



Synthèse du projet



Mélanges botaniques Utiles aux Systèmes de Culture et Auxiliaires permettant une Réduction des Insecticides

<https://wiki.itab-lab.fr/muscari/>

Un projet soutenu par :





SOMMAIRE

PARTIE 1 :	
PRÉSENTATION DU PROJET	3
MUSCARI : UN PROJET EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITE FONCTIONNELLE	3
UN RESEAU MULTI-PARTENARIAL SUR PLUSIEURS FILIERES	4
2015 – EVALUATION ET SELECTION DES METHODES D’OBSERVATION DE LA BIODIVERSITE FONCTIONNELLE	5
DES MELANGES « MAISON » POUR EVALUER LEURS SERVICES RENDUS AUX CULTURES	6
2016 et 2017 – COMPARAISON DES DIFFERENTS MELANGES FLEURIS	7
PARTIE 2 :	
RÉSULTATS	8
RÉSULTATS DES SUIVIS FLORISTIQUES	8
RÉSULTATS DES SUIVIS FAUNISTIQUES	14
PARTIE 3 :	
PREMIERS CONSTATS SUR LES RÉGULATIONS NATURELLES	20
CONCLUSION	23



PARTIE 1 : PRÉSENTATION DU PROJET



MUSCARI : UN PROJET EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE

*Les travaux scientifiques sur la biodiversité fonctionnelle et l'intérêt des bandes fleuries se multiplient, sans pour autant que leurs résultats pratiques soient suffisamment accessibles aux producteurs. C'est dans ce contexte, que le projet **MUSCARI** « Mélanges Utiles aux Systèmes de Culture et Auxiliaires pour favoriser une Réduction des Intrants », a réalisé un travail de capitalisation et de mise à disposition des résultats. Des suivis simplifiés sur des espèces botaniques seules ou associées ont permis de constituer des mélanges botaniques adaptés aux conditions de culture, puis d'évaluer leurs services rendus aux cultures.*



Présentation de MUSCARI

L'ensemencement de bandes fleuries à proximité des champs agricoles est l'une des solutions considérées comme des alternatives à l'utilisation des pesticides. Elles peuvent fournir des ressources et un abri aux ennemis naturels des ravageurs tels que les arthropodes prédateurs et les espèces parasitoïdes, ce qui peut aider à réduire l'abondance des ravageurs dans les cultures avoisinantes.

C'est dans ce contexte que le projet **MUSCARI** (2015-2018) porté par le GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique) aborde la question méthodologique des outils pour évaluer le service rendu par les bandes fleuries aux cultures, sur plusieurs filières : grandes cultures, arboriculture, maraîchage, viticulture. Le but de ce projet est de faciliter l'appropriation de la biodiversité fonctionnelle et notamment l'intérêt des bandes fleuries en optimisant le choix botanique dans les mélanges fleuris proposés sur le marché.

Une capitalisation des travaux scientifiques a permis de créer un outil d'aide à la décision pour optimiser ce choix botanique et ainsi assurer sa fonctionnalité. Afin d'y parvenir, des suivis simplifiés sur des espèces botaniques seules ou associées ont été mis en place et permettront de constituer des mélanges botaniques adaptés aux conditions de culture, puis d'évaluer leurs services rendus aux cultures.

Le but est de fournir aux producteurs des compositions simplifiées de mélanges fleuris proposés dans les différentes régions, par des semenciers associés, sur la base des résultats observés en 2016 et 2017 ainsi que des expertises regroupées dans le projet.



Les objectifs de MUSCARI

MUSCARI ambitionne de contribuer à une meilleure appropriation de la biodiversité dite « ordinaire » par les producteurs, par plusieurs actions connectées et successives :

1. **Une réflexion sur les protocoles** à mettre en place pour évaluer les services rendus par cette biodiversité, sans nécessité de dispositifs trop lourds et non reproductibles.
2. **Une mise en place de suivis faunistiques** sur des espèces et mélanges choisis, dans différentes régions et sur plusieurs cultures identifiées.

3. **Une compilation d'informations** pour parvenir à la création de mélanges botaniques optimisés selon les objectifs et conditions de culture.
4. **Une capitalisation des données existantes et acquises** dans le cadre du projet, au sein de la base de données HERBEA (Habitats à Entretenir pour la Régulation Biologique dans les Exploitations Agricoles), et via d'autres médias.
5. **Mise en place d'actions de démonstration et de supports d'accompagnement** pour la mise en place de ces mélanges fleuris in situ.

Ces actions favoriseront une démarche pro-active des agriculteurs et techniciens pour mettre au point des mélanges garantissant une meilleure adéquation entre terroir et potentiel de biodiversité.

UN RÉSEAU MULTI-PARTENARIAL SUR PLUSIEURS FILIÈRES

Sites et cultures sur lesquelles ont eu lieu les suivis en 2016 et 2017



Partenaires	Cultures 2016	Cultures 2017
GRAB	<i>Pommier</i>	<i>Pommier</i>
GRAB	<i>Maraîchage</i>	<i>Courges</i>
Solagro/ENSFEA – Toulouse	<i>Blé tendre</i>	<i>Pois chiche</i>
INRA Grignon – UMR Agronomie	<i>Colza</i>	<i>Féverole</i>
Chambre régionale d'agriculture des Hauts de France	<i>Blé tendre</i>	<i>Pomme de terre</i>
Chambre régionale d'agriculture de Bretagne	<i>Grandes cultures</i>	<i>Grandes cultures</i>
Université de Tours- Innophyt	<i>Blé</i>	<i>Pommes de terre</i>
Vitinnov/Bordeaux Sciences Agro	<i>Vigne</i>	<i>Vigne</i>
Lycée Le Fresne – Angers	<i>Vigne</i>	<i>Vigne</i>
Lycée nature – La Roche sur Yon	<i>Potimarron</i>	<i>Potimarron</i>
Lycée Horticole de Lomme	<i>Échalote</i>	<i>Céleri</i>

2015 – ÉVALUATION ET SÉLECTION DES MÉTHODES D'OBSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE

Les méthodes de collecte d'échantillons pour évaluer la biodiversité fonctionnelle sont nombreuses (pièges à interception, aspirations, battages, pièges à fosse ou pièges Barber, extracteur Berlese, tente Malaise (*voir photo*), cages à émergence...); elles sont souvent adaptées à certains taxons en particulier, en se révélant peu performantes pour d'autres. Un tableau récapitulatif a été mis en ligne sur le site du projet.

L'objectif des travaux réalisés en 2015 est de caractériser et d'évaluer différents outils à travers plusieurs indicateurs : taxons visés ou exclus par la méthode, spécificité de la méthode, mesure de flux d'insectes ou « *photographie* », facilité de mise en oeuvre (matériel nécessaire, temps d'installation, de relevé), inconvénients (fragilité du matériel, temps de manipulation, tri éventuel des échantillons, défaunage, compétences requises...).

Les méthodes retenues comme étant les plus intéressantes sont évaluées en micro-parcelles selon un protocole commun, par 4 partenaires, sur un même type de bandes fleuries dès 2015, afin de tester leur pertinence, et lourdeur éventuelle. Ces quatre sites d'essais sont localisés dans des contextes pédoclimatiques variés (Provence, Touraine, Bassin Parisien, Picardie).

La ou les méthodes ressortant comme les plus intéressantes (jugées selon un rapport entre le temps requis et la nature des informations fournies) ont ensuite été mises en place par chaque partenaire pour les suivis des différents mélanges fleuris. L'enjeu est de distinguer les méthodes d'échantillonnage présentant le meilleur compromis entre l'effort à fournir pour récupérer les échantillons et la qualité de l'échantillonnage réalisé.

Deux des quatre méthodes testées semblent proposer le meilleur compromis pour une bonne caractérisation de l'entomofaune dans un temps limité. Il s'agit du filet fauchoir et de l'observation visuelle (*voir page 14*). Ces deux méthodes permettent un échantillonnage instantané, et semblent fortement corrélées aux méthodes intégratives sur plusieurs jours (piège à cornet, piège jaune).

En regard du temps consacré à l'échantillonnage, l'observation visuelle semble présenter le meilleur « rapport qualité/prix », entre les informations recueillies et le temps et l'équipement nécessaires.



DES MÉLANGES « MAISON » POUR ÉVALUER LEURS SERVICES RENDUS AUX CULTURES

Les partenaires ont regroupé leurs compétences pour créer de nouveaux mélanges à tester, répondant à des principes d'écologie précis.

Principes de composition des mélanges « maisons » :

- Une diversité de plantes pour cibler une diversité de phytophages
- Fournir des habitats stables, des ressources alimentaires et des proies alternatives aux auxiliaires :
 - une majorité de pérennes ;
 - des floraisons étalées toute l'année ;
 - des ressources florales présentes et accessibles selon la morphologie de la fleur (nectar floral et nectar extrafloral) ;
 - des légumineuses pour héberger des pucerons.
- Redondance fonctionnelle dans le mélange complet
- Espèces indigènes et adaptées
- Disponibilité et coût des semences
- Réglementation : certaines espèces non autorisées !

