

**AFPP – 11^e CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LES RAVAGEURS ET AUXILIAIRES EN AGRICULTURE
MONTPELLIER – 25 ET 26 OCTOBRE 2017**

**MONITORING DES VOLS DE CÉCIDOMYIE ORANGE DU BLE, *SITODIPLOSION MOSELLANA* (GÉHIN), ET
DE CÉCIDOMYIE ÉQUESTRE, *HAPLODIPLOSION MARGINATA* (VON ROSER), À L'AIDE DE PIÈGES À
PHÉROMONE**

S. CHAVALLE⁽¹⁾, P. LAURENT⁽²⁾ & M. DE PROFT⁽¹⁾

⁽¹⁾ : Unité Protection des Plantes et Écotoxicologie, Département Sciences du Vivant, Centre wallon de
Recherches agronomiques, Chemin de Liroux 2, 5030 Gembloux, Belgique – E-mails :

s.chavalle@cra.wallonie.be; m.deproft@cra.wallonie.be

⁽²⁾ : Unité de Chimie Générale, Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles, Route de Lennik, 808 CP 609,
1070 Bruxelles, Belgique – E-mails : Pascal.Laurent@ulb.ac.be

RÉSUMÉ

En Belgique, deux cécidomyies occasionnent couramment des dégâts en céréales : la cécidomyie orange du blé, *Sitodiplosis mosellana*, et la cécidomyie équestre, *Haplodiplosis marginata*. Afin d'évaluer le risque pour la culture et de déterminer la pertinence d'un éventuel traitement insecticide, un monitoring fiable des vols et une bonne interprétation des profils de captures sont nécessaires. Différents pièges de *S. mosellana* et d'*H. marginata* ont été placés dans différents champs sources et cultivés, soit en céréales, soit en cultures de printemps. Chaque cécidomyie a été abondamment capturée par les pièges pourvus de sa propre phéromone, et ce quel que soit le type de champ pour *S. mosellana*, contrairement à *H. marginata* où seuls les pièges à phéromone disposés en céréale ont eu une bonne efficacité. Les pièges combinant les deux phéromones ont montré que la phéromone d'*H. marginata* a un effet répulsif sur *S. mosellana*. Pour un monitoring efficace, les pièges combinés ne sont pas efficace et la localisation idéale des pièges à phéromone diffère donc selon l'espèce.

Mots-clés : cécidomyies - céréales - pièges - phéromones – monitoring.

ABSTRACT

FLIGHT MONITORING OF ORANGE WHEAT BLOSSOM MIDGE, *SITODIPLOSION MOSELLANA* (GÉHIN), AND OF SADDLE GALL MIDGE, *HAPLODIPLOSION MARGINATA* (VON ROSER), USING PHEROMONE TRAPS

In Belgium, two gall midges cause frequent damage to cereals: the orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana*, and the saddle gall midge, *Haplodiplosis marginata*. In order to evaluate the risk for the crops, and to determine the pertinency of eventual insecticide treatment, a reliable flight monitoring, and a good interpretation of the catch pattern are necessary. Several traps of *S. mosellana* and *H. marginata* were placed in different infested fields and cropped with cereals, or with spring crops (sugar beet or chicory). Each midge was extensively caught in traps with its own pheromone, regardless of the field type for *S. mosellana*, whilst for *H. marginata* only pheromone traps placed in cereals were efficient. The traps combining the two pheromones showed that pheromone of *H. marginata* has a repellent effect on *S. mosellana*. In order to obtain the most efficient monitoring, combined traps are not efficient and the location of the traps differ from one species to the other.

Keywords: gall midge – cereals – traps - pheromone – monitoring.

INTRODUCTION

Deux espèces de cécidomyies (Diptère : Cecidomyiidae) sont des ravageurs importants du blé en Belgique : la cécidomyie orange du blé, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin), et la cécidomyie équestre ou « cécidomyie des tiges », *Haplodiplosis marginata* (von Roser). Les larves de *S. mosellana* se nourrissent aux dépens des grains en formation, tandis que celles d'*H. marginata* se nourrissent aux dépens des tiges (Barnes, 1956). Ces deux ravageurs ont occasionné d'importants dégâts en Europe ces dix dernières années, en particulier au Royaume-Uni (Oakley *et al.*, 2005; Pope et Ellis, 2013), en Allemagne (Gaafar *et al.*, 2011; Mölck, 2007) et en Belgique (Censier *et al.*, 2016a; Chavalle *et al.*, 2015a).

