

Agrobiodiversité fonctionnelle

Bandes fleuries vivaces – un outil pour améliorer le contrôle des ravageurs en vergers



Pourquoi semer des bandes fleuries dans les vergers ?

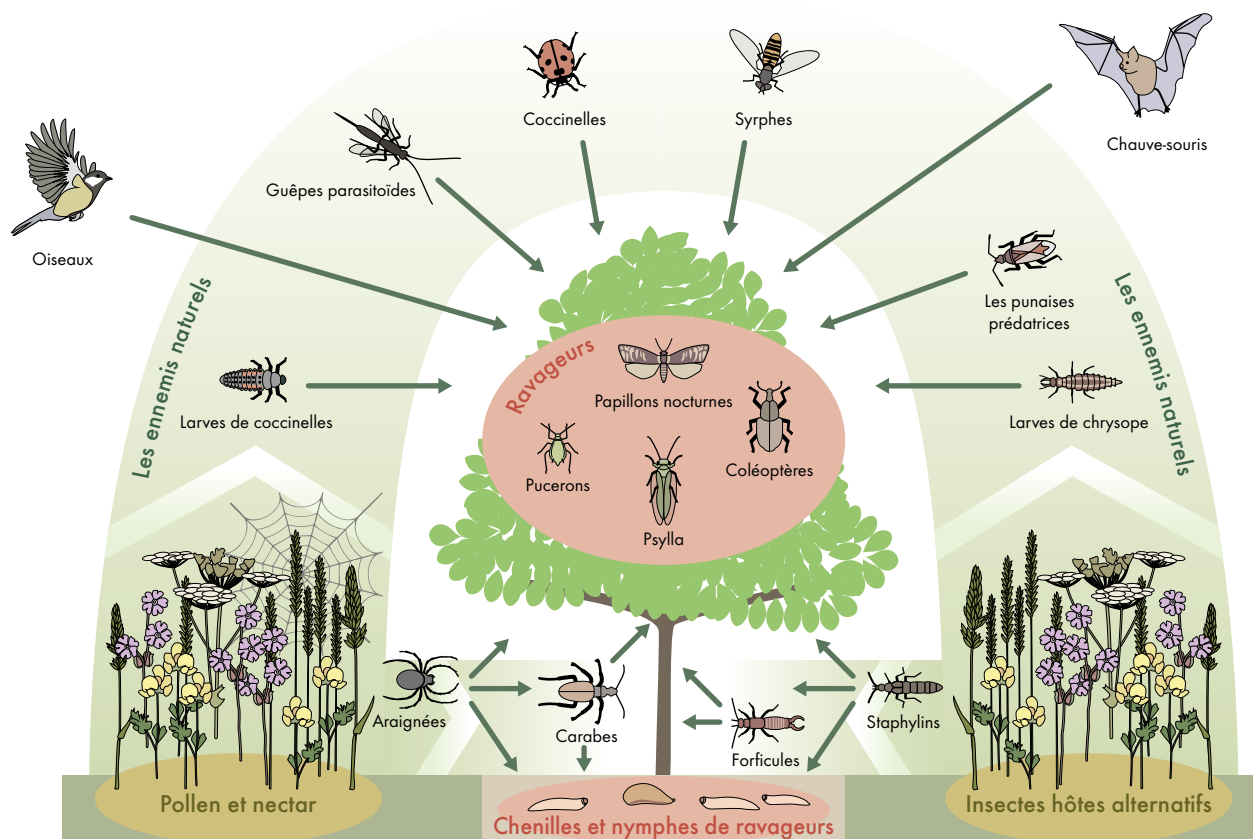
Les vergers sont des habitats intéressants pour la biodiversité en raison de leur caractère pérenne et de leur structure diversifiée. Ils sont potentiellement attractifs pour les pollinisateurs mais aussi pour les ennemis naturels des ravageurs. L'introduction d'espèces herbacées florifères dans les vergers offre des possibilités supplémentaires à ces populations pour se maintenir, se développer et ainsi optimiser les services écosystémiques.

Les bandes fleuries favorisent les ennemis naturels des ravageurs:

- Les bandes fleuries dans les inter-rangs augmentent la complexité de l'écosystème que constitue le verger, ce qui est attractant pour de nombreuses espèces de prédateurs, de parasitoïdes et de pollinisateurs. Or un écosystème diversifié et complexe **fourni un meilleur contrôle biologique des ravageurs.**

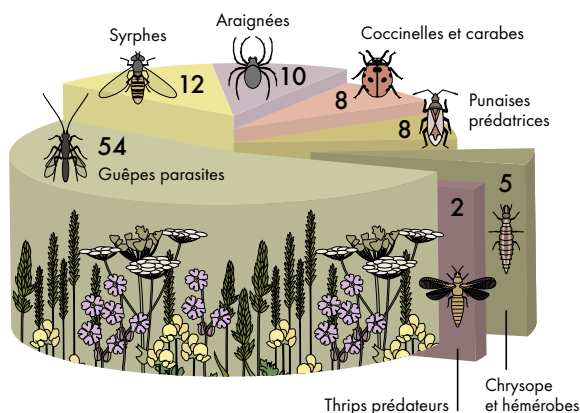
- Elles **fournissent à ces auxiliaires des abris et de la nourriture** (pollen, nectar, proies alternatives) qui leur permettent de maintenir durablement leurs populations au sein du verger et de se reproduire en plus grand nombre.
- La proximité des bandes fleuries avec la culture **rend les prédateurs et parasitoïdes plus efficaces** dans le contrôle biologique, en particulier les espèces peu mobiles.
- L'absence de travail du sol dans les bandes fleuries **favorise la présence d'arthropodes bénéfiques** vivant à sa surface tels que certains coléoptères et araignées qui consomment entre autre des larves de ravageurs.

Interactions entre les ennemis naturels promus par les bandes fleuries et les ravageurs phytophages



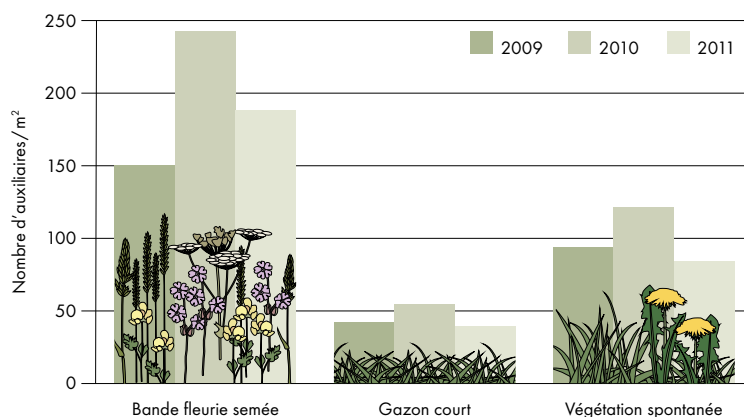
Les bandes fleuries semées maintiennent une population diversifiée d'ennemis naturels à proximité des arbres fruitiers tout au long de l'année. De cette façon, ils parviennent à contrôler les populations de ravageurs rapidement et de manière naturelle.