Les objectifs visés par les partenaires sont :

- Proposer des mélanges simples, économiques, fiables aux agriculteurs pour les inciter à semer ;
- Intégrer des vivaces pour pérenniser les bandes ;
- Associer des semenciers en région qui proposent un mélange validé par les partenaires.



2016 et 2017 – COMPARAISON DES DIFFÉRENTS MÉLANGES FLEURIS

MUSCARI vise à évaluer l'effet de 6 types différents de bandes fleuries (notées «A» à «E») sur l'abondance et la diversité des arthropodes bénéfiques dans 12 sites avec différentes cultures adjacentes (grandes cultures, viticulture, maraîchage, arboriculture). Ces 6 mélanges contiennent entre 1 et 20 espèces. Trois mélanges fleuris (C, D, D') ont été constitués par les partenaires, pour leur diversité fonctionnelle au sein

des plantes. Le mélange D' a été semé à l'automne 2016 ou au printemps 2017 sur plusieurs sites, en remplacement de mélanges décevants en 2016.

En 2016 et 2017, il a été convenu de comparer ces 6 mélanges (*voir tableau*) entre eux mis en place à partir de l'automne 2015 pour un certain nombre de sites, afin de permettre aux bisannuelles de s'établir avant l'hiver.

Composition des différents mélanges testés

Les mélanges en vert (C/D/D') ont été créés par les partenaires

Espèces/mélange	A	B	C	D	D'	E	
Pâquerette	<i>Composition non communiquée (Mélange commercial Nova-Flore)</i>			7	15		
Véronique feuille de lierre			20	7			
Pissenlit					7		
Barbarée				20	7		
Alysse maritime					7	20	
Alliaire					7		
Carotte sauvage				20	8	15	
Centaurée scabieuse				20	7		
Achillée millefeuille					8		
Marguerite					7		
Bleuet					8	10	
Luzerne annuelle				10	5		
Luzerne pérenne						10	
Mélicot					5	20	
Lotier					5		
Pâturin compressé				10	5		
Vesce			100			10	
Fetuque							20
Ray-Grass							80





PARTIE 2 : RÉSULTATS



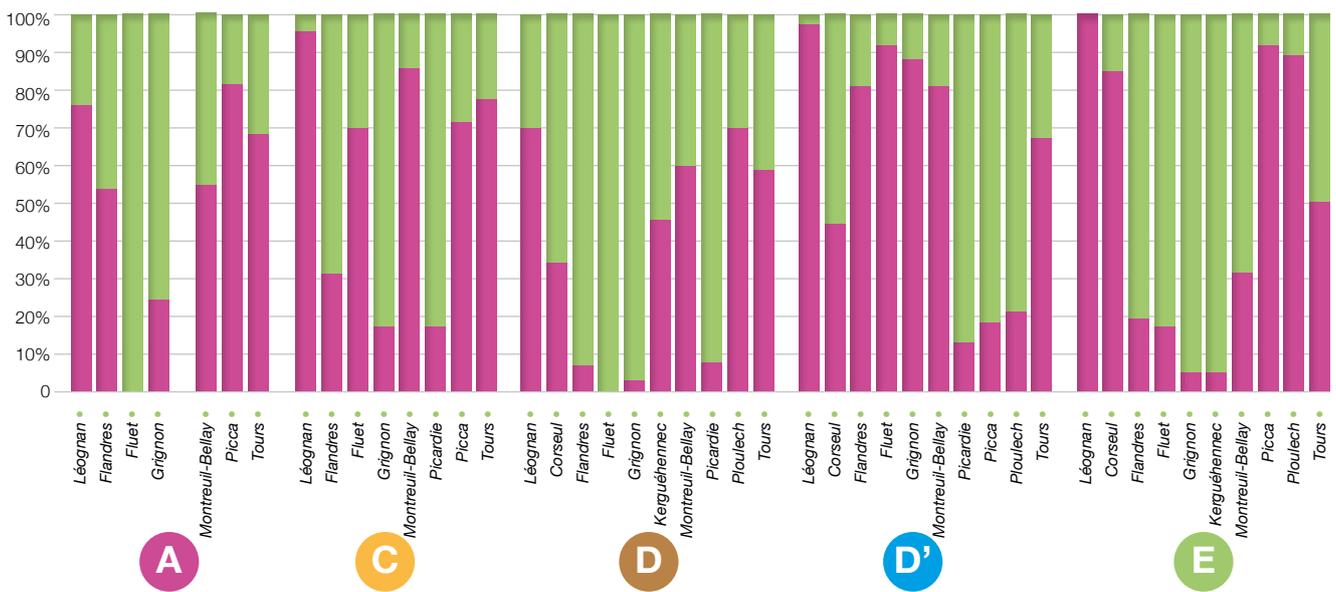
RÉSULTATS DES SUIVIS FLORISTIQUES

Protocole de suivi botanique

- **avril** : liste des espèces installées (semées/spontanées) et en floraison.
- **mai** : évaluation du recouvrement et du stade phénologique de chaque espèce sur une zone représentative de la bande.
- **juin** : stade phénologique des plantes observées.

Taux de recouvrement

Pourcentage des espèces semées
par rapport aux espèces spontanées en 2^{ème} année



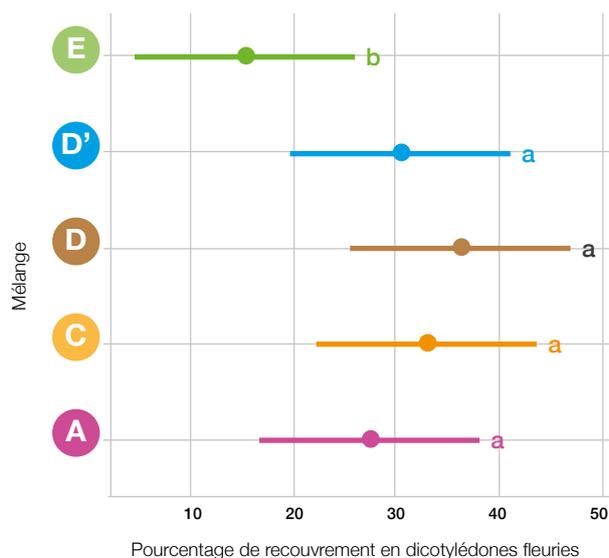
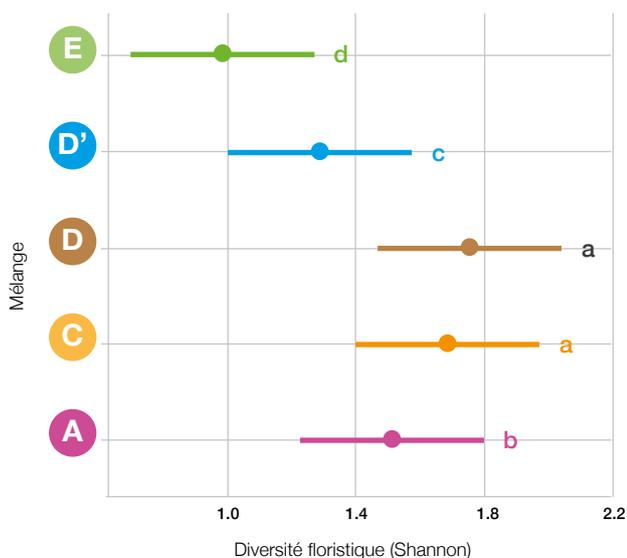
— Espèces semées — Espèces spontanées



Les mélanges D et D' sont les semis donc les proportions d'espèces semées (en vert) ont été les plus élevées en deuxième année de suivi, notamment en comparaison des mélanges A et C.

Une forte variabilité a été cependant observée entre les sites : les rapports entre recouvrement des espèces semées et spontanées sont inversés pour un même mélange.

Caractéristiques des mélanges en 2^{ème} année



Les mélanges « maison » C et D sont ceux qui montrent une diversité floristique la plus élevée en comparaison aux autres mélanges.

On note toutefois une faible variabilité sur le taux de recouvrement en dicotylédones entre les mélanges en contenant (tous sauf E).



RÉSULTATS FLORISTIQUES : FOCUS SUR 5 SITES DU RÉSEAU

► Vitinnov/Bordeaux Sciences Agro

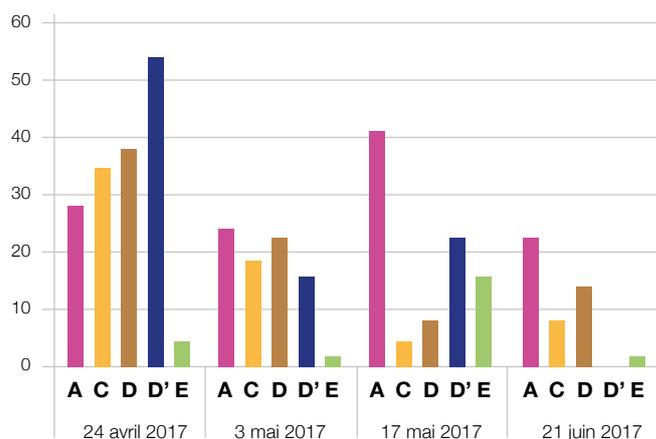
Les espèces semées représentent une proportion faible des espèces relevées à la fois en première et en seconde année d'implantation, entre 2,5 et 27,5% de recouvrement.

