

# Les haies et les fonctions de régulation écologique dans les paysages agricoles

*Pierre-Antoine Précigout  
ECOScience du vendredi 03 mai 2024*



<https://www.woodlandtrust.org.uk/trees-woods-and-wildlife/habitats/hedgerows/>



# Destruction d'une grande partie des haies au cours du XX<sup>e</sup> siècle



## Une destruction qui se poursuit encore à un rythme soutenu

« La perte annuelle moyenne de 10 400 km/an entre 2006 et 2014 est passée à 23 571 km/an entre 2017 à 2021, malgré une politique de plantation d'environ 3 000 km/an »

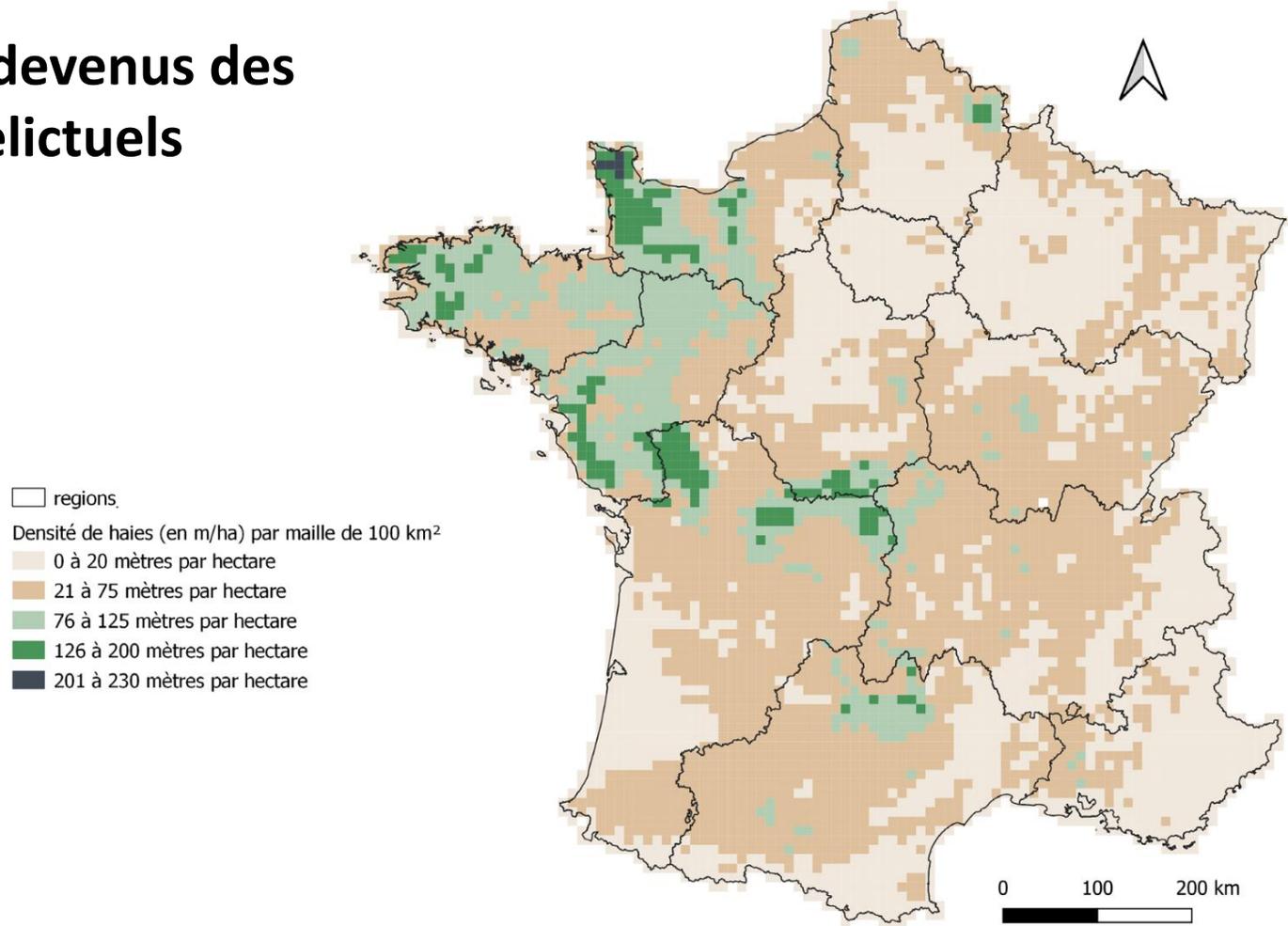


Rapport du CGAAER (Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux), 2023



Densité de haies (en m/ha) par maille de 100 km<sup>2</sup> en France métropolitaine

# Les haies sont devenues des habitats relictuels



Source : ORB 2022 d'après DNSB – IGN 2021





# La haie désormais vue comme une infrastructure agroécologique

## LE RÔLE DES INFRASTRUCTURES AGRO-ÉCOLOGIQUES DANS LE PAYSAGE

**PRÉSERVER LA QUALITÉ DE L'EAU**

**RÉDUIRE LA POLLUTION AGRICOLE**

**LIMITER L'ÉROSION DES SOLS**

**FAVORISER LA POLLINISATION**

Labels in the diagram: Bande enherbée, Muret, Prairie permanente, Haie, Arbre isolé, Ripisylve, Agroforesterie, Talus, Fossé, Mare, Chemin, Bordure de champs, Forêt Bosquet, Connexion écologique.

Inspiré de : kit RURALIS ® du RMT biodiversité et agriculture . Chambres d'agriculture France

<https://www.action-agricole-picarde.com/les-haies-un-enjeu-ecologique-majeur>

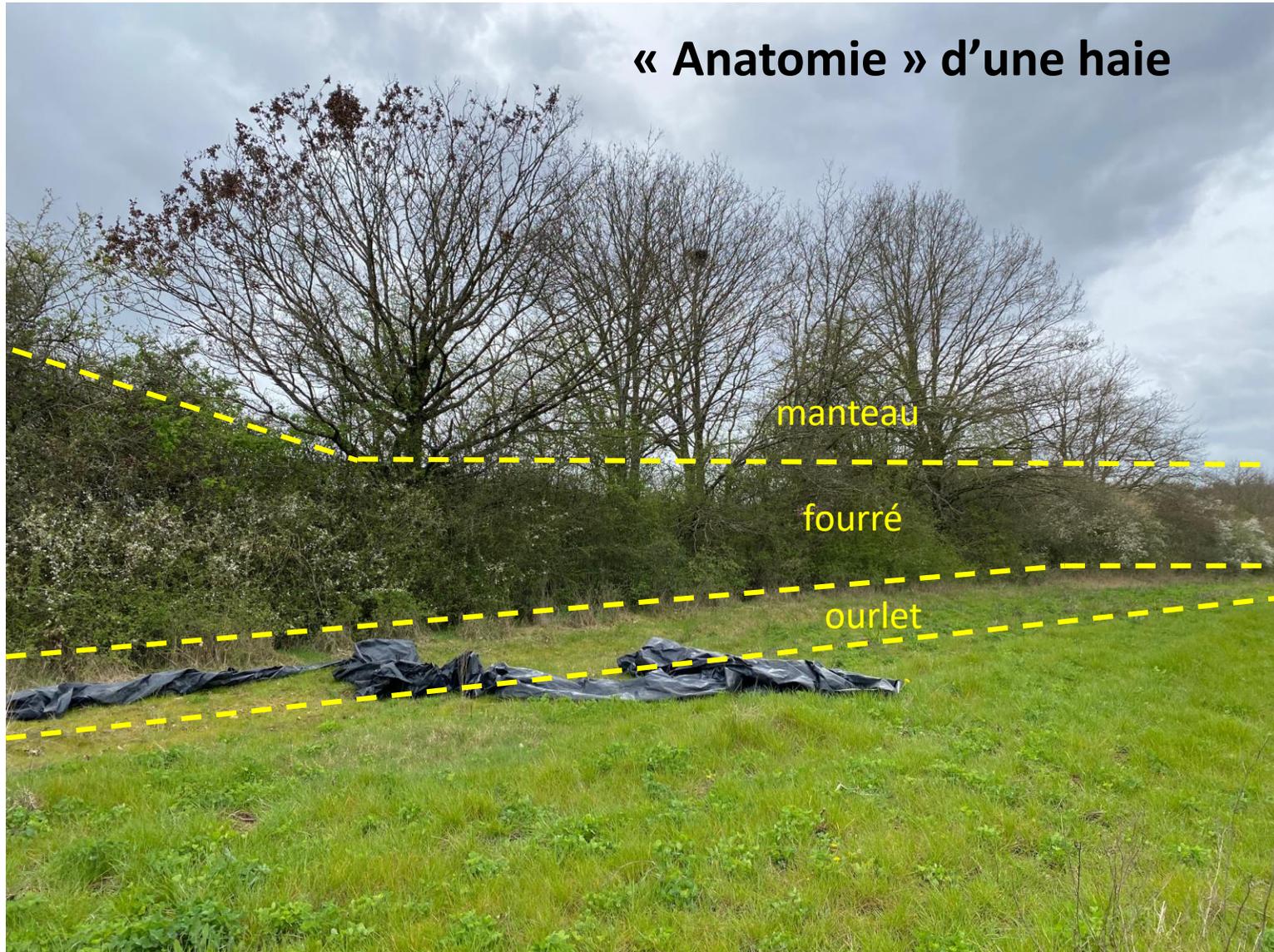
AGRICULTURES & TERRITOIRES  
CHAMBRES D'AGRICULTURE

