



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

**Agroscope**

Domaine de recherche Protection des végétaux



# Biodiversité fonctionnelle auxiliaires, pollinisateurs et décomposeurs dans l'agro- écosystème

**Stève Breitenmoser *et al.***

Conférence Biodiversité fonctionnelle  
Marcelin, Morges, 22 novembre 2018

[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) | une bonne alimentation, un environnement sain



# La Biodiversité fonctionnelle

« C'est la biodiversité qui a un impact positif sur la production agricole sur les plans écologique, économique et social des exploitations, des filières et des territoires ».

« En d'autres termes, elle est utile à l'agriculteur car elle a une fonction qui l'intéresse : protection des plantes par des organismes, pollinisation, dégradation de la matière organique dans le sol, etc ».

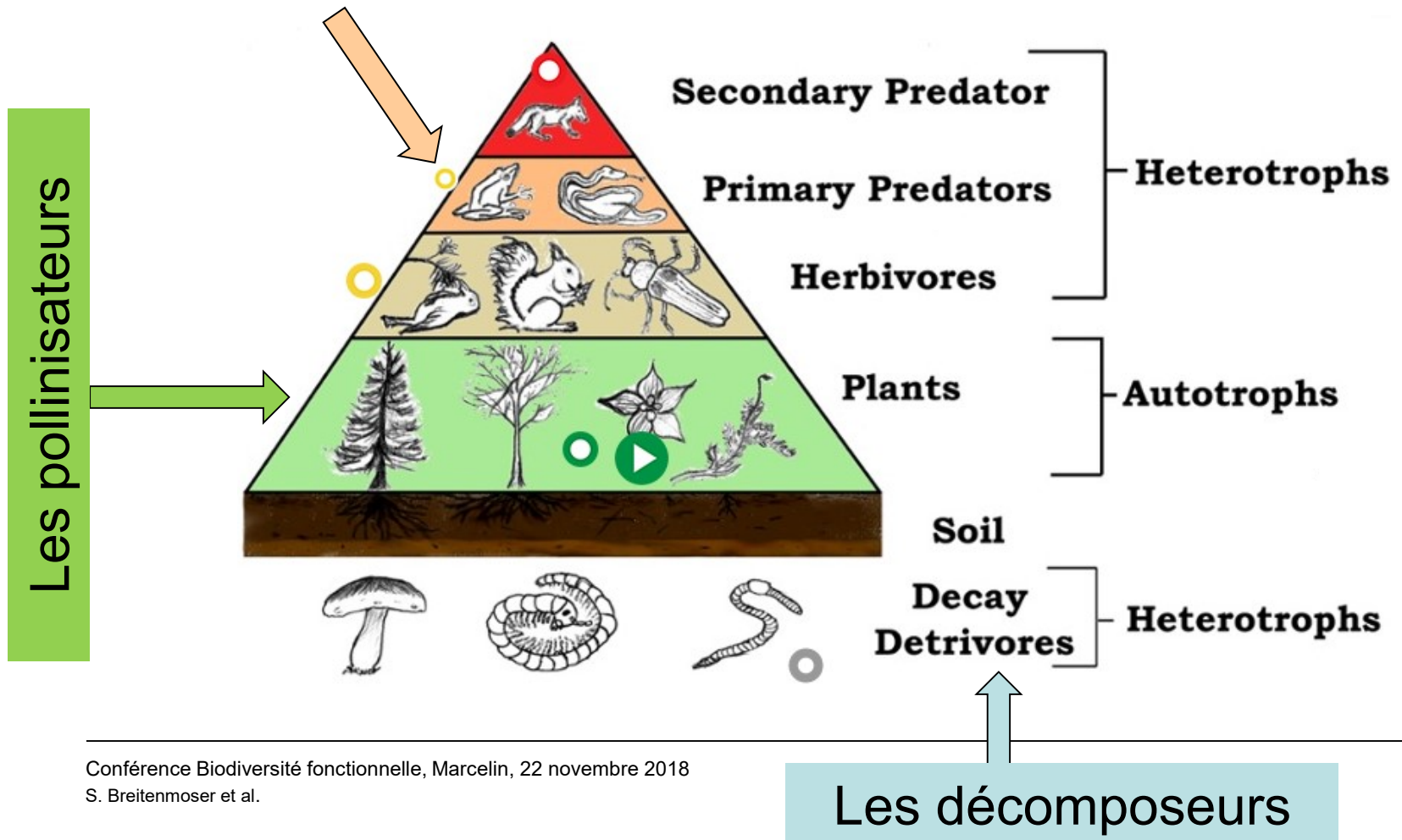
Villenave-Chasset (2017)



# Biodiversité fonctionnelle

Pyramide écologique  
Chaîne trophique

Les auxiliaires





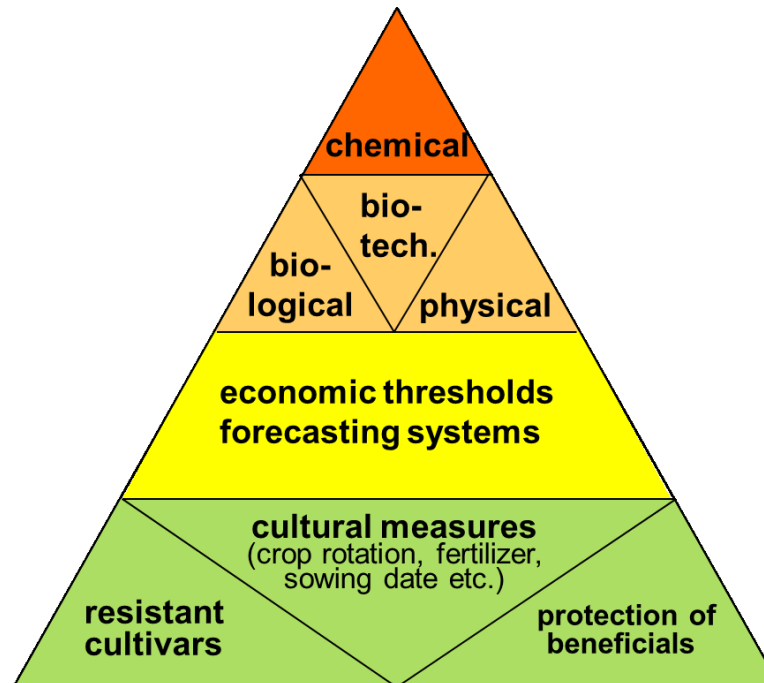
# Biodiversité fonctionnelle

Les auxiliaires : une base de la lutte intégrée

**Contrôle direct des ravageurs (curatif)**

**Aide à la décision – Modèles et seuils**

**Contrôle indirect des ravageurs (préventif)**



IPM Pyramid : courtesy of M. Meissle, Agroscope

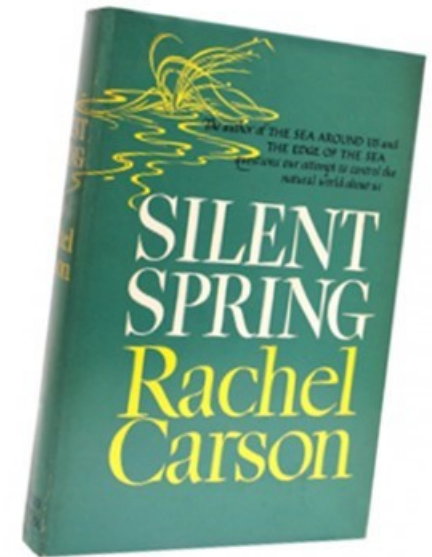




Lutte contre les adultes de hannetons en Europe dans les années 1950 (Balachowsky 1962)

# 🇨🇭 Les origines de la lutte intégrée (IPM)

- IPM pour « Integrated Pest Management » (C.Ohmart<sup>1</sup>)
- La perte d'efficacité des insecticides due à l'apparition de résistance.
- Prolifération de ravageurs secondaires
- Conscience des effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine (ouvrage de R. Carson "Silent Spring", 1962)



<sup>1</sup> Cliff Ohmart, Vice-President SureHarvest, California, USA, speaking at Diversifying Crop Protection, ENDURE's 2008 International Conference held in La Grande Motte, France in October 2008.

[http://www.endure-network.eu/about\\_ipm/endure\\_s\\_definition\\_of\\_ipm](http://www.endure-network.eu/about_ipm/endure_s_definition_of_ipm)



# Contrôle indirect (préventif)

## Labour

Pyrale du maïs, Tordeuse du pois  
*Ostrinia nubilalis*, *Cydia nigricana*



S. Breitenmoser Agroscope

D. Quattrocchi Agroscope

## Rotation des cultures

Chrysomèle des racines du maïs  
*Diabrotica virgifera virgifera*



Photo Agroscope

## Variétés/cépages résistants

Cécidomyie orangée du blé  
*Sitodiplosis mosellana*



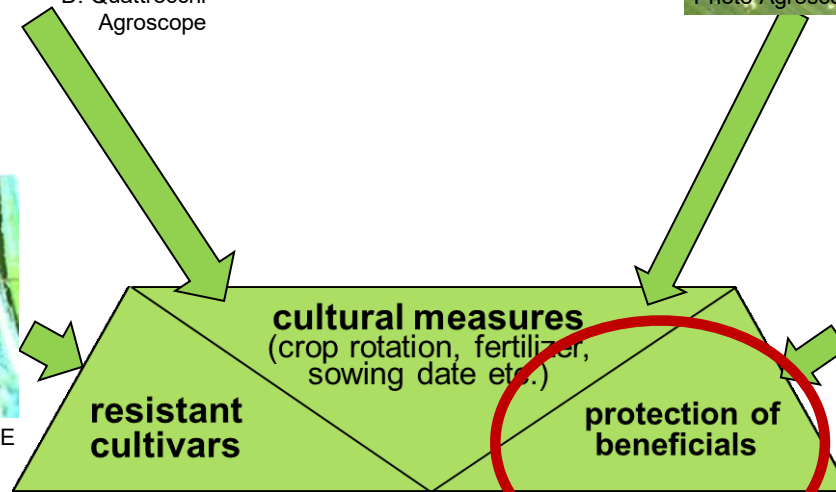
Gabriela Brändle Agroscope

Coutin R. OPIE

## Protection des auxiliaires



© INRA, Bernard Chaubet. C. Linder Agroscope



IPM Pyramid : courtesy of M. Meissle, Agroscope

Pourriture grise  
*Botrytis cinerea*

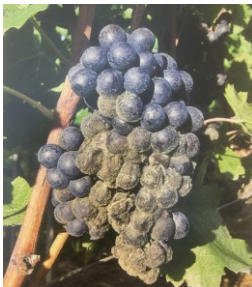


Photo Agroscope

## Bandes fleuries ; Extenso



Photo M. Tschumi Agroscope

Développer, favoriser



# Aide à la décision

## Modèles de prévisions:

- Ravageurs arboriculture : SOPRA
- Maladies fongiques: Fusaprog, Phytopre
- Pyrale du maïs, Virus vecteurs virus pommes de terre, vers de la grappe : AGROMETEO

## Seuils d'intervention

## Aide à la décision – Modèles et seuils

economic thresholds  
forecasting systems



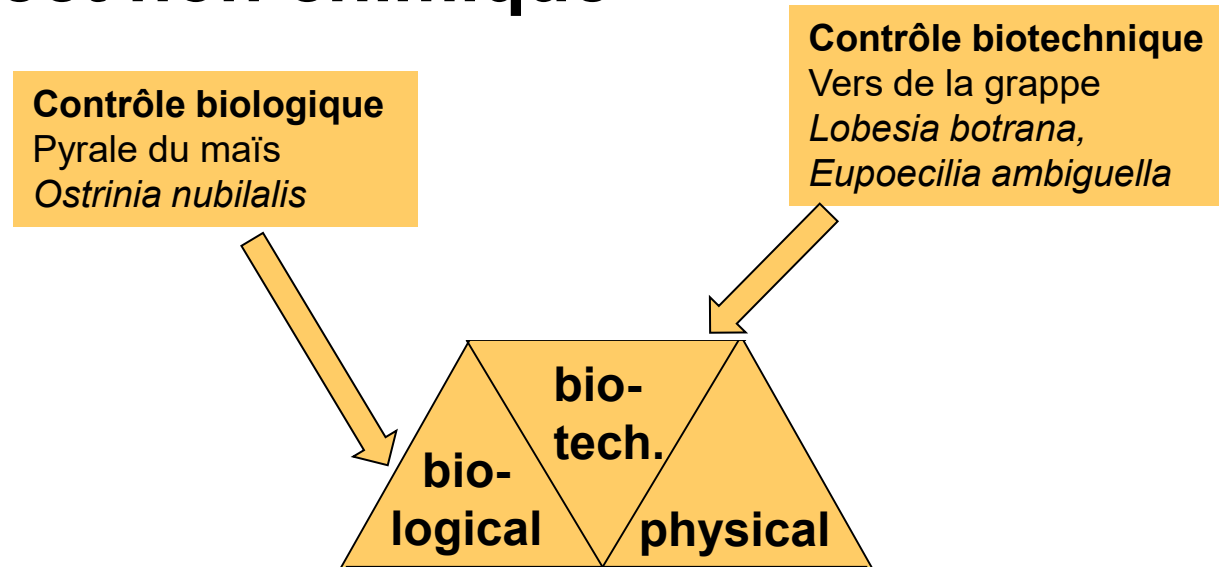
IPM Pyramid : courtesy of M. Meissle, Agroscope





# Contrôle direct non chimique

## Contrôle direct des ravageurs (curatif)



IPM Pyramid : courtesy of M. Meissle, Agroscope



# Contrôle biologique Pyrale du maïs



© S. Breitenmoser Agroscope



© Angela Kühne



© Arnaud Conne Agroscope



© Arnaud Conne Agroscope



Sources: www.nuetzlinge.ch



© Jeannine Pizzol, INRA

150'000 ha de maïs combattu avec *Trichogramma brassicae* en Europe

## Challenges:

- Efficacité/efficience des parasitoïdes (Quality control system)
- Prévisions de la date de lâcher optimal
- Développement de nouvelles technique d'applications

Conférence Biodiversité fonctionnelle, Marcelin, 22 novembre 2018  
S. Breitenmoser et al.