Proportion d'ordres d'ennemis naturels dans des bandes fleuries



Les bandes fleuries peuvent être l'habitat d'une grande variété d'organismes bénéfiques. Les guêpes parasitoïdes représentent environ la moitié de la biodiversité (moyenne de six évaluations par an pendant trois ans dans deux vergers ; source : projet Interreg TransBioFruit 2008-2014).

Attractivité des bandes fleuries par rapport à l'herbe fréquemment fauchée et à la végétation spontanée



Les bandes fleuries semées composées de 20 espèces de dicotylédones sont plus attractives pour la faune auxiliaire que le gazon court et les bandes de végétation spontanée fauchées deux fois par an (moyenne de six périodes d'échantillonnage par an pendant trois saisons de croissance dans les vergers en Belgique et dans le nord de la France ; source : projet Interreg TransBioFruit 2008-2014).

Qui sont les prédateurs ?

Les prédateurs sont des animaux qui survivent principalement en tuant et en se nourrissant d'autres animaux. Dans les vergers on en retrouve deux types :

- **Les généralistes :** se nourrissent d'une gamme variée de proies, par exemple les chrysopes, les hémérobes, les forficules, les araignées, les carabes et les punaise prédatrices.
- **Les spécialistes :** se nourrissent de proies spécifiques ou d'une petite gamme de proies étroitement apparentées. Peuvent être cités les coccinelles, certaines espèces d'acariens et les syrphes.

Qui sont les parasitoïdes ?

Les insectes parasitoïdes ont un stade de vie immature pendant lequel ils se développent sur ou à l'intérieur d'un seul insecte hôte, aboutissant à la mort de ce dernier. Les parasitoïdes adultes sont autonomes et peuvent être prédateurs. La plupart des insectes parasitoïdes se trouvent dans l'ordre des hyménoptères et environ 10 % de toutes les espèces d'insectes décrites sont des parasitoïdes.

Les prédateurs et les parasitoïdes constituent ce qu'on appelle les ennemis naturels ou les auxiliaires.



Larves de coccinelles prédatrices dans une colonie de pucerons.



Parasitoïde sur une carotte sauvage.

Efficacité potentielle des ennemis naturels présents dans les bandes fleuries vivaces pour les principaux ravageurs des pommiers et des poiriers (situation en Europe centrale)

Ennemis naturels	Forficules	Acarions prédateurs	Punaises prédatrices	Larves de Chrysope	Larves de Syrpe	Coccinelles	Larves de Cécidomyie du puceron	Carabes	Araignées	Guêpes parasitoïdes	Champignons pathogènes	Nématodes pathogènes	Oiseaux et Chauve-souris
Ravageurs													
Anthonyme								•	•	•			
Puceron cendré	•		•	•	•	•	•		•	•	•		
Hoplocampe	•		•					•	•	•		•	
Cheimatobie	•		•	•				•	•	•	•	•	•
Puceron lanigère	•		•	•	•	•	•		•	•	•		
Carpocapse	•		•	•				•	•	•	•	•	•
Petite tordeuse des fruits	•		•	•				•	•	•	•		•
Tordeuse de la pelure	•		•	•				•	•	•	•	•	•
Acarien rouge	•	•	•	•		•	•	•	•				
Psylle	•		•			•			•	•			
Cécidomyie des poirettes	•	•	•	•				•	•	•			
Bupreste du poirier	•					•			•	•			
Phytopte du poirier	•	•	•	•		•	•	•	•				
Punaise des bois			•						•		•		
Cochenilles	•		•			•			•	•			

● ennemi naturel clé • ennemi naturel important • ennemi naturel mineur

Des résultats encourageants sur l'insertion de bandes fleuries vivaces dans les vergers

- Dans des vergers de pommiers en Suisse, la présence de bandes fleuries semées comprenant 30 espèces de fleurs biannuelles et vivaces, a permis de réduire significativement les populations de puceron cendré en dessous du seuil de nuisibilité économique pendant plusieurs années sans utiliser de traitements insecticides. (source : FiBL)
- En Belgique, la présence de bandes fleuries comprenant 20 espèces de fleurs biannuelles et vivaces dans des vergers de pommiers a permis d'augmenter la présence de prédateurs de pucerons et de maintenir les dégâts liés au puceron cendré en dessous du seuil de nuisibilité économique pendant plusieurs années sans utiliser de traitements insecticides (source : CRA-W).
- En France, la présence d'*Anthemis arvensis*, *Centaurea cyanus* et *Chrysanthemum segetum* à proximité de jeunes poiriers infestés de psylle a significativement réduit leur taux d'infestation en deux semaines. (source : INRA)
- En France, des bandes fleuries vivaces semées dans l'inter-rang de vergers de pommiers à cidre ont augmenté le nombre de coccinelles et de larves de syrphes dans les colonies de pucerons d'environ 60%. (source : IFPC)

Nombreux bénéfiques au-delà de la promotion des ennemis naturels

Les bandes fleuries améliorent non seulement l'attractivité pour la faune dans les bandes, mais elles peuvent aussi favoriser d'autres espèces comme les oiseaux et les chauves-souris. La promotion de la diversité végétale locale à l'intérieur et autour des vergers a un impact positif significatif sur la qualité visuelle du paysage.

Une biodiversité élevée peut en outre constituer une source de revenus supplémentaires pour la ferme, en s'inscrivant dans le cadre de l'écotourisme par exemple. Il est alors nécessaire que cette biodiversité soit présente à l'échelle du paysage et donc dans les alentours des fermes.

Il a été montré qu'une meilleure compréhension des enjeux et des pratiques de développements de la biodiversité augmente l'intérêt des agriculteurs pour l'introduction de plantes à fleurs, pour les ennemis naturels et pour leurs interactions dans les agro-écosystèmes.



La biodiversité dans un verger et ses alentours rend le paysage plus attractif pour les clients et les touristes.

Mesures complémentaires favorables

L'efficacité des bandes fleuries est renforcée par la présence de certains éléments naturels dans le paysage environnant (haies ou prairies à usage extensif, etc.).

Un verger dont la diversité végétale a été soigneusement sélectionnée à l'intérieur de la culture et aux alentours entraîne une augmentation du nombre de prédateurs et défavorise les ravageurs.

Bande fleurie dans la rangée d'arbres



Haie basse



Gîte à chauve-souris



Bande fleurie autour du verger



Prairies extensives



Gîte à abeilles sauvages

Avantages des prédateurs généralistes

Les prédateurs généralistes comme les araignées et les forficules ont des avantages que les prédateurs spécialisés n'ont pas :

- leur abondance est maintenue en l'absence de ravageurs car ils consomment des proies alternatives. Leur **présence** dans le verger ou à proximité du verger est donc **moins fluctuante**.
- ils se nourrissent également des premiers stades de développement des ravageurs, **assurant** ainsi **une protection précoce** et réduisant les dommages causés par ceux-ci. Les punaises prédatrices, les chrysopes et les carabes en sont d'autres exemples.

