

Des jachères mellifères semées en automne comme outil de lutte intégrée contre les pucerons de la betterave

Auteur: Séverin Hatt (Natagriwal)

Collecte des données: Daphné Maenhout (ULiège/Natagriwal), Séverin Hatt (Natagriwal), Antoine Coppi (ULiège/Natagriwal), Qingxuan Xu (ULiège)

Institutions partenaires: Greenotec, Parc Naturel Burdinale-Mehaigne, ULiège-Gembloux Agro-Bio Tech (Entomologie fonctionnelle et évolutive; Ferme expérimentale)

Photos: Séverin Hatt

Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'action 3.3.1.1.3 du Programme Wallon de Réduction des Pesticides III.



1. INTRODUCTION

Depuis l'interdiction de l'usage des insecticides néonicotinoïdes en grandes cultures dans l'Union Européenne, la gestion des pucerons est redevenue un enjeu de premier plan. En betterave, deux espèces de pucerons sont identifiés comme étant nuisibles : le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer), et le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scopoli) (Figure 1). Le puceron vert est le plus préoccupant du fait qu'il est éventuellement vecteur de virus responsables de la jaunisse virale. Le puceron noir, qui est un mauvais vecteur de ces virus, produit des colonies abondantes pouvant affaiblir la plante et favoriser des infestations secondaires.



Figure 1: Pucerons verts du pêcher (*Myzus persicae*) et pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*) sur une betterave.

Appliquer les principes de la lutte intégrée est une obligation légale en Wallonie. Il s'agit de "mettre en œuvre, de manière raisonnée et complémentaire, différentes démarches pour combattre les nuisibles dans les cultures, afin de maintenir ou réduire les dégâts qu'ils engendrent sous un seuil acceptable".¹ La lutte intégrée préconise de privilégier la prévention des infestations, et de ne faire usage d'insecticides chimiques qu'en dernier recours.

De nombreuses études montrent que réduire la taille des parcelles et densifier le maillage écologique contribuent à diminuer les infestations d'insectes nuisibles, notamment en favorisant leur régulation par leurs prédateurs et parasitoïdes naturels.² L'implantation de bandes fleuries est un levier reconnu pour attirer et préserver les auxiliaires ennemis des nuisibles.³ Néanmoins, leur composition floristique et leur gestion peuvent influencer leur capacité à soutenir les auxiliaires. De plus, l'effet bénéfique en termes de régulation des nuisibles dans la culture adjacente diminue au fur et à mesure qu'on s'en éloigne, pour s'annuler à environ 30 m de celle-ci.⁴ Une solution consiste à insérer des bandes fleuries au sein des parcelles, qualifiées alors d'intra-parcellaires, à distance régulière, tous les 30 à 60 m.

Dans ce contexte, nous avons testé deux mélanges de bandes fleuries (bis)annuelles implantées à l'automne. L'un des mélanges répondait au cahier des charges de l'éco-régime "Maillage écologique" pour la "Jachère mellifère d'automne" (soutenu à hauteur de 900 € par ha et par an en 2025). L'autre mélange était un test, incluant des espèces qui ne sont actuellement pas autorisées pour une utilisation dans les jachères mellifères d'automne (Tableau 1). L'intérêt du mélange Test était d'y intégrer des espèces offrant du nectar floral (radis fourrager, en plus du colza) et extrafloral (féverole, vesce commune) aux auxiliaires. De plus, certaines espèces avaient pour objectif d'augmenter la présence de proies/hôtes nourrissant les auxiliaires (l'avoine plutôt que la fétuque rouge, et la féverole). Ces proies/hôtes sont souvent des pucerons, qui ne sont néanmoins pas problématiques pour les cultures adjacentes aux bandes fleuries. Pour chacun des mélanges, le coût des semences ne dépassait pas 15% de la prime éco-régime.

ESPÈCES		RATIO DU POIDS DE SEMIS HABITUEL	POIDS DE SEMIS (KG/HA)	% DU POIDS DE SEMENCE DANS LE MÉLANGE
Mélange Éco-régime				
Luzerne cultivée	<i>Medicago sativa</i>	0.275	5.5	30
Trèfle incarnat	<i>Trifolium incarnatum</i>	0.275	5.5	30
Fétuque rouge	<i>Festuca rubra</i>	0.1	3	16
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	0.1	2.5	13
Colza	<i>Brassica napus</i>	0.25	2	11
Total		1	18.5	100
Mélange Test				
Féverole d'hiver	<i>Vicia faba</i>	0.2	36	63
Vesce commune	<i>Vicia sativa</i>	0.25	10	17
Avoine d'hiver	<i>Avena sativa</i>	0.1	8	14
Colza	<i>Brassica napus</i>	0.25	2	3
Radis fourrager	<i>Raphanus sativus</i>	0.2	1.6	3
Total		1	57.6	100

Tableau 1: Composition des deux mélanges fleuris testés.