Pour que *S. mosellana* puisse infliger des dégâts au blé, il faut coïncidence entre ses émergences et la phase sensible du blé. En effet, lorsqu'elle émerge du sol, la jeune cécidomyie orange ne survit que quelques jours. Quant au blé, la phase vulnérable aux attaques de l'insecte ne dure qu'une bonne semaine : de l'éclatement des gaines foliaires jusqu'à la fin de la floraison. La phénologie du blé et celle de l'insecte ne sont pas gouvernées par les mêmes facteurs (Jacquemin *et al.*, 2014). Si l'épiaison des blés peut varier de quelques jours en fonction des années, l'émergence de *S. mosellana*, elle, peut survenir à des époques très différentes. En effet, l'absence de pluie peut retarder le déclenchement de la nymphose, et donc de l'émergence. Ainsi, les premières émergences peuvent être observées à des dates variant de plus de quarante jours selon les années (Jacquemin, 2014). La lutte contre ce ravageur n'est pas facile car, pour être efficaces, les traitements insecticides contre ce ravageur doivent, eux aussi, être précisément synchronisés avec les périodes de vol, puisqu'ils doivent toucher les adultes au tout début de la période des pontes. La difficulté d'une bonne synchronisation réside dans la discrétion du ravageur, quasi impossible à repérer pendant la journée, du fait de sa petite taille (2-3 mm) et de son comportement cryptique. La cécidomyie orange ne commence à se manifester qu'au crépuscule où, lorsque le temps est doux et calme, les femelles montent progressivement vers les épis et commencent à y pondre. Les pièges constituent donc un outil de monitoring indispensable permettant de détecter et quantifier les adultes de *S. mosellana*. Ces pièges sont d'autant plus efficaces puisque la phéromone qui attire les mâles de *S. mosellana* est connue et disponible, le (2S,7S)-2,7-nonanediyl dibutyrate (Gries *et al.*, 2000).

Contrairement à *S. mosellana*, *H. marginata* ne nécessite pas un stade précis du blé pour occasionner des dégâts puisqu'elle pond sur les feuilles avant que ses larves ne rampent sous la gaines. Les traitements insecticides appliqués contre ce ravageur visent donc les œufs avant leur éclosion. La difficulté de ces traitements réside donc comme pour *S. mosellana* dans la détection du ravageur. Les travaux récemment entrepris sur cette espèce ont abouti à l'identification du butyrate de 2-nonyl en tant que composé majeur de la phéromone sexuelle de cette cécidomyie (Censier *et al.*, 2014), puis à la mise au point de diffuseurs en vue de monitoring au champ (Censier *et al.*, 2016b).

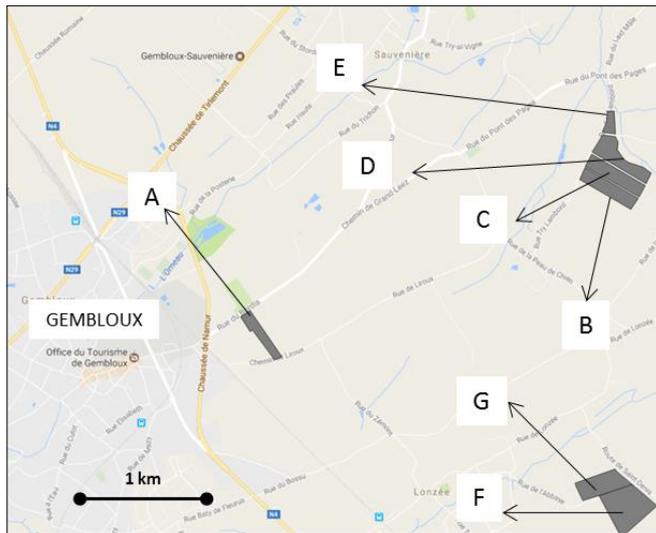
Disposant de diffuseurs de phéromone spécifiques de *S. mosellana* et *H. marginata*, l'objectif de la présente étude était d'optimiser les méthodes de captures des deux espèces de cécidomyie, tant pour donner aux chercheurs des outils sensibles pour l'étude de la biologie de ces insectes, que dans le but ultime de permettre aux praticiens de fonder leurs décisions de protection sur la détermination précise des profils de vols, des niveaux de populations, et donc du risque pour la culture de blé.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

SITES D'EXPÉRIMENTATION

Afin de comparer plusieurs systèmes de piégeage de *S. mosellana* et *H. marginata*, pourvus ou non de diffuseurs de phéromone, un dispositif expérimental a été installé en 2016 à Gembloux en Belgique. 51 pièges ont été disposés dans sept champs de 1 à 6 hectares, situés dans un triangle de 4 kilomètres de côtés à l'est de Gembloux (Figure 1).