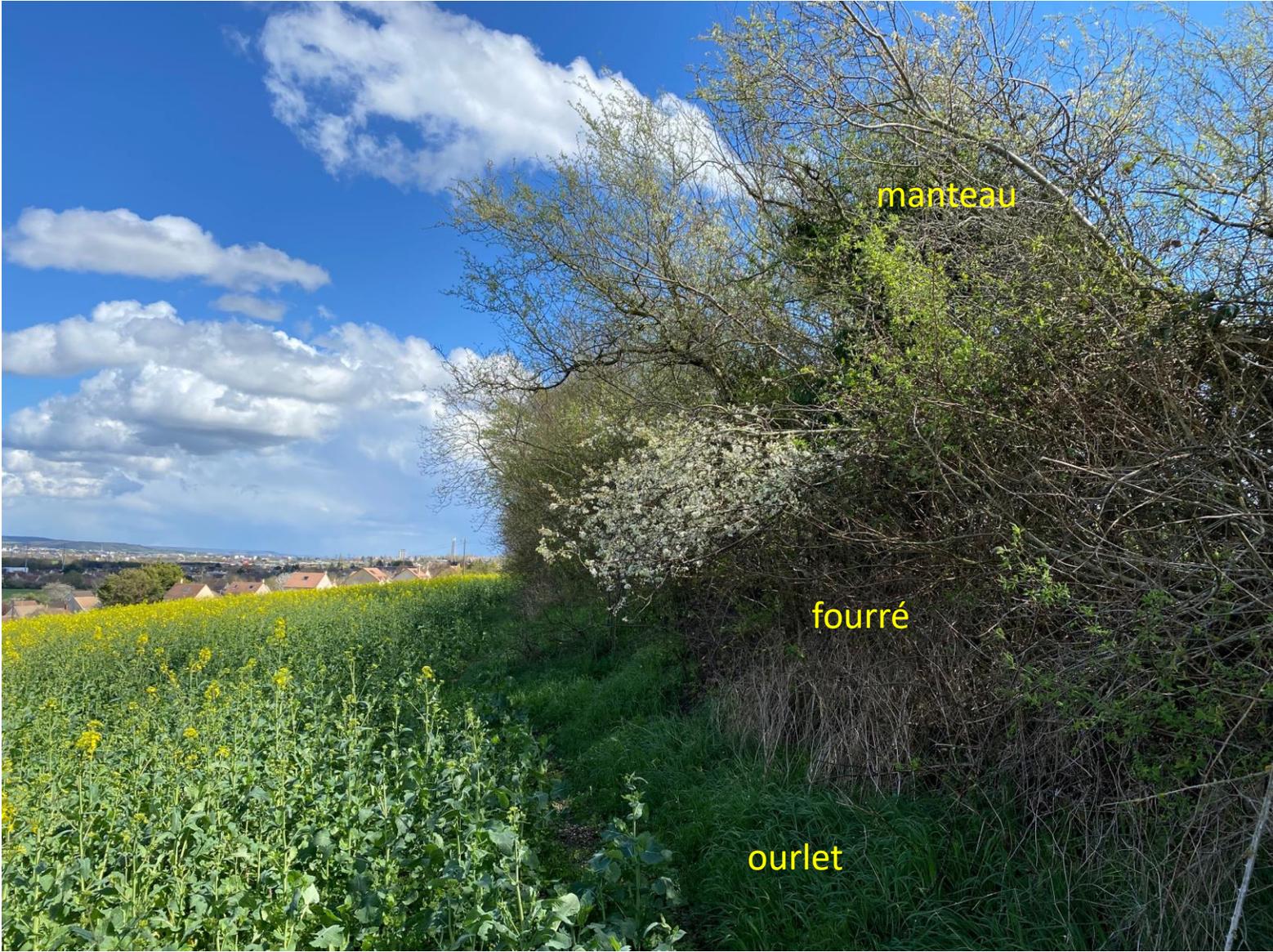


# Zoom sur les fonctions de régulation (pollinisation et régulation biologique) portées par les haies dans les paysages agricoles

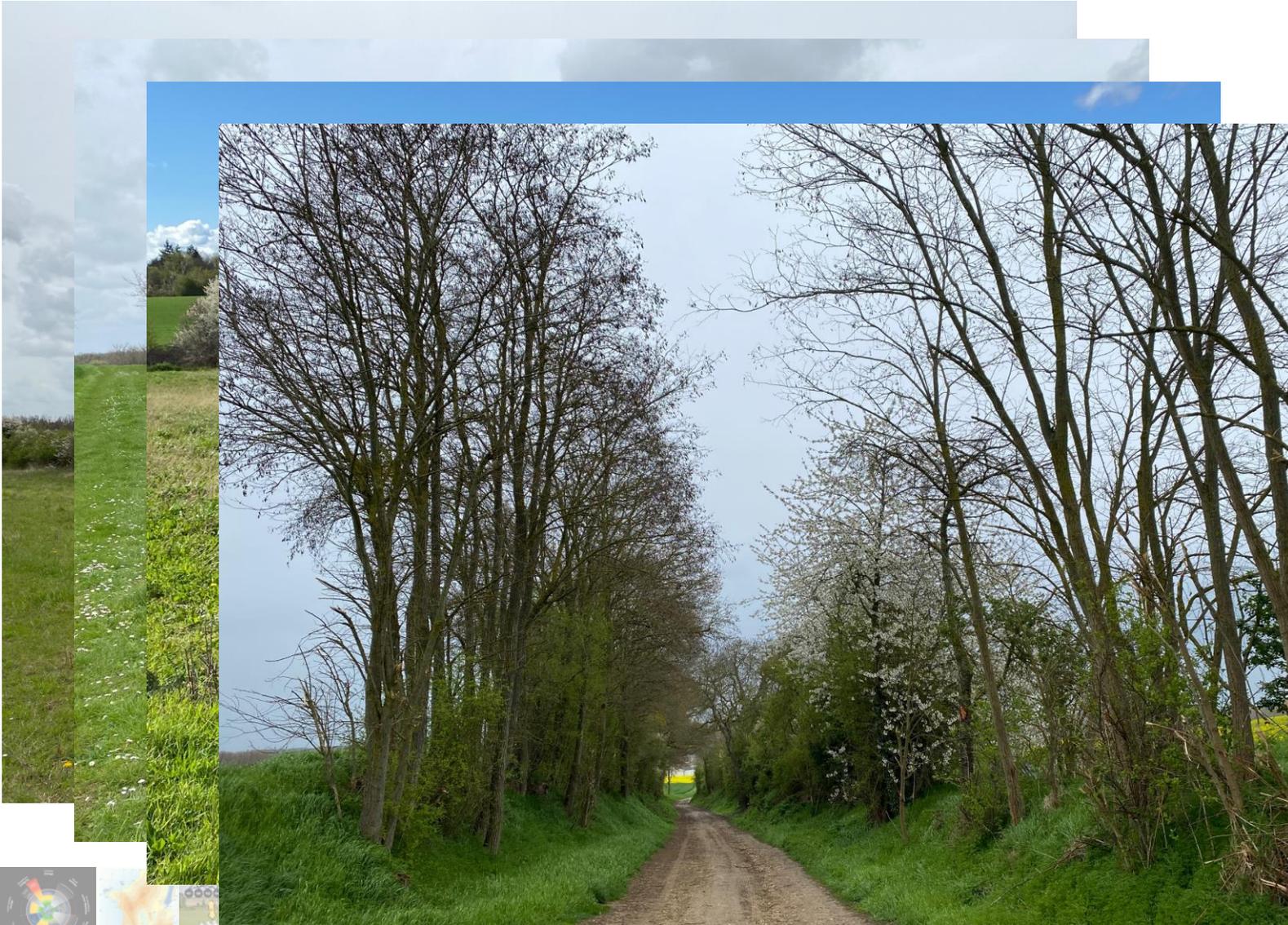
Précigout, P. A., & Robert, C. (2022). Effects of hedgerows on the preservation of spontaneous biodiversity and the promotion of biotic regulation services in agriculture: towards a more constructive relationships between agriculture and biodiversity. *Botany Letters*, 00(00), 1–29.  
<https://doi.org/10.1080/23818107.2022.2053205>