Photo: Regina  
Burger, Fenaco  
UFA-Samen  
Nützlinge)





# Contrôle biotechnique / confusion sexuelle



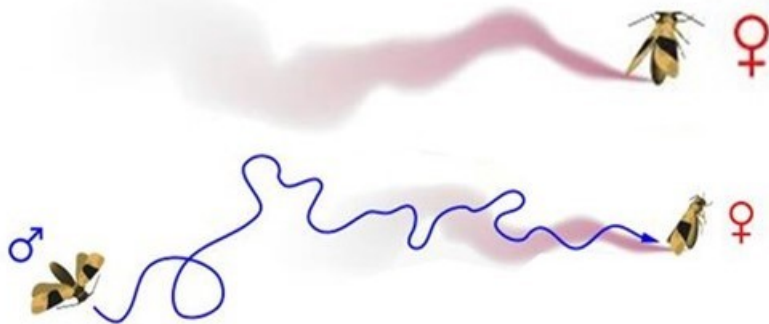
## Vers de la grappe



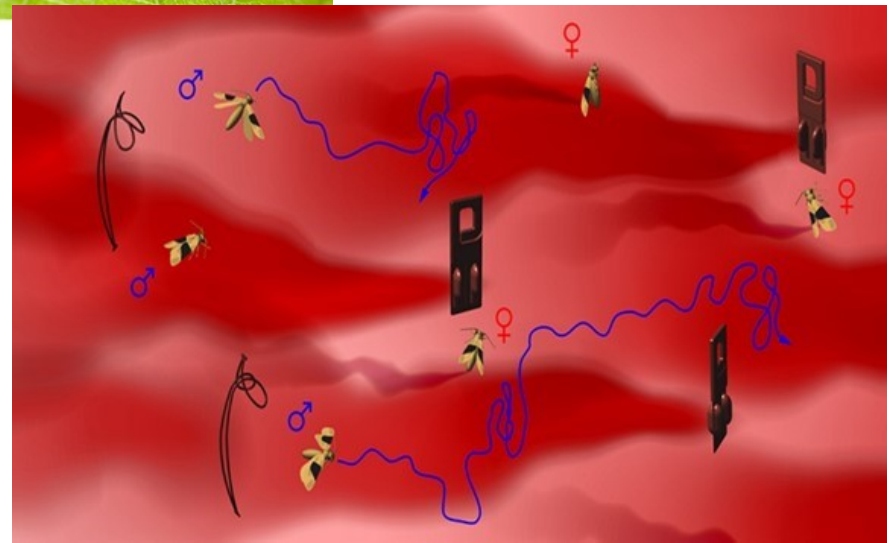
Photos Agroscope  
Source: Linder et al. (2016)



Eudémis



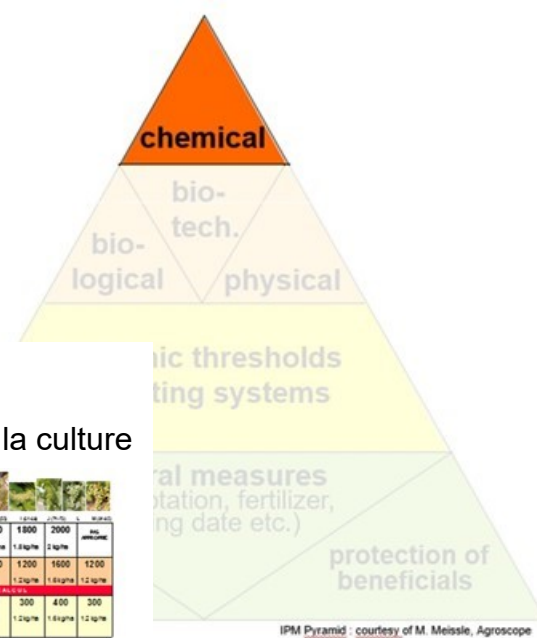
Charmillot et al. (2013)







# Contrôle curatif chimique



Modèles de prévisions

[www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch)  
[www.sopra.info](http://www.sopra.info)



Dosage adapté à la culture

Produit	1000	1200	1500	1800	2000
1000	1.2 kg/ha	1.5 kg/ha	1.8 kg/ha	2.1 kg/ha	2.4 kg/ha
800	0.8 kg/ha	1.0 kg/ha	1.2 kg/ha	1.4 kg/ha	1.6 kg/ha
600	0.6 kg/ha	0.75 kg/ha	0.9 kg/ha	1.05 kg/ha	1.2 kg/ha
400	0.4 kg/ha	0.5 kg/ha	0.6 kg/ha	0.7 kg/ha	0.8 kg/ha
200	0.2 kg/ha	0.25 kg/ha	0.3 kg/ha	0.35 kg/ha	0.4 kg/ha

RIGHT TIME

RIGHT DOSAGE

RIGHT DEPOSIT ON TARGET

RIGHT PRODUCT

Calibration du pulvérisateur



Produits ménageant les auxiliaires autorisés

Fongicides	N°	Spino-dromes	Piralsolides	Ambro-cordes	Chry-sopes	Cono-nelles	Spino-phos	Abites	Organo-aquifum
amisuflorom	7	N	N						▼
anglès sulfures	19	N,M							—
Aureobasidium pullulans	19	N							—
bicarbonate de potassium	14	N							—
boscalid	9	N							—
Douille bordelaise	15	N							—
carbendazime	9	N	N	N	N	N	N	N	▼
chlorothalonil	14	N	N	N	N	N			—
culvra (+ divers produits)	15/16	N	N	N	N	N	N	N	—
cynazolamide	14	N	N	N	N	N			—
cyfluprodime	14	N	N	N	N	N			—
cymoxanil + famoxadon	1	N							▼
cyprodinil + fludioxonil	9	N		Y					▼
difenoconazole	2	N	N	M	N	N			▼
difénazon	14	N	N	N	N	N			▼
fenhexamid	9	N	N	N	N	N	N		▼
fenpropimorph	9	N							▼
fenpropyrdin	9	N	N						▼
flusilazole	14	N	N						▼
flusiram	9	N	N						▼
flutriafol	2	N	N	N	N	N			▼
flutriafol + fenpropyrdin	13	N	N	N	N	N	M	M	▼
flutriafol + fenpropyrdin	6/6	N	N	N	N	N	M	M	—
flutriafol + fenpropyrdin	1	N							—
flutriafol + fenpropyrdin	14	N	N						▼
flutriafol + fenpropyrdin	14	N	N	N	N	N	M	M	—
flutriafol + fenpropyrdin	19	N	N	N	N	N	M	M	—
flutriafol + fenpropyrdin	1	N	N	N	N	N			▼
flutriafol + fenpropyrdin	18	N	N	N	N	N	M	N	—
flutriafol + fenpropyrdin	15	M	T	N	N	N	N	N	—
flutriafol + fenpropyrdin	9	N							▼
flutriafol + fenpropyrdin	6	N	N	N	N	N	M	M	—
flutriafol + fenpropyrdin	15	M	T	M	N	N	N	N	—
flutriafol + fenpropyrdin	14	N	N	N	N	N			—
flutriafol + fenpropyrdin	2	N	N	N	N	N			▼
flutriafol + fenpropyrdin	19	N							—
flutriafol + fenpropyrdin	5	N							▼
flutriafol + fenpropyrdin	18	M	T	M	N	N	Y		—
flutriafol + fenpropyrdin	9	N	N	N	N	N			—
flutriafol + fenpropyrdin	4-2	N							—

protection du vignoble 6.41

VITICULTURE  
ARBORICULTURE  
HORTICULTURE

Index phytosanitaire pour la viticulture 2014  
publié avec le soutien de l'Office fédéral de l'environnement

Explication des symboles

Fongicides, insecticides et herbicides

- **Bonne efficacité**: le produit permet généralement un bon contrôle de la maladie, du ravageur ou de la mauvaise herbe. Une action accrue est possible, mais nécessite généralement une attention accrue de l'utilisateur.
- **Efficacité partielle**: l'efficacité pour des conditions comme l'humidité ou l'absence de pluie, la présence de la maladie ou du ravageur, ou la présence de mauvaises herbes, est limitée. Cette efficacité réduite peut être compensée par d'autres mesures comme le nettoyage des vignes.
- **Efficacité moyenne**: l'efficacité est limitée dans certaines conditions, mais elle peut être améliorée par d'autres mesures.
- **Efficacité limitée**: l'efficacité est limitée dans certaines conditions, mais elle peut être améliorée par d'autres mesures.

Herbicides

• **Efficacité limitée ou insuffisante**: l'efficacité est limitée contre l'adventice concernée.

Agroscope

Bohren et al. (2016)





Quelle est la définition d'un auxiliaire et de quelles espèces s'agit-il ?

**Par définition, « les auxiliaires sont des organismes vivants ennemis naturels des organismes nuisibles (ravageurs) des plantes cultivées »**



# Prédateurs polyphages

## Araignées



Araignée-loup (Lycosidae) attaquant ces proies au sol (Photo David Quattrocht) © Agroscope



Araignée-crabe (*Diaea dorsata*) sur colza (Photo Arnaud Conne) © Agroscope



Epeire diadème (*Araneus diadematus*) (Photo Christian Linder) ©

CH 993 sp  
~100 sp agro-écosyst.  
Tous prédateurs

Maurer & Hänggi (1990), Derron & Blandenier (2002, 2006), Info-fauna, CSCF (2018), Villenave-Chasset (2017)

De la surface du sol → toutes les strates de végétation et dans tous les écosystèmes terrestres

## Carabes



Cicindèle (*Cicindela campestris*) (Photo Stève Breitenmoser) © Agroscope



Carabe (*Callistus lunatus*) (Photo Stève Breitenmoser) © Agroscope

CH 532 sp  
(LR: 148 sp menacées)  
~350 sp agro-écosyst.

Prédateur: Ilimaces, chenilles, larves, arthropodes épigés

Tous ne sont pas prédateurs (granivores, phytophages)

Marggi & Luka (2001), Huber & Marggi (2005), Derron & Blandenier (2002, 2006), Luka *et al.* (2009a), Villenave-Chasset (2017)



# Mise en lumière des services écologiques : la régulation naturelle des ravageurs des cultures



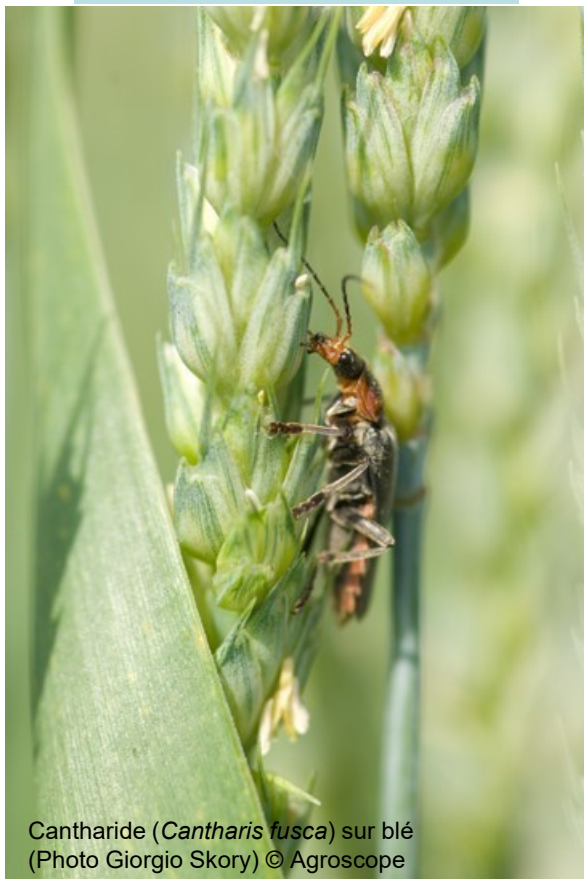
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



<https://vimeo.com/177084889>



## Cantharides



Cantharide (*Cantharis fusca*) sur blé  
(Photo Giorgio Skory) © Agroscope

**CH : ~105 sp**  
Aussi pollen et nectar  
~20 sp agro-écosyst.

Allenspach & Wittmer  
(1979), Villenave-Chasset  
(2017), Info-fauna, CSCF  
(2018)

## Staphylins



Staphylin odorant  
(*Ocypus olens*) © entomart

**CH : 1'421 sp**  
Tous ne sont pas prédateurs  
Selon la taille et la strate

Luka et al. (2009b),  
Villenave-Chasset  
(2017), Info-fauna,  
CSCF (2018)