L'expression de la banque de graines (présentes avant semis) est importante en termes de nombre d'espèces : en 2016 et 2017, respectivement 14 et 15 espèces sont communes à toutes les placettes. La notation des stades phénologiques permet de constater que les espèces en floraison sont différentes d'une placette à une autre.

On observe donc, malgré une relative homogénéité des indices de diversité botanique et des difficultés de levée des espèces floristiques semées, des différences d'expression en termes de composition, floraison et recouvrement des placettes (*voir figure*).

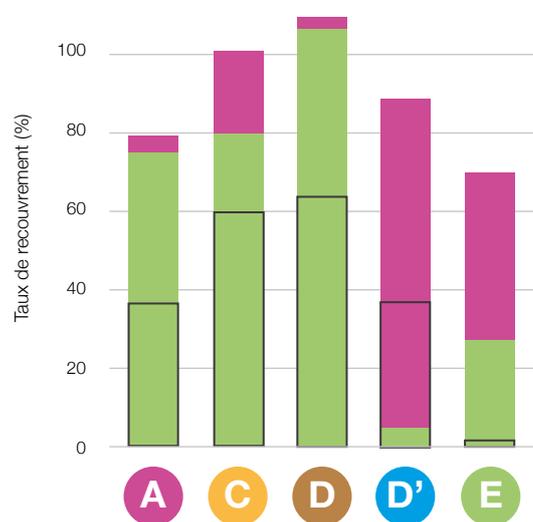
Recouvrement (% de la surface) des espèces en fleur aux quatre dates de relevés.

La modalité A est la plus constante au niveau des floraisons, la modalité E joue bien son rôle de témoin sans fleurs.



► INRA de Grignon

Les différents mélanges semés en 2015 et 2016 se sont parfaitement implantés et contenaient très peu d'adventices, à l'exception du mélange complexe D' ressemé à l'automne 2016 pour lequel aucune des espèces semées n'a germé. Les proportions de plantes en fleurs fournissant du nectar, intéressant pour les auxiliaires à petites pièces buccales, sont presque nulles pour la bande enherbée (mélange E). En revanche, les mélanges D et A semés en 2016 sont recouverts à 40% par ces fleurs, mais uniquement à partir de juillet pour le mélange A.



Les mélanges C et D (conçus par nos soins et semés en 2015) sont les plus diversifiés et présentent 60 % de surface de recouvrement par des plantes nectarifères d'intérêt pour les auxiliaires à langue courte (parasitoïdes, syrphes).

- Adventice
- Semée
- Proportion plante en fleur à nectar accessible aux auxiliaires à langue courte

► Chambre régionale d'agriculture Hauts de France

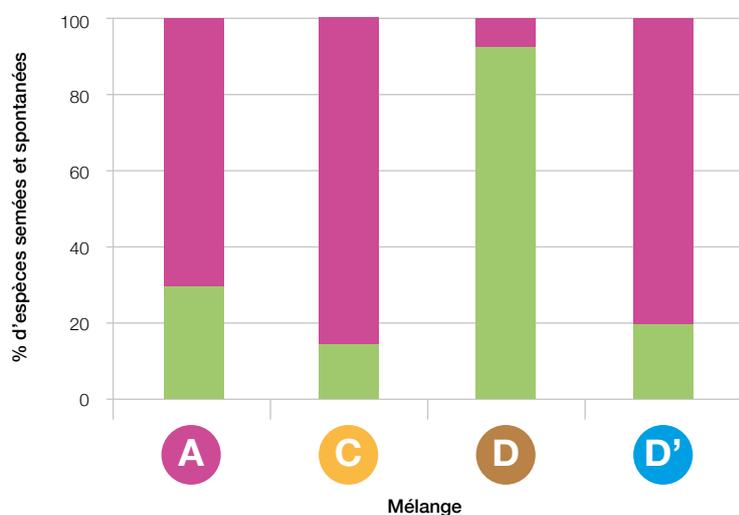
Le suivi a été fait en parcelle d'agriculteur. En 2016, la matricaire et le vulpin se sont particulièrement développés. Le taux de recouvrement des espèces semées des mélanges B, D et E est supérieur à celui des adventices. C'est l'inverse qui est observé dans le mélange A. Le mélange C ne s'est pas développé.

En 2017, ce sont le coquelicot, le mélilot et le chénopode qui se sont développés par rapport aux autres espèces.

Seul le mélange D présente un recouvrement des espèces semées supérieur à celui des adventices.



% d'espèces semées et spontanées selon le mélange fleuri - 2017



► GRAB

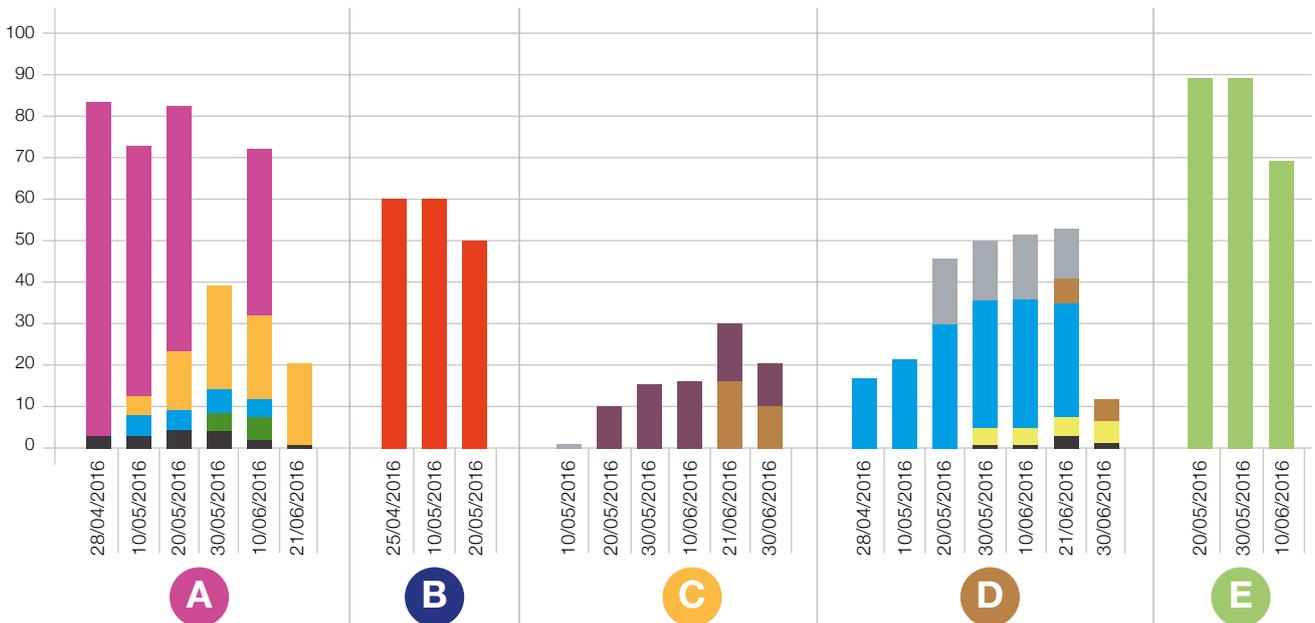
Un même mélange semé chez trois producteurs différents a montré des compositions botaniques différentes : cette variabilité de composition pour un même mélange entraîne une variabilité de l'entomofaune présente sur le mélange. La nature du sol, les stocks de semences d'adventices expliquent vraisemblablement cette variabilité dans l'installation et la composition des mélanges.

Ces observations mettent aussi en avant l'intérêt d'un mélange avec un nombre suffisant d'espèces végétales : la diversité des espèces végétales avec des besoins différents assure l'installation du mélange dans des conditions variables.

La figure ci-dessous indique une façon de visualiser l'intensité de floraison (le pourcentage de sol occupé par une espèce dont au moins 50% des plants sont en fleur). Ceci montre la variabilité des couverts (le taux de couverture et la composition). Les mélanges A et D montrent la floraison la plus longue (bonne succession).

En 2017, la plupart des bandes fleuries sont caractérisées par un fort recouvrement en adventices et une variabilité de composition botanique selon les sites. Néanmoins, l'espèce *Daucus carota* s'est implantée dans tous les sites et les mélanges.