Figure 1 : Distribution géographique des champs d'essai
(Geographical distribution of experiment fields)



Quatre champs (A, D, E, G) étaient cultivés en céréales d'hiver (A, E : blé ; D, G : escourgeon), et les trois autres (B, C, F) en cultures de printemps (B, F : betterave sucrière ; C : chicorée). Les pièges en betteraves et en chicorée visaient à comparer la précocité des captures dans des sols travaillés au printemps et supposés se réchauffer plus vite que les sols emblavés en céréales dès avant l'hiver. Cultures de printemps et céréales d'hiver contrastaient aussi par leur couvert : dense à très dense en céréales, encore quasi nu au début des relevés des pièges en betterave et chicorée.

Ces sept champs ont été choisis en raison de leur infestation en *S. mosellana* et *H. marginata*. En effet, pour chacun, les niveaux d'infestation du sol par les deux cécidomyies étudiées ont été mesurés à la sortie de l'hiver par comptage des larves extraites d'échantillons de sol. En mars-avril 2016, des échantillons d'environ 11 kg de sol ont été pris en 30 coups de sonde à l'aide d'un plantoir à bulbe, répartis sur la surface de chaque champ. Ces échantillons ont ensuite été traités. Au laboratoire, après dispersion dans l'eau des échantillons, ceux-ci ont été passés à travers trois tamis superposés de 2.8, 1.0 et 0.3 mm de maille afin de récupérer les larves des deux espèces de cécidomyies comme décrit par Chavalle *et al.* (2015b).

SYSTÈME DE PIÉGEAGE

51 pièges pouvant être regroupés en sept systèmes de piégeage ont été disposés dans les 7 champs : piège collant blanc, piège cuvette jaune, piège cuvette jaune avec phéromone d'*H. marginata*, piège delta, piège delta avec phéromone de *S. mosellana*, piège delta avec phéromone d'*H. marginata*, et piège delta avec phéromone de *S. mosellana* et d'*H. marginata*.

- Piège collant blanc : ce piège a été fabriqué dans notre laboratoire. Il consistait en un papier siliconé de forme carrée (10x10 cm), pulvérisé avec de la colle pour insectes (Soveurode®) et disposé dans un boîtier de CD transparent. Ce boîtier était perforé et fixé sur un piquet en bois de manière à disposer l'insert collant blanc à 0,60 m au-dessus du sol (c'est-à-dire, à hauteur des épis). Deux pièges de ce type ont été posés et ciblaient particulièrement *Macroglenes penetrans*, un parasitoïde très commun de *S. mosellana*. Ce piège s'était révélé très efficace sur *M. penetrans* dans des essais antérieurs (Chavalle *et al.*, 2012).
- Piège cuvette jaune : il s'agissait de cuvettes jaunes Flora® de 26 cm de diamètre (Signe Nature, La Chapelle d'Armentières, France), classiquement utilisées pour le suivi des populations d'insectes en colza. La cuvette contenait 1 L d'eau avec une goutte de surfactant (produit vaisselle) ; ce mélange

était changé deux fois par semaine. La cuvette était fixée sur un piquet de manière à disposer le niveau de l'eau à 0,20 m au-dessus du sol.