Les objectifs de l'étude furent de:

1. comparer les deux mélanges quant aux ressources alimentaires (fleurs et présence de proies/hôtes) offertes aux auxiliaires ennemis des nuisibles, et finalement leur effet sur l'abondance et la diversité des prédateurs et parasitoïdes de pucerons;
2. évaluer l'efficacité des jachères mellifères installées en intra-parcellaires pour la régulation des pucerons en betteraves.

Trois parcelles de cultures furent aménagées avec des jachères intra-parcellaires de 3 m de large et distantes de 27 m (deux avec le mélange Éco-régime, une avec le mélange Test). Trois autres parcelles furent aménagées avec des jachères mellifères en bordure avec l'un des deux mélanges. Le développement végétatif et floristique ainsi que la présence en insectes dans les jachères mellifères et les betteraves furent évalués entre le 22 avril et le 5 juin 2025. La méthodologie complète ainsi que le détail des analyses et résultats statistiques sont détaillés en Annexe.



Mélange Éco-régime (14/05/2025)



Mélange Test (22/05/2025)

2. RÉSULTATS

2.1 Dans les jachères mellifères

2.1.1 Végétation et floraison

La dynamique de recouvrement végétal fut similaire entre les deux mélanges testés (Figure 2). Il fut d'environ 75% lors du premier suivi (semaine du 21 avril) pour atteindre 95% lors du dernier suivi (semaine du 2 juin). Le recouvrement floral total fut plus constant pour le mélange Test que pour le mélange

Éco-régime (Figure 2). Il atteint son maximum dans la première moitié du mois de mai pour les deux mélanges. Début juin, le recouvrement floral moyen du mélange Test fut plus élevé que celui du mélange Éco-régime (73% contre 42% en moyenne, respectivement).

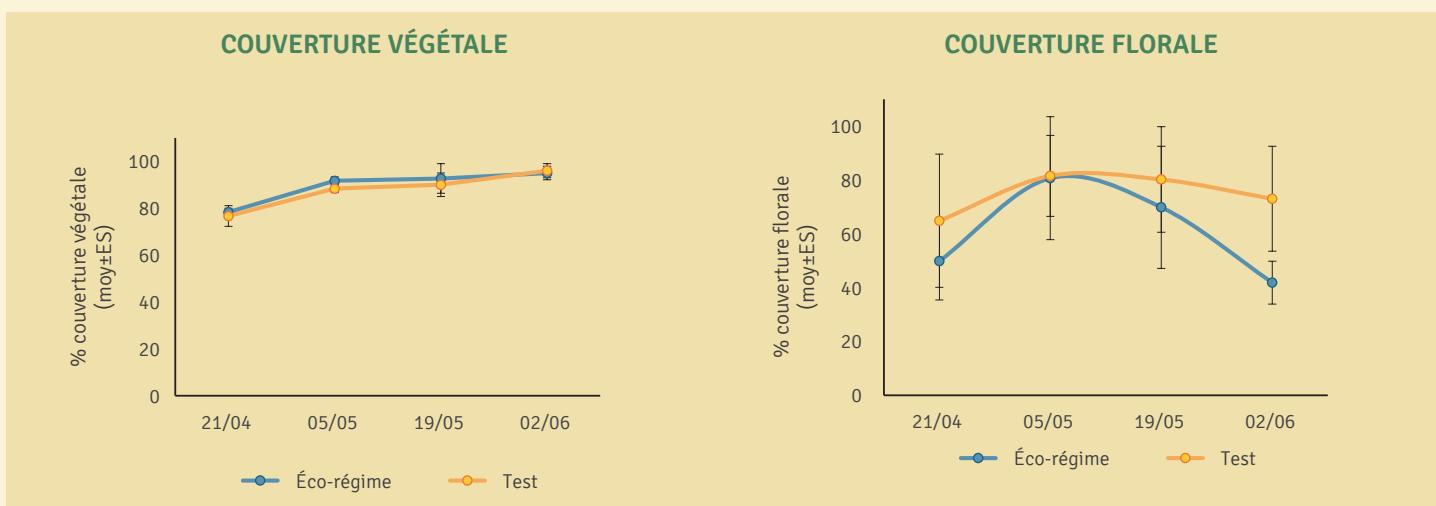


Figure 2: Évolution de la couverture végétale et du recouvrement floral total pour les mélanges de jachères mellifères.

Dans le mélange Éco-régime, le colza fut la première espèce à fleurir, dès le début des observations (21 avril) et sa floraison déclina au fur et à mesure des semaines. Le trèfle incarnat fleurit tout au long du mois de mai et sa floraison déclina au moins de juin. Le lotier corniculé et la luzerne, tous deux semés, ne furent pas observés en fleurs durant la période d'observation (Figure 3). Dans le mélange Test, les quatre

espèces florales semées furent observées en fleurs. La couverture florale fut dominée par le radis. Sa floraison déclina à la fin du mois de mai quand la floraison de la vesce devint dominante. Dans les deux mélanges, la couverture florale des espèces spontanées fut stable avec environ 10% de recouvrement. Dans le mélange Éco-régime néanmoins, le recouvrement atteignit environ 20% début juin (Figure 3).