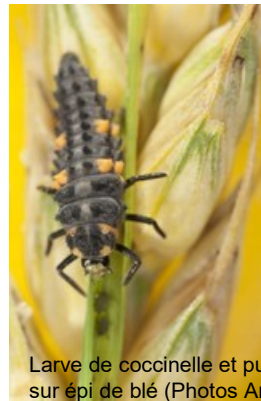


# Prédateurs de pucerons, thrips, acariens, mouches blanches, œufs de lépidoptères

## Coccinelles



Coccinelle à 7 points (*Coccinella septempunctata*) et pucerons (Photo Mario Waldburger) © Agroscope



Larve de coccinelle et pucerons sur épi de blé (Photos Arnaud Conne) © Agroscope



**CH ~85 sp**  
**~30 sp agro-écosyst.**

**Prédateur adulte & larve**

Villenave-Chasset (2017), Info-fauna CSCF (2018)

## Chrysope



Chrysope adulte (*Plesiochrysa* sp.) (Photo Mario Waldburger) © Agroscope



Larve de Chrysope (Chrysopidae) dévorant un puceron (Photo Mario Waldburger) © Agroscope



Œuf de Chrysope (Arnaud Conne © Agroscope)

**CH ~35 sp**  
**LR: 6 sp menacées**  
**Prédateur larves, Floricole Adulte**

Eglin (1979), Duelli (1994),

## Syrphes



Syrphe adulte (*Episyrphus balteatus*) (Photo Mario Waldburger) © Agroscope



Larve de Syrphe et pucerons © François Verheggen ulg.ac.be

## Punaises prédatrices



Punaise prédatrice (*Orius laevigatus*) © Agroscope

**CH: 453 sp,**  
**~100 sp agroécocy.**  
**Prédateur larve, Floricole adulte**

Maibach *et al.* (1992), Merz *et al.* (1998), Villenave-Chasset (2017)

**~70 sp agroécocy.**  
**Prédateur adulte & nymphe, genres *Anthocoris, Orius, Macrolophus, etc.***



# Parasitoïdes

Hyménoptères Ahidiidae,  
Braconides, Pteromalidae,  
Ichneumonides,  
Trichogrammatidae, etc.



Le Braconide *Aphidius rhopalosiphii* parasitant le puceron des céréales (*Sitobion avenae*) © INRA, Bernard Chaubet



Parasitoïdes sur colza (Photo Tim Haye) © CABI

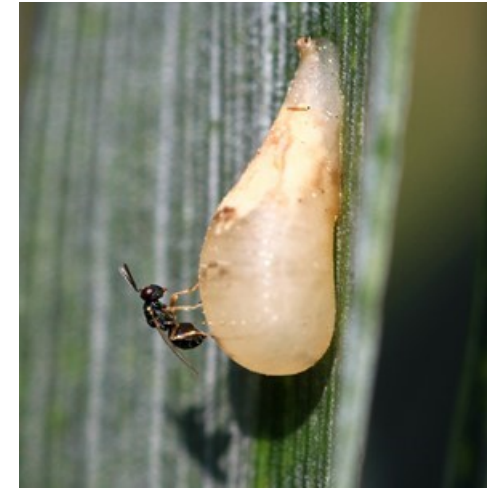
Diptères  
Tachinaires



**CH: 526 sp**  
**~30 agro-écosyst.**

Merz *et al.* (1998),  
Villeneuve-Chasset  
(2017)

Tachinaire adulte (Tachinidae), parasite notamment les chenilles de Noctuelles, de pyrales, de doryphore (Photo © Agroscope)



Parasitoïde sur une puppe de Syrphidae (Photo Matthias Tschumi) © Agroscope

**CH: Nb espèces ≥ 10'000**  
**Spécialistes, également**  
**hyper-parasitoïdes**





## Prédateurs supérieurs

### Amphibiens



Crapaud commun (*Bufo bufo*)  
(Photo Stève Breitenmoser) © Agroscope

CH : 20 espèces  
indigènes  
LR: 14 espèces  
menacées

Schmidt & Zumbach (2005)

### Reptiles



Lézard des murailles (*Podarcis muralis*)  
(Photos Stève Breitenmoser) © Agroscope



CH : 19 taxons  
(sp & ssp)  
LR: 15 taxons  
menacés

Monney & Meyer (2005)



## Prédateurs supérieurs

### Chauves-souris



Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*) Photo © Valéry Uldry

CH : 30 espèces  
LR: sur les 26 sp  
évaluée, 15 sont  
menacées

Bohnenstengel *et al.* (2014)

### Oiseaux



Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*)  
Photo: © Marcel Burkhardt, communiqué de presse Agroscope 2012



CH: 199 sp  
nicheuses  
LR: 78 espèces  
menacées

Keller *et al.* (2010).

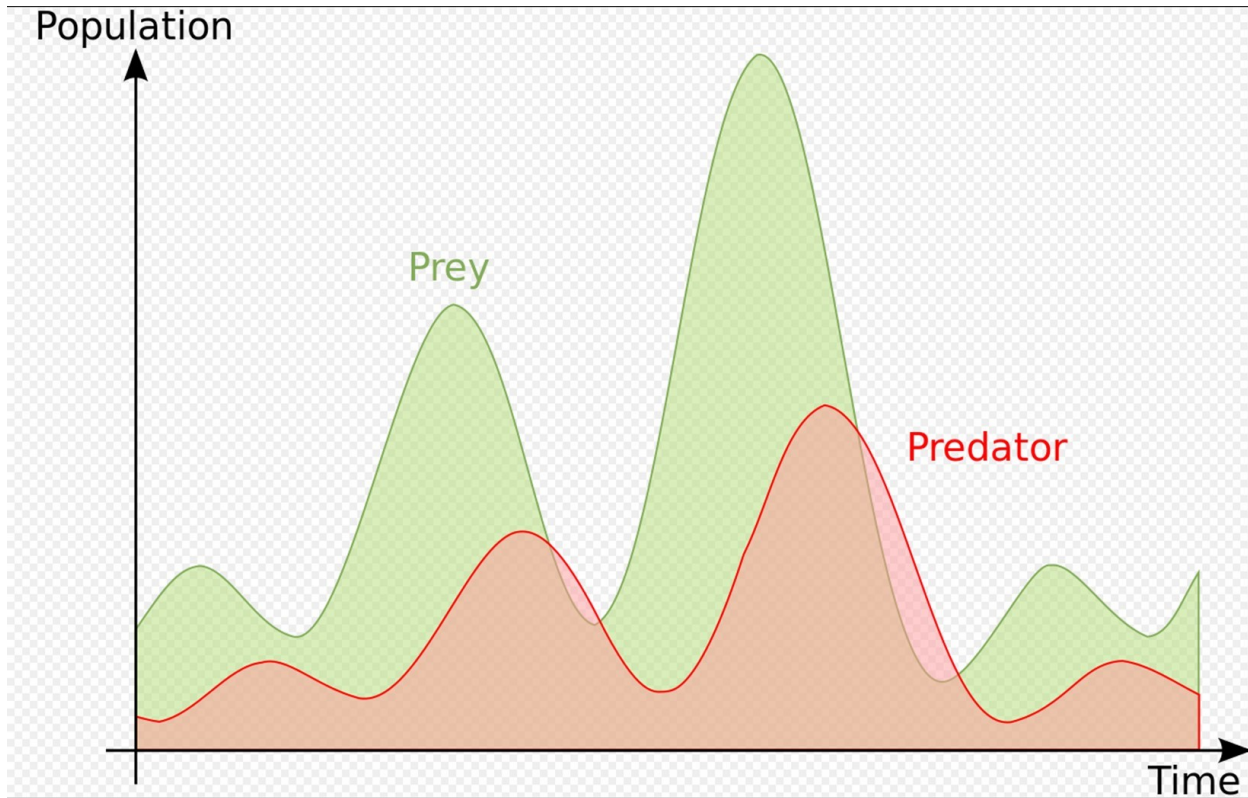
Tariet des prés (*Saxicola rubetra*) dans du colza (Photo:  
Markus Jenny, Fehraltor) Agrarforschung Schweiz





# Modèle proie-prédateur

Équations de prédation de Lotka-Volterra



- ✓ Décalage dans le temps
- ✓ Pas d'éradication

[https://en.wikipedia.org/wiki/Alfred\\_J.\\_Lotka](https://en.wikipedia.org/wiki/Alfred_J._Lotka)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Équations\\_de\\_prédation\\_de\\_Lotka-Volterra](https://fr.wikipedia.org/wiki/Équations_de_prédation_de_Lotka-Volterra)

# La biodiversité fonctionnelle

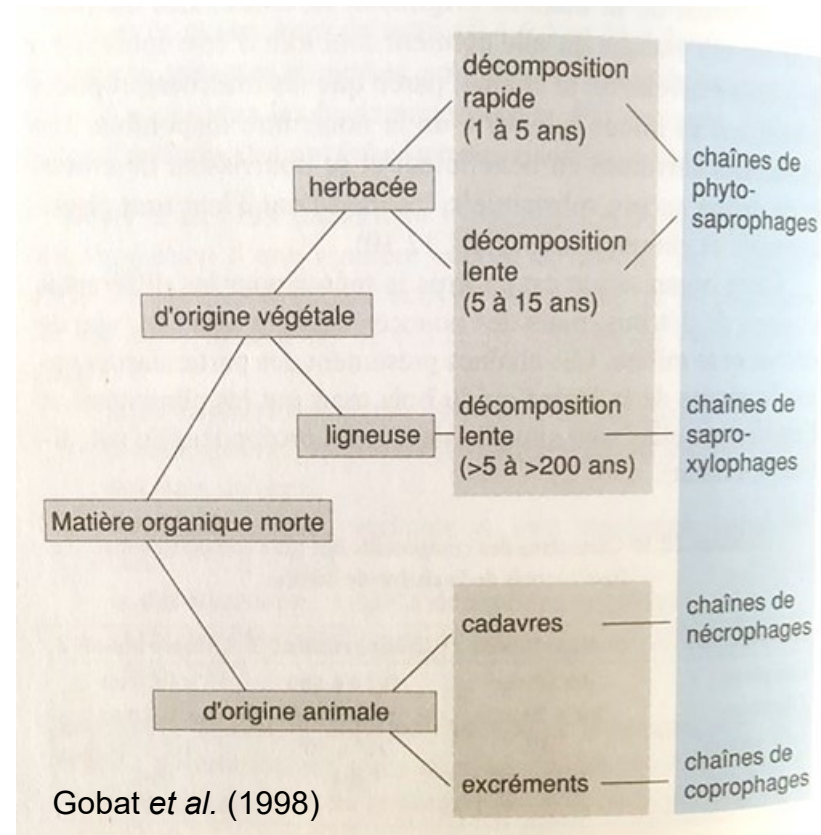
## c'est aussi... les travailleurs de l'ombre... les décomposeurs !

Tous les organismes ayant un lien dans le processus de dégradation de la matière organique morte (les saprophytes, saproxylophages, nécrophages, coprophages)  
→ des invertébrés aux champignons et bactéries...

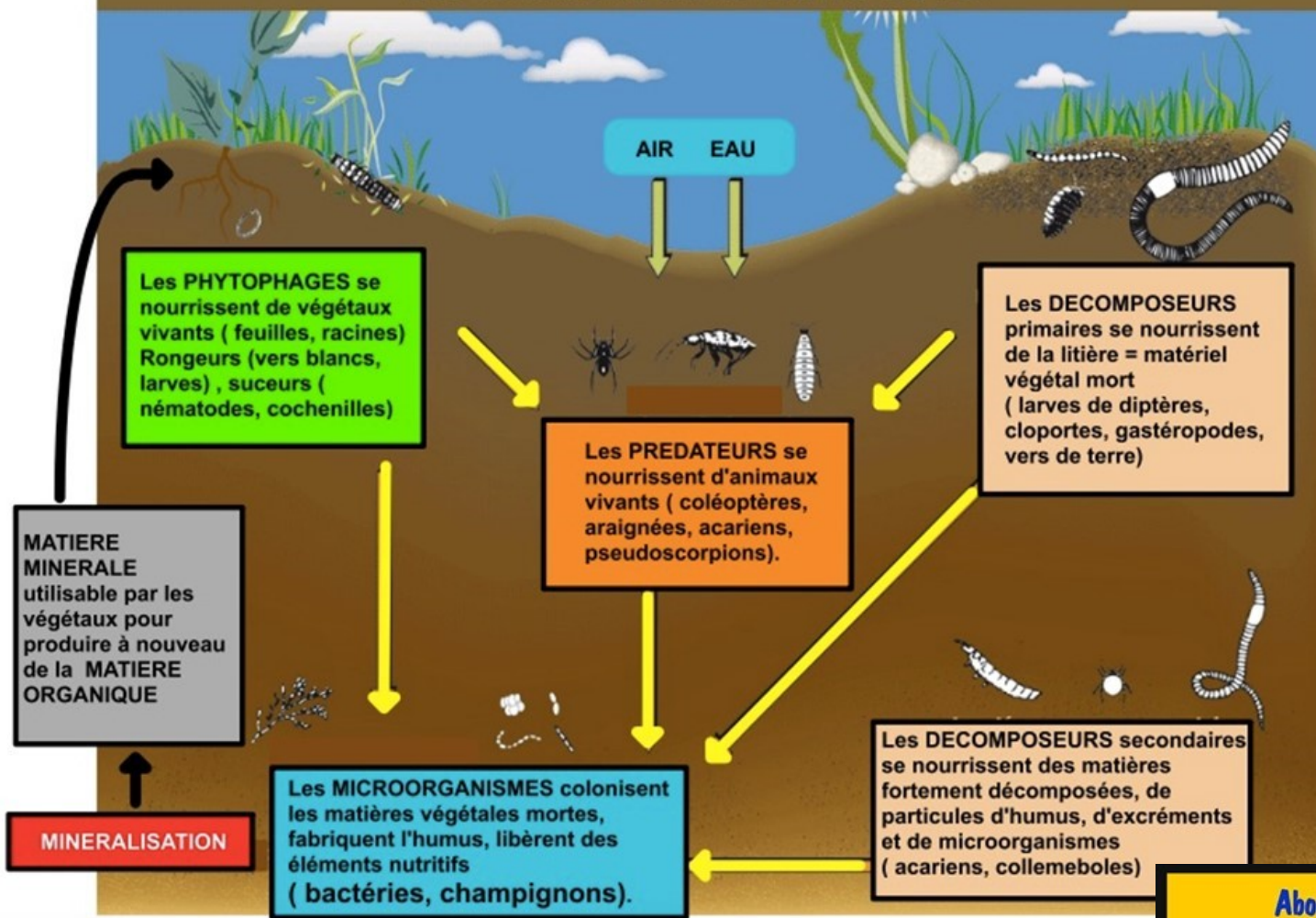
Sans ces organismes clé, plus aucune transformation ne serait possible et le cycle du vivant serait brisé !