Pour assurer l'efficacité des prédateurs généralistes au moment de la première apparition des ravageurs, leurs populations doivent être suffisamment abondantes et diversifiées. Ceci n'est possible que grâce à la présence de proies alternatives. Introduire des bandes fleuries dans les vergers permet d'augmenter la quantité et la disponibilité de celles-ci. Cela donne également la possibilité aux prédateurs de recoloniser rapidement le site après une perturbation due au travail du sol ou à des traitements phytosanitaires.



Dès le début de l'année, les bandes fleuries offrent un habitat adéquat pour de nombreux insectes ennemis naturels et araignées.

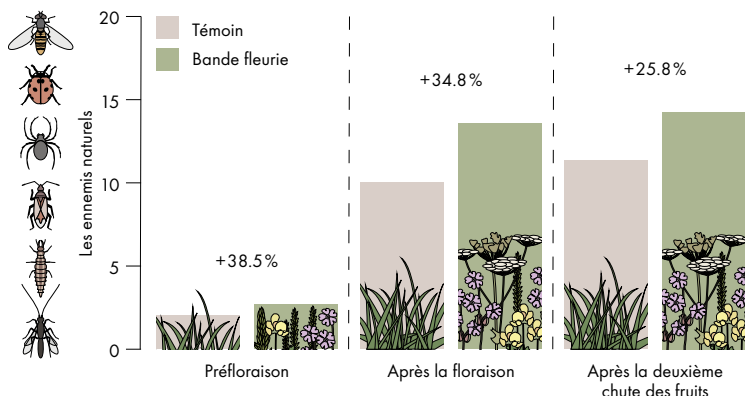


Les bandes fleuries offrent également un abri aux prédateurs généralistes.

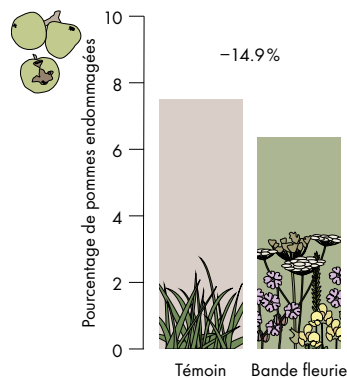
Présence temporelle de ravageurs clés (R) et d'ennemis naturels (E) trouvés dans les vergers avec des bandes fleuries au cours de l'année

Ravageurs clés		
R1	Anthonome	<i>Anthonomus pomorum</i>
R2	Puceron cendré	<i>Dysaphis plantaginea</i>
R3	Hoplocampe	<i>Hoplocampa testudina</i>
R4	Cheimatobie	<i>Operophtera brumata</i>
R5	Puceron lanigère	<i>Eriosoma lanigerum</i>
R6	Carpocapse	<i>Cydia pomonella</i>
R7	Petite tordeuse des fruits	<i>Grapholita lobarzewskii</i>
R8	Acarien rouge	<i>Panonychus ulmi</i>
R9	Psylle	<i>Cacopsylla pyri</i>
R10	Cécidomyie des poirettes	<i>Contarinia pyrivora</i>
R11	Bupreste du poirier	<i>Agrilus sinuatus</i>
R12	Phytopte du poirier	<i>Eriophyes pyri</i>
R13	Punaise des bois	<i>Pentatoma rufipes</i>
Principaux prédateurs (ennemis naturels)		
E1	Coccinelles	Coccinellidae
E2	Syrphes	<i>Episyrphus</i> sp., <i>Syrphus</i> sp.
E3	Hémérobes	<i>Hemerobius</i> sp.
E4	Chrysopes	<i>Chrysoperla carnea</i>
E5	Punaises	<i>Anthocoris nemorum</i>
E6	Autres anthocorides	<i>A. nemoralis</i> , <i>Orius</i> sp., ...
E7	Mirides	<i>Heterotoma</i> pl., <i>Deraeocoris</i> r., ...
E8	Cantharidés	<i>Cantharis livida/rustica</i>
E9	Forficule commun	<i>Forficula auricularia</i>
E10	Guêpes parasitoïdes	<i>Aphidius</i> sp., <i>Aphelinus mali</i>
E11	Cécidomyie du puceron	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>
E12	Carabes	<i>Poecilus cupreus</i> and others
E13	Staphylyns	<i>Staphilininae</i> , <i>Aleocharinae</i>
E14	Acariens prédateurs	<i>Phytoseiidae</i> (<i>Gamasidae</i>)
E15	Araignées	<i>Araneidae</i> et autres familles

Evolution des populations d'ennemis naturels de pucerons pendant la saison



Réduction des dommages sur fruits causés par les pucerons



Sur les pommiers avec bandes fleuries adjacentes, jusqu'à 38 % de prédateurs de pucerons en plus ont été trouvés sur les bouquets floraux (avant la floraison), sur les grappes de fruits (après la floraison) ou sur les pousses de l'année (après la deuxième chute de fruits) par rapport aux pommiers sans bandes fleuries. Dans le cadre du projet européen EcoOrchard, une réduction de 15 % de pommes endommagées a été observée dans les rangs de pommiers à proximité des bandes fleuries par rapport aux parcelles témoins.



Prédateurs	BBCH ¹
E12, E13	00-61
E1 - E15	56-74
E12, E13	59-67
E2 - E9	00-72
E11	51-89
E2 - E9	69-85
E3 - E9	71-89
E1 - E15	00-89
E1 - E9	00-89
E12 - E15	53-71
E1, E11, E12, E15	74-89
E12 - E15	00-85
E14, E15	00-89
Ravageurs	
R2, R8, R9	00-89
R2, R4, R6, R7, R9	00-89
R2	54-81
R2, R4, R6 - R9	60-89
R2, R4, R6 - R9	54-89
R2, R4, R6 - R9	54-89
R2, R4, R6 - R9	54-89
R2, R4, R6 - R9	74-89
R2, R4, R6, R7, R9	72-81
R2, R4, R6, R7, R9	72-89
R2, R9	72-89
R2 - R7	54-81
R1 - R4, R6 - R8, R12	54-81
R2, R3, R10	54-81
R8, R12	00-89
R2 - R13	00-89

¹ BBCH: 00 = dormance, 51 - 59 = émergence de l'inflorescence, 61 - 69 = floraison, 71 - 79 = développement du fruit, 81 - 89 = maturité du fruit et de la graine

Avantages des ennemis naturels attirés par les bandes fleuries



Larves de coccinelle

Coccinelles

Environ une douzaine des 150 espèces de coccinelles connues en Europe se trouve dans les vergers. Les régimes alimentaires des larves et des adultes sont similaires. Environ 65 % des coccinelles consomment des pucerons. Les larves et les adultes peuvent manger de 30 à 60 pucerons par jour pendant une durée de vie allant jusqu'à douze mois. Certaines coccinelles comme *Stethorus* sont des prédateurs spécifiques des acariens, des cochenilles ou des thrips. D'autres sont d'importants prédateurs des œufs de papillons de nuit. Un certain nombre d'espèces ont également besoin de pollen au stade adulte pour se reproduire, d'où l'importance de la présence de fleurs dans leur environnement.