Recouvrements des espèces semées en fleur, par modalité sur la parcelle de M. Fluet (13) en 2016



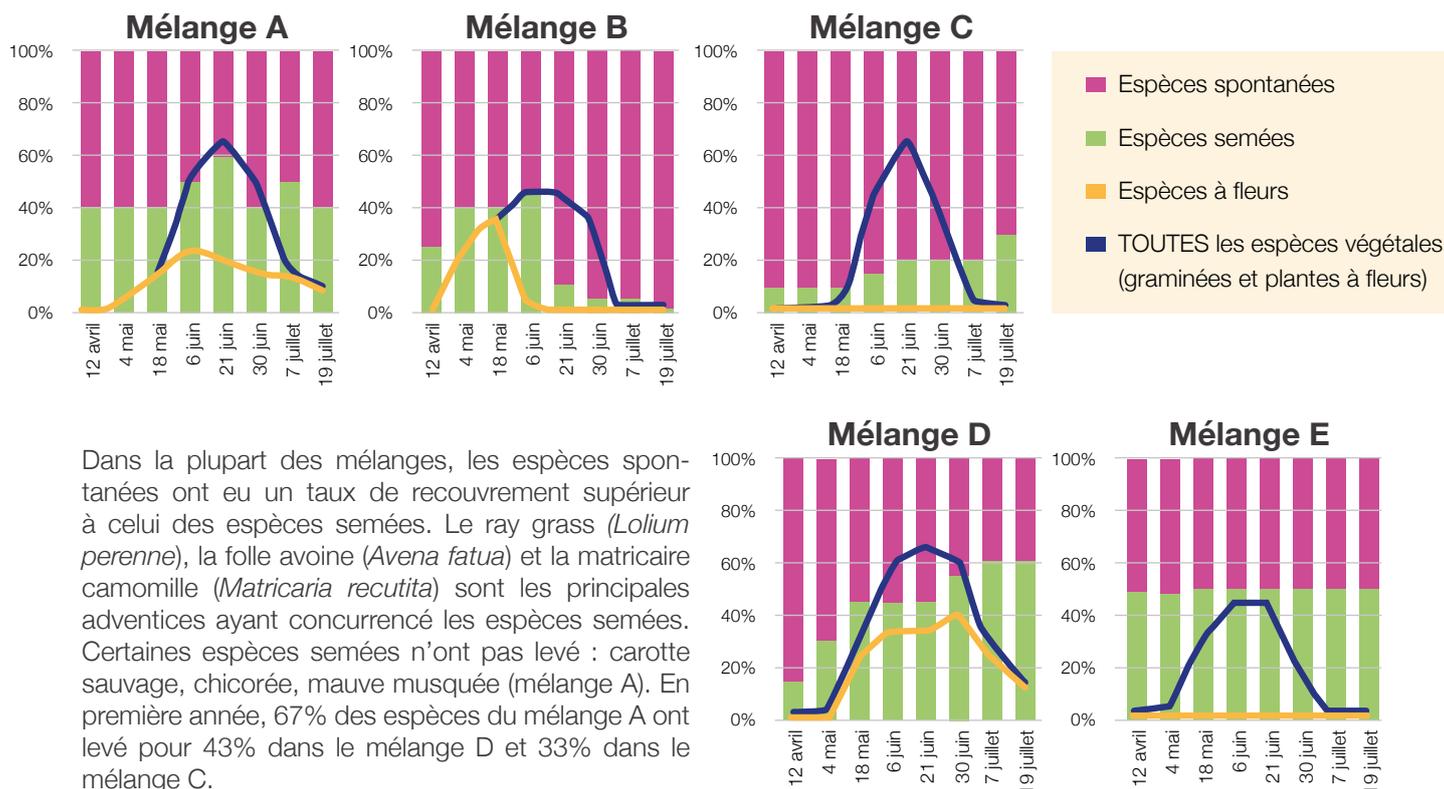
- Espèce recouvrant moins de 5% du mélange
- *Achillea millefolium*
- *Anthemis tinctoria*
- *Centaurea cyanus*
- *Chrysanthemum sepetum*
- *Daucus carota*
- *Lobularia maritima*
- *Medicago sativa*
- *Papaver rhoeas*
- *RGA + Festuca*
- *Vicia sativa*



► Solagro/ENSFEA

La figure présente les taux de recouvrement maximum observés dans les différents mélanges et pour chaque espèce à fleur.

Recouvrements en espèces semées/spontanées et en fleurs (année 2016)



Dans la plupart des mélanges, les espèces spontanées ont eu un taux de recouvrement supérieur à celui des espèces semées. Le ray grass (*Lolium perenne*), la folle avoine (*Avena fatua*) et la matricaire camomille (*Matricaria recutita*) sont les principales adventices ayant concurrencé les espèces semées. Certaines espèces semées n'ont pas levé : carotte sauvage, chicorée, mauve musquée (mélange A). En première année, 67% des espèces du mélange A ont levé pour 43% dans le mélange D et 33% dans le mélange C.

Le pic de floraison a eu lieu tous mélanges confondus et toutes espèces confondues durant le mois de Juin.

La différence entre le recouvrement en fleurs (toutes espèces confondues, courbe bleue) et le recouvrement en fleurs semées (courbe jaune) s'explique principalement par la présence de matricaire camomille qui s'est exprimée de façon homogène sur l'ensemble des bandes.

Dans les mélanges A et D, les espèces semées ont progressivement colonisé la bande. A la fin de la floraison de la matricaire camomille, les espèces semées de ces mélanges se sont davantage exprimé.

Dans le mélange D, le recouvrement en fleurs est surtout dû à la floraison du bleuet des champs. Bien qu'il y ait eu une forte compétition, le bleuet a réussi à s'implanter et a eu une floraison plus longue que d'autres espèces florales observées.

Dans le mélange B, la vesce s'est rapidement installée à la fois en termes de taux de couverture du sol mais également en hauteur. Elle a rapidement fleuri et a fané plus tôt que tous les autres mélanges.

Les espèces du mélange C n'ont pas fleuri cette année. Certaines fleurs de ce mélange comme la carotte sauvage sont des espèces bisannuelles et fleuriront l'année prochaine. Elle a commencé sa croissance végétative sous la flore spontanée en juin.

Les mélanges A et D moins fleuris au début des suivis botaniques ont eu la floraison la plus longue et ce grâce aux espèces semées (bleuet des champs, chrysanthème des moissons, anthémis des teinturiers, alysson maritime) qui fleurissent bien après la plupart des autres espèces.



RÉSULTATS DES SUIVIS FAUNISTIQUES

Méthodologie

Observation visuelle

Sur une zone représentative de 1 m² par mélange :

- (1) attendre 3 minutes sans bouger,
- (2) observer et compter pendant 5 minutes les différents auxiliaires volant au-dessus de la végétation,
- (3) fouiller dans la végétation pour noter les auxiliaires et les pucerons présents.

Identifier au niveau de la famille au minimum. Noter l'aspect des momies de pucerons (dorée, noire, Praon). Préciser la plante sur laquelle est observé chaque insecte posé. Il faut être particulièrement attentif aux syrphes, chrysopes, momies en distinguant les couleurs et les momies mortes, larves, pupes, oeufs... Noter aussi l'abondance des araignées dans la végétation, et des toiles.



L'observation visuelle est à faire impérativement avant le filet fauchoir qui va faire fuir la faune.

Filet fauchoir

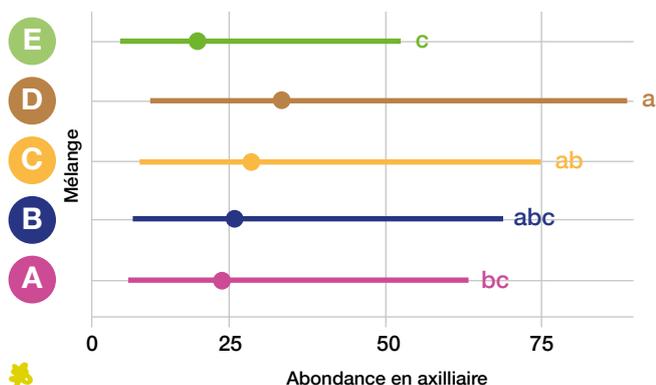
A réaliser dans la matinée après la disparition de la rosée. Positionner le transect de fauche au centre du mélange sur 20 pas de fauche (environ 20m) : 1 pas = un « *va et vient* » au fauchoir, soit 40 coups de filet. Procéder rapidement pour éviter que les syrphes ne s'enfuient. Fermer le filet (avec un élastique) après fauchage puis le décrocher et le placer au congélateur pour dénombrement le lendemain. Le filet fauchoir est à faire en dernier.