- Piège cuvette jaune avec phéromone d'*H. marginata* : ce piège était une variante du piège cuvette jaune qui a consisté à équiper de telles cuvettes d'un diffuseur de phéromone d'*H. marginata*. La cuvette était fixée sur un piquet de manière à disposer le niveau de l'eau à 0,20 m au-dessus du sol.
- Piège delta : ce piège, disponible sur le marché, comportait comme structure de base le piège « delta » ou piège « cabane » fréquemment utilisé en verger. Un insert amovible englué était disposé au fond du piège. Le piège delta était fixé sur un piquet de manière à disposer la plaque engluée à 0,20 m au-dessus du sol.
- Piège delta avec phéromone de *S. mosellana* : ce piège était une variante du piège delta qui a consisté à équiper de tels pièges d'un diffuseur de phéromone de *S. mosellana* comme décrit par Bruce *et al.* (2007). Les diffuseurs phéromonaux ont été obtenus chez Suterra® (Suterra Europe Biocontrol Espana SL, Gavà, Barcelona, Spain). Le piège delta était fixé sur un piquet de manière à disposer la plaque engluée à 0,20 m au-dessus du sol.
- Piège delta avec phéromone d'*H. marginata* : ce piège était une variante du piège delta qui a consisté à équiper de tels pièges d'un diffuseur de phéromone d'*H. marginata* comme décrit par Censier *et al.* (2016b). Les diffuseurs phéromonaux ont été fabriqués comme décrit par Censier *et al.* (2016b). Le piège delta était fixé sur un piquet de manière à disposer la plaque engluée à 0,20 m au-dessus du sol.
- Piège delta avec phéromone de *S. mosellana* et d'*H. marginata* : ce piège était une variante du piège delta qui a consisté à équiper de tels pièges d'un diffuseur de phéromone de *S. mosellana* et d'un diffuseur de phéromone d'*H. marginata*. Le piège delta était fixé sur un piquet de manière à disposer la plaque engluée à 0,20 m au-dessus du sol.

Excepté pour les pièges collants blancs, tous les autres systèmes de piégeage ont été disposés à 0,20 m au-dessus du sol car des essais antérieurs avaient révélé une efficacité bien supérieure de ces pièges disposés près du sol plutôt que plus haut, comme ils sont généralement posés (Chavalle *et al.*, 2012).

Les 51 pièges ont été activés le 25 avril 2016, soit deux bonnes semaines avant les premières captures, et ont été relevés quotidiennement jusqu'au 30 juin. Au sein d'un même champ, les pièges ont été disposés en blocs aléatoires complets, en respectant un intervalle d'au moins 20 m entre eux afin que les captures puissent être considérées comme indépendantes.

DISTRIBUTION DES PIÈGES

Les pièges ont été distribués dans les sept champs selon le Tableau 1. Dans le champ A, l'objet principal de l'expérimentation était de tester, dans le piège delta, la compatibilité des deux diffuseurs de phéromone. Dans le champ G, l'effet croisé des phéromones sur les deux espèces était testé dans les pièges delta. Additionnellement, des dispositifs utilisant le piège delta étaient comparés à des dispositifs utilisant la cuvette jaune. Enfin, des pièges delta pourvus de diffuseurs de phéromone, soit de *S. mosellana*, soit d'*H. marginata*, ont été comparés dans les sept champs. Cette comparaison visait à étudier l'importance du couvert (soit céréales d'hiver, soit culture de printemps) tant sur le nombre de captures que sur leur distribution dans le temps.

Tableau 1 : Distribution des pièges dans les sept champs
(Distribution of traps in the seven fields)

Type de piège	Nombre de pièges						
	Champ A Blé	Champ B Betterave	Champ C Chicorée	Champ D Escourgeon	Champ E Blé	Champ F Betterave	Champ G Escourgeon
Collant blanc	2						
Cuvette jaune							4
Cuvette jaune phéro <i>Hm</i>							4
Delta							4
Delta phéro <i>Sm</i>	3	2	2	2	2	2	4
Delta phéro <i>Hm</i>	3	2	2	2	2	2	4
Delta phéro <i>Sm</i> + <i>Hm</i>	3						

* Phéro = avec diffuseur de phéromone ; *Sm* = *Sitodiplosis mosellana* ; *Hm* = *Haplodiplosis marginata*

RÉSULTATS

NIVEAUX D'INFESTATION DES CHAMPS D'ESSAI À LA SORTIE DE L'HIVER

Tous les champs dans lesquels les pièges ont été installés étaient des champs sources puisque leur sol était infesté par *S. mosellana* et *H. marginata* (Tableau 2).

Tableau 2 : Niveau d'infestation des champs en *Sitodiplosis mosellana* et *Haplodiplosis marginata*
(Level of field infestation in *Sitodiplosis mosellana* and *Haplodiplosis marginata*)

Espèce	Nombre de larves / m ²						
	Champ A Blé	Champ B Betterave	Champ C Chicorée	Champ D Escourgeon	Champ E Blé	Champ F Betterave	Champ G Escourgeon
<i>Sitodiplosis mosellana</i>	2 771	224	84	103	383	233	606
<i>Haplodiplosis marginata</i>	121	19	37	47	56	56	205

CAPTURES DANS LES PIÈGES COLLANTS BLANCS

Les deux pièges collants blancs disposés dans le champ de blé (champ A) au niveau des épis (0,60 m) n'ont donné lieu qu'à de très faibles captures, même de *M. penetrans* (Tableau 3).