« Le sol est essentiel à la vie ; il ne pourrait y avoir de vie sans sol et de sol sans vie »

Charles Kellogg, naturaliste (1938)



# Les fonctions de la faune du sol



- ✓ Transformation de la matière organique morte
- ✓ Minéralisation
- ✓ Mise à disposition d'éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium)
- ✓ Stockage de carbone
- ✓ Aération du sol
- ✓ Amélioration de la structure du sol

## Les fonctions de la faune du sol

© Amélie Rochedreux

## Abondance de la pédofaune

En zone tempérée, pour 1 m<sup>2</sup> de sol sur une profondeur de l'ordre de 40 cm, il y a →

Protozoaires :	1 à 100 milliards
Nématodes :	1 à 30 millions
Lumbricidés :	50 à 400
Acariens :	20 000 à 400 000
Collemboles :	20 000 à 400 000
Larves d'insectes :	jusqu'à 500
Diplopes :	20 à 700
Chilopodes :	100 à 400
Isopodes :	jusqu'à 1800

**Sous les semelles d'un randonneur, le nombre d'invertébrés peut atteindre ? plusieurs millions !**

[http://circa13.free.fr/Z\\_Faune\\_du\\_Sol/pages/Animaux.html](http://circa13.free.fr/Z_Faune_du_Sol/pages/Animaux.html)

[https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv\\_chapC\\_p5](https://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapC_p5)

<https://sites.google.com/site/grainedesvt/la-matiere/production-et-devenir-de-la-matiere-organique>



# La biodiversité fonctionnelle

c'est aussi...

## les décomposeurs saproxyliques

- Organismes impliqués dans le processus de décomposition du bois mort (Xylobiont)
  - Les espèces saproxyliques dépendent, au cours d'une partie de leur cycle de vie au moins, de bois mort ou dépérissant, de champignons lignicoles ou de la présence d'autres organismes saproxyliques.
  - Il s'agit d'une multitude d'ordres d'insectes dont les coléoptères, les diptères mais aussi des champignons lignicoles et bien sûr l'interaction entre les insectes xylophages, mycétophages, prédateurs et les champignons, bactéries et le bois mort
- ✓ Trésors de biodiversité
  - ✓ Substrat pour la régénération des forêt et leur survie à long terme
  - ✓ Séquestration du carbone
  - ✓ Stockage de grandes quantités d'eau
  - ✓ Transformation, dégradation du bois mort en humus

Speight (1989), Brustel (2004), Dajoz (2007), Angers (2009), Sanchez et al. (2016)



# La seconde vie de l'arbre



**Bois mort...plein de vie !!!**

- ✓ Maintenir les arbres sénescents, morts sur pied (arbres isolés, fruitiers haute-tige)
- ✓ Conserver du bois mort au sol de différents diamètres, volumes, âge de décomposition et d'essences différentes
- ✓ Chaque organisme via une ou des structures complémentaires œuvre à la décomposition de cette matière

Brustel (2004), Dajoz (2007), Angers (2009), Sanchez et al. (2016)

[https://www.wsl.ch/totholz/wozu/index\\_FR](https://www.wsl.ch/totholz/wozu/index_FR)

Office national des forêts  
ONF

<https://www.portdenvaux.fr/wp-content/uploads/2011/08/La-seconde-vie-des-arbres.pdf>





# les décomposeurs saproxyliques



Exemples de maintien d'un maximum de structures, dendro-microhabitats sur place sur pied après taille au sol. Photos Alain Maibach et Stève Breitenmoser



Chêne de 630 cm de diamètre mort sur pied avec galeries de Grand capricorne (*Cerambyx cerdo*)

→ Plus de 21 espèces emblématiques indicatrices de la qualité des forêts et des autres milieux boisés de Suisse (rares et exigeantes en terme de qualité du bois mort)

Sanchez *et al.* (2016), Breitenmoser (2017)



# Comment favoriser les auxiliaires ?

## Mesures & Programmes





# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

## → Mesures d'aménagements

*Des habitats divers fournissent nourriture et abri pour les antagonistes et les pollinisateurs*

- Structures complémentaires de ressources en nourriture et d'abris dans l'espace et dans le temps
- Par exemple en juillet-août, les arbres et arbustes sont un relai lorsque quasi toutes les grandes cultures, prairies sont récoltées/fauchées
- Plus l'agro-écosystème sera diversifié par des cultures, aménagements et structures semi-naturels, plus les chances de survie et d'action des auxiliaires seront augmentées et ainsi les épidémies (maladies ou ravageurs) limitées





# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

Inscription possible comme SPB

## 1. Arbres, arbustes, haies, fruitiers haute-tige



Photo: Gabriele Braendle © Agroscope

**Lors de plantations**

- Uniquement essences indigènes !
- 1/3 épineux
- Diversifier un maximum d'essences arbustives et arborées



Photo: Gabriele Braendle © Agroscope

Araignées, Carabes, Chrysopes, Coccinelles, Staphylins, Cantharides, Syrphes, Punaises prédatrices, Hyménoptères parasitoïdes, Acariens prédateurs

### Les structures ligneuses + strate herbacée

Favorisent antagonistes et pollinisateurs

- ✓ Pollen et nectar pour les adultes
- ✓ Nourriture proies & site alternatif
- ✓ Lieu de reproduction
- ✓ Structures pour les oiseaux
- ✓ Refuge pour insectes, amphibiens, reptiles
- ✓ Site d'hivernage
- ✓ Corridor
- ✓ Structure relais durant toute la saison



# 1a. Arbres, arbustes, haies

**À éviter:** conifères; merisier à grappes (jaunisse orge); viorne obier et fusain: (puceron noir de la fève) et surtout les espèces exotiques y compris le Robinier !

Essence	Arbuste	Arbre	Epineux	Floraison attractive et priode flor.	Villenave-Chasset (2017), Agridea (2017), Agridea (2018)
Epine noire (prunellier)	X		X	Mars-avr.	Fleurs attractives au printemps
Aubépine	X		X	Mai-juin	Fleurs attractives au printemps
Rosier/églantier	X		X	Juin	Fleurs attractives au printemps
Cornouiller mâle	X			Fév.-avr.	Nombreux auxiliaires dont punaises prédatrices, floraison précoce, proies intéressantes, fruits intéressants
Cornouiller sanguin	X			Avr.-juin	Nombreux auxiliaires dont punaises prédatrices, floraison précoce, proies intéressantes
Viorne lantane	X			Mai-juillet	Acariens prédateurs
Noisetier	X			Fév.-avr.	Réservoir important d'auxiliaires (pucerons spécifiques à l'essence) Miellat en septembre → réserves lipidiques auxiliaires pour l'hiver
Sureau	X			Mai-juin	Réservoir important d'auxiliaires (pucerons spécifiques à l'essence) Fleurs attractives au printemps
Troène Lierre	X Grimp.			Juin-juillet Août-nov.	Floraison tardive, apporte pollen et nectar quand les ressources sont plus pauvres en été
Chênes		X		Avr.-mai	Essence la plus riche en insectes: réservoir important en auxiliaires
Charme		X		Avr.-mai	Acariens prédateurs
Saules		X		Mar.-mai	Nombreux auxiliaires dont punaises prédatrices, floraison précoce, proies intéressantes
Châtaignier		X		Juillet	Floraison tardive, apporte pollen et nectar quand les ressources sont plus pauvres en été



# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

## 2. Les surfaces herbacées

Attention aux néophytes et autres envahissantes !

### Prairies extensives



Photo: Gabriele Braendle © Agroscope

### Les ourlets sur terre assolée



Photo: Gabriele Braendle © Agroscope

+ Structure relais durant toute la saison

### Flore spontanée



Photo: Gabriele Braendle © Agroscope

**Ourlets:** mélanges de plantes sauvages indigènes selon liste

**Prairies extensives:** favoriser des mélanges adaptés ou encore mieux l'herbe à semences pour les prairies extensives → *Ecotypes régionaux*

**Flore spontanée:** ségétales, rudérales (coquelicot, bleuet, nielle, chrysanthème des moissons, carotte sauvage etc. mais aussi les orties → *ne pas entretenir syst. & drastiquement toutes les surfaces mais les espèces problématiques*

Favorisent antagonistes et pollinisateurs

- ✓ Pollen et nectar pour les adultes
- ✓ Nourriture (proies & alternatives)
- ✓ Lieu de reproduction
- ✓ Structures pour les oiseaux nichant au sol
- ✓ Corridor

Araignées, Carabes, Chrysopes, Coccinelles, Staphylins, Cantharides, Syrphes, Punaises prédatrices, Hyménoptères parasitoïdes

Villenave-Chasset (2017), Agridea (2015b), Agridea (2017), Agridea (2018)





# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

## 2b. Les bandes fleuries

Inscription possible comme SPB

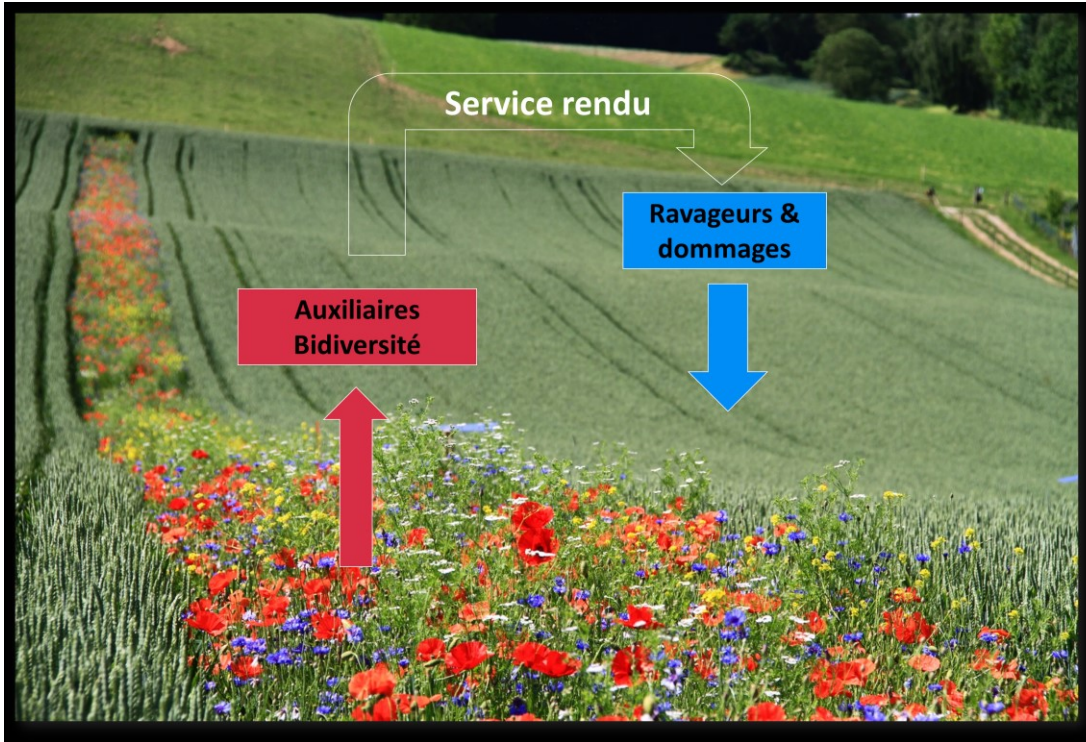


Photo M. Tschumi © Agroscope

5 Mélanges de plantes sauvages indigènes selon liste OFAG (OPD) pour  
*a. pollinisateurs, b. auxiliaires*

### Bandes fleuries in-crop:

- ✓ Favorise parasitoïdes et pollinisateurs
- ✓ Limitation des pathogènes et ravageurs
- ✓ Concurrence les adventices