Abondance en arthropodes auxiliaires dans les bandes fleuries selon les mélanges

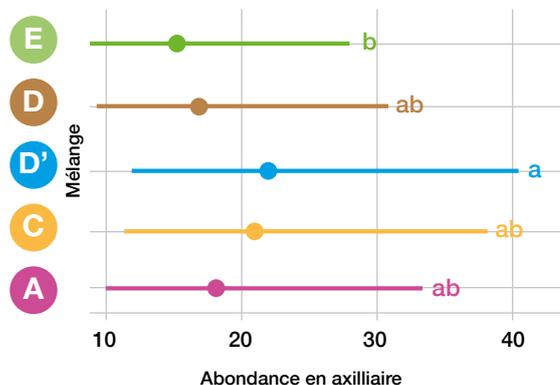
Le mélange D est ici aussi celui qui se distingue des autres, pour l'abondance en auxiliaires observés.

En 2016 : mélange **MUSCARI** complexe favorable aux auxiliaires



Analyses globales sur 7 sites

En 2017 : mélange **MUSCARI** complexe D' favorable aux auxiliaires



Analyses globales sur 12 sites

► Vitinnov/Bordeaux Sciences Agro

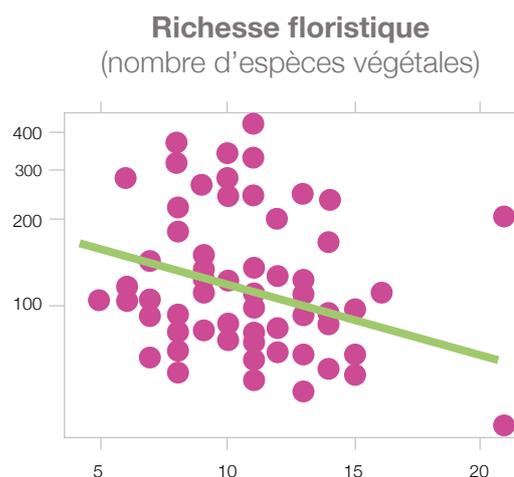
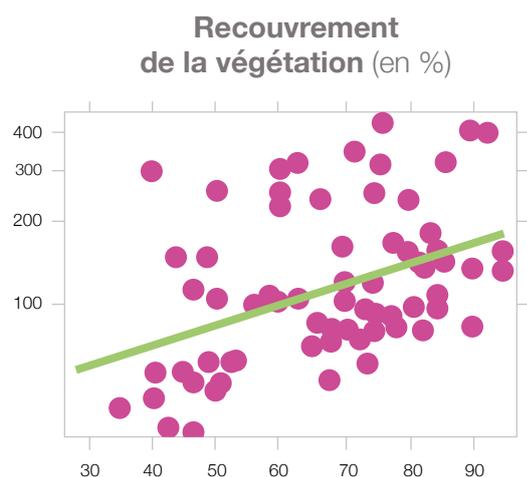
L'abondance totale en arthropodes auxiliaires en 2017 augmente avec le recouvrement total et le recouvrement des plantes à fleurs (voir figure de gauche).

En revanche, elle est liée négativement à la richesse spécifique des Dicotylédones (voir figure de droite).

Au sein des Arthropodes auxiliaires, le groupe des Hyménoptères parasitoïdes (photo) suit les mêmes tendances (voir figure).

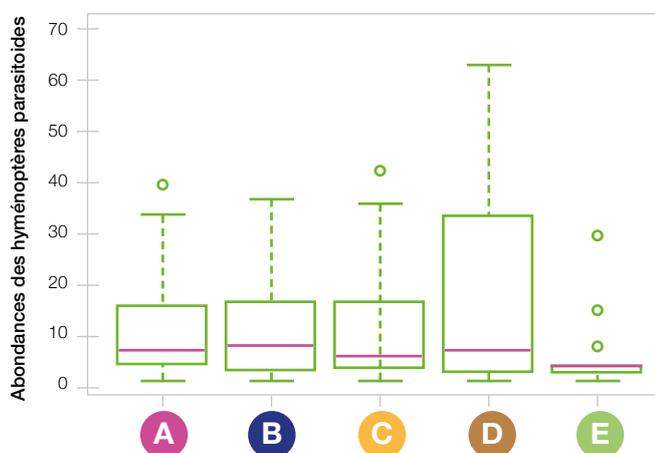
Corrélation entre auxiliaires et recouvrements de la végétation et richesse floristique

Abondance en arthropodes



Abondance en hyménoptères parasitoïdes

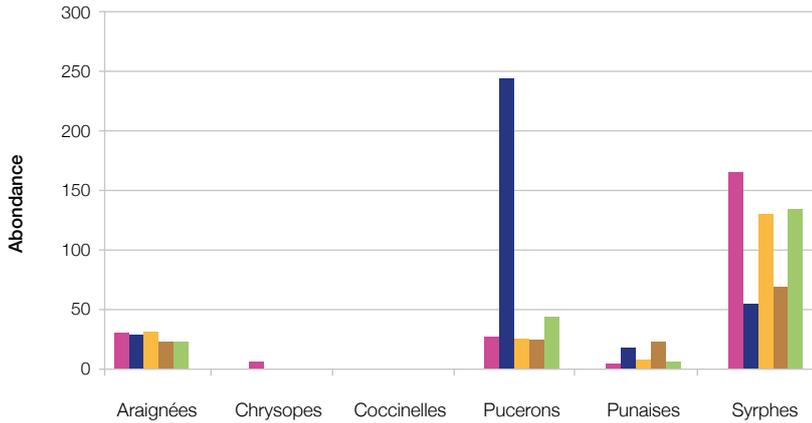
Le mélange D présente une abondance significativement plus élevée de micro-hyménoptères parasitoïdes.



► INRA de Grignon

Les auxiliaires capturés au filet fauchoir en 2016 et 2017 sont respectivement représentés sur les figures ci-dessous.

En 2016, aucun opilion n'a été capturé au filet fauchoir. Les observations visuelles étaient trop rares et trop aléatoires. Néanmoins, énormément de bourdons étaient observés sur les bleuets. Concernant les syrphes, les différences sont non significatives.

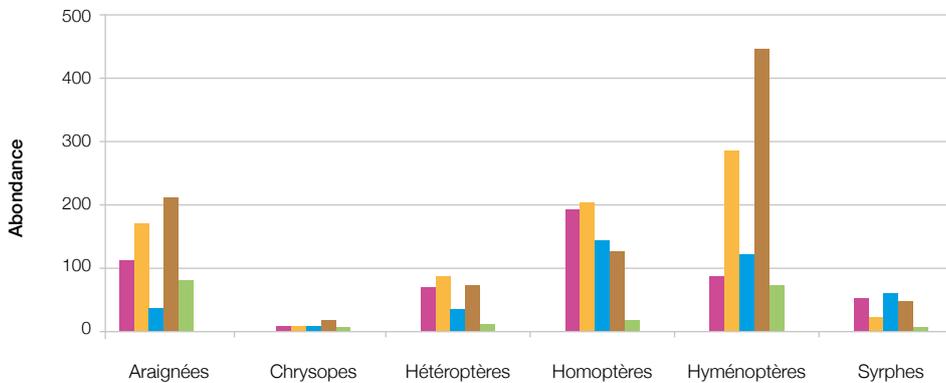


2016

A
B
C
D
E

Quels auxiliaires dans les bandes ?

Résultats des captures au filet fauchoir durant tout le printemps



2017

A
C
D'
D
E



► Chambre régionale d'agriculture Hauts de France



Moins d'arthropodes sont observées lors des observations visuelles par rapport au filet fauchoir. En revanche, davantage de syrphes sont observés durant les observations visuelles de par leurs colorations et leur vol stationnaire caractéristique (*voir photo*).

Concernant les observations visuelles, en 2016 ce sont dans les mélanges A et D que l'on a observé le plus de syrphes et d'autres d'auxiliaires (36 observés au total dans les deux mélanges). En revanche, beaucoup moins d'auxiliaires sont observés dans le témoin fourrager (mélange E).

En 2017, le mélange D est celui qui contient le plus de syrphes et d'autres auxiliaires (168 observés au total). En revanche, le mélange A est celui qui contient le moins d'auxiliaires (68 observés au total).

Concernant les captures au filet fauchoir, en 2016 le mélange A est celui qui contient la plus grande abondance et diversité de syrphes (5 familles capturées) et une bonne diversité des autres ordres (8 représentés). Le mélange D contient le plus d'auxiliaires (39 capturés au total et 7 ordres représentés). Le témoin fourrager est le mélange le plus pauvre en abondance et diversité d'auxiliaires.

En 2017, 848 arthropodes sont capturés par filet fauchoir. 73% de ces captures sont des coléoptères dont la grande majorité des méligèthes. Ces dernières sont considérées comme des ravageurs mais aussi des pollinisateurs. Si on analyse les résultats avec les méligèthes, les mélanges D et D' possèdent la plus grande abondance d'arthropodes. En revanche, si on analyse les résultats sans les méligèthes, ce sont les mélanges C et D' qui possèdent la plus grande abondance d'arthropodes. Pour finir, avec ou sans méligèthes, les mélanges C et D disposent d'une bonne diversité faunistique (5 ordres représentés).