Tableau 3 : Nombres totaux d'insectes capturés dans les pièges collants blancs
(Total numbers of insects caught in white sticky traps)

Espèce	Nombre d'insectes capturés			
	Piège A	Piège B	Moyenne	Écart-type
<i>S. mosellana</i>	25	25	25	0
<i>H. marginata</i>	10	3	7	5
<i>M. penetrans</i>	4	7	6	2

COMPATIBILITÉ DES DEUX DIFFUSEURS DE PHÉROMONE DANS LES PIÈGES DELTA

Un grand nombre de cécidomyies a été capturé dans les pièges delta avec phéromone disposés dans le champ de blé (champ A) à 0,20 m au-dessus du sol (Tableaux 4 et 5).

Sans surprise, *S. mosellana* a été abondamment capturée dans les trois pièges pourvus du diffuseur de phéromone spécifique de cette espèce (3 536 individus/piège) (Tableau 4). Elle a été très peu capturée (61 individus/piège) dans les pièges pourvus du diffuseur spécifique d'*H. marginata*. Quant aux captures dans les pièges delta pourvus des deux types de diffuseurs, elles sont assez élevées, mais néanmoins nettement moins que dans les pièges à phéromone de *S. mosellana*, ce qui indique que la phéromone d'*H. marginata* a un effet répulsif sur *S. mosellana*.

Tableau 4 : Nombres totaux de *Sitodiplosis mosellana* capturés dans les pièges delta avec phéromone
(Total numbers of *Sitodiplosis mosellana* caught in delta traps with pheromone)

Diffuseur de phéromone	Nombres de <i>S. mosellana</i> capturés				
	Piège A	Piège B	Piège C	Moyenne	Écart-type
<i>S. mosellana</i>	4 529	3 873	2 205	3 536	1 198
<i>H. marginata</i>	52	114	16	61	50
<i>S. mosellana</i> + <i>H. marginata</i>	1 003	942	706	884	157

H. marginata a été capturée en grands nombres dans tous les pièges delta pourvus de diffuseurs de phéromone d'*H. marginata*, qu'ils soient ou non pourvus de diffuseurs de phéromone de *S. mosellana* (Tableau 5). Cette espèce se révèle indifférente à la phéromone de *S. mosellana*.

Tableau 5 : Nombres totaux d'*Haplodiplosis marginata* capturés dans les pièges delta avec phéromone
(Total numbers of *Haplodiplosis marginata* caught in delta traps with pheromone)

Diffuseur de phéromone	Nombres d' <i>H. marginata</i> capturés				
	Piège A	Piège B	Piège C	Moyenne	Écart-type
<i>S. mosellana</i>	5	3	1	3	2
<i>H. marginata</i>	1 202	947	736	962	233
<i>S. mosellana</i> + <i>H. marginata</i>	1 112	1 139	555	935	330

COMPARAISON DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE CAPTURES AVEC ET SANS DIFFUSEUR DE PHÉROMONE

Les nombres de *S. mosellana* et d'*H. marginata* capturés dans les pièges delta et les cuvettes jaunes placés à 0,20 m au-dessus du sol dans l'escourgeon (champ G) ont varié en fonction du diffuseur de phéromone (Tableaux 6 et 7).

Les pièges delta pourvus de diffuseur de phéromone de *S. mosellana* ont tous capturé de grands nombres de *S. mosellana* (4 041 individus/piège) (Tableau 6). Le même piège sans diffuseur capture néanmoins 1 125 individus. Enfin, lorsqu'il est pourvu d'un diffuseur de phéromone d'*H. marginata*, le piège delta ne capture presque plus de *S. mosellana*, confirmant la répulsion exercée par cette phéromone sur *S. mosellana*. Cette observation est encore confirmée par les captures nettement moins nombreuses dans les cuvettes jaunes pourvues de diffuseurs de phéromone d'*H. marginata* (444 individus/piège) que dans les cuvettes jaunes sans diffuseur (1447 individus/piège).