## « Anatomie » d'une haie

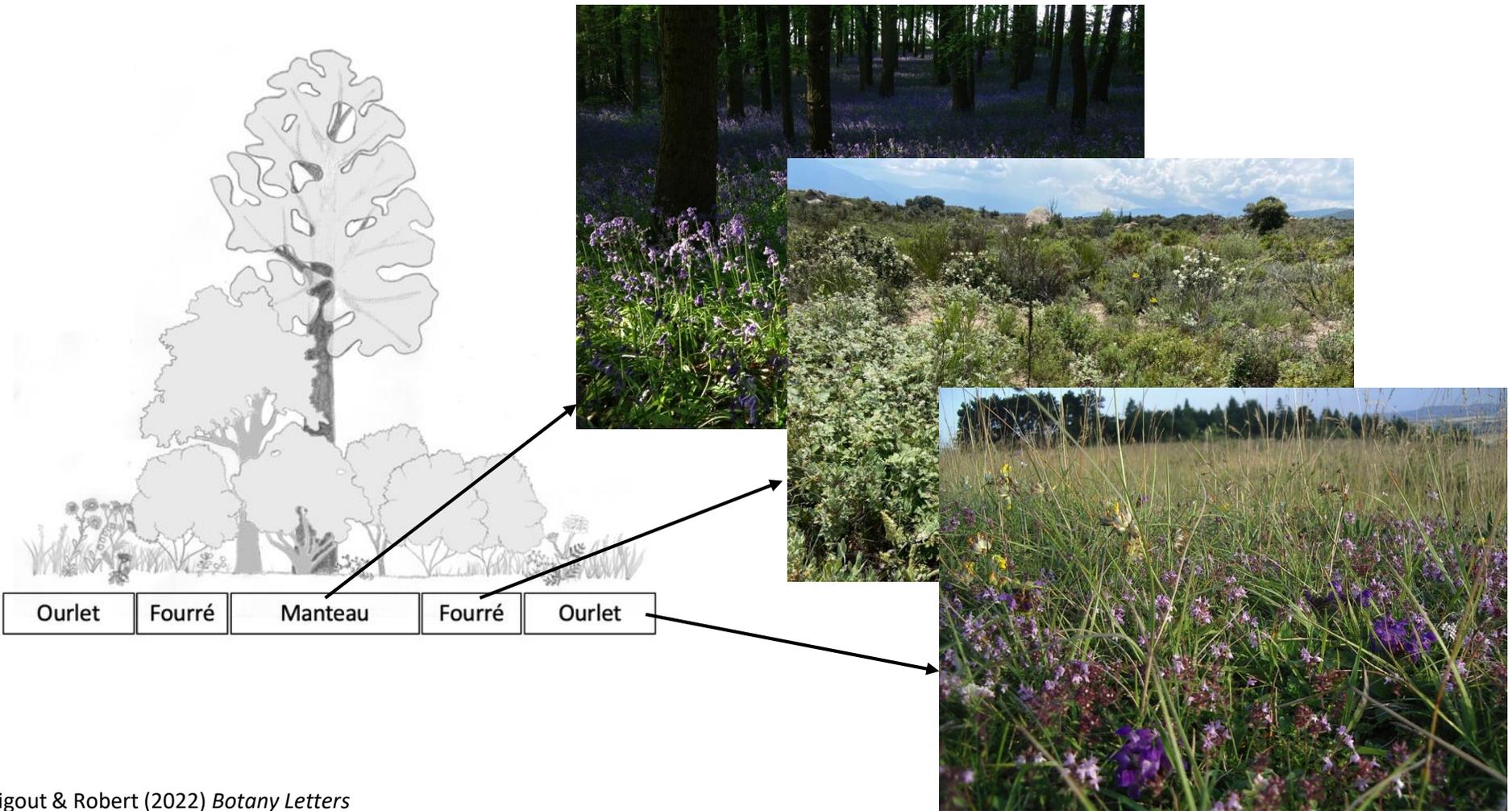




## Il existe une grande variété de « formes » de haies



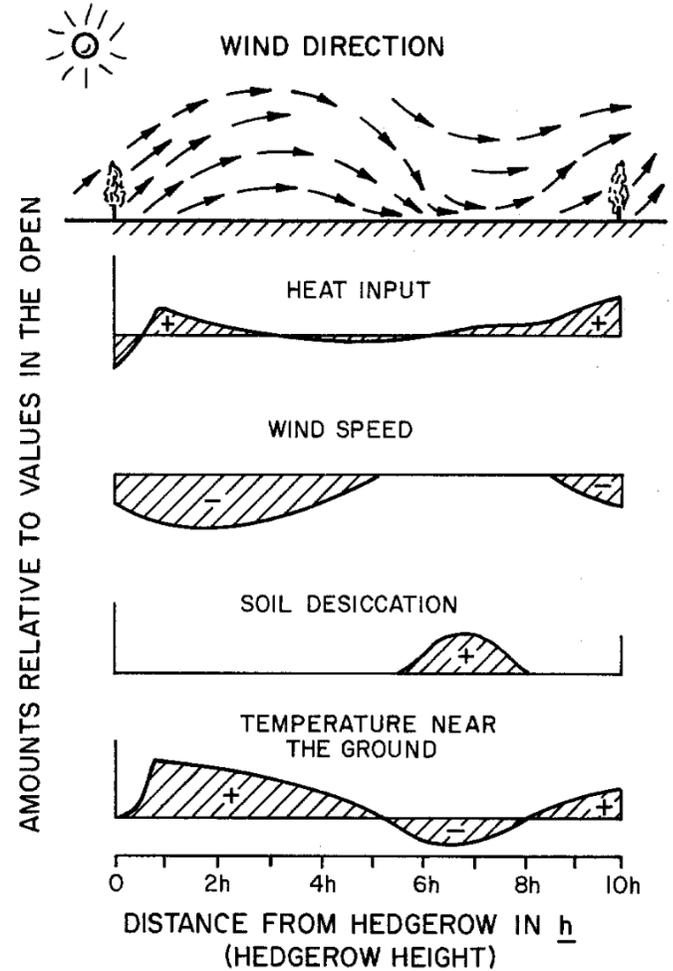
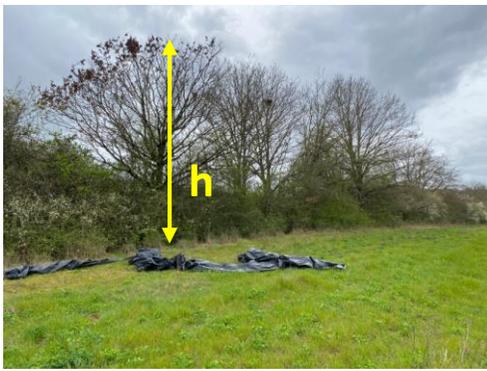
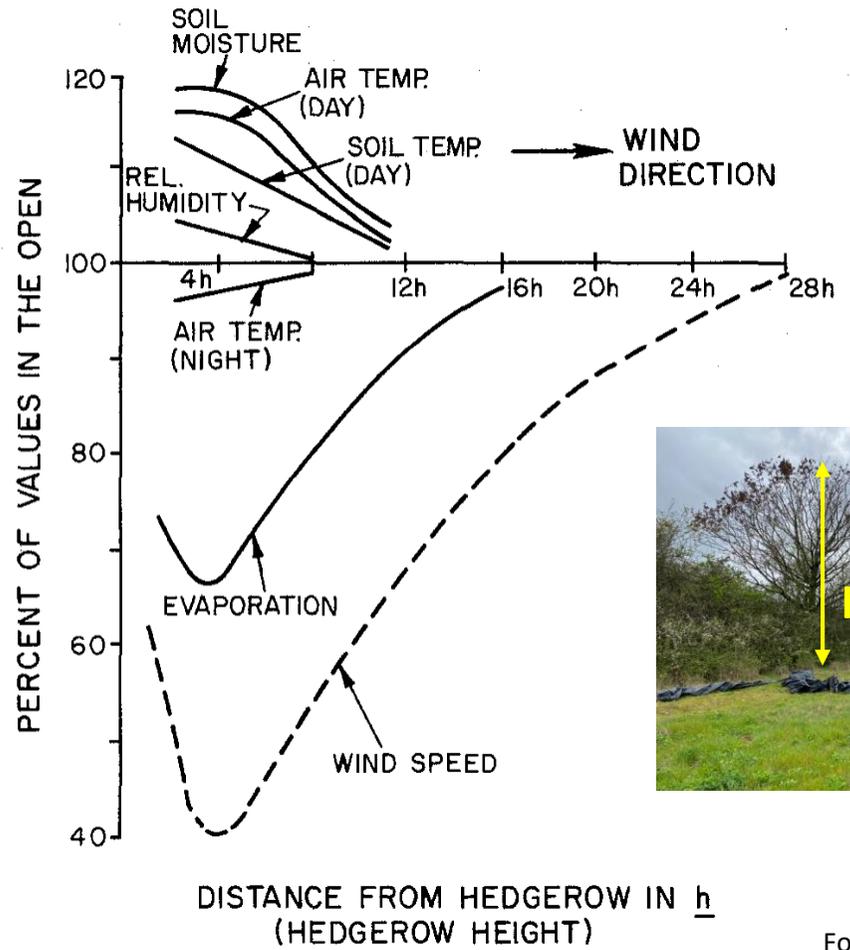
# Les haies sont des écotones (« milieux interfaces »)