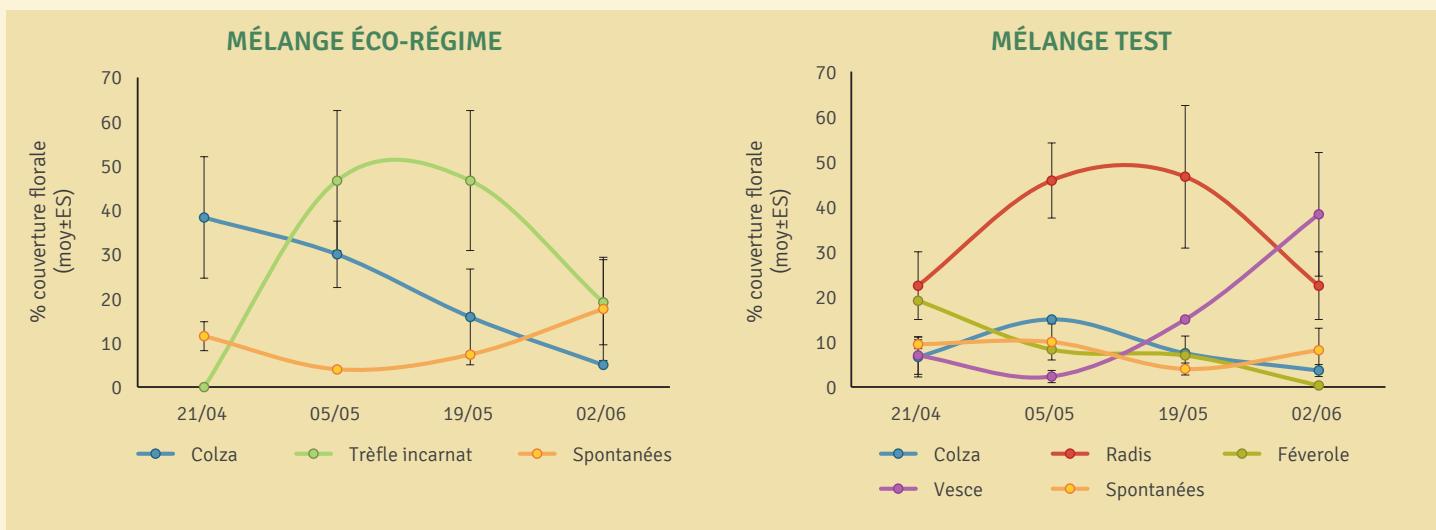


Figure 3: Évolution de la couverture florale dans les mélanges de jachères mellifères "Éco-régime" et "Test".

2.1.2 Proies/hôtes alternatifs

Dans le mélange Éco-régime, les pucerons pouvant servir de proies/hôtes dans la jachère mellifère n'ont été observés qu'à partir du mois de juin (c'est-à-dire en fin de période d'observation) principalement sur le colza (Figure 4).

Dans le mélange Test, ils ont aussi été majoritairement observés au mois de juin; néanmoins ils étaient déjà présents

dès le début du mois de mai sur la féverole (Figure 4). Ce soutien aux auxiliaires à cette date est important car c'est le moment où les betteraves adjacentes sont le plus sensibles aux infestations de nuisibles. Sur l'ensemble de la période d'observation, le taux de présence de ces pucerons fut significativement plus élevé dans le mélange Test que dans le mélange Éco-régime.