Tableau 6 : Nombres totaux de *Sitodiplosis mosellana* capturés dans les pièges avec ou sans phéromone
(Total numbers of *Sitodiplosis mosellana* caught in traps with or without pheromone)

Type de piège	Diffuseur de phéromone	Nombre de <i>S. mosellana</i> capturés					
		Piège A	Piège B	Piège C	Piège D	Moyenne	Écart-type
Delta	<i>S. mosellana</i>	6 104	1 567	3 901	4 591	4 041	1 888
	<i>H. marginata</i>	37	14	41	16	27	14
	-	437	1 327	1 587	1 149	1 125	493
Cuvette jaune	-	1 436	1 469	1 432	1 450	1 447	17
	<i>H. marginata</i>	234	473	514	555	444	144

H. marginata répond bien aux diffuseurs de sa propre phéromone (Tableau 7). Le piège delta englué s'est révélé plus efficace à retenir cet insecte (737 individus/piège) que les cuvettes jaunes (329 individus/piège). Sans phéromone, les captures de cette espèce sont très faibles et ce, quel que soit le piège.

Tableau 7 : Nombres totaux d'*Haplodiplosis marginata* capturés dans les pièges avec ou sans phéromone
(Total numbers of *Haplodiplosis marginata* caught in traps with or without pheromone)

Type de piège	Diffuseur de phéromone	Nombres d' <i>H. marginata</i> capturés					
		Piège A	Piège B	Piège C	Piège D	Moyenne	Écart-type
Delta	<i>S. mosellana</i>	1	11	1	1	4	5
	<i>H. marginata</i>	834	533	761	818	737	139
	-	1	2	4	2	2	1
Cuvette jaune	-	2	1	8	7	5	4
	<i>H. marginata</i>	257	379	345	336	329	52

COMPARAISON DES NIVEAUX DE CAPTURES DES PIÈGES DELTA EN FONCTION DU COUVERT

Les nombres de *S. mosellana* et d'*H. marginata* capturés dans les pièges delta avec phéromone de *S. mosellana* ou d'*H. marginata* placés à 0,20 m au-dessus du sol ont varié en fonction du champ (Tableaux 8 et 9).

Les captures de *S. mosellana* dans les pièges pourvus de sa propre phéromone ont varié d'un champ à l'autre et ont été élevées, tant dans les champs de céréales que dans les champs de betterave ou bien de chicorée (Tableau 8). Par contre, elles ont été faibles dans tous les pièges pourvus de diffuseur de phéromone d'*H. marginata*.

Tableau 8 : Nombres totaux de *Sitodiplosis mosellana* capturés dans les différents pièges delta avec phéromone de *S. mosellana* ou d'*H. marginata*
(Total numbers of *Sitodiplosis mosellana* caught in different delta traps with pheromone of *S. mosellana* or *H. marginata*)

Diffuseur de phéromone	Nombres de <i>Sitodiplosis mosellana</i> capturés par piège						
	Champ A Blé	Champ B Betterave	Champ C Chicorée	Champ D Escourgeon	Champ E Blé	Champ F Betterave	Champ G Escourgeon
<i>S. mosellana</i>	4 529	1 002	608	1 798	1 399	4 242	6 104
	3 873	1 210	491	852	1 138	3 758	1 567
	2 205						3 901
							4 591
	<i>Moyenne</i>	3 536	1 106	550	1 325	1 269	4 000
<i>Ecart-type</i>	1 198	147	83	669	185	342	1 888
<i>H. marginata</i>	52	17	15	2	10	31	37
	114	15	10	9	13	37	14
	16						41
							16
	<i>Moyenne</i>	61	16	13	6	12	34
<i>Ecart-type</i>	49	1	4	5	2	4	14

Les captures d'*H. marginata* dans les pièges pourvus de sa propre phéromone ont varié d'un champ à l'autre avec une intensité de capture bien plus grande dans les champs de céréales que dans les champs de betteraves ou de chicorée (Tableau 9). *H. marginata* s'est montrée indifférente à la phéromone de *S. mosellana*.