Préçigout & Robert (2022) *Botany Letters*



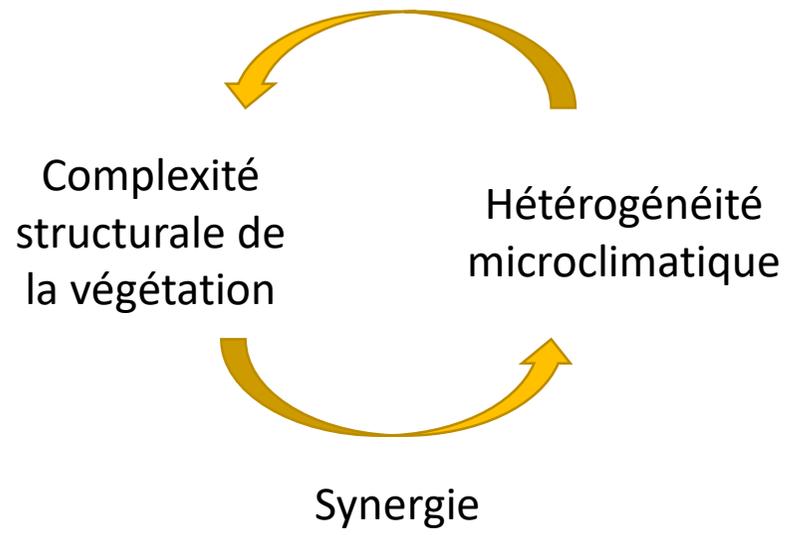
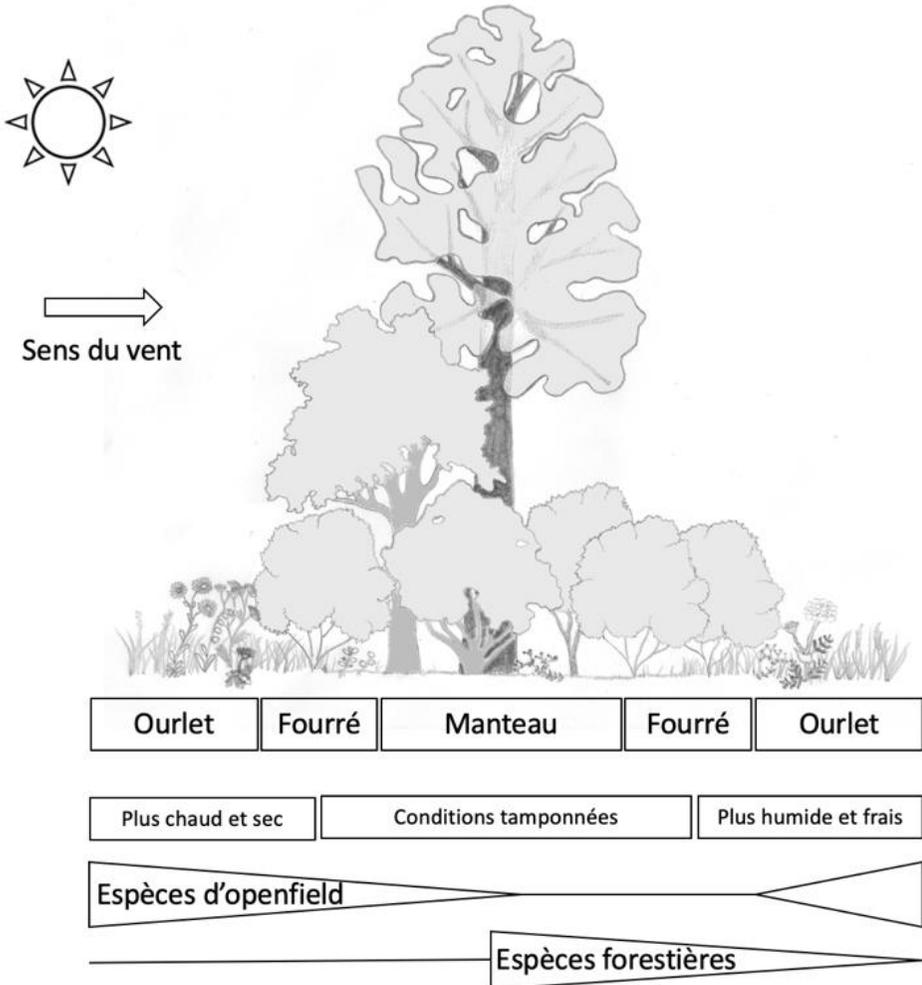
# Les haies modifient le microclimat stationnel



Forman & Baudry 1984  
*Environmental Management*



# Les haies créent une mosaïque de microhabitats



# Les haies sont des habitats (semi-naturels) très riches

Taxa	Studies	A/B/R
Myriapods	Stašiov et al. 2017	R
Harvestmen	Stašiov et al. 2020	R
Predatory mites	Tuovinen 1994	A
Spiders	Duelli et al. 1990	R
	Maudsley et al. 2002	B
	Garratt et al. 2017	A
	Lefebvre et al. 2017	B
	Peñalver-Cruz et al. 2020	B
Moths	Mercckx et al. 2010	A
	Mercckx et al. 2012	R
Psyllids	Sotherton et al. 1981	A
Ladybirds	Long et al. 1998	B
	Burgio et al. 2004	R
	Puech et al. 2015	R
Carabid beetles	Burel 1989	R
	Duelli et al. 1990	R
	Charrier et al. 1997	B
	Long et al. 1998	B
	Maudsley et al. 2002	B
	Holland et al. 2009	B
	Puech et al. 2015	R
	Lefebvre et al. 2017	B
Staphylinid beetles	Maudsley et al. 2002	B
	Griffiths et al. 2007	R
	Holland et al. 2009	B
Syrphid flies	Long et al. 1998	B
	Alignier et al. 2014	A
	Haenke et al. 2014	A
	Inclán et al. 2016	B
	Garratt et al. 2017	A