Tschumi et al. (2016), Luka et al. (2016), Agridea (2015a), Agridea (2017), Agridea (2018)

Araignées, Carabes, Chrysopes, Coccinelles, Staphylins, Cantharides, Syrphes, Punaises prédatrices, Hyménoptères parasitoïdes

Agridea (2015a)



# Bandes fleuries et effet sur les criocères

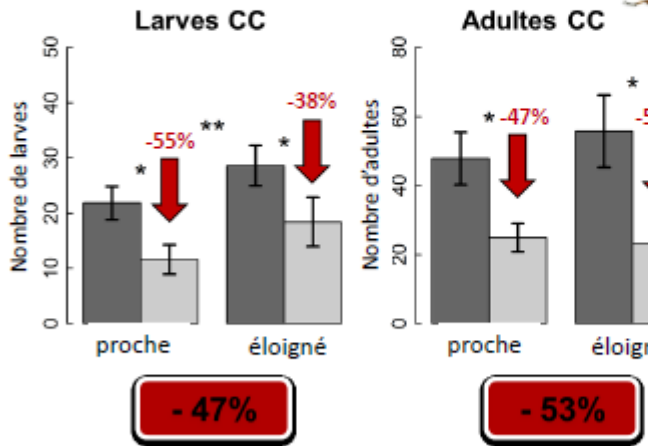


Foto: Helge May [www.nabu.de](http://www.nabu.de)

## Résultats

### 1. Contrôle du nombre d'individus (CC) et dommages aux feuilles

- Parcelle sans bande fleurie
- Parcelle avec bande fleurie



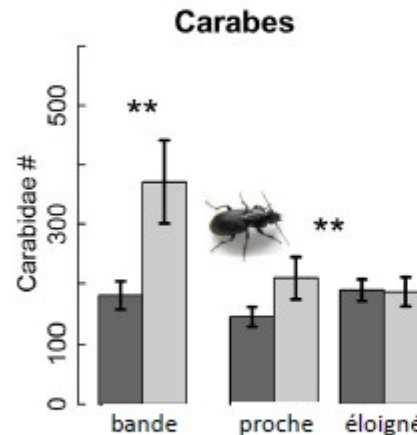
➔ Réduction importante des infestations et des dommages des criocères des céréales dans les parcelles avec bande fleurie

Tschumi et al. (2015, 2016)

Conférence Biodiversité fonctionnelle, Marcellin, 22 novembre 2016  
S. Breitenmoser et al.

### 2. Contrôle du nombre de Carabes (auxiliaire)

- Parcelle sans bande fleurie
- Parcelle avec bande fleurie



➔ Forte augmentation des auxiliaires dans les bandes fleuries; identification d'importants auxiliaires dans la parcelle



# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

## 2c. Couverts végétaux, engrais verts, cultures associées



Photo: Lucie Büchi © Agroscope

Carabes,  
Chrysopes,  
Coccinelles  
(Hippodamia),  
Syrphes

Favorisent parasitoïdes et pollinisateurs

✓ Offre tard dans la saison : site relais durant l'été-automne

Intérêts agronomiques

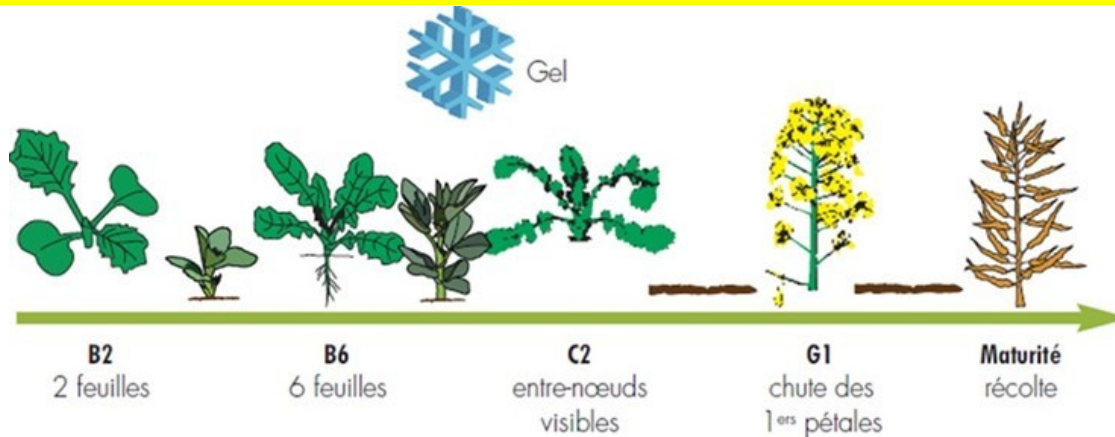
✓ Limite l'érosion

✓ Eléments nutritifs

✓ Conservation des sols

✓ Concurrence les adventices

**Colza associé:** colza d'hiver + légumineuses gélives au semis → concurrence les adventices en automne sans péjorer le colza en automne ou au printemps → **but: renoncer aux herbicides**



Justes et al. (2012), Büchi et al. (2015), Cadoux & Sauzet (2016), Villenave-Chasset (2017),

Cadoux & Sauzet (2016)



# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

## 3. Les petites structures favorisant la biodiversité.

- Tas de branches, de litière
- Pile de bois
- Mur de pierre sèches
- Tas de pierre
- Etang, mare temporaire
- Fossé humide
- Tas de sable, terre
- Buissons isolés indigènes
- Arbre mort sur pied

**Ces aménagements permettent**

- ✓ Refuge
- ✓ Site de ponte, reproduction

**Pour les oiseaux, reptiles, amphibiens, abeilles sauvages, coléoptères**

**→ Combinaisons avec les surfaces de promotion de la biodiversité !**

AGRIDEA (2017)





# Promouvoir les auxiliaires par la gestion de l'habitat

## 4. Les structures d'hivernage



L'hôtel à insectes, les abris pour insectes  
<https://lamaisonnature.ch>



Abri à chrysope et coccinelles  
<https://www.biogarten.ch>

Ces aménagements permettent aux insectes de passer l'hiver  
✓ Aide supplémentaire aux structures naturelles présentes

- Les boîtes d'hivernage pour chrysope, coccinelles
- Les hôtels à insectes

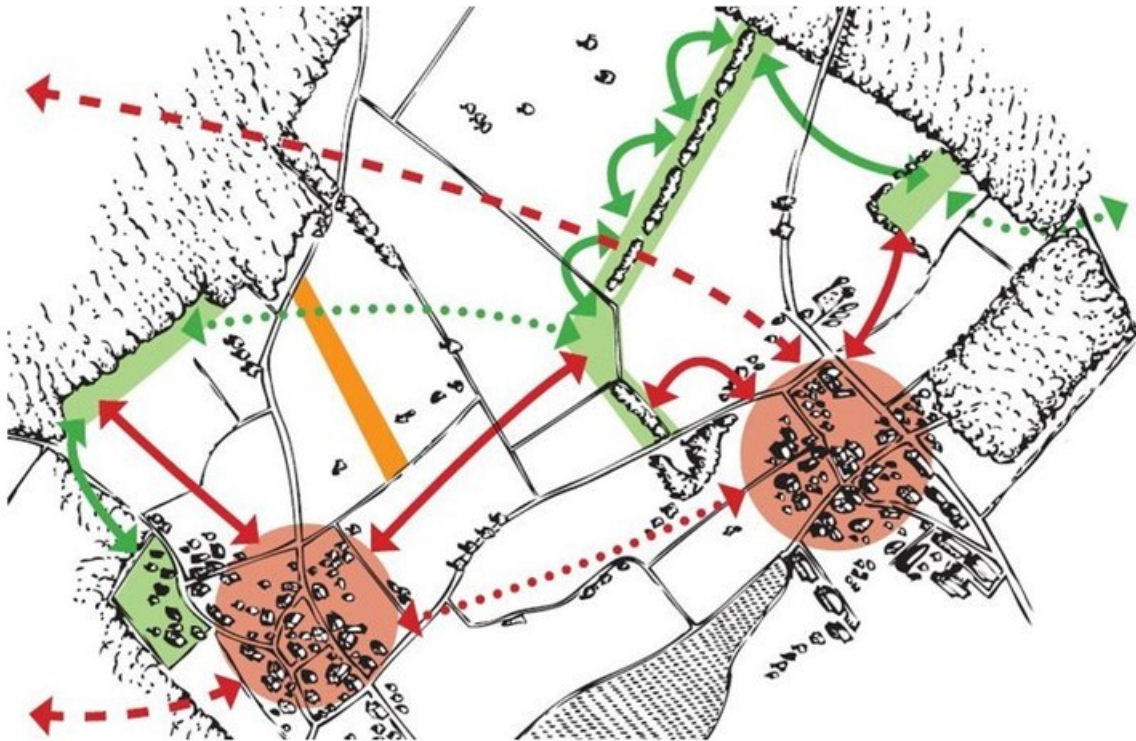




# Promouvoir les auxiliaires par la diversité des habitats

## Relier régionalement

Projet de Réseau écologique selon l'OPD



- ✓ Promotion de la biodiversité
- ✓ Choix judicieux des emplacements
- ✓ Amélioration qualitative
- ✓ Augmentation quantitative des structures
- ✓ Mesures ciblées
- ✓ Liaison des populations
- ✓ Echange génétique

Agridea (2009), Agridea (2018)

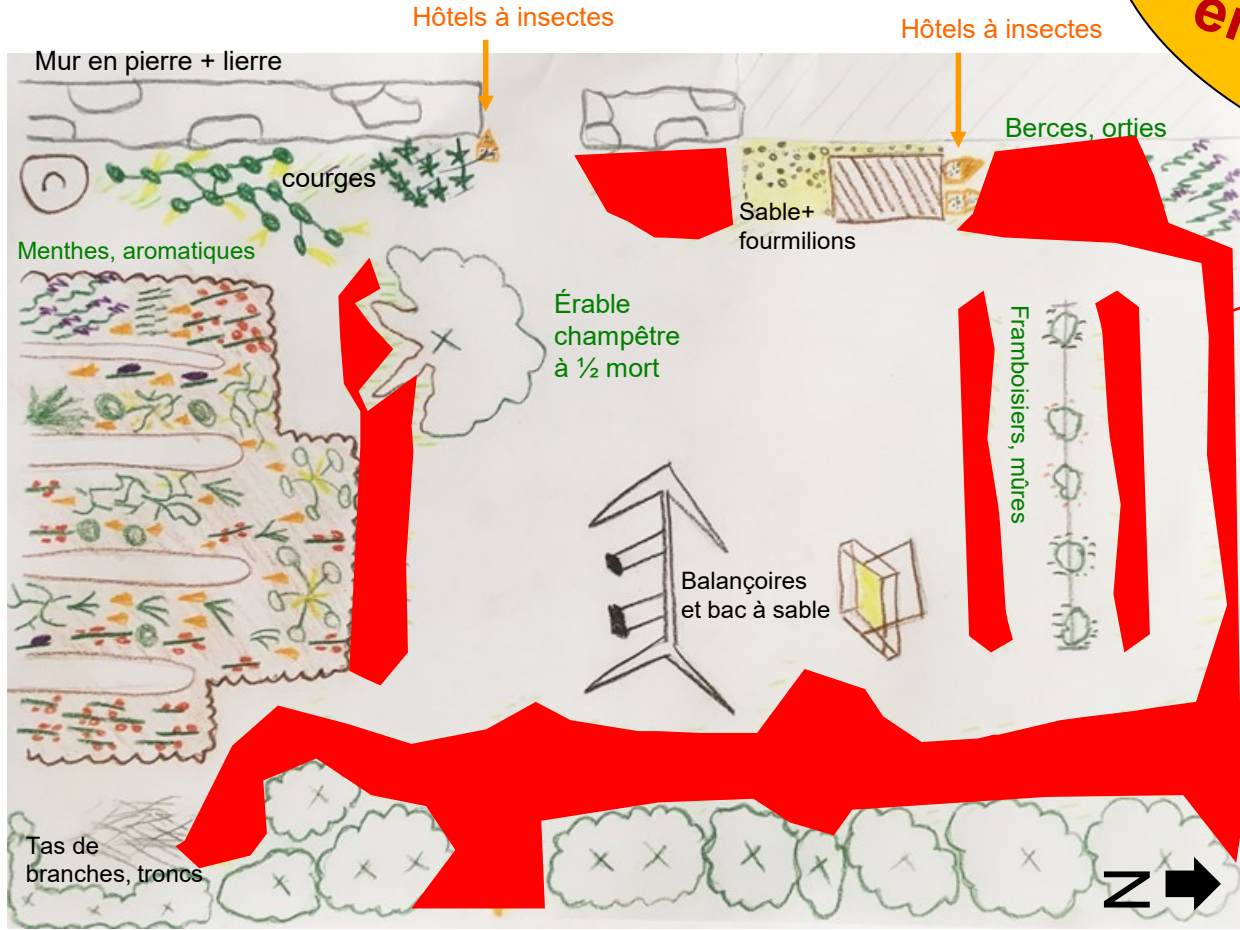


# Promouvoir les auxiliaires par la diversité des habitats localement

**A l'échelle de son jardin et entre voisins !**

compost

**Potager** (tomates, carottes, poivrons, courgettes, concombres, aubergines, céleri,...)



**Bandes extensives non fauchée**

- ✓ Diversification des structures
- ✓ Gestion extensive d'une partie de l'herbe
- ✓ Potager sans pesticides
- ✓ Flore diversifiée dans le temps et l'espace pour les auxiliaires et abeilles sauvages

Arbustes indigènes diversifiés (sureau, épine noire, viornes obier, cornouiller, érable champêtre, noisetier)

# La biodiversité fonctionnelle c'est aussi... La gestion des milieux

Le type de machine et d'entretien jouent un rôle clé...