Tableau 9 : Nombres totaux d'*Haplodiplosis marginata* capturés dans les différents pièges delta avec phéromone de *S. mosellana* ou d'*H. marginata*
(Total numbers of *Haplodiplosis marginata* caught in different delta traps with pheromone of *S. mosellana* or *H. marginata*)

Diffuseur de phéromone	Nombre d' <i>Haplodiplosis marginata</i> capturés par piège						
	Champ A Blé	Champ B Betterave	Champ C Chicorée	Champ D Escourgeon	Champ E Blé	Champ F Betterave	Champ G Escourgeon
<i>S. mosellana</i>	5	6	4	2	2	2	1
	3	0	3	1	1	5	11
	1						1
							1
<i>Moyenne</i>	3	3	4	2	2	4	7
<i>Ecart-type</i>	2	4	1	1	1	2	5
<i>H. marginata</i>	1 202	63	10	424	978	89	834
	947	63	68	576	952	115	533
	736						761
							818
<i>Moyenne</i>	962	63	39	500	965	102	737
<i>Ecart-type</i>	233	0	41	107	18	18	139

DISCUSSION

En Belgique, la seconde quinzaine de mai et tout le mois de juin 2016 ont été marqués par des précipitations fréquentes et abondantes : 36 jours de pluie, et cumul de 220 mm de précipitation à Gembloux (Météobelgique, 2016). Ces conditions ont favorisé l'activité des deux cécidomyies étudiées, abondamment capturées dans divers systèmes de piégeage. En revanche, ce temps humide s'est avéré défavorable à *M. penetrans*. Ce petit parasitoïde, dont les captures se comptent habituellement par centaines sur les pièges collant blancs disposés au niveau des épis, a très peu volé en 2016. Ces pièges collants blancs ne conviennent pas pour capturer les cécidomyies. Leur faible efficacité provient vraisemblablement pour beaucoup de sa position exposée au vent, et aux rayons du soleil. Les cécidomyies sont beaucoup plus actives, même en plein jour, à proximité du sol.

L'expérimentation menée a clairement pointé un effet répulsif de la phéromone d'*H. marginata* sur *S. mosellana*. L'idée d'équiper un même piège de diffuseurs de phéromones multiples pour combiner le piégeage des deux cécidomyies doit donc être abandonnée. Cette répulsivité du butyrate de 2-nonyl sur *S. mosellana* est peut-être fortuite. Elle pourrait tout autant avoir été retenue dans les processus de sélection naturelle, si elle présentait un avantage adaptatif, ce qui n'est pas éclairci à ce stade.

Les pièges delta placés à 0,20 m au-dessus du sol et équipés de diffuseur de phéromone de *S. mosellana* s'avèrent très efficaces pour capturer cette espèce, que le piège soit installé dans un champ de céréales ou dans une culture de printemps. En revanche, un piège équipé d'un diffuseur de phéromone d'*H. marginata* ne donne des captures abondantes que s'il est installé en céréales. Ceci rappelle une observation faite en olphactomètre, où les mâles d'*H. marginata* ne réagissaient pas au butyrate de 2-nonyl, alors que cette molécule attirait clairement les mâles une fois testée dans un champ de blé (Censier *et al.*, 2014). Il est possible que, pour rendre la phéromone sexuelle active, il faille que le bouquet soit complété avec des kairomones de plantes hôtes. Si elle se vérifiait, cette hypothèse pourrait indiquer que le comportement des mâles d'*H. marginata* diffère de celui des mâles de *S. mosellana* et que, contrairement à ces derniers, les mâles de *H. marginata* suivent les femelles dans la culture hôte pour s'y accoupler. Pratiquement, cette différence de réaction des mâles des deux espèces aux phéromones sexuelles en fonction du couvert végétal ne permet pas de définir de bonnes pratiques de piégeage communes aux deux cécidomyies.

CONCLUSION

L'étude menée a mis au jour un effet répulsif du butyrate de 2-nonyl, phéromone sexuelle d'*H. marginata*, sur *S. mosellana*. Il est donc contre-indiqué de combiner le piégeage des deux espèces de cécidomyies en équipant un même piège des diffuseurs des deux types.

En disposant des pièges delta à 0,20 m au-dessus du sol, les captures de *S. mosellana* peuvent être abondantes (> 1000 individus/piège), même sans utilisation de phéromone. Ces captures quadruplent avec l'utilisation de phéromones de *S. mosellana*. En revanche, les captures d'*H. marginata* sont très faibles sans phéromone (maximum 5 individus/piège). Pour cette espèce, l'utilisation de phéromone spécifique permet de multiplier les captures d'un facteur 100. Le piège delta s'est avéré deux fois plus efficace que les cuvettes jaunes.