Taxa	Studies	A/B/R
Butterflies	Dainese et al. 2015	R
Tachinid flies	Morandin and Kremen 2013	AR
	Dainese et al. 2015	R
	Inclán et al. 2016	B
Mirid bugs	Forman and Baudry 1984	R
Lacewings	Long et al. 1998	B
Wild bees and bumblebees	Hannon and Sisk 2009	R
	Cranmer et al. 2012	A
	Garratt et al. 2017	A
Tenthredinid wasps	Sotherton et al. 1981	A
Parasitoid wasps	Maier 1981	A
	Long et al. 1998	B
	Langer 2001	B
	Bianchi and Van Der Werf 2003	B
	Gagic et al. 2011	B
	Morandin et al. 2014	R
	Dainese et al. 2015	R
	Puech et al. 2015	R
Inclán et al. 2016	B	
Snails	Cameron et al. 1980	R
Newts	Joly et al. 2001	A
Birds	Wegner and Merriam 1979	B
	Hinsley and Bellamy 2000	R
	Batáry et al. 2010	R
Rodents	Pollard and Relton 1970	B
	Eldridge 1971	B
	Wegner and Merriam 1979	B
Bats	Entwistle 1996	B
	Verboom and Huitema 1997	B
	Boughey et al. 2011	R



Précigout & Robert (2022) *Botany Letters*



# Comment classer les organismes présents dans les champs cultivés ?

## Biodiversité planifiée



Cultures intermédiaires (engrais verts...)

Plantes de services (couvre-sol...)

Arbres (agroforesterie)

## Biodiversité associée

Ravageurs



Maladies



Prédateurs



Adventices



Pollinisateurs



## Biodiversité spontanée



# Les haies sont connues pour héberger certains ravageurs

Mouche de la carotte  
(*Psila rosae*)



Méligèthe du colza  
(*Meligethes aeneus*)



# Les haies peuvent être source de certaines maladies

L'épine vinette (*Berberis vulgaris*) :  
hôte alternatif de la rouille du blé  
(*Puccinia graminis*)



<https://www.ars.usda.gov/midwest-area/stpaul/cereal-disease-lab/docs/cereal-rusts/wheat-stem-rust/>

<https://www.ebben.nl/fr/treeebb/bevulgar-berberis-vulgaris/>

<https://www.jardinplovret.com/arbustes/2414-epine-vinette-de-thunberg-atropurpurea.html>



## Les haies peuvent être source de certaines maladies

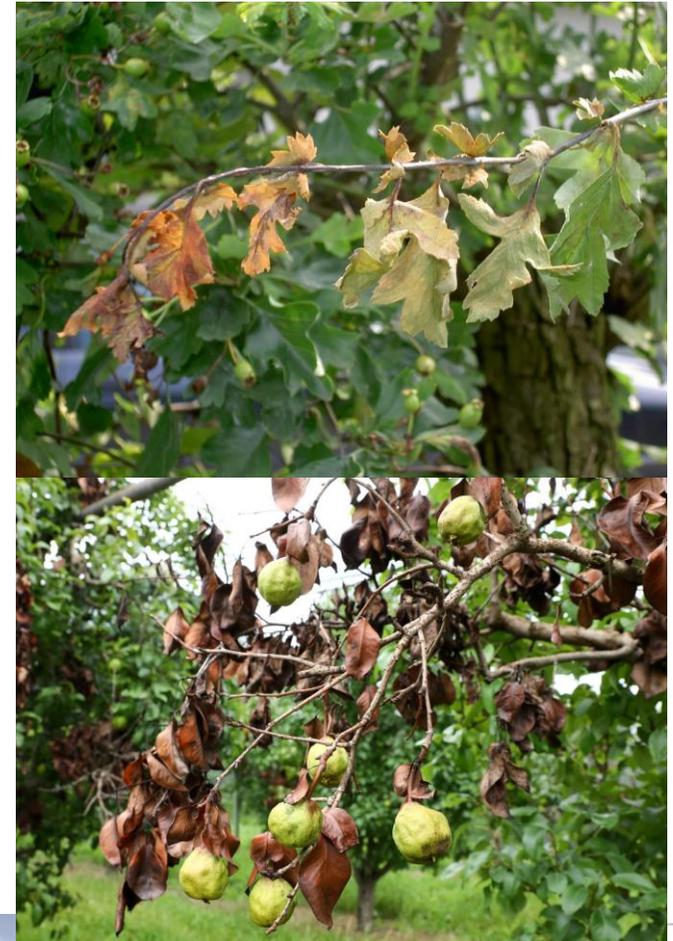
L'épine vinette (*Berberis vulgaris*) :  
hôte alternatif de la rouille du blé  
(*Puccinia graminis*)



Le genévrier commun (*Juniperus communis*) :  
hôte alternatif de la rouille grillagée du poirier  
(*Gymnosporangium sabinae*)



L'aubépine (*Crataegus monogyna*) : hôte alternatif  
du feu bactérien (*Erwinia amylovora*)



<https://agrobasesapp.com/canada-french/disease/rouille-grillagee-du-poirier>

<https://www.fr.ch/grangeneuve/plantes-et-arbres-atteints-du-feu-bacterien>

<https://www.ledauphine.com/economie-et-finance/2019/02/05/feu-bacterien-les-arboriculteurs-inquiets>

# Dans les haies, peu de prédateurs, mais beaucoup d'auxiliaires

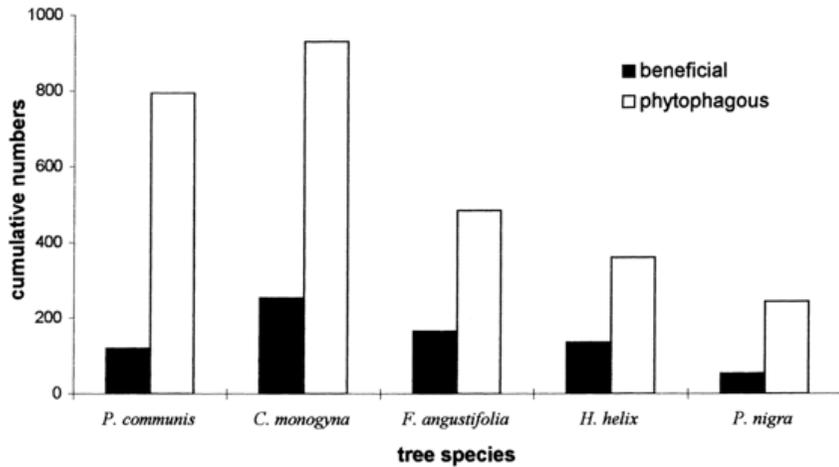


Fig. 1. Numbers of arthropods sampled from tree canopies (May–June).