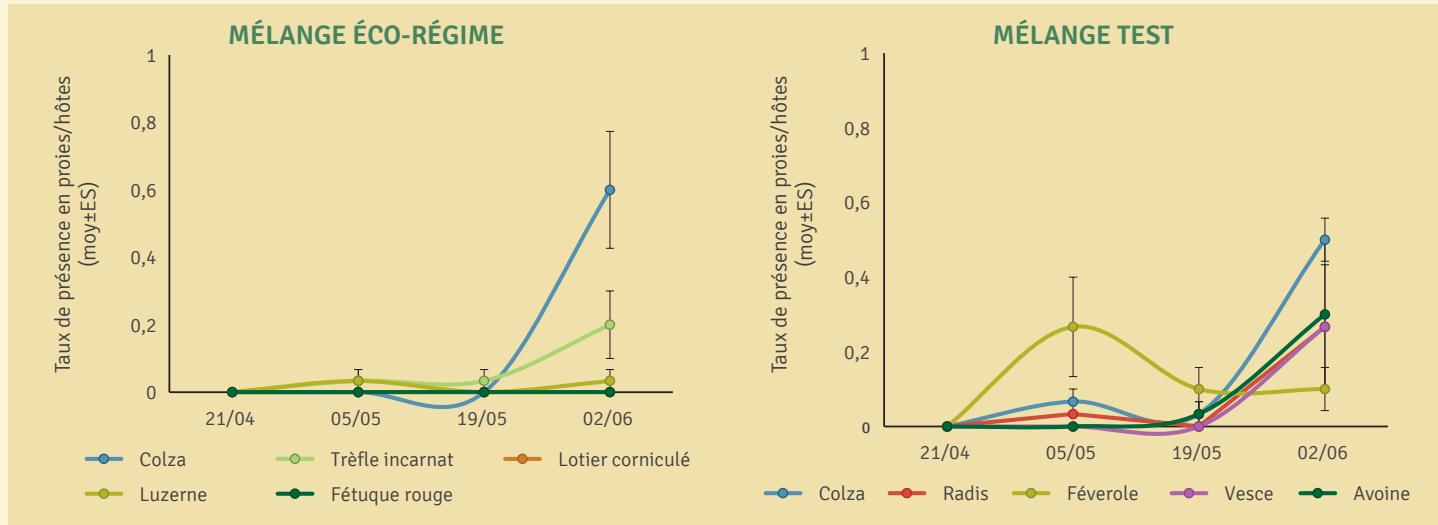


Figure 4: Évolution du taux de présence de proies/hôtes alternatifs (pucerons) sur les espèces semées dans les mélanges de jachères mellifères "Éco-régime" et "Test".

2.1.3 Auxiliaires ennemis naturels

Dans les jachères mellifères, 46 individus d'auxiliaires ennemis naturels ont été collectés et identifiés : 29 dans le mélange Éco-régime, 17 dans le mélange Test (Tableau 2). Il s'agissait principalement de prédateurs (Syrrhes, Coccinelles, Chrysopes, Cantharides) et de quelques parasitoïdes (Braconides). En particulier, la moitié des individus était des syrrhes collectés la semaine du 2 juin (dernière semaine de collecte) très majoritairement dans le mélange Éco-régime. À cette date dans ce mélange, la floraison était la plus faible (Figure 2) et les pucerons (dans les jachères mellifères) étaient relativement présents (Figure 4).

ESPÈCES D'AUXILIAIRES	MÉLANGE	
	ÉCO-RÉGIME	TEST
Braconides		
<i>Aphidius spp.</i>	4	3
Cantharides		
<i>Cantharis lateralis</i>	1	0
<i>Cantharis livida</i>	0	2
<i>Cantharis rustica</i>	1	4
Chrysopes		
<i>Chrysoperla carnea</i>	2	1
Coccinelles		
<i>Coccinella septempunctata</i>	0	4
Syrrhes		
<i>Episyrrhus balteatus</i>	4	1
<i>Eupeodes corollae</i>	16	2
<i>Melanostoma scalare</i>	1	0

Tableau 2: Abondance et diversité des auxiliaires ennemis naturels de pucerons collectés dans les deux mélanges de jachères mellifères.

2.2 Pucerons et prédateurs sur les betteraves

Les pucerons noirs (*A. fabae*) furent particulièrement abondants, pouvant se compter par centaines sur chaque plante. Ils furent significativement plus abondants au centre des parcelles témoins (50 m d'une bordure) que dans les betteraves bordées de jachères mellifères intra-parcellaires (5 m et 13.5 m) (Figure 5).

Aucune différence significative ne fut observée entre les distances de 5 m et de 13.5 m. Début juin, ils étaient

toujours 1.5 fois plus abondants en moyenne dans les parcelles témoins que dans les parcelles avec les jachères mellifères intra-parcellaires, mais avec une plus grande variabilité entre les parcelles. Il est à noter que sur les betteraves bordées de jachères mellifères, l'augmentation de la population de pucerons noirs intervint seulement à la fin du mois de mai quand les betteraves étaient au stade 8-10 feuilles, soit avec environ deux semaines de retard par rapport aux parcelles témoins.