► GRAB

2016 : Les différents mélanges fleuris mis en place chez deux maraîchers et un arboriculteur ont montré des capacités variables à favoriser les auxiliaires naturels (*voir figures*).

Le mélange D et, dans un moindre mesure le A, sont ceux qui attirent le plus d'auxiliaires aphidiphages. Ce sont les mélanges les plus complexes. Le mélange C s'est révélé décevant : il s'est mal installé et/ou a attiré peu d'auxiliaires.

En outre, il faut noter que le succès d'un mélange peut dépendre fortement de la présence de pucerons sur une de ces espèces : le mélange B et le mélange D ont attiré beaucoup d'auxiliaires (Coccinellidae et Aphidiinae) car des colonies importantes de pucerons se sont développées sur, respectivement, la vesce et le bleuet.

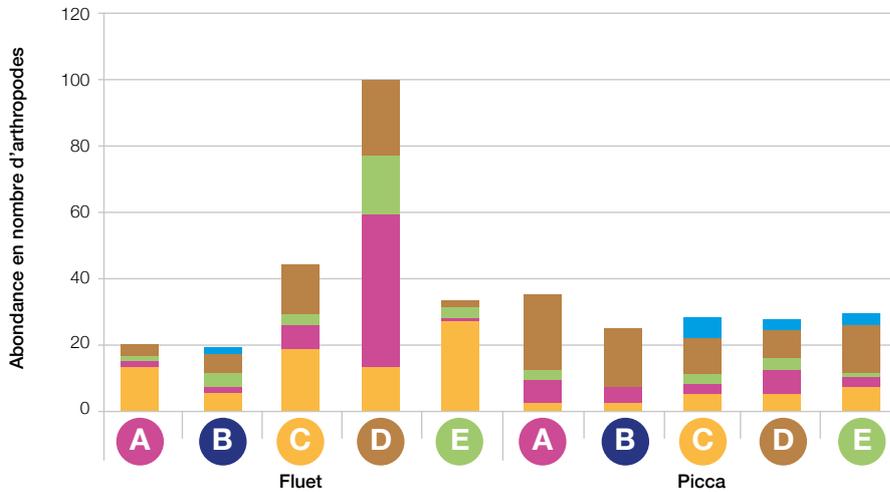
Ces résultats mettent en avant le fait que semer une seule espèce dans une bande fleurie présente un caractère aléatoire : la levée peut être mauvaise, et la colonisation par des pucerons (dans le cadre d'une espèce choisie pour sa capacité à héberger des pucerons spécifiques) est impossible à prévoir.

En complément, il est intéressant de constater que l'allure des courbes de présence d'auxiliaires nous renseigne sur le mode d'action des mélanges :

- **Mélange A** : présence continue d'auxiliaires, dont de nombreux généralistes : ressources florales diversifiées et durables.
- **Mélange B** : pic essentiellement représenté par des aphidiphages : plantes-relais hébergeant des pucerons spécifiques.

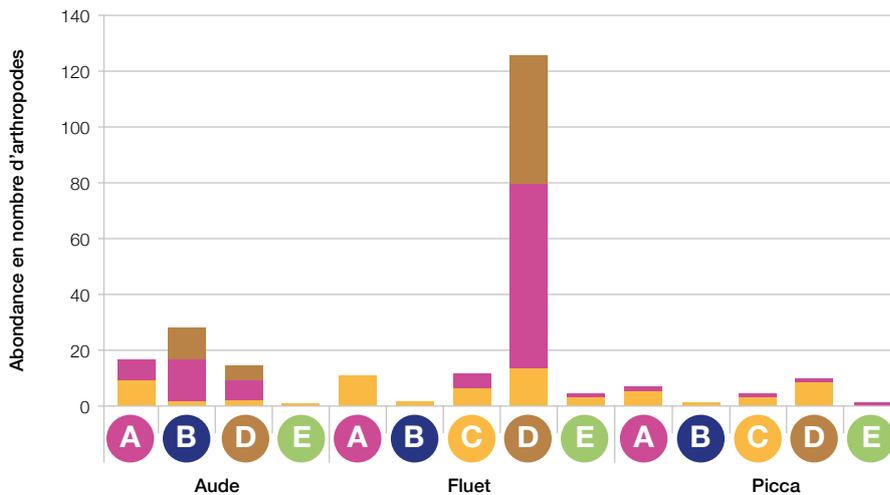


Effectifs cumulés du nombre d'arthropodes collectés au filet fauchoir par modalité



- Syrphidae
- Coccinellidae
- Chrysopidae
- Braconidea
- Aphelinidae

Effectifs cumulés du nombre d'arthropodes observés visuellement par modalité



- Syrphidae
- Coccinellidae
- Braconidea

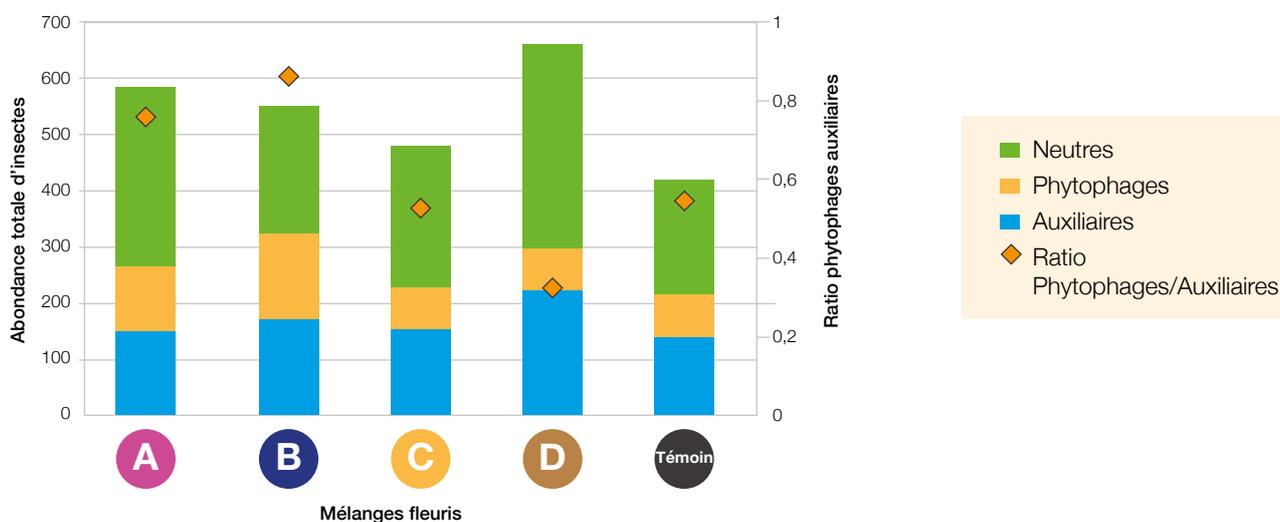
► Solagro/ENSFEA

La répartition des insectes est assez homogène sur l'ensemble des mélanges fleuris. Quel que soit le mélange on retrouve à peu près les mêmes familles d'insectes et dans des proportions assez semblables. Les diptères sont majoritaires (>25%) dans tous les mélanges. Les araignées, auxiliaires généralistes, sont très présentes dans tous les mélanges. Alors qu'en termes de proportion, les mélanges semblent assez identiques, ils se distinguent les uns des autres en terme d'abondance (voir figure).

Par exemple les mélanges A et D ont attiré plus d'insectes. Dans le mélange D, on observe plus d'insectes et plus d'auxiliaires et le ratio phytophage/auxiliaire est meilleur car plus faible. Le mélange B semble attirer beaucoup d'auxiliaires, mais son ratio phytophages/auxiliaires est défavorable et ce à cause de la présence de beaucoup de sitones (*Sitona lineatus*) probablement sur vesce, ainsi que de bruches et chrysomèles.



Abondance et répartition par groupe fonctionnel



Les mêmes familles d'auxiliaires ont été capturées dans les mélanges. On note une plus grande proportion d'insectes spécialistes dans les mélanges D, C et le témoin par rapport aux mélanges A et B.

La vesce cultivée et le ray-grass se sont très bien développés dans le mélange B créant une bande de végétation dense et haute. Beaucoup d'araignées s'y sont installées ; elles constituent la plus forte proportion des auxiliaires généralistes de ce mélange. Le mélange D se démarque toutefois : il attire plus d'auxiliaires de manière générale et plus d'auxiliaires spécialistes des pucerons. Le mélange A semble attirer plus d'auxiliaires généralistes que de spécialistes.

Sur la période de suivi (avril à juillet 2016) le mélange D est celui qui a fleuri le plus longtemps (du premier au dernier suivi). Ceci grâce à la floraison précoce de l'alyse maritime et la floraison étalée et tardive du bleuet. Le mélange B contenant de la vesce commune, s'est illustré aussi, par une floraison précoce et abondante mais courte (1 mois, voir page 13).