Rieux et al. 1999  
*Agriculture, Ecosystems and Environment*

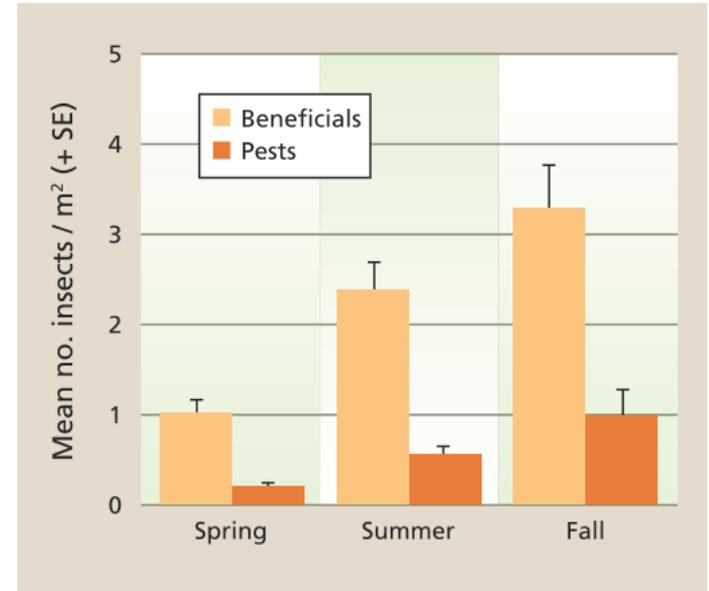
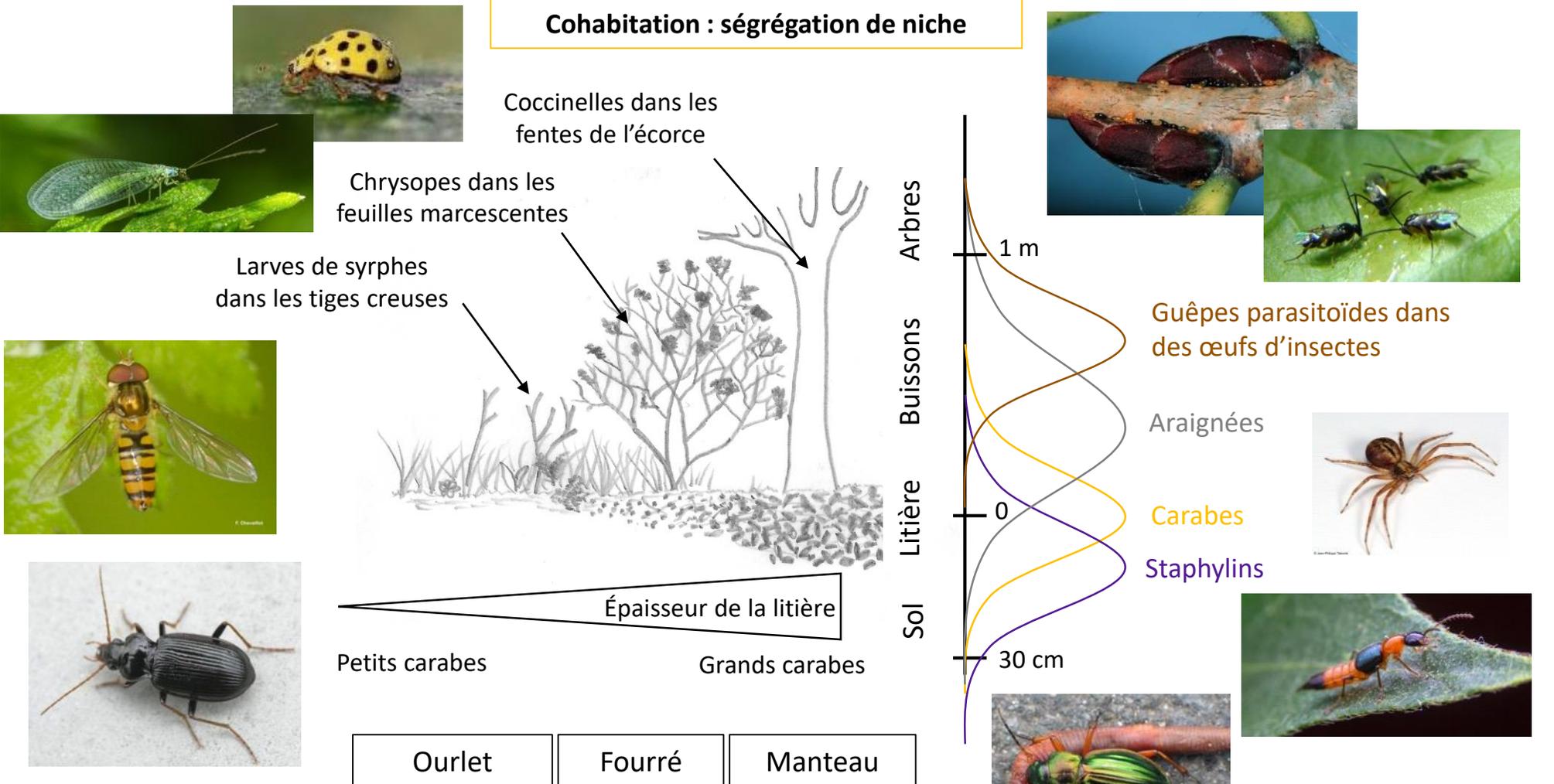


Fig. 2. Mean number of beneficial and pest insects per square meter collected over two growing seasons on six shrub species in four hedgerows, Yolo County. *P* values for differences between beneficial and pest insect abundance were < 0.0001 in all three seasons.

Morandin et al. 2011  
*California agriculture*



# La diversité des auxiliaires est liée à la diversité des micro-habitats



# La diversité des auxiliaires est liée à la présence de ressources

La continuité temporelle des sources de nectar est bénéfique pour la diversité des pollinisateurs

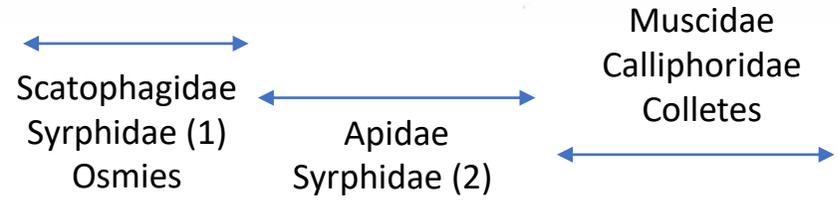


Figure 1. Flowering Periods of Native Insectary Trees and Shrubs

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
<i>Salix lasiolepis</i> (Arroyo Willow)		◆	◆									
<i>Salix lasiandra</i> (Yellow Willow)			◆	◆								
<i>Ceanothus cuneatus</i> (A California Lilac)			◆	◆	◆							
<i>Baccharis viminea</i> (Mule Fat)			◆	◆	◆	◆						
<i>Salix goodingii</i> ssp. <i>variabilis</i> (Gooding's Willow)			◆	◆	◆							
<i>Salix laevigata</i> (Red Willow)			◆	◆	◆							
<i>Prunus ilicifolia</i> (Holly-Leaf Cherry)			◆	◆	◆	◆						
<i>Rhamnus californica</i> (California Coffeeberry)				◆	◆	◆	◆					
<i>Sambucus caerulea</i> (Blue Elderberry)				◆	◆	◆	◆					
<i>Heteromeles arbutifolia</i> (Toyon)					◆	◆	◆	◆				
<i>Eriogonum fasciculatum</i> (California Buckwheat)	◆					◆	◆	◆	◆	◆		
<i>Baccharis pilularis</i> (Coyote Brush)								◆	◆	◆	◆	◆



Bugg et al. 1998  
In Pickett, C.H., Bugg, R.L. (Eds.), *Enhancing Biological Control: Habitat Management to Promote Natural Enemies of Agricultural Pests*. University of California Press, Berkeley, CA, pp.339–374.



# Les haies les plus diversifiées produisent des baies en (presque) toutes saisons



https://jardinage.lemonde.fr/dossier-563



/jardinage.lemonde.fr/



s-shopping.



© ZOOM-NATURE.FR



https://www.ouest-france.fr/pays-de-la-loire/nantes-44000

https://sansdents.com/cynorhodon-le-faux-fruit-du-rosa-canina-leglantier/

https://www.lemarchevvert.fr/le-fruit-de-laubepine-sa-recolte-et-son-utilisation/



# Les haies augmentent la richesse spécifique de nombreux auxiliaires

Taxa	Studies	A/B/R
Myriapods	Stašiov et al. 2017	R
Harvestmen	Stašiov et al. 2020	R
Predatory mites	Tuovinen 1994	A
Spiders	Duelli et al. 1990	R
	Maudsley et al. 2002	B
	Garratt et al. 2017	A
	Lefebvre et al. 2017	B
	Peñalver-Cruz et al. 2020	B
Moths	Merckx et al. 2010	A
	Merckx et al. 2012	R
Psyllids	Sotherton et al. 1981	A
Ladybirds	Long et al. 1998	B
	Burgio et al. 2004	R
	Puech et al. 2015	R
Carabid beetles	Burel 1989	R
	Duelli et al. 1990	R
	Charrier et al. 1997	B
	Long et al. 1998	B
	Maudsley et al. 2002	B
	Holland et al. 2009	B
	Puech et al. 2015	R
Lefebvre et al. 2017	B	
Staphylinid beetles	Maudsley et al. 2002	B
	Griffiths et al. 2007	R
	Holland et al. 2009	B
Syrphid flies	Long et al. 1998	B
	Alignier et al. 2014	A
	Haenke et al. 2014	A
	Inclán et al. 2016	B
	Garratt et al. 2017	A