Chrysopes et hémérobes

Chez les chrysopes, les adultes se nourrissent de nectar, de miellat et de pollen. Les femelles produisent 400 à 500 œufs sur une durée de vie relativement longue allant jusqu'à trois mois. Les larves de chrysope (appelé le lion des pucerons) sont des prédateurs généralistes d'œufs et de larves de papillons de nuit, d'acariens, de thrips, de cochenilles et de presque toutes les autres proies au corps mou. Ce sont également des prédateurs voraces de pucerons qui mangent de 200 à 600 individus pendant leur période de développement d'une à deux semaines. Les hémérobes sont, eux, des prédateurs tant au stade adulte que larvaire. Ils sont beaucoup plus tolérants aux basses températures que les chrysopes et sont des prédateurs plus efficaces en début de saison.



Larve de chrysope verte mangeant un puceron



Larve de syrphidés

Les syrphes

Plusieurs espèces de syrphes comptent parmi les prédateurs de pucerons les plus voraces dans les vergers. Les adultes ressemblent à des abeilles mais ne possèdent qu'une seule paire d'ailes. Leurs sources de nourriture sont le pollen, le nectar et le miellat de puceron dont ils ont besoin pour la production de leurs œufs. Les adultes pondent des œufs blancs au milieu des colonies de pucerons. Une seule larve peut détruire 500 pucerons pendant les trois semaines de son développement. Cinq à sept générations par an peuvent se suivre durant la saison. La plupart des espèces hivernent sous forme d'adultes ou de larves au dernier stade larvaire. Dans les pays nordiques, de nombreux syrphidés migrent pour hiverner dans le sud.

Guêpes et mouches parasitoïdes

Il existe un grand nombre et une grande diversité d'espèces de guêpes parasitoïdes. Parmi elles, certaines sont des ennemis naturels des ravageurs des pommiers et /ou des poiriers. Elles sont communément appelées parasitoïdes, c'est à dire que les larves se développent en se nourrissant du corps d'autres arthropodes, généralement d'autres insectes. Le processus aboutit inexorablement à la mort de l'hôte, une fois que tous les besoins des larves ont été satisfaits. Certaines espèces sont d'importants régulateurs naturels des populations de leur hôte. Presque tous les ravageurs de pommiers et de poiriers sont les hôtes d'un ou de plusieurs parasitoïdes. Certains parasitoïdes sont spécifiques d'un petit groupe d'espèces de ravageurs étroitement apparentés, d'autres ont une gamme d'hôtes plus large. Certaines ressources importantes contribuent au succès de la présence des parasitoïdes ainsi qu'à leur efficacité. Ils ont notamment besoin de sites d'hivernage ou d'hébergement appropriés, d'hôtes alternatifs et /ou de sources de nourriture comme le nectar.



Guêpe parasite pendant la parasitisme d'un puceron



Araignée tisseuse de toile

Araignées

Les araignées sont des prédateurs généralistes et, avec les punaises prédatrices, les prédateurs les plus importants au début du printemps. Elles possèdent une grande variété de tactiques pour capturer leurs proies. Par exemple certaines tissent des toiles de soie alors que d'autres chassent à l'affût. Environ 50 espèces peuvent être rencontrées dans les vergers de pommiers. Bien qu'elles soient des prédateurs généralistes, elles peuvent avoir un impact majeur sur les populations de ravageurs. Il a été démontré que les araignées tisseuses de toiles réduisent considérablement le nombre de pucerons cendrés lorsque ceux-ci migrent de leur hôte d'été sur celui d'automne. Les araignées sont très sensibles aux pesticides.

Punaises prédatrices (anthocorides, mirides et nabidés)

Les punaises prédatrices sont des prédateurs généralistes qui se nourrissent de nombreux ravageurs, dont les pucerons, les parasites suceurs, les acariens, les œufs de carpocapse et de tordeuse ainsi que les jeunes chenilles. Les stades immatures (nympheaux) et les adultes peuvent consommer environ 30 acariens ou pucerons par jour. Elles peuvent survivre avec du pollen ou des sécrétions de plantes lorsque leurs proies ne sont pas disponibles. Les punaises des peupliers (*Anthocoris nemorum*) et les punaises du genre *Orius* sont souvent les espèces de punaises prédatrices les plus communes dans les vergers de pommiers et de poiriers. Elles hibernent au stade adulte et réapparaissent au printemps dès que le temps le permet puis restent actives toute la saison jusqu'au début de l'automne.



Nabide adulte mangeant un puceron



Carabes

Carabes et staphylins

De nombreuses espèces de carabes et d'autres coléoptères prédateurs vivent dans ou à la surface du sol des vergers et possèdent un large spectre de proies (insectes, acariens, mollusques, etc). Les larves et les adultes se nourrissent chaque jour de l'équivalent de leur propre poids. Plusieurs espèces de ravageurs clés passent une partie de leur cycle de vie dans le sol, habituellement aux stades pré-nympheaux et nympheaux. L'hoplocampe du pommier et du poirier, la cécidomyie des poirettes ainsi que diverses espèces de papillons de nuit en sont de bons exemples. L'impact des carabes et des staphylins (*Staphylinidae*) sur ces ravageurs est probablement important. Leurs populations peuvent être renforcées par l'absence de perturbations du sol et par une couverture végétale.

Forficules

Les forficules sont largement présents dans les pommiers et les poiriers. Les forficules s'accouplent à la fin de l'automne et la femelle creuse un nid souterrain dans lequel le couple passe l'hiver jusqu'à la fin du printemps. Ils quittent alors le sol pour retourner à la surface. Ils chassent la nuit et s'abritent le jour, de sorte que leur population dans les vergers est souvent sous-estimée. Les forficules sont des insectes omnivores qui constituent d'importants prédateurs pour de nombreux ravageurs. Ils se nourrissent de pucerons (en particulier de pucerons lanigères), d'insectes suceurs de pommes et de poires, de diverses espèces de chenilles, d'œufs et de larves de carpocapse et de tordeuses, de cochenilles et d'acariens. Ils peuvent également se nourrir de matières végétales en profitant de dommages préexistants sur les fruits, sans être à l'origine de ces dommages.



Forficule commun



Typhlodromus pyri (à droite) attaquant un acarien rouge (à gauche)

Acariens prédateurs

De nombreuses espèces d'acariens prédateurs se trouvent dans les vergers non traités. L'espèce *Typhlodromus pyri* est omnivore et est en même temps le prédateur d'acariens le plus fiable et le plus efficace en vergers. Il s'agit du principal ennemi naturel des acariens rouges et des phytoptes. *T. pyri* est très actif et se déplace rapidement, consommant jusqu'à 350 acariens pour une durée de vie d'environ 75 jours. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 70 œufs et plusieurs générations se succèdent par saison. Les populations peuvent donc se constituer rapidement en réponse à l'apparition des populations d'acariens nuisibles.

Choix des espèces pour les bandes fleuries en verger

Certains auxiliaires étant inféodés à la présence de plantes spécifiques, il est nécessaire de choisir avec soin les espèces végétales composant les bandes fleuries afin de réussir la gestion des risques sanitaires dans les vergers.