Dans l'état actuel des connaissances, le suivi des deux cécidomyies pourrait utiliser dans un même réseau des pièges delta situés à 0,20 m au-dessus du sol et équipés, soit de phéromone de l'une, soit de phéromone de l'autre espèce. Les pièges visant *S. mosellana* devraient être disposés dans les champs sources, qu'ils soient cultivés ou non avec des céréales. En revanche, les pièges visant *H. marginata* devraient être posés exclusivement dans les champs de céréales.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient J. Denayer, A. Mahieu, J. Gruntowy et A.-M. Warnier pour leur aide technique et la Région wallonne (DGARNE) pour le soutien financier.

BIBLIOGRAPHIE

- Barnes H.F., 1956 - Gall midges of cereal crops. In : Barnes, H.F. *Gall midges of economic importance. Volume VII. Cereal Crops*. Éditions Crosby Lockwood and Son Ltd, Londres, 29-82.
- Bruce T.J.A., Hooper A.M., Ireland L., Jones O.T., Martin J.L., Smart L.E., Oakley J.N., Wadhams L.J., 2007 - Development of a pheromone trap monitoring system for orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana*, in the UK. *Pest Management Science*, 63, 49-56.
- Censier F., Fischer C.Y., Chavalle S., Heuskin S., Fauconnier M.-L., Bodson B., De Proft M., Lognay G.C., Laurent P., 2014 - Identification of 1-methyloctyl butanoate as the major sex pheromone component from females of the saddle gall midge, *Haplodiplosis marginata* (Diptera: Cecidomyiidae). *Chemoecology*, 24, 243-251.
- Censier F., Chavalle S., San Martin y Gomez G., De Proft M., Bodson B., 2016a - Targeted control of the saddle gall midge, *Haplodiplosis marginata* (von Roser) (Diptera: Cecidomyiidae), and the benefits of good control of this pest to winter wheat yield. *Pest Management Science*, 72, 731-737.
- Censier F., Heuskin S., San Martin y Gomez G., Michels F., Fauconnier M.-L., De Proft M., Lognay G.C., Bodson B., 2016b - A pheromone trap monitoring system for the saddle gall midge, *Haplodiplosis marginata* (von Roser) (Diptera: Cecidomyiidae). *Crop Protection*, 80, 1-6.
- Chavalle S., Censier F., De Proft M., 2012 - Protection intégrée contre les ravageurs - Pièges à cécidomyies : des outils pour la lutte intégrée. In : Livre blanc « Céréales » ULg Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W Gembloux - Février 2012, 7/5-7/9.
- Chavalle S., Censier F., San Martin y Gomez G., De Proft M., 2015a - Protection of winter wheat against orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Diptera: Cecidomyiidae): efficacy of insecticides and cultivar resistance. *Pest Management Science*, 71, 783-790.
- Chavalle S., Buhl P.N., Censier F., De Proft M., 2015b - Comparative emergence phenology of the orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae and Platygasteridae) under controlled conditions. *Crop Protection*, 76, 114-120.

- Gaafar N., El-Wakeil N., Volkmar C., 2011 - Assessment of wheat ear insects in winter wheat varieties in central Germany. *Journal of Pest Science*, 84, 49–59.
- Gries R., Gries G., Khaskin G., King S., Olfert O., Kaminski L. A., Lamb R. et Bennett R., 2000 - Sex pheromone of orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana*. *Naturwissenschaften*, 87, 450-454.
- Jacquemin G., 2014 - La cécidomyie orange du blé, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) : appréhension des risques et gestion intégrée, Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles.
- Jacquemin G., Chavalle S., De Proft M., 2014 - Forecasting the emergence of the adult orange wheat blossom midge, *Sitodiplosis mosellana* (Géhin) (Diptera: Cecidomyiidae) in Belgium. *Crop Protection*, 58, 6-13.
- Météobelgique, 2016 - www.meteobelgique.be.
- Oakley J.N., Talbot G., Dyer C., Self M.M., Freer J.B.S., Angus W.J., Barrett J.M., Feuerhelm G., Snape J., Sayers L., Bruce T.J.A., Smart L.E., Wadhams L.J., 2005 - Integrated control of wheat blossom midge: variety choice, use of pheromone traps and treatment thresholds. *HGCA Project Report no. 363*.
- Pope T., Ellis S., 2013 - Monitoring saddle gall midge (*Haplodiplosis marginata*) larvae and adult emergence. *HGCA Project Report no. 516*.