Taxa	Studies	A/B/R
Butterflies	Dainese et al. 2015	R
Tachinid flies	Morandin and Kremen 2013	AR
	Dainese et al. 2015	R
	Inclán et al. 2016	B
Mirid bugs	Forman and Baudry 1984	R
Lacewings	Long et al. 1998	B
Wild bees and bumblebees	Hannon and Sisk 2009	R
	Cranmer et al. 2012	A
	Garratt et al. 2017	A
Tenthredinid wasps	Sotherton et al. 1981	A
Parasitoid wasps	Maier 1981	A
	Long et al. 1998	B
	Langer 2001	B
	Bianchi and Van Der Werf 2003	B
	Gagic et al. 2011	B
	Morandin et al. 2014	R
	Dainese et al. 2015	R
Puech et al. 2015	R	
	Inclán et al. 2016	B
Snails	Cameron et al. 1980	R
Newts	Joly et al. 2001	A
Birds	Wegner and Merriam 1979	B
	Hinsley and Bellamy 2000	R
	Batáry et al. 2010	R
Rodents	Pollard and Relton 1970	B
	Eldridge 1971	B
	Wegner and Merriam 1979	B
Bats	Entwistle 1996	B
	Verboom and Huitema 1997	B
	Boughey et al. 2011	R

Les haies abritent de nombreux auxiliaires potentiels

Elles ont donc un potentiel important de biocontrôle

Précigout & Robert (2022) *Botany Letters*



# La dispersion des auxiliaires des haies vers les parcelles semble limitée

Study	Organisms	Results	Distance
Tuovinen (1994)	Predatory mites	Spillover from hedgerows into adjacent fields	No data
Varchola and Dunn (2001)	Carabid beetles		
Debras et al. (2007)	Earwings		
Haenke et al. (2014)	Syrphid flies		
Dainese et al. (2015)	Tachinid flies		
Puech et al. (2015)	Parasitoid wasps		
Dainese et al. (2017)	Parasitoid wasps		
	Native bees		
	Syrphid flies		
	Butterflies		
Langer (2001)	Parasitoid wasps	Spillover from short rotation coppice hedgerows into adjacent barley field	20 m
Földesi and Kovács-Hostyánszki (2014)	Syrphid flies	Spillover from hedgerows into adjacent fields	20 m
Pollard 1972	Syrphid flies	Woodland species living in hedgerows and laying eggs into adjacent crops	30 m
Inclán et al. (2016)	Tachinid flies	Spillover from hedgerows into adjacent fields	40 m
Long et al. (1998)	Ladybirds	Spillover from hedgerows into adjacent fields	80 m
	Lacewings		
	Syrphid flies		
	Parasitoid wasps		
Garratt et al. (2017)	Lycosid spiders	Spillover from hedgerows into adjacent fields	60 - 80 m
	Native bees		100 - 150 m
	Syrphid flies		150 - 200 m
Fournier and Loreau (1999)	Carabid beetles	Hedgerows favour the diversity of carabid beetles in adjacent fields	100 m
Morandin and Kremen (2013)	Native bees	Spillover from hedgerows into adjacent fields	100 m
Morandin et al. (2014)	Parasitoid wasps	Pest control	100 m
	Ladybirds		> 200 m
Alignier et al. (2014)	Parasitoid wasps	Higher aphid parasitism near hedgerows	500 m
Garratt et al. (2017)	Linyphiid spiders	Spillover from hedgerows into adjacent fields	400 - 500 m
	Staphylinid beetles		700 - 800 m
	Cereal aphids		800 - 900 m



~ 100 m



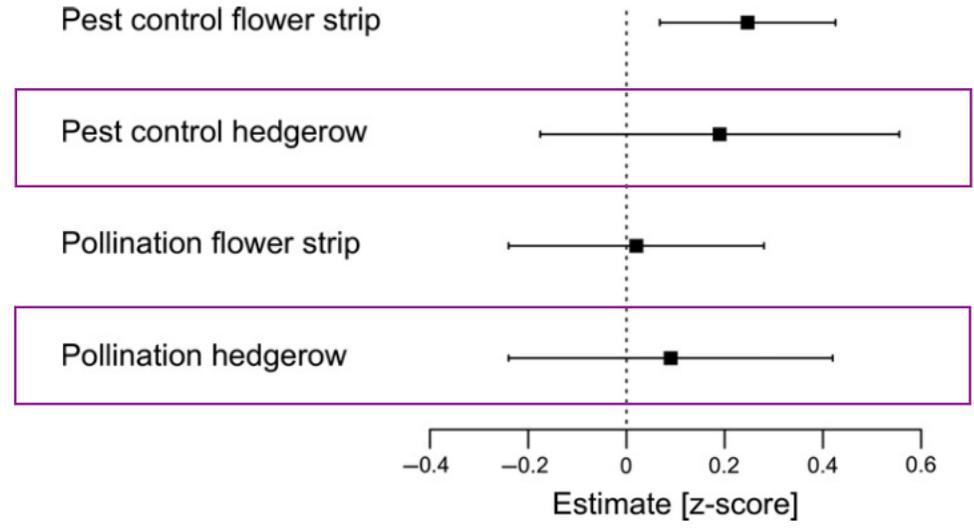
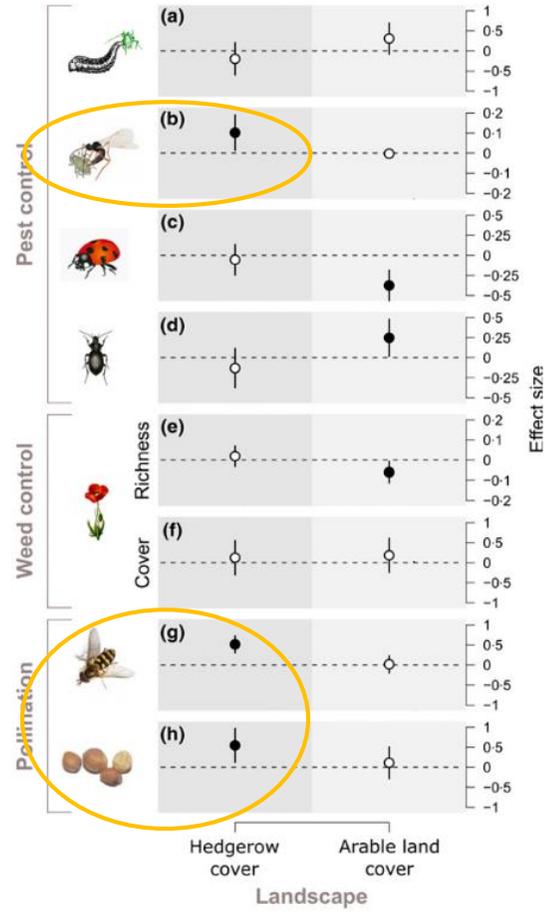
Organismes transportés passivement par le vent

Précigout & Robert (2022) *Botany Letters*



# L'effet des haies sur les « services de régulation » est très variable

Albrecht et al. (2020)  
*Ecology Letters*



- Méta-analyse : pas d'effet global des haies sur les services de régulation
- Mais des cas particuliers où ça marche !