Exigences pour la composition du mélange

- **Attractif et utile pour les ennemis naturels**, c. à d. composé d'espèces avec du nectar et du pollen accessibles (fleurs à corolle courte). Cette accessibilité aux ressources dépend également de la compatibilité entre l'architecture florale et la structure morphologique des pièces buccales de l'insecte.
- **Premières floraisons avant la floraison des arbres fruitiers** afin de soutenir les premiers ennemis naturels et donc de limiter l'infestation printanière par les pucerons.
- **Floraison continue tout au long de la saison**. Les ennemis naturels doivent pouvoir trouver de la nourriture à tous leurs stades de développement. De cette manière ils sont directement disponibles lors de l'émergence des ravageurs, à différents moments de la saison et aux différents stades phénologiques du pommier.
- **Non attractif pour les insectes nuisibles**. Les insectes nuisibles et les hyperparasitoïdes peuvent également profiter de certaines espèces de plantes présentes dans les bandes fleuries.
- **Faible croissance** : plantes basses et donc tolérantes au fauchage répété (3–4 fois par an).
- **Composés de préférence de plantes bisannuelles et vivaces**. Les plantes annuelles ne survivent pas sur le long terme sous un régime de fauche intense et ont besoin d'être ressemées chaque année.

Espèces utilisées dans le projet EcoOrchard

Les espèces de dicotylédones semées : *Achillea millefolium**, *Ajuga reptans*, *Bellis perennis*, *Campanula rotundifolia*, *Carum carvi**, *Cardamine pratensis**, *Centaurea jacea**, *Crepis capillaris*, *Daucus carota**, *Galium mollugo*, *Geranium pyrenaicum*, *Hieracium aurantiacum*, *Hieracium lactucella*, *Hieracium pilosella*, *Hypochaeris radicata*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon autumnalis*, *Leontodon hispidus*, *Leontodon saxatilis*, *Leucanthemum vulgare**, *Lotus corniculatus**, *Medicago lupulina**, *Myosotis scorpioides*, *Primula elatior*, *Prunella vulgaris*, *Silene dioica*, *Silene flos-cuculi*, *Trifolium pratense**, *Veronica chamaedrys*, *Vicia sepium**

Les espèces de graminées semées : *Anthoxanthum odoratum*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca guestfalica*, *Festuca rubra*, *Poa nemoralis*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*

* particulièrement bénéfique pour les organismes bénéfiques



Les syrphes se nourrissent de différentes fleurs telles que *Daucus carota*, *Hieracium pilosella*, *Centaurea jacea* ou *Geranium pyrenaicum* (de haut en bas).

- **Contenir des graminées** pour stabiliser la communauté végétale de la bande fleurie, mais sans que celles-ci ne deviennent dominantes. Elles doivent être limitées à maximum 75 à 80 % en poids du contenu total.
- **Adapté aux sols en vergers** qui sont souvent très riches en nutriments et compactés.
- **Adapté au type de sol de la parcelle, à l'ombre et aux périodes sèches ou humides**. L'utilisation de plantes indigènes et principalement d'écotypes locaux est recommandée.

Les insectes auxiliaires possédant une langue courte ont besoin de plantes nectarifères où les nectaires floraux sont à découvert. Les pollinisateurs qui ont une langue plus longue, comme certaines espèces d'abeilles sauvages, se nourrissent sur des plantes où les nectaires floraux sont cachés (fleur en tube).

Plantes à nectaires découverts pour ennemis naturels

Apiacea tels que : Carotte sauvage (*Daucus carota*), Cumin (*Carum carvi*).

Vesces telles que : Vesce des haies (*Vicia sepium*) avec des nectaires extra floraux.

Plantes nectarifère en tube pour pollinisateurs

Légumineuses comme le lotier (*Lotus corniculatus*), le trèfle violet (*Trifolium pratense*).



Bande fleurie composée de plantes pérennes procurant une grande diversité de ressources alimentaires.

Préparation du sol et semis des bandes fleuries

Périodes de semis

Deux périodes de semis sont possibles :

Dans les régions où les hivers sont courts

(i) d'avril à mai et

(ii) du début septembre à la mi-octobre.

Dans les régions où les hivers sont longs

(i) en mai et

(ii) d'août à début septembre (après la récolte).

Les conditions climatiques immédiates après le semis ont une influence majeure sur le résultat. Le semis entre avril et début juin permet la germination d'une partie des graines avant la sécheresse estivale. Certaines graines peuvent germer durant les années suivantes.

Dans les régions où les périodes de sécheresse sont fréquentes au printemps, les semis peuvent être reportés ou effectués à l'automne, afin d'avoir plus de chance de bénéficier rapidement d'une période humide induisant un bon taux de germination. Le semis tardif permet aussi de cultiver le sol pendant l'été, ce qui réduit le nombre d'adventices vivaces et la repousse des graminées. De plus, le développement des adventices est plus faible pendant l'automne.

Préparation du sol

Il est recommandé de préparer un lit de semis environ quatre semaines avant le semis définitif, afin de faire pré-germer les graines d'adventices pré-



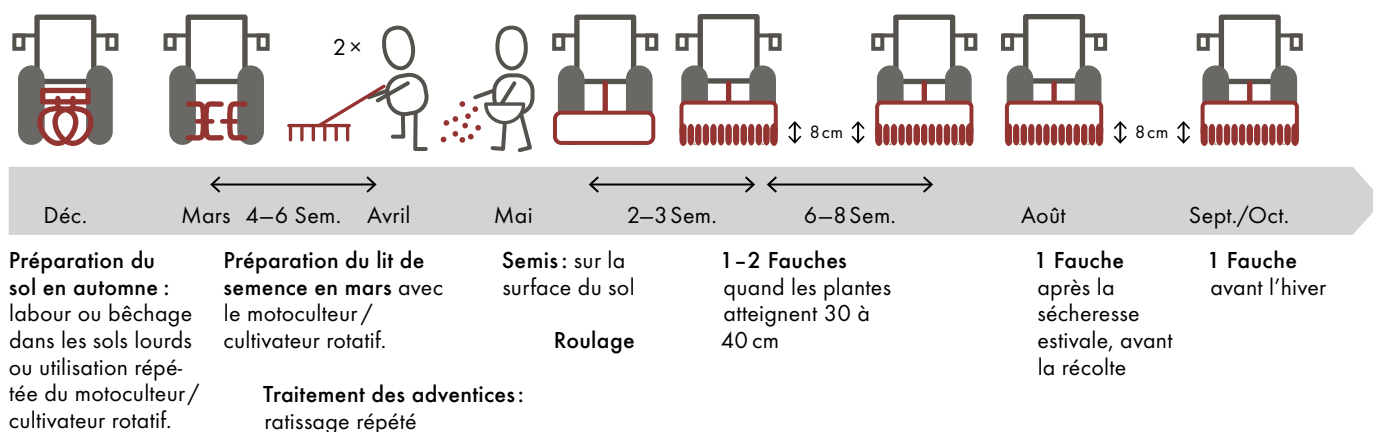
La largeur recommandée pour les bandes fleuries correspond à la distance entre les roues du tracteur. Cela peut dépendre aussi des machines disponibles pour la préparation du sol et de la fauche.

sentées en surface du sol (technique dite de faux-semis) et ainsi réduire ultérieurement la concurrence possible des adventices. Un lit de semis soigneusement préparé favorise une bonne germination, un développement rapide des espèces semées et réduit les besoins d'entretien ultérieurs.