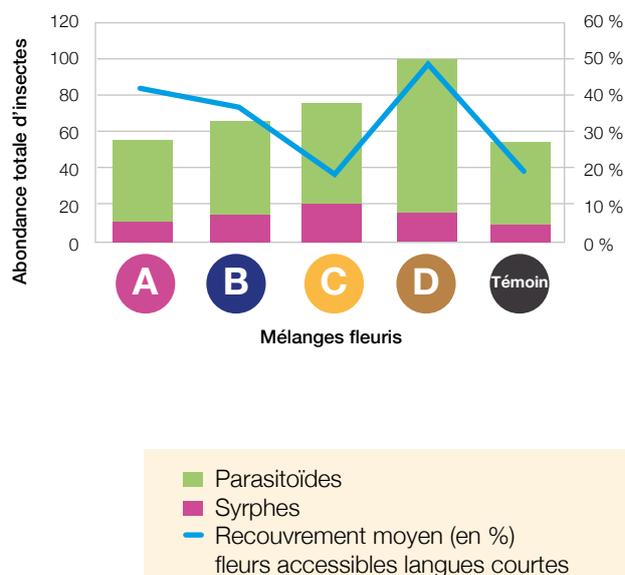
Outre l'attractivité connue du bleuet et de la matricaire (pour les prédateurs mais aussi pollinisateurs), leur prédominance dans les mélanges peut expliquer le nombre élevé d'auxiliaires observé sur ces fleurs. Le bleuet a eu un recouvrement moyen de 60% dans le mélange D, la matricaire a eu un recouvrement moyen d'environ 70% dans tous les mélanges.

Dans le cas du mélange D, le bleuet et l'accessibilité de son nectar extra floral semble expliquer ce résultat.

Accessibilité aux langues courtes :

les insectes aux langues courtes sont sensibles à la disponibilité en fleurs qui leurs sont accessibles. Le mélange ayant le plus fort recouvrement moyen en fleurs accessibles aux langues courtes a effectivement attiré le plus grand nombre d'auxiliaires à langues courtes (syrphes et parasitoïdes ; voir figure). Il s'agit du mélange D.

Recouvrement en fleurs accessibles aux langues courtes et abondance des auxiliaires à langues courtes





PARTIE 3 : PREMIERS CONSTATS SUR LES RÉGULATIONS NATURELLES



► Vitinnov/Bordeaux Sciences Agro :

Effet des mélanges fleuris sur les abondances de cicadelles vertes et les auxiliaires associés

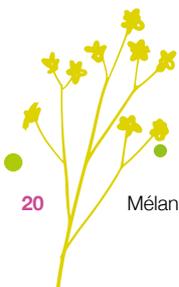
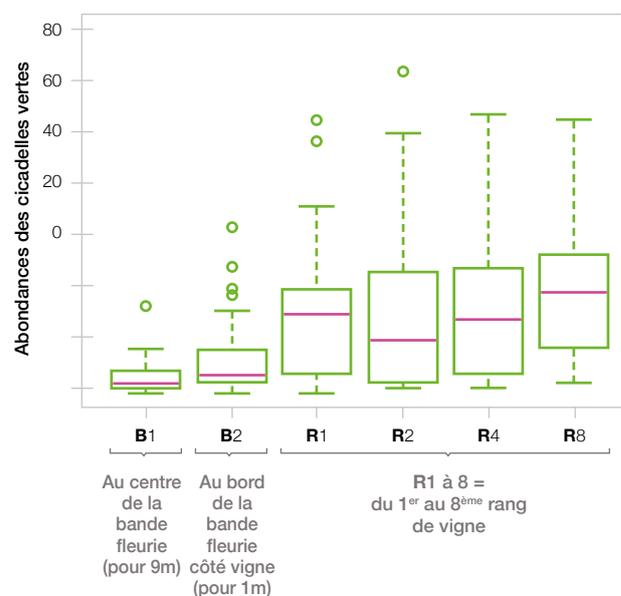
Les populations de cicadelle verte, espèce inféodée à la vigne (*voir photo*), ont été estimées à des distances croissantes depuis la bande fleurie vers le centre de la parcelle adjacente à l'aide de plaques jaunes engluées, ainsi que des prélèvements de feuille pour suivre l'émergence des larves.

« Même si l'abondance des parasitoïdes et des espèces prédatrices était plus élevée dans certaines bandes fleuries, nous n'avons montré aucun effet sur la régulation de l'abondance des ravageurs dans les champs adjacents. »

« Les effectifs de cicadelles vertes (*voir figure*) sont significativement moins élevés dans les bandes fleuries, augmentent au premier rang de bordure puis sur les rangs plus éloignés (R2/R4/R8) des bandes fleuries dans la parcelle de vigne, en 2016 et en 2017. Cependant aucune différence n'a été mise en évidence en fonction du type de mélange fleuri. »



Abondances de cicadelles vertes
en fonction des distances



► INRA de Grignon :

Effet des bandes fleuries sur la régulation des pucerons et des bruches de la féverole

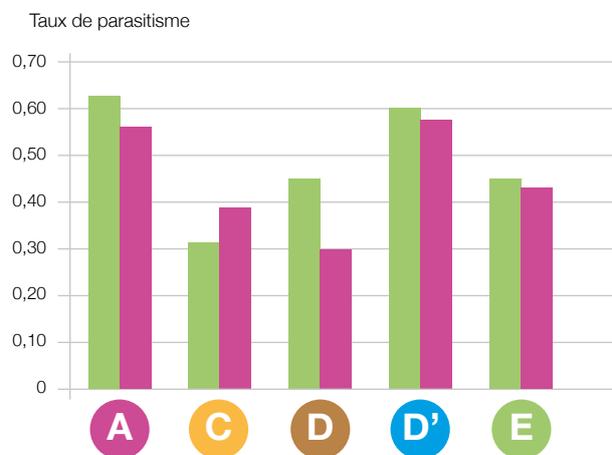
En mai 2017, la féverole a été fortement attaquée par le puceron noir de la féverole, qui a été efficacement régulé par les auxiliaires en juin. La distance à la bande (5m vs 30m) n'a pas eu d'effet sur les pucerons, mais leur quantité variait fortement selon le type de bande, avec une structuration spatiale. Les pucerons étaient les plus abondants en face des bandes proches d'un bosquet où ils avaient effectué une première génération, et étaient d'autant moins abondants qu'on s'éloignait du bosquet. Du fait de cette hétérogénéité spatiale et de l'absence de répétition sur le dispositif, il n'est pas possible de relier la quantité absolue de pucerons à la nature de la bande.

De même, les auxiliaires présents sur la féverole (syrphes, coccinelles, punaises, de deux à trois prédateurs par plante en moyenne, mais pas de momie) étaient avant tout positivement corrélés à la taille des colonies de puceron.

Pour prendre en compte l'hétérogénéité spatiale dans la distribution des pucerons, nous avons donc comparé les ratios prédateurs/proies selon les différentes bandes. Ce ratio est le plus faible pour le mélange simple et pour le mélange complexe D ressemé (celui qui n'a pas levé), avec seulement 1 prédateur pour 100 pucerons en moyenne, et il était le plus élevé pour le mélange complexe D dans sa deuxième année, avec environ un prédateur pour dix pucerons.

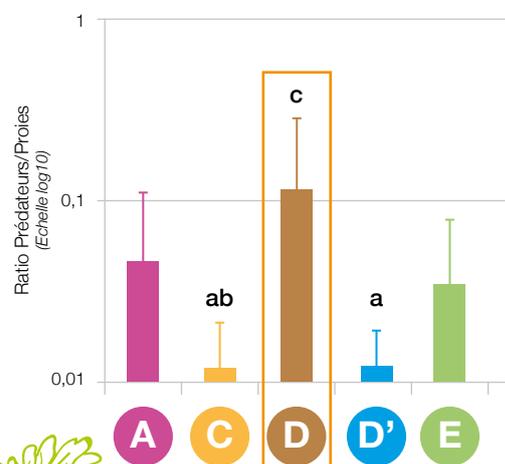
De 35 à 65% des graines environ étaient bruchées (photo), mais sans différence significative entre les mélanges. Le taux de parasitisme des bruches variait de 30 à 60% (voir figure), sans différence significative non plus entre les bandes ni d'effet de la distance à la bande.