AGRIDEA (2011)





# La biodiversité fonctionnelle

c'est aussi...

## La gestion des milieux

Le type de machine et d'entretien jouent un rôle clé...

- L'abandon du conditionneur
- La hauteur de la barre de coupe : 10-12 cm
- Le sens de la fauche (en repoussant les insectes vers l'extérieur et non l'intérieur)
- Le maintien de refuges non fauchés, même de 10%

... permettent de ménager, limiter les dégâts occasionnés aux insectes dans les prairies et ainsi de préserver les effectifs (biomasse) et la diversité des espèces.

Humbert et al. (2009), Humbert et al. (2010a), Humbert et al. (2010b), Humbert et al. (2010c), AGRIDEA (2011), Humbert et al. (2012).

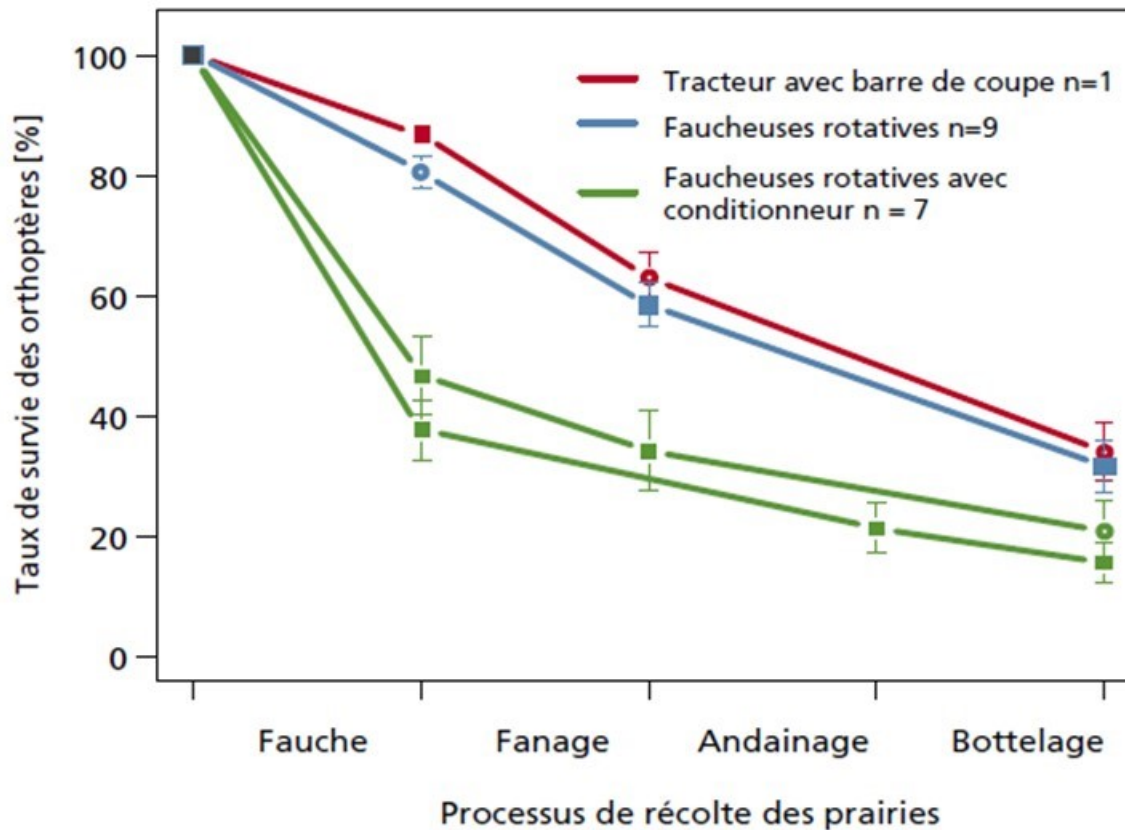


# La biodiversité fonctionnelle

c'est aussi...

La gestion des milieux

Le type de machine et le processus de récolte



Humbert et al. (2009),  
Humbert et al.  
(2010a), Humbert et  
al. (2010b), Humbert  
et al. (2010c),  
Humbert et al. (2012).



# La biodiversité fonctionnelle

## c'est aussi...

## La gestion des milieux

### L'effet du conditionneur

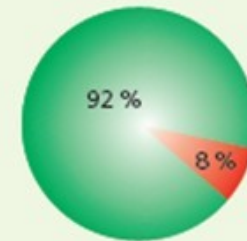
Fauche suivie d'un pressage et de l'éclatement du fourrage qui permet d'accélérer le séchage

L'effet négatif de mortalité dû au conditionneur est valable pour les autres invertébrés se trouvant dans la prairie (Orthoptères, etc.)

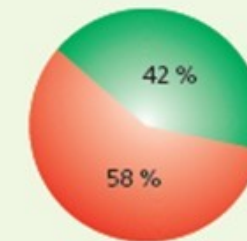
Humbert et al. (2009), Humbert et al. (2010a), Humbert et al. (2010b), Humbert et al. (2010c), Agridea (2011), Humbert et al. (2012).

### Effet du conditionneur sur les abeilles lors de la fauche

sans conditionneur



avec conditionneur



■ capables de voler ■ incapables ou mortes

AGRIDEA (2011)





# La biodiversité fonctionnelle c'est aussi...

## La gestion des milieux

Le broyeur à fléaux – épareuse –  
difficilement compatible avec la  
diversité → à proscrire !

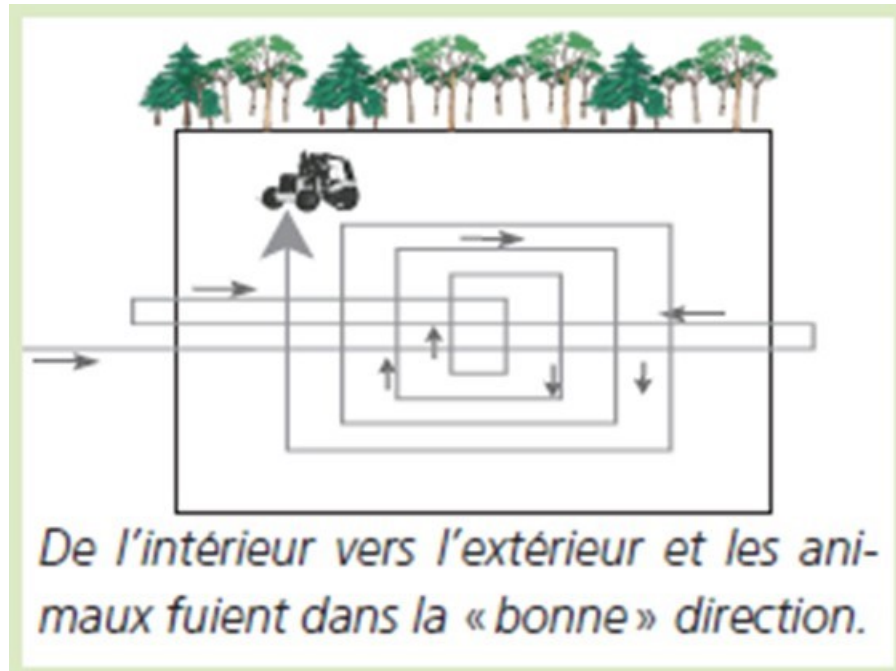


*Le broyeur à fléaux est difficilement compatible avec une grande diversité des espèces.*

AGRIDEA (2011). Photo Agroscope Tänikon

# La biodiversité fonctionnelle c'est aussi... **La gestion des milieux**

Le sens de la fauche (en repoussant les insectes vers l'extérieur et non l'intérieur)



AGRIDEA (2011)

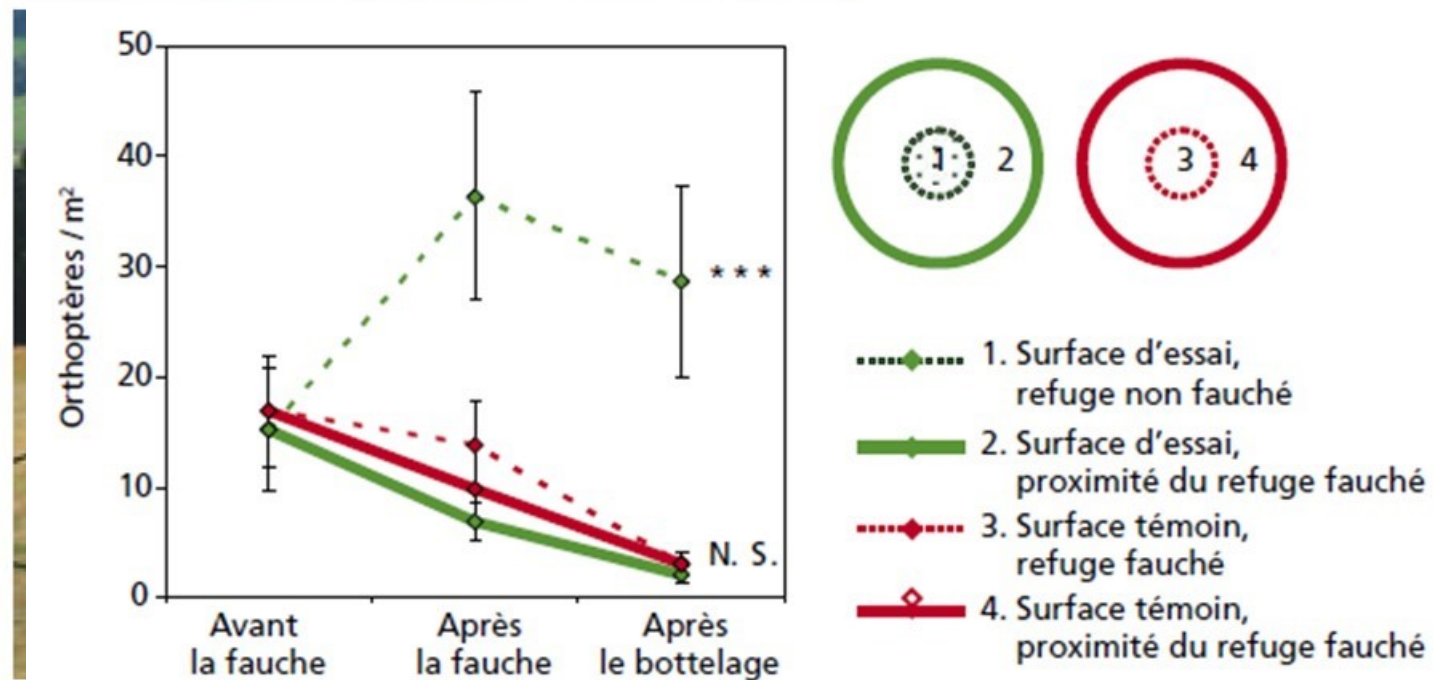


# La biodiversité fonctionnelle

## c'est aussi...

## La gestion des milieux

Fig. 11: «Expérience des refuges» Cercle vert, surface d'essai avec refuge au centre et cercle orange, surface témoin.



Humbert et al. (2010a), Humbert et al. (2010b), Humbert et al. (2010c)





# La biodiversité fonctionnelle

## c'est aussi...

## La gestion des milieux

Entretien  
des lisières  
et haies :  
étagées !