Comment procéder

- Ne travailler le sol qu'après ressuyage.
- Préparer un lit de semis relativement fin à l'aide d'un cultivateur rotatif. Noter qu'une texture trop fine risquerait de provoquer une croûte de battance lorsqu'il pleut, empêchant ainsi l'émergence des plantes semées.
- Tasser légèrement le sol en surface à l'aide d'un rouleau, afin d'assurer un bon contact entre les graines et le sol pendant les quelques premières semaines après le semis.
- Avant le semis, après avoir favorisé la germination des graines d'adventices par la technique du faux-semis, pratiquer deux hersages mécaniques superficiels (max. 3 cm de profondeur). Cette opération peut se faire aussi au râteau manuel. Cela réduira la pression des adventices après le semis du mélange de fleurs.

Semis et entretien d'une bande fleurie semée au printemps



Le semis

- La densité de semis des mélanges fleuris est très faible. Selon la proportion d'espèces dicotylédones et de graminées, la densité de semis varie de 2 à 5 g / m². Pour les mélanges composés à 100 % de dicotylédones, une densité de 2,5 g / m² est nécessaire. Elle s'élève à 5 g / m² pour un mélange à 25 % (en poids) de dicotylédones et 75 % de graminées. Pour une répartition homogène des graines à la surface du sol, les semences sont idéalement mélangées avec du sable de rivière ou de la vermiculite.

Entretien des bandes fleuries

Entretien pendant la 1^{ère} année

Une bonne gestion au cours de la première année est décisive pour permettre aux diverses plantes de bien s'implanter.

- **1^{er} broyage/coupe** : Une première coupe d'entretien est nécessaire lorsque les plantes ont atteint 30 à 40 cm de hauteur afin d'apporter de la lumière aux semis. Cette opération permet aussi de réduire le développement des adventices qui germent plus rapidement (après 2 à 3 semaines), alors que les fleurs semées ont besoin de 4 à 8 semaines pour germer. La hauteur de coupe doit

- Réaliser un semis de surface sans recouvrir.
- Après le semis, tasser le sol avec un rouleau pour assurer un meilleur contact entre les graines et le sol et réduire la germination des adventices. Arroser si la pluie n'est pas prévue dans les 48 heures.
- La fertilisation des bandes fleuries n'est ni nécessaire ni recommandée.
- S'il existe un risque d'infestation par les limaces (par ex. en cas de pluie ou d'humidité), il est recommandé d'appliquer un molluscicide (ou un voile léger) pour protéger les jeunes pousses.

être d'au moins 8 cm. Il est préférable de couper et d'exporter les déchets de fauche plutôt que de broyer, car le paillage qui en résulte peut nuire à la germination de certaines graines.

- **2^{ème} broyage/coupe** : Une seconde coupe d'entretien est nécessaire 6 à 8 semaines plus tard, si la levée de la bande fleurie n'a pas été assez dense. Cette coupe permet une meilleure pénétration de la lumière au sol et encourage la germination des graines restantes. Si les résidus de fauche recouvrent la bande fleurie de manière dense, ils doivent être retirés et déposés dans les lignes d'arbres.
- **3^{ème} broyage** : Un troisième broyage après la sécheresse estivale avant la récolte peut être utile.
- **4^{ème} broyage** : Le dernier broyage doit être fait en septembre/octobre avant l'hiver pour réduire le risque de dommages liés au gel.



La plupart des espèces végétales des mélanges de graines fleurissent après une période d'hivernage. Ainsi, au cours de la première année, les bandes fleuries ressemblent plus à des bandes enherbées qu'à des bandes de fleurs. La diversité et la densité florale augmentent au cours des années suivantes. La photo montre une bande fleurie dans sa troisième année.

Entretien à partir de la 2^{ème} année

Le régime de fauche / tonte dépend en grande partie du mélange de graines utilisé. La hauteur de fauche / tonte doit être d'au moins 8 à 10 cm pour assurer le maintien des dicotylédones et préserver les plantes en rosettes.

Une fauche alternée avec un décalage d'environ 3 semaines peut être effectuée pour assurer la continuité de la disponibilité en pollen et en nectar. Si la pression des rongeurs est faible, certaines parties peuvent restées non fauchées pendant l'hiver, ce qui permet aux insectes de trouver plus facilement refuges.

Les mélanges d'espèces très diverses et pérennes entraînent le besoin de 3 à 4 tontes ou fauchages par an :

- **1^{ère} fauche :** La première fauche s'effectue au plus tard 2 à 3 semaines avant la floraison des arbres fruitiers. De cette manière les bandes fleuries seront développées et attractives pour les auxiliaires et pollinisateurs au moment de la floraison des arbres fruitiers, période critique pour le contrôle des ravageurs. Dans les pays nordiques, il est parfois préférable de renoncer à cette première fauche pour assurer la présence de fleurs à cette période, le développement des bandes fleuries étant plus lent.
- **2^{ème} fauche :** Elle a lieu au printemps, environ 6 semaines après la floraison de la culture fruitière, pour augmenter la pénétration de la lumière dans la bande fleurie. Cette deuxième fauche ne doit cependant pas avoir lieu plus tard que fin juin début juillet afin de permettre une nouvelle croissance et floraison. En revanche, elle devrait être évitée lorsque les principaux ennemis naturels des ravageurs ciblés sont les plus actifs. Pour favoriser une bonne reprise, éviter une coupe trop tardive après montée en graines.
- **3^{ème} fauche :** Celle-ci est recommandée en septembre après la sécheresse estivale, en période de pré-récolte et après une période de floraison prolongée.
- **4^{ème} fauche :** Cette dernière fauche est réalisée à la fin du mois d'octobre, si la végétation est haute et si le risque de favoriser les campagnols est élevé. Dans les sols lourds, la fauche a tendance à favoriser les graminées du mélange au détriment des dicotylées, la fréquence de fauche peut donc être adaptée, le cas échéant.

Les résidus de fauche doivent être écartés des bandes fleuries afin de réduire progressivement la fertilité du sol au sein de celles-ci. En effet, sur un sol riche en éléments nutritifs, la diversité végétale est réduite à un petit nombre d'espèces, en particulier celles qui affectionnent les sols riches en azote comme les orties et les épilobes. Au contraire, sur des sols moyennement ou peu fertiles, une grande diversité de fleurs herbacées est favorisée et s'installe en équilibre avec des espèces de graminées à faible recouvrement.



Dispositif de fauche (modèle «Humus OMB®»). Une bonne gestion de la couverture végétale (rang et inter-rang) et de la bande fleurie est cruciale et doit être réalisée en fonction des spécificités du site.



Dispositif de fauche (modèle «Aedes®») adapté pour des bandes fleuries plus larges.