Effet des mélanges sur le parasitisme des bruches



■ 5 m
■ 30 m

Effet des mélanges sur le ratio prédateurs/pucerons





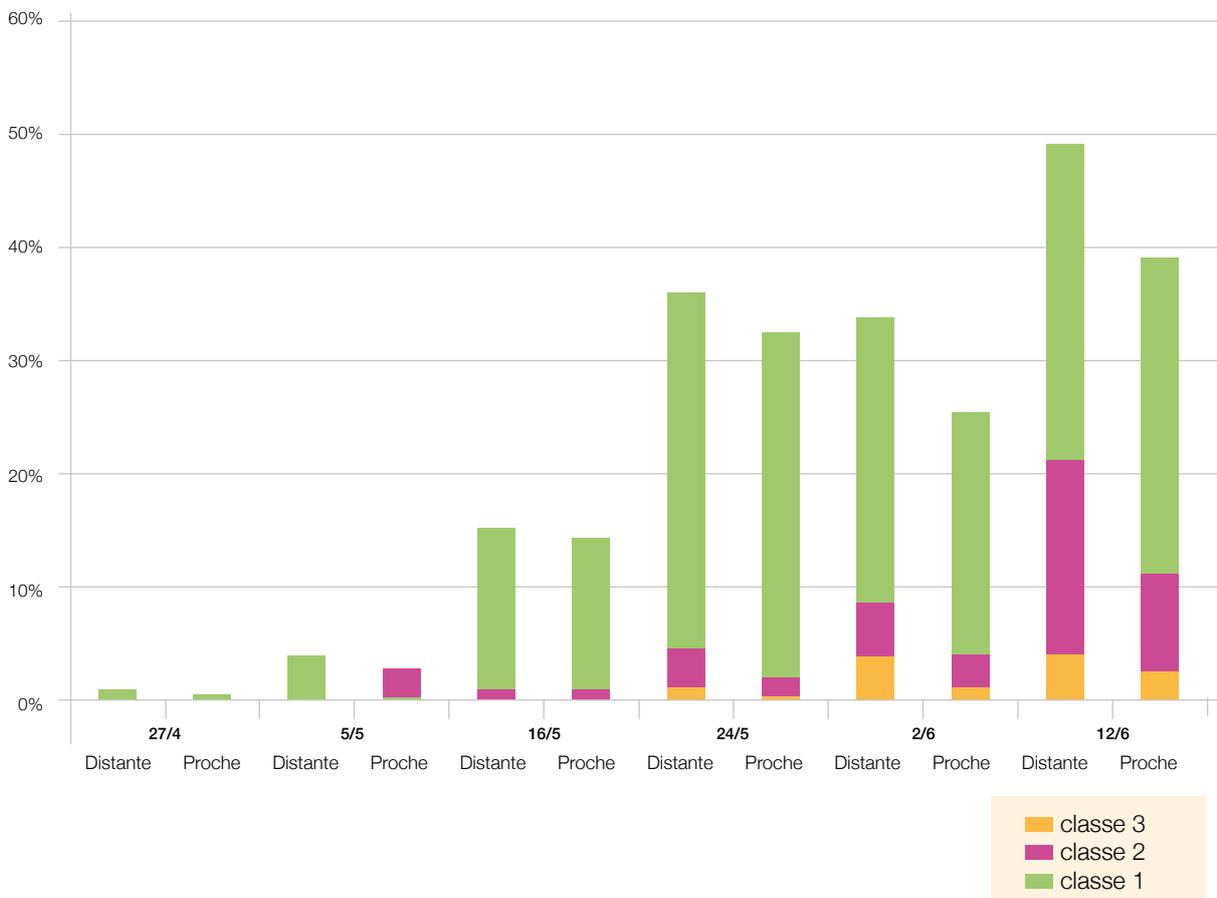
► GRAB

Les mélanges de la parcelle de pommier auraient globalement favorisé une plus faible infestation d'*Aphis pomi* (rangs proches moins attaqués) grâce à une présence accrue d'araignées dans les arbres (corrélation entre les auxiliaires généralistes des bandes fleuries et des arbres). Les mélanges de cette parcelle semblent tous jouer un rôle de supplémentation pour les auxiliaires spécialistes par l'intermédiaire d'espèces semées ou spontanées. Il est difficile de conclure sur l'origine des Coccinellidae observés dans les pommiers (notamment sur les rangs éloignés plus attaqués) : elles pourraient provenir des bandes fleuries, une fois que leurs proies ont été consommées (aux alentours du 24/05/2017). Il n'est pas possible

de conclure concernant l'intérêt des différents mélanges, mais la zone enherbée dans son ensemble (quelques espèces semées et beaucoup de spontanées) semble avoir eu un effet régulateur sur les attaques d'*Aphis pomi*. Le schéma ci-dessous montre une régression des dégâts de puceron vert à proximité des bandes fleuries, et ce à différentes dates.

Dans la parcelle de courges, il ne semble pas y avoir eu d'effet des mélanges sur l'intensité d'infestation d'*Aphis gossypii* et la densité d'auxiliaires. Néanmoins, les bandes fleuries (notamment *Daucus carota*) semblent avoir joué un rôle de complémentation et de « puits » pour les Coccinellidae présentes dans les courges à la fin de l'infestation d'*Aphis gossypii*.

Evolution du pourcentage de rosettes de classe 1, 2 et 3 infestées par *Aphis pomi* selon la distance à la bande fleurie





► Solagro/ENSFEA

En 2017, les compositions faunistiques sont différentes en fonction des sites (précédents culturaux et types de sol différents) et pour un même site entre les bandes fleuries. Il semble qu'il y ait un effet également topographie et humidité des zones d'implantation.

Les pucerons du pois étaient plus abondamment présents début mai sur le site du Lauragais mais les prédateurs aphidiphages (coccinelles adultes et oeufs ; larves de syrphes) ont bien contribué à les réguler.

Sur le site de Montclar, l'abondance en pucerons cumulée était plus élevée à 5 mètres qu'à 30 mètres ; la quantité de pucerons variait en face des bandes fleuries, sans qu'un lien puisse être établi :

- 2500 pucerons en face du mélange A ;
- 2000 en face du mélange D ;
- 1000 en face des mélanges C et D' contre 500 en face du mélange E.

Sur le site de Fontenilles, la distance à la bande n'a pas eu d'effet sur les pucerons.

A Fontenilles, les taux de parasitisme des pucerons ont été évalués pour les mélanges suivis :

Mélange	À 5m des bandes fleuries	À 30m des bandes fleuries
A	6,7 %	7,2 %
D	5 %	8,6 %
D'	5 %	10 %
E	16,7 %	20 %

Les valeurs de parasitisme à proximité (5m) ou à distance des bandes fleuries (30m) sont très proches et ne nous ont pas permis de conclure à un effet positif des bandes fleuries sur la régulation.

CONCLUSION

Le choix d'espèces herbacées pour la composition de mélanges fleuris destinés aux abords de cultures doit répondre à un grand nombre de critères qui sont eux-mêmes dépendants du tryptique « *région – culture adjacente – bio-agresseurs ciblés* ». Un des objectifs du projet **MUSCARI** était de réaliser ce travail sur une grande variété de sites pilotes afin de proposer des mélanges simples répondant à des objectifs de facilité d'implantation, de pérennité du couvert, et de biodiversité fonctionnelle. Les partenaires du projet ont fait la démonstration qu'un mélange bien réfléchi et combinant des caractéristiques essentielles montre une meilleure efficacité en termes d'expression des semences et d'hébergement d'organismes auxiliaires de cultures. Ce mélange a également la plus grande longévité comme le confirment les observations poursuivies en 2018 sur une partie des sites pilotes du projet.

Ce mélange « D » a donc été présenté aux semenciers partenaires du projet, et a été adapté à chaque contexte régional, pour éliminer certaines espèces naturellement non présentes. Ce travail finalisé en été 2018 peut être retrouvé dans la fiche technique sur les mélanges régionaux. Celle-ci apporte des précisions utiles sur la localisation, l'implantation et l'entretien de ces couverts fleuris, qui restent des points cruciaux pour garantir une expression maximale des espèces semées.

L'usage des bandes fleuries mérite d'être développé dans la mesure où leur coût peut être significativement réduit (la proposition de mélanges à des prix acceptables étant un des objectifs du projet **MUSCARI**). Les services rendus en terme de régulation des ravageurs restent difficiles à mettre en évidence et ne pourront pas être une solution unique satisfaisante pour tous types de ravageurs.





REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les partenaires et les agriculteurs volontaires qui ont contribué aux suivis floristiques et faunistiques ainsi qu'à la bonne réalisation du projet Muscari.

Les partenaires du projet remercient également le Ministère de l'Agriculture pour la confiance placée dans ce projet.



POUR EN SAVOIR PLUS

- **Pour suivre les actualités du projet MUSCARI :**
<https://wiki.itab-lab.fr/muscari/>
- **Quelles sont les espèces conseillées à implanter dans la bande fleurie ?** Référez-vous au tableau des espèces conseillées.
- **Pour la mise en place et l'entretien d'une bande fleurie :** consultez la fiche technique sur les mélanges régionaux sur le site du projet, rubrique Accompagnement/choisir mon mélange fleuri.
- **Pour développer l'agroécologie sur votre exploitation consultez la base de données HERBEA :** <http://herbea.org/>

Pour citer ce document : Warlop F., Nauleau M., Gardarin A., Wartelle R., Lambion J., Gibert C., Mary S., Giffard B., Cornillon M., Magro A., 2018. Synthèse du projet Casdar Muscari, 24 pages.

Un projet soutenu par :