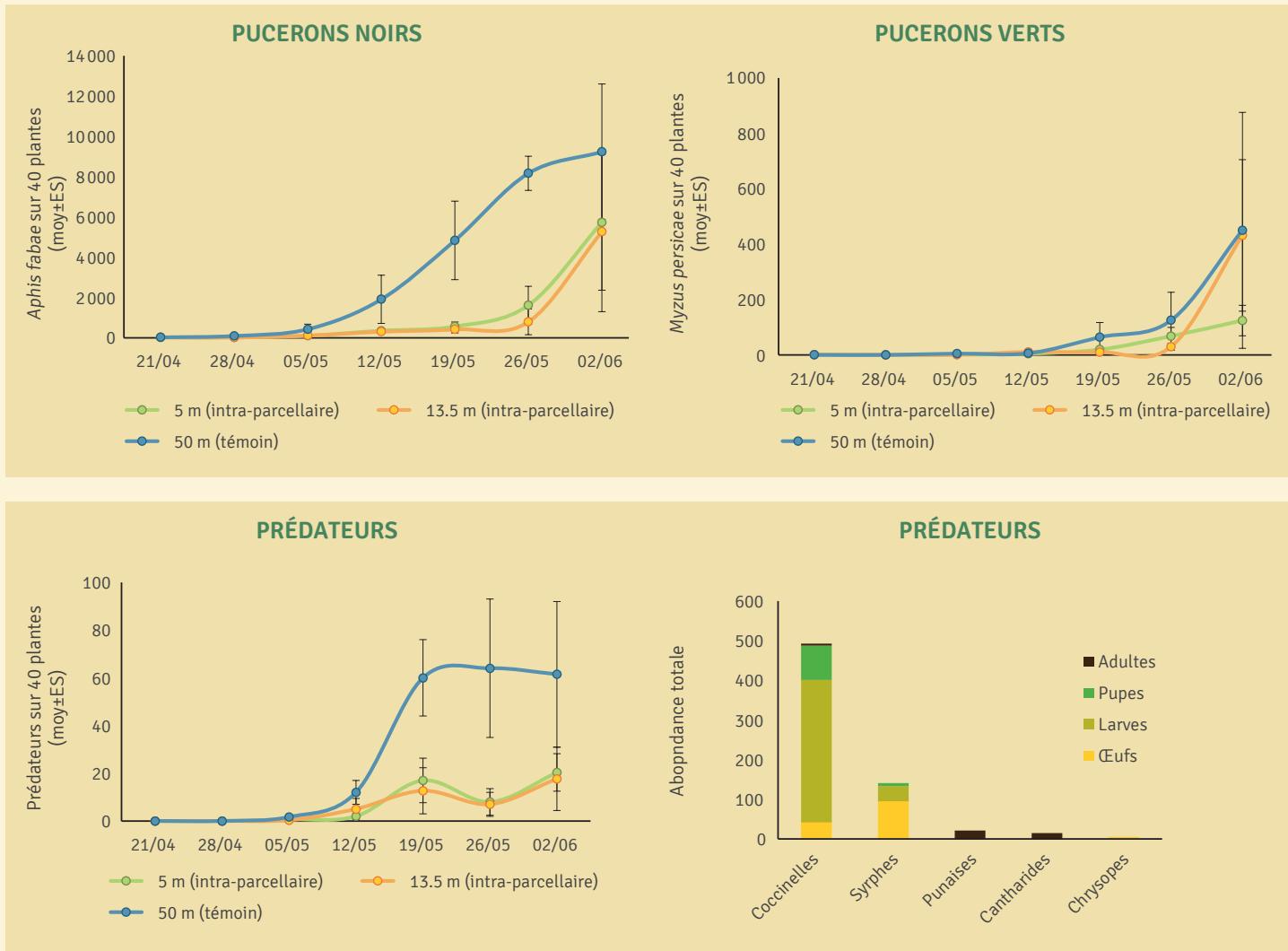


Figure 5 : Évolution de l'abondance en pucerons noirs (*Aphis fabae*) et verts (*Myzus persicae*) et de leurs prédateurs sur 40 betteraves par distance dans les parcelles avec jachères mellifères intra-parcellaires (5 m; 13.5 m) et témoins (50 m), ainsi que la répartition des prédateurs par famille et stade de développement.

Les pucerons verts (*M. persicae*) furent 10 à 20 fois moins abondants que les pucerons noirs. Du fait de l'importante variabilité de l'abondance en pucerons verts entre les parcelles, aucune différence statistiquement significative ne fut observée entre les parcelles témoins et les parcelles avec les jachères mellifères intra-parcellaires (Figure 5). Néanmoins, il est notable que l'abondance en pucerons verts augmenta plus tôt et plus vite dans les parcelles témoins que sur les betteraves bordées de jachères mellifères.

Les prédateurs observés sur les betteraves furent principalement des larves de coccinelles (Figure 5). Les syrphes furent plus souvent observés au stade d'œufs. Les punaises, cantharides et chrysopes étaient relativement peu abondants. Ces prédateurs furent significativement plus abondants dans les parcelles témoins (à 50 m) que dans les betteraves bordées de jachères mellifères (à 5 m et 13.5 m) (Figure 5). En effet, l'abondance en prédateurs était positivement corrélée à l'abondance en pucerons noirs (*A. fabae*), mais pas corrélée à l'abondance en pucerons verts (*M. persicae*) (Annexe - Figure 1).

3. DISCUSSION

3.1. Mélanges de jachères mellifères

Le mélange Test a le potentiel d'offrir plus de ressources alimentaires pour les auxiliaires ennemis naturels : la floraison fut plus stable et plus diversifiée, et les proies furent présentes plus tôt (grâce à la féverole) et sur plus de plantes. Malgré cela, peu d'auxiliaires ennemis naturels ont été piégés dans les jachères mellifères, aussi bien dans le mélange Test que dans le mélange Éco-régime. Le peu d'individus comptabilisés ne permet pas de véritablement trancher

quant au mélange le plus attractif. Les individus piégés, qui étaient donc des adultes, étaient probablement issus de la génération émergente de l'hiver, relativement peu abondante par rapport à la génération suivante résultant de leur reproduction, dont on observe les adultes à partir du mois de juin. C'est néanmoins cette génération-là qui fut observée sur les betteraves adjacentes aux stades d'œufs, larves et pupes.

3.2. Impact des jachères intra-parcellaires sur la régulation des pucerons en betteraves

La disposition des jachères mellifères en intra-parcellaire eut un effet remarquable sur l'abondance en pucerons noirs *A. fabae* sur les betteraves. Les pucerons noirs étaient jusqu'à 10 fois moins abondants entre les jachères mellifères intra-parcellaires (5 m ou 13.5 m) que dans les parcelles témoins à 50 m. Une tendance similaire fut observée pour les pucerons verts, néanmoins de manière moins remarquable, et avec une plus grande variabilité d'une parcelle à l'autre.

