'habitat, les mœurs*. Delachaux et Niestlé, Paris, 237 p.
- Zahradnik S. (1988). *Guide des insectes*. Hatier, Prague, 318 p.

(17 réf.)

| | | Paraffine | EBF | Extrait d'ail | (Z)-3-héxénol |
|----|----------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| | Familles | Nombre d'insectes | Nombre d'insectes | Nombre d'insectes | Nombre d'insectes |
| 1 | Andrenidae | 123 | 113 | 120 | 146 |
| 2 | Anthomyiidae | 2074 | 1877 | 1538 | 1969 |
| 3 | Aphididae | 2012 | 1996 | 2035 | 2496 |
| 4 | Aphidiidae | 49 | 49 | 79 | 65 |
| 5 | Apidae | 147 | 138 | 139 | 137 |
| 6 | Calliphoridae | 17 | 15 | 12 | 11 |
| 7 | Cantharidae | 33 | 23 | 32 | 23 |
| 8 | Carabidae | 6 | 3 | 5 | 5 |
| 9 | Cecidomyiidae | 178 | 108 | 144 | 166 |
| 10 | Chloropidae | 100 | 99 | 93 | 108 |
| 11 | Chrysididae | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | Chrysomelidae | 95 | 96 | 101 | 97 |
| 13 | Chrysopidae | 95 | 128 | 142 | 121 |
| 14 | Cicadellidae | 39 | 38 | 32 | 24 |
| 15 | Cicindelidae | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 16 | Coccinellidae | 36 | 32 | 30 | 26 |
| 17 | Curculionidae | 539 | 467 | 465 | 637 |
| 18 | Elateridae | 13 | 8 | 5 | 8 |
| 19 | Empididae | 0 | 2 | 4 | 4 |
| 20 | Halictidae | 110 | 74 | 81 | 109 |
| 21 | Ichneumonidae | 31 | 34 | 42 | 30 |
| 22 | Miridae | 90 | 121 | 89 | 93 |
| 23 | Muscidae | 288 | 309 | 224 | 199 |
| 24 | Nitidulidae | 4437 | 5424 | 3261 | 3406 |
| 25 | Nymphalidae | 11 | 13 | 11 | 9 |
| 26 | Oedemeridae | 14 | 4 | 3 | 10 |
| 27 | Panorpidae | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 28 | Phoridae | 15 | 24 | 18 | 15 |
| 29 | Psyllidae | 29 | 35 | 26 | 28 |
| 30 | Pteromalidae | 739 | 1524 | 1030 | 646 |
| 31 | Rhagionidae | 12 | 11 | 13 | 10 |
| 32 | Sciaridae | 31 | 36 | 31 | 40 |
| 33 | Sphécidae | 4 | | 1 | 5 |
| 34 | Stratiomyidae | 16 | 19 | 14 | 16 |
| 35 | Syrphidae | 149 | 193 | 130 | 112 |
| 36 | Tenthredinidae | 18 | 22 | 26 | 28 |
| 37 | Tipulidae | 11 | 3 | 2 | 3 |
| 38 | Vespidae | 2 | 3 | 3 | 4 |

Tableau 1: Diversité et abondance entomologique correspondant aux différentes substances sémiocimiques diffusées en culture de blé