**Ces lisières sont de**

- ✓ Haute richesse !
- ✓ Milieu de transitions
- ✓ Soleil présent
- ✓ multiples essences, strates vég. et fleurs
- ✓ Sources de nourriture et de proies
- ✓ Refuge
- ✓ Site de ponte, reproduction
- ✓ Couloir

Illustration 5, brochure La lisière LSPN 14, Rey (2008)

# Programmes : p. ex. “mode Extenso”

Programme Extenso en Suisse «Ordonnance sur les paiements directs (OPD, RS 910.13)»

Contribution de CHF 400,-/ha/an

Culture sans insecticides, fongicides ni régulateurs de croissance par pulvérisation en grandes cultures:

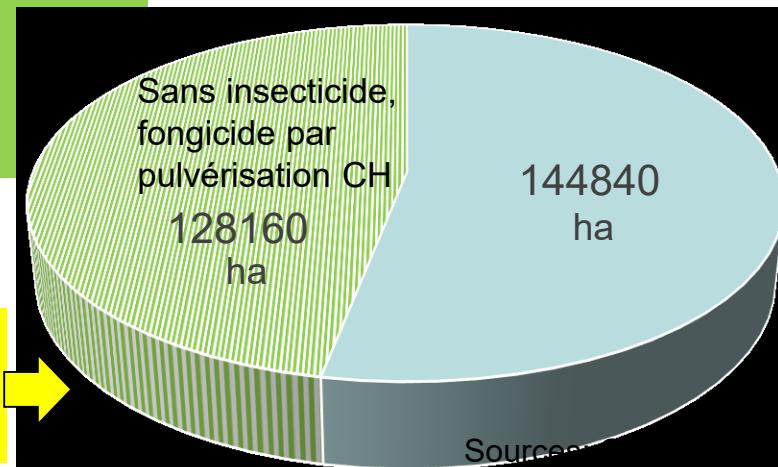
Culture & surface en 2017

- Céréales 130'000 ha (48% surface Extenso)
- Colza 21'000 ha (15%)
- Tournesol 5'000 ha (82%)
- Pois protéagineux 4'000 ha (70%)
- Féverole 1'000 ha (71%)

**Maïs**

(ensilage + grain)  
Pas d'insecticides ni de fongicides par pulvérisation en CH  
55'000 ha

Terre ouverte  
CH: 273'000 ha



Attention les **enrobages de semences** ne sont pas pris en compte:

- *Insecticides* : betteraves, (céréales).
- *Fongicides* : betteraves, céréales, pommes de terre, maïs, colza, tournesol, pois protéagineux, féverole, lin, lupin,



Sources

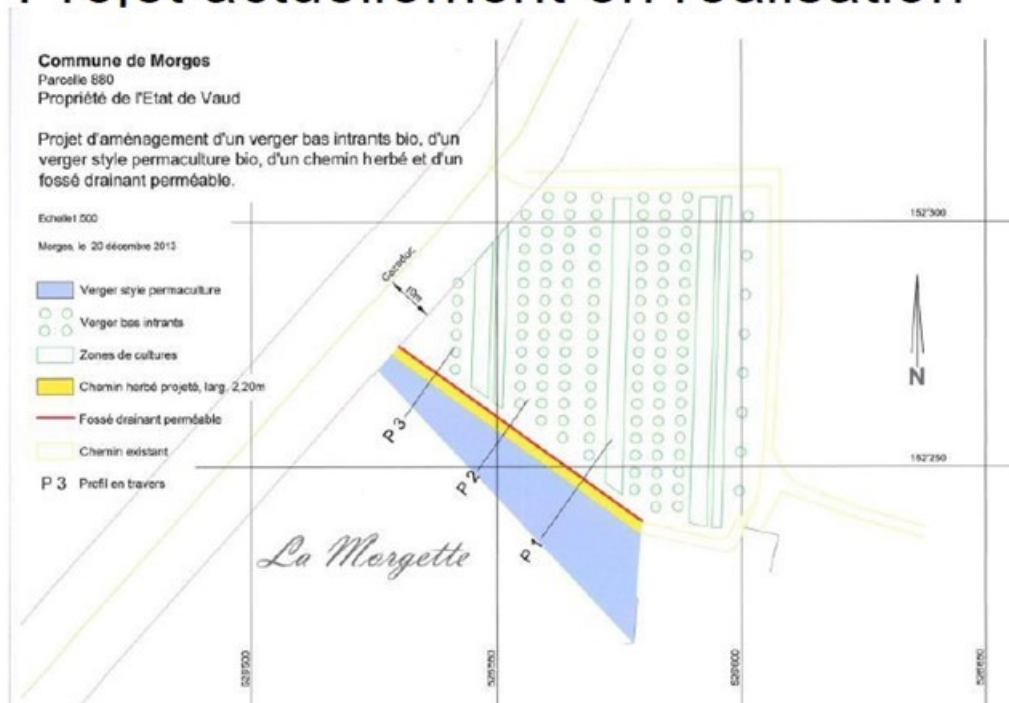


# BIODIVERGER

Est-il possible de concevoir, créer et conduire un système « BIODI-VERGER » avec des résultats écologiquement supérieurs et économiquement viable ?



## Projet actuellement en réalisation



- ✓ Diversité d'essences, de variétés, de structures semi-naturelles, de cultures et de gestion
- ✓ Expérimentation qui servira de référence pour étendre des techniques aux producteurs





# AgriPoll



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR  
Office fédéral de l'agriculture OFAG

Case Postale 65  
2852 Courtételle  
T 41 32 420 74 20  
F 41 32 420 74 21  
info@frij.ch  
www.frij.ch

Fondation  
Rurale  
Interjurassienne  
COURTEMELON LOVERESSE



ProConseil

JURA CH  
RÉPUBLIQUE ET CANTON DU JURA



Kanton Bern  
Canton de Berne

## Projet Agriculture et pollinisateurs

art. 77a et 77b de la Loi fédérale sur l'Agriculture (LAgr), dans "l'Utilisation durable des ressources naturelles"

### Objectifs:

- Favoriser les abeilles mellifères et sauvages dans les milieux agricoles
- Renforcer la communication entre agriculteurs et apiculteurs

	N°	Mesures du projet	Description	Indemnité [CHF/an]	Codes Acorda
Ressources en nourriture pour les insectes pollinisateurs	1	Semis de légumineuses fourragères sous couvert de la culture principale	Semis d'une légumineuse (luzerne, luzerne lupuline, trèfle blanc/violet/hybride, sainfoin, mélilot, lotier corniculé) en sous-semis dans la céréale en place. Les cultures concernées sont blé, orge, triticale, seigle, amidonnier/engrain, épeautre, avoine, céréales ensilées. La légumineuse reste en place après la récolte de la culture principale.	400.-/ha	9421
	2	Ressources florales pour les pollinisateurs dans les prairies temporaires	Dans les prairies temporaires uniquement avec minimum 15% de trèfle ou luzerne, laisser 10% sur pied pour les 2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> coupes. Ces 10% restent en place jusqu'à la coupe suivante. La zone non fauchée change à chaque coupe.	350.-/ha	9422
	3	Fauche retardée des prairies temporaires	Dans les prairies temporaires avec minimum 15% de trèfle ou luzerne, la fauche est retardée sur une des coupes réalisées entre le 1 <sup>er</sup> juin et le 31 août. La fauche est possible dès les premières fleurs de légumineuses fanées.	160.-/ha	9423
Pratiques agricoles respectueuses des insectes pollinisateurs	4a	Renoncer à l'usage des néonicotinoïdes en traitement de semences	Renoncer à l'usage des néonicotinoïdes en traitement de semences pour l'orge d'automne.	100.-/ha pour orge d'automne	9424
	4b		Renoncer à l'usage des néonicotinoïdes en traitement de semences pour la betterave et pour l'orge d'automne.	650.-/ha pour betterave 100.-/ha pour l'orge d'automne	9425
	5a	Renoncer aux insecticides sur les cultures fleuries de l'exploitation	Renoncer à l'utilisation d'insecticides en pulvérisation sur les cultures fleuries, sur la pomme de terre et le tabac.	200.-/ha pour les cultures fleuries sauf tabac et pomme de terre	9426
	5b			500.-/ha pour la pomme de terre et l'ensemble des cultures fleuries (200.-/ha)	9427
	5c			750.- pour le tabac et l'ensemble des surfaces en pomme de terre (500.-/ha) et en cultures fleuries (200.-/ha)	9428
6	Fauche sans éclateur sur les prairies	Renoncer à l'utilisation de l'éclateur/conditionneur pour la fauche des prairies pour toutes les coupes afin de limiter la mortalité des insectes pollinisateurs.	200.-/ha	9429	
Création d'habitats pour les insectes pollinisateurs	7	Mise à disposition et entretien d'un ou plusieurs emplacement(s) pour un rucher à l'année	Création d'un emplacement propice à l'accueil d'un rucher dans la SAU	250.- / emplacement max 1'000.-/exploitation sur les 6 ans	9430 occupé 9431 libre
	8	Création et entretien de zones de sol ouvert dans les vignobles présentant une haute biodiversité naturelle	Dans les vignobles avec la qualité 2 SPB, création et entretien de zones de sol ouvert pour faciliter la nidification de abeilles sauvages. Ouverture du sol par binage, griffage ou sarclage. Possibilité d'utiliser un tas de sable.	25.-/zone/an	9432
	9	Mise en place et entretien de structures de nidification pour abeilles sauvages	Création et entretien de structures de nidification pour les abeilles sauvages. Nombre de structures minimum selon la taille de l'exploitation.	30.-/structure/an	9433



# Les Réseaux écologique

Promouvoir la biodiversité par la mise en réseau de surfaces de promotion de la biodiversité (SPB) en zone agricole

- **Connexion**
- **Qualité des SPB** (diversité flore & faune)
- **Gestion** (fauche retardée, zones refuges, sans éclateurs)



Conférence Biodiversité fonctionnelle, Marcelin, 22 novembre 2018  
S. Breitenmoser et al.



# La biodiversité fonctionnelle c'est donc...

Une interaction gigantesque d'organismes dans le temps et l'espace  
Tout organisme à un rôle dans l'écosystème.

Plus ce dernier est modifié, uniformisé, perturbé, plus les  
dérèglements sont grands !







# Conclusions

Dans la biodiversité tout est fonctionnel ! Enlever un ou des organismes bouleversent tout le reste (effet domino inverse)

Le fonctionnement d'un écosystème a besoin d'un degré minimum de diversité pour assurer sa résistance (et sa résilience) face aux perturbations. Les monocultures sont de ce point de vue sensibles aux organismes déprédateurs (Brustel 2004). → écosystèmes diversifiés – problèmes atténués.

Pour favoriser les auxiliaires ou les pollinisateurs ainsi que la diversité en général, il faut réfléchir à offrir de nombreuses combinaisons d'aménagement et d'entretiens dans l'espace et dans le temps !

La nature ne répond pas toujours et où on l'attend, car l'écosystème est influencé par de très nombreux facteurs, il faut également être patient et travailler, penser à long terme.

Dans un contexte de préservation des ressources naturelles et de l'environnement avec une réduction des pesticides, tout en ayant des producteurs tributaires de la pression des prix du marché et l'exigence de la qualité des aliments par les consommateurs, sans oublier l'apparition de nouveaux nuisibles exotiques, le changement climatique (modifications des cycles biologiques des ravageurs),  
→ les auxiliaires et les pollinisateurs sont des maillons essentiels !



# Remerciements

Tous les collègues actifs ou retraités à Agroscope, OFAG, Services cantonaux d'Agriculture et phytosanitaires

Tous les entomologistes que j'ai la chance de côtoyer régulièrement

L'institut de recherche en agriculture biologique FiBL et la Direction générale de l'agriculture et de la viticulture VD et l'institut de recherche en agriculture biologique FiBL, resp. Flore Lebleu et Pascal Mayor



# Littérature I

- AGRIDEA 2009. Les réseaux écologiques. Une ordonnance pour promouvoir les réseaux écologiques. AGRIDEA, Lausanne, 2e édition mise à jour. 8 p.
- AGRIDEA 2011. Technique de récolte des prairies et diversité des espèces. AGRIDEA, Lindau, Lausanne. 2<sup>ème</sup> édition. 8 p.
- AGRIDEA 2015a. Bandes fleuries pour les pollinisateurs et les autres organismes utiles. AGRIDEA, Lausanne, 4 p.
- AGRIDEA 2015b. Enherbement direct de prairies riches en espèces dans l'agriculture. AGRIDEA, Lausanne, 15 p.
- AGRIDEA 2016. Seuils d'intervention contre les organismes nuisibles en grandes cultures (PER). Groupe de travail pour les seuils d'intervention en grandes cultures (AG BKSF). Stations phytosanitaires cantonales, HAFL, Agroscope, AGRIDEA. Fiche 1.33. 8 p.
- AGRIDEA 2017. Structures favorisant la biodiversité dans l'agriculture. Vue d'ensemble des éléments de structures selon l'Ordonnance sur les paiements directs. Agridea, Lausanne, édition 2017. 12 p.
- AGRIDEA 2018. Promotion de la biodiversité dans l'exploitation agricole. Exigences de base et niveaux de qualité, conditions, charges, contributions. Agridea, lausanne, édition 2018. 20 p.
- Allenspach V. & Wittmer W., 1979. Coleoptera Cantharoidea, Cleroidea. Lymexylonoidea. Insecta Helvetica catalogus, Band 4. Schweizerischen entomologischen Gesellschaft, 139 p.
- Angers V.-A. 2009. L'enjeu écologique du bois mort – Complément au Guide pour la description des principaux enjeux écologiques dans les plans régionaux de développement intégré des ressources et du territoire, Québec, pour le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts, 45 p.
- Balachowsky A. S. 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome I Coléoptères, Premier Volume. Masson et Cie Editeurs, Paris. 564 pp.
- Bertossa M. 2013. Der Maiswurzelbohrer in der Schweiz ein Fruchtfolgeschädling? Jahrestagung 2013, SGP-SGPW. Präsentation
- Bohnenstengel T., Krättli H., Obrist M.K., Bontadina F., Jaberger C., Ruedi M., Moeschler P. 2014: Liste rouge Chauves-souris. Espèces menacées en Suisse, état 2011. Office fédéral de l'environnement, Berne; Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel; Centres suisses de coordination pour l'étude et la protection des chauves-souris, Genève et Zurich; Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, Birmensdorf. L'environnement pratique n°1412: 95 p.
- Bohren C., Dubuis P.-H. , Kuske S., Linder C. et Naef A. 2016. Index phytosanitaire pour la viticulture «Guide Viti» 2016. Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 48 (1).
- Breitenmoser S., Fossati D., Pittet M., Hiltbrunner J., Anders M., Defert T., Hofmann S., Delay O. 2013. Cécidomyie orangée du blé. Agroscope. Poster.
- Breitenmoser S., 2017. Les chênes séculaires de Duillier (VD) : un sanctuaire pour des Coléoptères saproxyliques exceptionnels. Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles, 96 : 49-76.
- Brustel H. 2004. Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises. Les dossiers forestiers n°13. Office national des forêts. 301 p.
- Büchi L., Gebhard C.-A., Liebisch F., Sinaj S., Ramseier H., Charles R. 2015. Accumulation of biologically fixed nitrogen by legumes cultivated as cover crops in Switzerland. Plant and Soil, online 23:1-13.
- Cadoux S. & Sauzet G. 2016. Colza associé à un couvert de légumineuses gélives. Les points techniques de Terres Inovia. Editions Terres Inovia, Thiverval-Grignon. 30 p.
- Carson R., Darling L., & Darling L. 1962. Silent spring. Boston, Houghton Mifflin. 368 p.
- Catry B. 2010. Viti 2015 – Stratégie Vitivinicole valaisanne à l'horizon 2015. Partie III. Université de Lausanne et HEC Lausanne. 75 p.
- <https://www.vs.ch/documents/180911/221146/Executive+Summary+VITI+2015+Final+%28nur+auf+franz%C3%B6sisch%29.pdf/0ba8efdb-260a-4c8d-9332-731c3857bb04>