Régime de fauche et impact sur les populations d'arthropodes

La fauche est nécessaire afin d'éviter l'homogénéisation des bandes fleuries et de minimiser le développement des adventices. En revanche la fréquence et le moment de la coupe affectent les communautés d'arthropodes en détruisant leur habitat et en favorisant leur dispersion dans la canopée des arbres. Cela peut être préjudiciable si la fauche a lieu alors que les auxiliaires sont présents et qu'une certaine pression de ravageur existe dans le verger. Trouver un bon compromis entre le maintien de la diversité végétale dans les bandes fleuries et celle des populations d'arthropodes est donc une tâche complexe mais nécessaire. Des contrôles visuels réguliers peuvent être nécessaires afin de surveiller la présence des auxiliaires clés et ravageurs dans le verger.

Coûts pour l'installation et l'entretien des bandes fleuries

Les coûts d'installation des bandes fleuries varient en fonction de la semence utilisée et des coûts calculés pour le tracteur, les outils et le travail. Le prix des mélanges de semences dépend des espèces choisies, de la proportion monocotylédones/dicotylédones et de l'origine des semences. Les écotypes locaux sont plus chers que les variétés commerciales, mais sont plus durables.

Certains essais en plein champ ont montré qu'au moins un ou deux traitements insecticides pouvaient être supprimés dans les vergers avec des bandes de fleurs vivaces. Les agriculteurs peuvent donc espérer un retour sur investissement dès l'année suivante étant donné qu'en fonction des biopesticides utilisés, les coûts de traitements en vergers biologiques varient de 250 à 500 € par hectare et par traitement. D'après un calcul type intégrant la diminution des résidus de pesticides et l'amélioration de la qualité de l'environnement, il a été montré que les coûts annuels supplémentaires liés à l'installation et la gestion des bandes fleuries sont plus bas que ceux des traitements utilisés pour obtenir le même effet antiparasitaire.

De plus, un système de bandes fleuries avec des fauches réduites permet d'économiser du temps et du carburant par rapport à un système sans bandes fleuries.

Les subventions de la politique agricole commune encouragent les agriculteurs européens à



Echange d'expériences entre agriculteurs et chercheurs sur les techniques de culture, les effets et les coûts des bandes fleuries.

mettre en œuvre des programmes agro-environnementaux tels que la plantation de haies, la gestion extensive de bandes enherbées ou encore l'installation de bandes fleuries (Commission européenne, 2005). Le type de bandes, les règles de gestion et les subventions varient considérablement d'un pays à l'autre, en fonction des politiques nationales.

Coûts prévisibles pour l'installation et l'entretien annuel de bandes fleuries dans l'inter-rang d'un verger¹

		Prix unitaire	Quantité / ha	€/ ha	€/ ha / an (5 ans)
Installation	Graines : mélange ecotype (30 espèces de dicotylédones (25 % poids) + 8 espèces de graminées (75 % poids))	60 €/kg	2000 m ² / ha (5 g / m ²)	600 €	120 €
	Préparation du lit de semence (6 passages, carburant)	25 €/ha	6 passages	150 €	30 €
	Biocides (molluscicide) la 1 ^{ère} année	5 €/kg	40 kg	200 €	40 €
	Main d'œuvre	22 €/h	18 h / ha	396 €	79 €
Entretien	Equipement: machine de fauche pour les BF	9.500 €	1	950 € (10 ha)	190 €
	Fauches (main d'œuvre incluse)	47 €/ha	3 fauches	141 €	141 €
	Total				600 €

¹ Coûts basé de Belge

Les inconvénients potentiels des bandes fleuries en vergers

Comme c'est le cas pour d'autres pratiques de gestion des vergers, la culture de bandes fleuries comporte à la fois des avantages et des inconvénients. Un arboriculteur peut décider que les inconvénients potentiels sont négligeables par rapport aux avantages dégagés par la diminution des traitements (diminution des coûts et des résidus sur fruits).

Les inconvénients potentiels de la culture de bandes fleuries dans les vergers sont les suivants :

- **L'attraction de rongeurs nuisibles (campagnols)**, même si les bandes fleuries peuvent également attirer leurs prédateurs comme la belette et l'hermine. Un compromis doit être trouvé entre la promotion de la biodiversité et la gestion des risques liés aux rongeurs. Des premières expériences avec des mesures de contrôle des campagnols (comme le piégeage ou le clôturage) en combinaison avec le régime de fauche, ont donné des résultats positifs, en particulier au milieu de l'été et à la fin de l'automne.
- **La concurrence** éventuelle entre les arbres et les bandes fleuries sur l'accès à l'eau et aux éléments nutritifs. Cette concurrence dépend des espèces florales, de la disponibilité en eau et de la distance entre les bandes fleuries et les arbres. Toutefois, il ne devrait pas y avoir de problèmes de concurrence si les bandes fleuries sont étroites et situées au centre de l'inter-rang.
- **La propagation des adventices** : Un plan de lutte contre les adventices est nécessaire si aucune fauche n'est pratiquée, ou si le travail est réalisé en végétation spontanée. Dans le cas des bandes fleuries semées, les espèces sont capables d'empêcher les adventices de s'installer dans la bande, sauf en cas de sécheresse prolongée au cours de la première année suivant le semis. La fauche des bandes fleuries permet à celles-ci de mieux s'implanter et de lutter contre l'installation des adventices. Néanmoins, le meilleur moyen de les éliminer est de s'attaquer à leurs racines.
- **Les dommages liés au gel dans les zones à risque** : une végétation plus dense peut entraîner le maintien d'un fort taux d'humidité, augmentant les risques de dégâts par le gel. Les bandes fleuries doivent être coupées en hiver en cas de risques réguliers et après le début du développement des bourgeons floraux en cas de gelée printanière tardive.



La mise en place de bandes fleuries dans les vergers nécessite une adaptation de la gestion du risque phytosanitaire, car les fleurs sont très attractives pour les pollinisateurs et les ennemis naturels pendant les périodes de floraison.



- **Les restrictions sur l'application des pesticides** pendant la floraison des bandes fleuries (voir encadré).

Les stratégies visant à atténuer ces inconvénients peuvent comprendre la sélection variétale, l'ajustement du régime de fauche et le semis alterné de bandes fleuries (dans un inter-rang sur deux).

Précautions à prendre lors de l'application des pesticides

Législation

- Pendant la floraison, le règlement européen (CE n° 1107/2009) interdit les applications de produits phytopharmaceutiques nocifs pour les abeilles.

Choix des pesticides

- Dans la mesure du possible, il convient de n'utiliser que des pesticides sélectifs qui nuisent le moins possible aux organismes utiles.
- Seuls les produits volatiles et photosensibles se dégradant rapidement dans l'environnement et sans créer de composés rémanents peuvent être utilisés.

Période et mode d'application

- Si un traitement avec un biopesticide nocif pour la faune auxiliaire (ou peu sélectif) est nécessaire, les bandes fleuries doivent être coupées avant le traitement. En France, la mention 'Abeilles' permet de distinguer les produits.
- La pulvérisation des pesticides doit se faire en l'absence de pollinisateurs, par exemple le soir ou la nuit.