Les pucerons noirs en abondance ont attiré les prédateurs spécialistes que sont les coccinelles et les syrphes.

Ces derniers sont connus pour cibler les populations de pucerons. Ils étaient donc largement plus abondants dans les parcelles témoins qu'entre les jachères mellifères. La moindre abondance en pucerons à proximité des jachères mellifères pourrait s'expliquer par l'action de prédateurs généralistes comme les carabes, les staphylin ou les araignées, qui n'ont pas été quantifiés ici. Une étude conduite en France a démontré leur effet déterminant à proximité de bandes fleuries pour contrôler les populations de pucerons en betterave.⁵

CONCLUSIONS

Sur la base de cette étude, nous tirons les trois conclusions suivantes :

1. Dans le mélange Test, le colza, le radis et la vesce furent complémentaires pour offrir une floraison continue tout au long de la période d'étude. La féverole fut déterminante pour offrir des proies/hôtes aux auxiliaires dès le début du mois de mai. L'avoine, bien plus que la fétuque rouge, offrit aussi des proies/hôtes. Il apparaît donc pertinent que ces quatre espèces (radis fourrager, vesce commune, féverole et avoine) puissent être incluses dans des mélanges de jachères mellifères d'automne dans le cadre de l'éco-régime.
2. Malgré cela, peu d'auxiliaires floricoles furent collectées dans les jachères mellifères. Les présents résultats ne permettent pas de conclure de manière robuste sur le mélange le plus attractif. Un mélange reprenant des espèces issues des deux mélanges testés ici pourrait donc aussi être envisagé.
3. L'installation des jachères mellifères en intra-parcelaires à distance régulière de 27 m permet de drastiquement réduire les populations de pucerons noirs (*A. fabae*) et peuvent contribuer à réduire les populations de pucerons verts (*M. persicae*). À tout le moins, cela ralentit leur dynamique et permet de réduire l'intensité des infestations sur les stades les plus sensibles de la culture. Les jachères mellifères d'automne ainsi déployées constituent donc un outil pertinent pour prévenir les infestations de pucerons en betterave dans une démarche de lutte intégrée. Ne s'agissant pas d'en faire une solution unique, les jachères mellifères devront être associées à des pratiques culturales complémentaires pour protéger efficacement les betteraves des infestations de pucerons.

¹<https://agriculture.wallonie.be/home/productions-agricoles/qualite/modes-de-productions-specifiques/productions-integrees.html>

²Dainese et al. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Science advances*, 5(10), eaax0121. <http://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121>

³Haaland et al. (2011). Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conservation and Diversity*, 4(1), 60-80. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00098.x>

⁴Albrecht et al. (2021). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecology letters*, 23(10), 1488-1498. <https://doi.org/10.1111/ele.13576>

⁵Barascou et al. (2025). Quantification of the biological control of aphids by their natural enemies in sugar beet crops. *Biological Control*, 105773. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2025.105773>

Annexe - Méthodologie de l'étude et résultats statistiques



1. MÉLANGES FLEURIS ET IMPLANTATION

Chacun des deux mélanges fut constitué de cinq espèces, dont le ratio dans le mélange était compris entre 10 et 30% du poids de semis habituel (en pur) (Tableau 1). Le mélange Éco-régime n'incluait que des espèces reprises dans la liste principale pour la jachère mellifère d'automne.^A Le mélange Test incluait cinq autres espèces, sélectionnées pour leur capacité à fournir aux auxiliaires du nectar et du pollen floral et extra-floral ainsi que des proies/hôtes dits alternatifs, c'est-à-dire des pucerons nourrissant les prédateurs et parasitoïdes au sein même de la bande fleurie (Tableau 1).

Les mélanges ont été fournis aux agriculteurs partenaires de l'étude qui les ont semés. Chaque agriculteur était libre de choisir quel mélange et quelle surface il voulait semer.

Trois parcelles de betteraves furent aménagées avec des jachères intra-parcellaires de 3 m de large et distantes de 27 m (deux avec le mélange Éco-régime, une avec le mélange Test). Deux autres parcelles de betteraves furent aménagées avec des jachères mellifères en bordure (une avec le mélange Éco-régime d'une largeur de 20 m, l'autre avec le mélange Test d'une largeur de 6 m). Une dernière parcelle en chicorée fut aménagée avec le mélange Test d'une largeur de 3 m. Chacune des jachères mellifères étaient d'une longueur supérieure à 100 m. Elles furent toutes semées entre le 15 août et le 30 septembre 2024, conformément au cahier des charges de l'éco-régime. Les parcelles se trouvaient sur les communes de Wasseiges, Eghezée, Gembloux et Mellery.