# Littérature II

- Charmillot P. J., Pasquier D. & Kehrl P. 2013. Carpopcapse : Lutte par confusion. Agroscope. Présentation. <http://slideplayer.fr/slide/10893193/>
- Comparetti A. 2011. Precision Agriculture: Past, Present and Future. Conference Paper. 16 p.
- Dajoz R. 2007. Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2<sup>e</sup> édition. Editions Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 648 p.
- Derron J., 1984. Seuil de tolérance et techniques intensives. Revue Suisse Agric. 16: 59–63.
- Derron J. & Blandenier G. 2002. Typologie des carabes et des araignées du domaine de Changins. Revue suisse Agric. 34 (4): 177-186.
- Derron J. & Blandenier G. 2006. Evolution des peuplements de carabes et d'araignées dans cinq types d'habitats du domaine de Changins de 1994 à 2001. Revue suisse Agric. 38 (3): 141-149.
- Derron J., Breitenmoser S., Goy G., Grosjean Y. & Pellet D. 2015. Charançon de la tige du colza: effet sur le rendement et seuil d'intervention. Recherche Agronomique Suisse 6 (7-8): 328–335.
- Duelli P. 1994. Liste rouge des espèces animales menacées de Suisse. OFEFP, Berne 95 p.
- Eglin W. 1979. Die Netzflügler der Schweiz und ihre regionale Verteilung (Insecta, Neuropteroidea). Entomologica Basiliensia 4: 491-497.
- Eckard S., Ansari M. A., Bacher S., Butt T. M., Enkerli J. & Grabenweger G. 2014. Virulence of in vivo and in vitro produced conidia of *Metarhizium brunneum* strains for control of wireworms. Crop Protection 64: 137-142
- Gobat J.-M., Aragno M. & Matthey W. 1998. Le sol vivant. Bases de pédologie, Biologie des sols. Collection gérer l'environnement. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne. 519 p.
- Heinrich H. & hergt M. 1993. Atlas de l'écologie. Encyclopédies d'aujourd'hui. La Phototèque. Librairie Générale Française. 284 p.
- Huber C. & Marggi W. 2005. Raumbedeutsamkeit und Schutzverantwortung am Beispiel der Laufkäfer der Schweiz (Coleoptera, Carabidae) mit Ergänzungen zur Roten Liste. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 78: 375–397.
- Humbert J.-Y., Ghazoul J. & Walter T., 2009. Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. Agriculture, Ecosystems and Environment 130: 1-8.
- Humbert J.-Y., Ghazoul J., Sauter G.J. & Walter T., 2010a. Impact of different meadow mowing techniques on field invertebrates. J. Appl. Entomol. 134: 592-599.
- Humbert J.-Y., Ghazoul J., Richner N. & Walter T., 2010b. Hay harvesting causes high orthopteran mortality. Agriculture, Ecosystems and Environment 139: 522–527.
- Humbert J.-Y., Richner N., Sauter G.J., Ghazoul J. & Walter T., 2010c. Graslandernte-Prozesse und ihre Wirkung auf die Fauna. ART Report 724. Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zurich. 12 p.
- Humbert J.-Y., Ghazoul J., Richner N. & Walter T., 2012. Uncut grass refuges mitigate the impact of mechanical meadow harvesting on orthopterans. Biological Conservation 152: 96-101.
- Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournebize J., Savini I., Réchauchère O., 2012a. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services, écosystémiques. Rapport d'étude, INRA (France).
- Kehrl P. & Enz C. 2011. 25 ans de confusion sexuelle en Suisse. Communiqué de presse. Agroscope. <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/23817.pdf>
- Khan Z., Midega C., Pittchar J., Pickett J. 2014. Push–Pull: A Novel IPM Strategy for the Green Revolution. In: Africa. In: Peshin R., Pimentel D. (eds) Integrated Pest Management 333-348. Springer, Dordrecht. DOI 10.1007/978-94-007-7802-3\_13





# Littérature III

- Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B., Zbinden N. 2010: Liste rouge oiseaux nicheurs. Espèces menacées en Suisse, état 2010. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Station ornithologique suisse, Sempach. L'environnement pratique n° 1019. 53 p.
- Linder C., Kehrl P & Viret O. 2016. La Vigne, Ravageurs et auxiliaires. Volume 2. Agroscope, AMTRA, Nyon. 394 p.
- Luka H., Marggi W., Huber C., Gonseth Y. & Nagel, P. 2009a. Carabidae, Ecology - Atlas. Fauna Helvetica 24: 1-677. Marggi, W. & Luka, H. 2001. Laufkäfer der Schweiz – Gesamtliste 2001 (Coleoptera: Carabidae). Checklist 2001, Carabidae of Switzerland. — Opuscula Biogeographica Basiliensia 1, 37 pp.
- Luka H., Nagel P., Feldmann B., Luka A., Gonseth Y. 2009b. Checkliste der Kurzflügelkäfer der Schweiz (Coleoptera: Staphylinidae ohne Pselaphinae). Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 82: 61–100.
- Luka H., Barloggio G. & Pfiffner L. Les bandes fleuries régulent les ravageurs des cultures maraîchères et favorisent la biodiversité. Recherche Agronomique Suisse 7 (6): 268–275.
- Maibach A., Goeldlin de Tiefenau P. & Diricks h. G. 1992. Liste faunistique des Syrphidae de Suisse. Miscellanea Faunistica Helvetica 1. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. 51 p.
- Marggi W. & Luka H. (2001). Laufkäfer der Schweiz – Gesamtliste 2001 (Coleoptera: Carabidae). Checklist 2001, Carabidae of Switzerland. Opuscula Biogeographica Basiliensia 1, 37 pp.
- Maurer R. & Hänggi A. 1990. Katalog der Schweizerischen Spinnen – Catalogue des araignées de Suisse. Documenta Faunistica Helvetica 12. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Neuchâtel. 412 p.
- Merz B., Bächli G., haenni J.-P. & Gonseth Y. (eds). 1998. Diptera-Checklist. Fauna Helvetica, 1. Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Schweizerische Entomologische Gesellschaft, Neuchâtel, 369 pp.
- Monney J.-C., Meyer A. 2005 : Liste Rouge des reptiles menacés en Suisse. Édité. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne, et Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse, Berne. Série OFEFP : L'environnement pratique. 46 p.
- Rey 2008. Création et entretien des lisières. Guide méthodique. Canton de Fribourg Service des Forêts et de la Faune. 16 p.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L. & Höpli. H. U. 2007. SOPRA un outil d'avertissement contre les ravageurs en arboriculture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol. 39 (3): 1-7.
- Sanchez A., Chittaro Y., Monnerat C. & Gonseth Y., 2016. Les Coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse, indicateurs de la qualité de nos forêts et milieux boisés - Bulletin de la Société Entomologique Suisse 89 (3-4) : 261-280.
- Schaub L., Breitenmoser S., Derron J. & Graf B., 2017. Development and validation of a phenological model for the univoltine European corn borer. J. Appl. Entomol. 141 (2017) 421–430. doi:10.1111/jen.12364.
- Schmidt B.R., Zumbach S. 2005 : Liste Rouge des amphibiens menacés en Suisse. Édité. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne, et Centre de coordination pour la protection des amphibiens et des reptiles de Suisse (KARCH), Berne. Série OFEFP : L'environnement pratique. 46 p.
- Tschumi M., Albrecht M., Entling M.H. & Jacot K., 2015. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 282, 1369.
- Tschumi M., Albrecht M., Dubsy V., Herzog F. & Jacot K. 2016. Les bandes fleuries pour auxiliaires limitent les ravageurs dans les grandes cultures. Recherche Agronomique Suisse 7 (6): 260–267.
- Viret O., Dubuis P.-H., Fabre A.-L., Bloesch B., Siegfried W., Naef A., Hubert M., Bleyer G., Kassemeyer H.-H., Breuer M. & Krause R., 2011. [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch): an interactive platform for a better management of grapevine diseases and pests. Bulletin IOBC WPRS 67: 85–91.
- Villeneuve-Chasset J. 2017. Biodiversité fonctionnelle. Protection des cultures et auxiliaires sauvages. Editions France Agricole 148 p.



# Liens utiles

Promotion de la biodiversité dans l'agriculture suisse : <http://www.bff-spb.ch/>

AGRIDEA fiches techniques: <https://www.agridea.ch/publications/publications/>

Agroscope publications: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/publications/recherche-publications.html>

Agroscope compensation écologique: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/environnement-ressources/biodiversite-paysage/compensation-ecologique-fonctions.html>

Agroscope protection des végétaux: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/production-vegetale/protection-vegetaux.html>

Institut de recherche pour l'agriculture biologique (FiBL): <https://www.fibl.org/fr/suisse/site-ch.html>

Office fédéral de l'agriculture (OFAG) : Contributions à la biodiversité

<https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/instrumente/direktzahlungen/biodiversitaetsbeitraege.html>

Mélanges bandes fleuries OFAG :

<https://www.blw.admin.ch/dam/blw/fr/dokumente/Instrumente/Direktzahlungen/Biodiversitaetsbeitraege/Qualitaetsbeitrag/Weitere%20Informationen/bewilligte-saatmischungen-bluehstreifen-2018.pdf.download.pdf/M%C3%A9langes%20de%20semences%20autoris%C3%A9s%20pour%20bandes%20fleuries%202018.pdf>

Ordonnance sur les paiements directs: <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20130216/index.html>

Service d'agriculture du canton de Vaud et contributions écologiques : <https://www.vd.ch/themes/economie/agriculture-et-viticulture/contributions-et-aides-financieres-agricoles>

Projet de Réseau écologique VD : <https://www.vd.ch/themes/economie/agriculture-et-viticulture/contributions-et-aides-financieres-agricoles/reseaux-ecologiques/>

Projet Agriculture et pollinisateurs VD-JU-JB: <https://www.prometerre.ch/prestations/projets-et-acquisitions-de-references/agriculture-et-pollinisateurs> ; <https://www.frij.ch/Conseil/Production-vegetale-/Agriculture-et-pollinisateurs-2>

Office fédéral de l'environnement (OFEV): Biodiversité et agriculture : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/biodiversite/info-specialistes/mesures-de-conservation-de-la-biodiversite/utilisation-durable-de-la-biodiversite/biodiversite-et-agriculture.html>

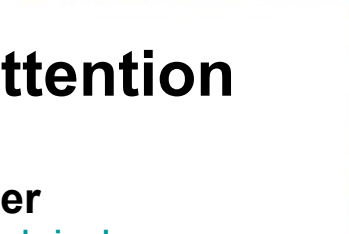
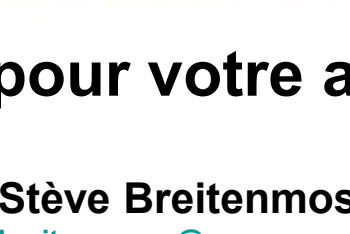
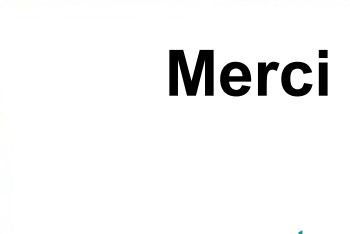
Canton de Fribourg: Création et entretien de lisière étagée:

[https://www.fr.ch/sites/default/files/contens/sff/\\_www/files/pdf23/brochure\\_lisieres\\_20081.pdf](https://www.fr.ch/sites/default/files/contens/sff/_www/files/pdf23/brochure_lisieres_20081.pdf)

Vieux arbres, bois mort et biodiversité: [https://www.wsl.ch/totholz/lebensraum/index\\_FR](https://www.wsl.ch/totholz/lebensraum/index_FR)

Pro natura: abeilles sauvages : <https://www.pronatura.ch/fr/enseignant-e-s-abeilles-sauvages>

Birdlife: Favoriser les abeilles sauvages et les habitats riches en fleurs: <http://www.birdlife.ch/fr/content/favoriser-les-abeilles-sauvages-et-les-habitats-riches-en-fleurs>



**Merci pour votre attention**

**Stève Breitenmoser**

[steve.breitenmoser@agroscope.admin.ch](mailto:steve.breitenmoser@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** une bonne alimentation, un environnement sain

[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