Quelques exemples de fournisseurs de mélanges de semences pour bandes fleuries en Europe

Pays	Site web
Allemagne	www.rieger-hofmann.de, www.appelswilde.de
Belgique	www.ecosem.be
Danemark	www.nykilde.dk
Espagne	www.semillassilvestres.com
France	www.nova-flore.com, www.pinault-bio.com, www.nungesser-semences.fr, phytosem.com
Suisse	www.hauenstein.ch, www.ufasamen.ch

Littérature spécialisée

- Albert L. et al., 2017. Impact of agroecological infrastructures on the dynamics of *Dysaphis plantaginea* (Hemiptera: Aphididae) and its natural enemies in apple orchards in northwestern France. *Environmental Entomology*, 46 (3), 528-537.
- Cahenzli, F. et al., 2018 (subm.). Perennial flower strips for pest control in organic apple orchards - A pan-European study.
- European Commission, 2005. Agri-environment measures: overview on general principles, types of measures and application. European Commission, Directorate General for Agriculture and Rural Development.
- Haaland C. et al., 2011. Sown wildflower strips for insect conservation: a review. *Insect Conserv. Divers.*, 4(1), 60-80.
- Jamar L. et al., 2013. Les principales clés du verger bio transfrontalier - Pommes et poires, une approche globale. Ed. Interreg IV TransBio Fruit, pp. 84.
- Kienzle, J. et al., 2014. Establishment of permanent weed strips with autochthonous nectar plants and their effect on the occurrence of aphid predators. Pages 31-39. 16th International Conference on Organic Fruit-Growing, Stuttgart-Hohenheim, Germany.
- Laget E. et al., 2014. Guide pour la conception de systèmes de production fruitière économes en produits phytopharmaceutiques. GIS Fruits et Ministère de l'agriculture, Paris, 264 p.
- Nilsson, U. et al., 2016. Habitat manipulation - as a pest management tool in vegetable and fruit cropping systems, with the focus on insects and mites. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), EPOK - Centre for Organic Food & Farming.
- Pfiffner, L., & Wyss, E., 2004. Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests. *Ecological engineering for pest management: Advances in habitat manipulation for arthropods*, 165-186.
- Pfiffner, L. et al. 2018 (subm.). Design, implementation and management of perennial flower strips to promote functional agrobiodiversity in organic apple orchards: A pan-European study.
- Ricard J.M. et al., 2012. Biodiversité et régulation des ravageurs en arboriculture fruitière. CTIFL, pp 471.
- Simon S., et al., 2010. Biodiversity and Pest Management in Orchard Systems. A review. *Agron. Sust. Dev.*, 30, 139-152.
- Wyss E., 1996. The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 60(1), 47-59.

Impressum

Editeurs :

Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL
Ackerstrasse 113, Postfach 219, 5070 Frick, Suisse
Tél. +41 62 865 72 72, info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Centre wallon de recherches agronomiques (CRA-W)
Département Sciences du vivant
Rue de Liroux 4, B-5030 Gembloux, Belgique
Tél. +32 81 62 65 55, www.cra.wallonie.be

INRA Ecodéveloppement
228 route de l'aérodrome, CS 40509, Domaine St Paul, Site Agroparc
84914 AVIGNON, Cedex 9, France
Tél. +33 4 32 72 25 60 / 73, www6.paca.inra.fr/ecodeveloppement

GRAB - Groupe de Recherche en Agriculture Biologique
Maison de la Bio, 255 chemin de la Castelette, BP 11283
84 911 Avignon, Cedex 9, France
Tél. +33 4 90 84 01 70, www.grab.fr

Auteurs : Lukas Pfiffner (FiBL), Laurent Jamar (CRA-W),
Fabian Cahenzli (FiBL), Maren Korsgaard (EcoAdv. DK),
Weronika Swiergiel (SLU), Lene Sigsgaard (UCPH)

Relecteur et contributeur : Claudia Daniel (FiBL), Daphné Fontaine (CRA-W), Annette Herz (JKI), Alexis Jorion (CRA-W), Markus Kelderer (VZ-Laimburg), Servane Penvern (INRA), Mario Porcel (SLU), Beatrice Steinemann (FiBL), Josef Telfser (VZ-Laimburg), François Warlop (GRAB), Franco Weibel (FiBL)

Coordination : Gilles Weidmann (FiBL)

Mise en page : Brigitta Maurer (FiBL)

Traduction : Laurent Jamar, Daphné Fontaine et Alexis Jorion
(tous CRA-W)

Crédits photos : Othmar Eicher (Landw. Zentrum Liebegg): page 15 (1); Simon Feiertag (JKI): p. 3 (2), 6 (1), 13 (2); Daphné Fontaine (CRA-W): p. 10 (3, 4); Andi Haeseli (FiBL): p. 5 (3, 5); Laurent Jamar (CRA-W): p. 3 (1), 5 (1), 8 (1), 10 (1, 2, 5); Alexis Jorion (CRA-W): p. 9 (1, 4); Siegfried Keller: p. 8 (2, 4), 9 (2, 3); Dorota Kruczyńska (InHort): p. 11; Urs Niggli (FiBL): p. 5 (8); Firma Humus OMB: p. 13 (1); Lukas Pfiffner (FiBL): p. 1, 5 (2, 4, 6, 7), 15 (2); Weronika Swiergiel (SLU): p. 6 (2), 12, 14; Josef Telfser (VZ Laimburg): p. 8 (3); Heidrun Vogt (JKI): p. 9 (5)

ISBN Version imprimée 978-3-03736-105-4

ISBN Version à télécharger 978-3-03736-106-1

FiBL No. de commande 1114

© FiBL, CRA-W, INRA, GRAB, Première édition, 2018

Prix: Euro 7.50, Fr. 9.00 (TVA comprise)

La publication est disponible gratuitement sur Internet à l'adresse suivante www.orgprints.org et shop.fibl.org.

Le guide technique est aussi disponible en anglais, allemand, italien, espagnol, danois, letton, polonais et suédois.

La publication a été élaborée dans le cadre du projet EcoOrchard financé par ERA-Net CORE Organic Plus organismes de financement partenaires du programme de recherche et d'innovation du 7^e PC de l'Union européenne dans le cadre de l'accord de subvention n° 618107. Pour plus d'informations sur le projet, voir www.coreorganicplus.org > Projets de recherche > EcoOrchard ou <http://ebionetwork.julius-kuehn.de/>



Partenaires du projet : CRA-W, Belgique (www.cra.wallonie.be),
FiBL, Suisse (www.fibl.org), InHort, Pologne (www.inhort.pl), INRA,
France (www.inra.fr), GRAB, France (www.grab.fr), Julius Kühn-Institut
(www.julius-kuehn.de), SLU, Suède (www.slu.se), Université de
Copenhague, Danemark (www.ku.dk), Ecoadvice, Danemark
(www.ecoadvice.dk), VZ-Laimburg, Italie (www.laimburg.it),
LAAPC, Lettonie (www.laapc.lv).