2. COLLECTE DES DONNÉES

2.1. Dans les jachères mellifères

Parmi l'ensemble des jachères mellifères semées, trois du mélange Éco-régime et trois du mélange Test ont été sélectionnées. Pour chacune des jachères mellifères, les différentes données furent collectées :

- Le développement végétatif fut mesuré en évaluant le pourcentage de recouvrement végétal (végétation vs. sol nu) sur une longueur de 50 m.
- Le développement floristique fut mesuré en évaluant le pourcentage de recouvrement en fleurs de chacune des espèces présentes (semées et spontanées) en utilisant la classification de Braun-Blanquet (Annexe - Tableau 1) sur la même longueur de 50 m.
- La présence/absence de pucerons pouvant servir de proies/hôtes alternatifs fut attestée sur l'ensemble des cinq espèces semées en choisissant 10 plantes au hasard pour chacune des espèces.
- L'abondance et la diversité en auxiliaires floricoles furent collectées à l'aide de trois cuvettes jaunes (Flora®, 27 cm de diamètre et 10 cm de profondeur) installées pour 48 h (remplies d'eau avec quelques gouttes de détergent inodore et écologique) à 50 m d'intervalle chacune. De plus, 10 coups de filets fauchoir furent réalisés.

Toutes ces mesures ont été répétées quatre fois, à deux semaines d'intervalle entre la semaine du 21 avril et la semaine du 2 juin 2025.

Les insectes collectés furent identifiés au Laboratoire d'Entomologie Fonctionnelle et Évolutive de l'Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech. Dans un premier temps, un tri permit de séparer les insectes prédateurs et parasitoïdes des autres insectes. Les coccinelles, syrphes, chrysopes, et cantharides furent identifiés à l'espèce. Les parasitoïdes du genre Aphidius furent identifiés au genre.

CLASSE DONNÉE	RECOUVREMENT	MOYENNE DÉDUISTE
r	< 5 %, rare	1 %
+	< 5 %, quelques individus	2.50 %
1	< 5 %, nombreux individus	5 %
2	5-25 %	15 %
3	25-50 %	37.5 %
4	50-75 %	62.5 %
5	75-100 %	87.5 %

Annexe - Tableau 1 : Méthode de Braun-Blanquet utilisée pour l'évaluation du recouvrement floral.

^A<https://agriculture.wallonie.be/eco-regime-maillage-ecologique>

2.2. Dans les betteraves

Les abondances en pucerons verts (*M. persicae*), pucerons noirs (*A. fabae*), et en prédateurs (coccinelles: œufs, larves, pupes, adultes; syrphes: œufs, larves, pupes; chrysopes: œufs, larves; cantharides: adultes; punaises prédatrices: adultes) furent comptées dans les betteraves adjacentes aux jachères mellifères. Quarante plantes (quatre groupes de 10 plantes séparés d'au moins 10 m) furent observées à

chaque distance: 5 m et 13.5 m dans les parcelles avec des jachères intra-parcellaires (distantes de 27 m); 50 m ou plus dans les parcelles témoins. Trois parcelles témoins furent considérées. Ces parcelles étaient suffisamment grandes pour pouvoir s'éloigner à au moins 50 m de toute bordure. Ces observations furent répétées sept fois, toutes les semaines du 22 avril au 5 juin 2025.^B



Bandes intra-parcellaires Éco-régime (24/04/2025)



Bandes intra-parcellaires Test (06/05/2025)

3. ANALYSES STATISTIQUES : MÉTHODE ET RÉSULTATS

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R.

3.1 Effet du mélange sur le recouvrement végétal et floral

L'effet du mélange sur la couverture végétale totale, ainsi que sur la couverture florale totale, fut analysé à l'aide d'une analyse de variance non-paramétrique (fonction *art* dans le package *ARTool*). La jachère mellifère fut considérée comme intercept aléatoire, et la semaine d'échantillonnage comme pente aléatoire, pour intégrer les observations répétées au sein des mêmes jachères tout au long de la période d'observation.

	DDL	F	P
Recouvrement végétal	1,4	0.18	0.693
Recouvrement floral	1,4	0.50	0.517

Annexe - Tableau 2 : Résultats statistiques de l'effet du mélange sur le recouvrement végétal et sur le recouvrement floral.

3.2 Effet du mélange sur le taux de présence en pucerons comme proies/hôtes alternatifs

L'effet du mélange sur le taux de présence en pucerons pouvant servir de proies/hôtes alternatifs a été évalué à l'aide d'un modèle linéaire généralisé à effet mixte (GLMM) intégrant une distribution binomiale (fonction *glmer* dans le package *lme4*). La jachère mellifère fut considérée comme intercept aléatoire, et la semaine d'échantillonnage comme pente aléatoire, l'absence de sur-dispersion des résidus fut

vérifiée. Le modèle fut testé à l'aide d'un test du Chi-carré de Wald (type II) (fonction *Anova* dans le package *car*).

	DDL	X ²	P
Taux de présence de pucerons	1	6.61	0.010*

Annexe - Tableau 3 : Résultat statistique de l'effet du mélange sur le taux de présence de pucerons comme proies/hôtes alternatifs.

^BDes observations supplémentaires ont été réalisées dans certaines parcelles, mais les données ne sont pas reprises dans la présente analyse par manque de répétitions nécessaires pour les analyses statistiques. Les données sont néanmoins communiquées aux agriculteurs concernés individuellement.

3.3 Effet des jachères mellifères intra-parcellaires sur l'abondance en pucerons et prédateurs dans les betteraves

L'effet de la distance à la jachère mellifère (5 m et 13.5 m dans les parcelles avec jachères intra-parcellaires, 50 m dans les parcelles témoins) sur l'abondance en pucerons (*A. fabae* et *M. persicae* séparément) et en prédateurs (tous prédateurs confondus) fut analysé à l'aide de GLMM intégrant une distribution négative binomiale (fonction *glmmTMB* dans le package *glmmTMB*). La parcelle fut considérée comme intercept aléatoire, et la semaine d'échantillonnage comme pente aléatoire, l'absence de sur-dispersion des résidus fut vérifiée. Les modèles furent testés à l'aide d'un test du Chi-carré de Wald (type II). Les comparaisons des distances

deux-à-deux furent réalisées à l'aide du test de Tukey (fonction *glht* dans le package *multcomp*).

	DDL	X²	P
<i>Aphis fabae</i>	2	58.4	< 0.001***
<i>Myzus persicae</i>	2	4.18	0.124
Prédateurs	2	9.87	0.007**

Annexe - Tableau 4: Résultats statistiques de l'effet de la distance aux jachères mellifères (intra-parcellaires : 5 m, 13.5 m ; témoin : 50 m) sur l'abondance en pucerons *Aphis fabae*, *Myzus persicae* et en prédateurs.

L'abondance en prédateurs en fonction de l'abondance en pucerons *A. fabae* d'une part, *M. persicae* d'autre part, fut analysée à l'aide de GLMM intégrant une distribution négative binomiale. La parcelle fut considérée en effet aléatoire. L'absence de sur-dispersion des résidus fut vérifiée. Les modèles furent testés à l'aide d'un test du Chi carré de Wald (type II).

	DDL	X²	P
<i>Aphis fabae</i>	1	14.34	< 0.001***
<i>Myzus persicae</i>	1	2.560	0.110

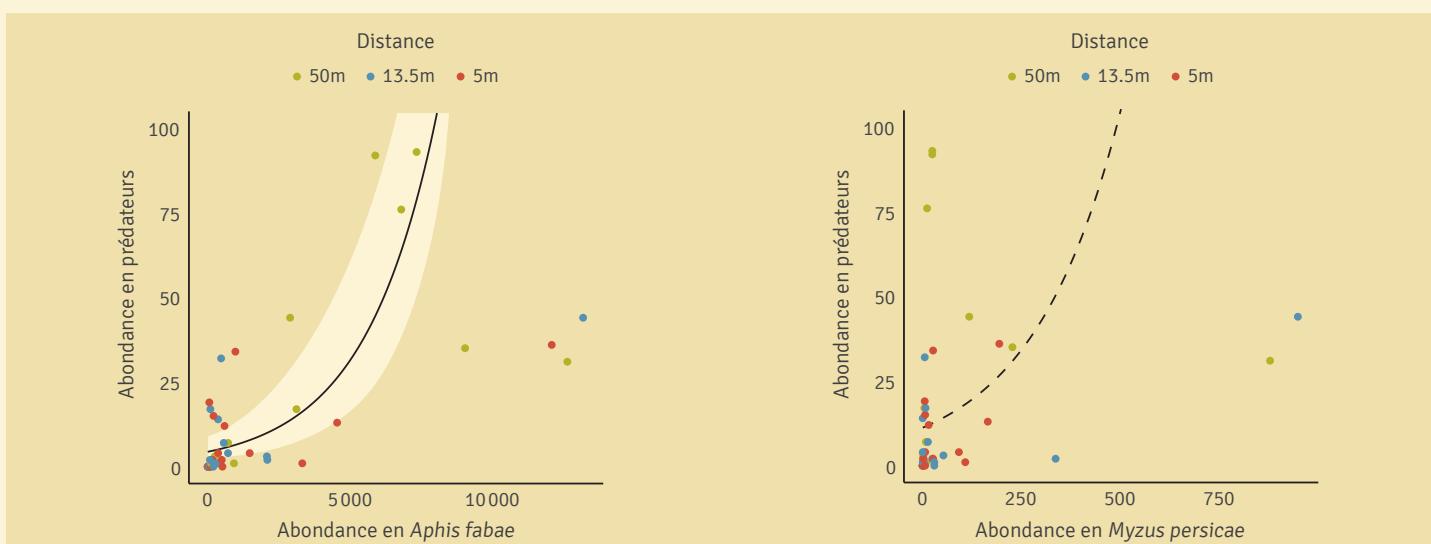
Annexe - Tableau 5: Résultats statistiques de l'abondance en prédateurs en fonction de l'abondance en pucerons *Aphis fabae* et *Myzus persicae*, respectivement.



Larve de coccinelle en betterave (14/05/2025)



Larve de syrphe sur une féverolle dans le mélange Test (20/05/2025)



Annexe - Figure 1: Relation entre l'abondance en prédateurs et l'abondance en pucerons noirs *Aphis fabae* (gauche) et en pucerons verts *Myzus persicae* (droite).