Dainese et al. (2017) *Journal of Applied Ecology*



## Dans quels contextes les haies favorisent-elles le biocontrôle ?

Régulation des pucerons par  
des guêpes parasitoïdes  
dans des cultures annuelles

Alignier et al. (2014)  
Morandin et al. (2014)



Régulation de ravageurs  
en vergers

Debras et al. (2008)  
Ricci et al. (2011)  
Maalouly et al. (2013)



## Importance du contraste de structure de végétation ?

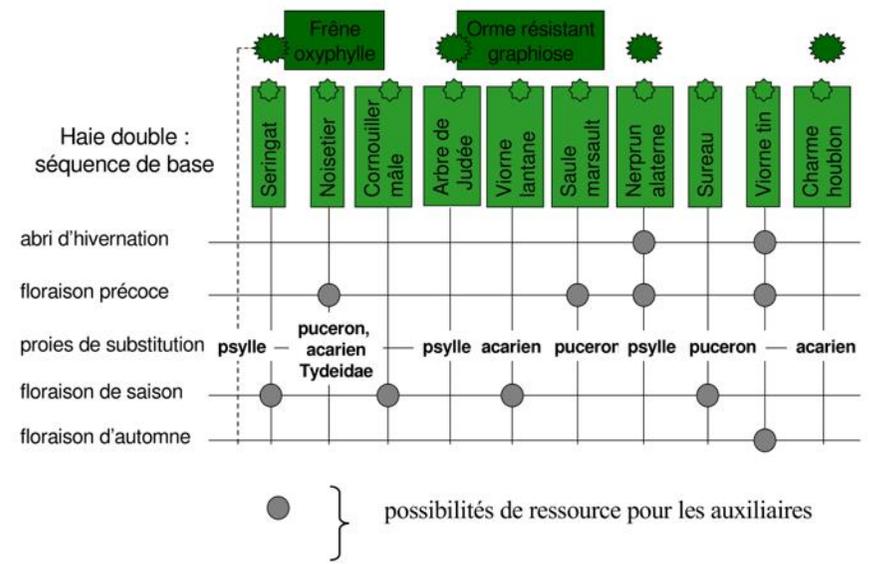


# Importance de l'impact des haies sur le cycle de vie des organismes ?

Importance des « ressources alternatives »  
(proies, nectar) pour les guêpes  
parasitoïdes tout au long de l'année.



Figure 2 : Haie expérimentale destinée au verger de poiriers : ressources fournies aux auxiliaires



Simon et al. (2009)  
*Innovations Agronomiques*



## Des effets indirects des haies liés au contexte paysager ?



Etude de l'effet  
de la complexité du paysage  
(abondance de haies)

Méta-analyse sur 28 études

	↑	∅	↓
Populations d'ennemis naturels	74%	21%	5%
Dégâts liés aux ravageurs	15%	40%	45%

Bianchi et al. (2006) *PRSB*

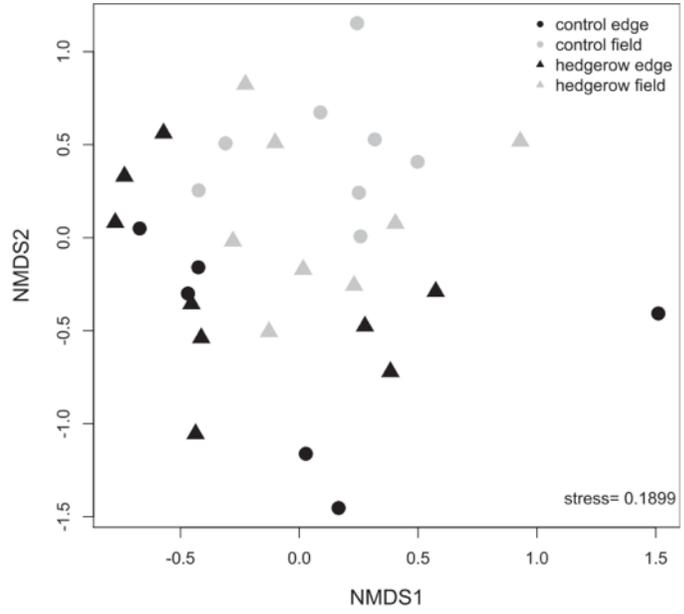


# Haies et champs : des communautés d'arthropodes différentes ?



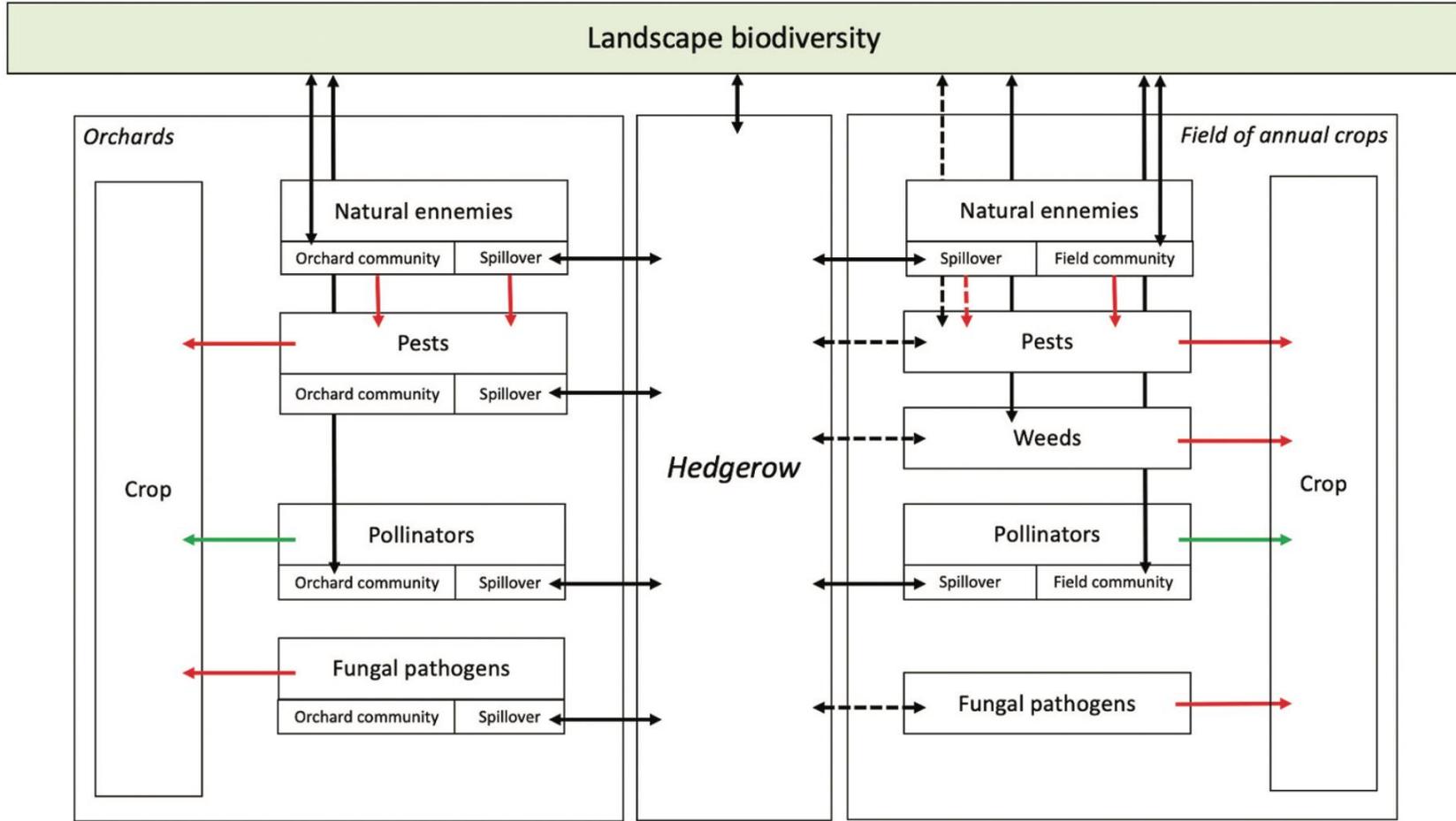
- Des communautés différentes ?
- Peu d'échanges entre haies et cultures ?
- Peu de biodiversité associée dans les haies ?

Comparaison des communautés de pollinisateurs dans les haies et les parcelles



Sardiñas and Kremen (2015)  
*Agriculture, Ecosystems and Environment*

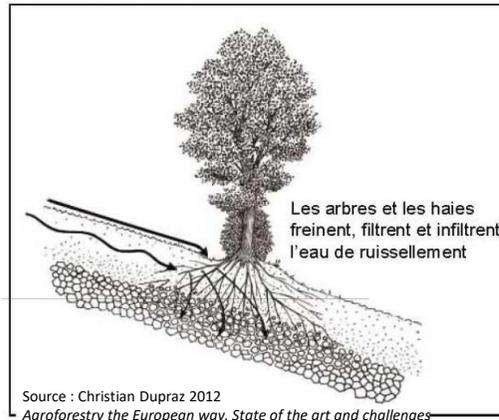
# Conclusion



Agricultural landscape



## Conclusion



Fonctions écologiques (Dys)Services écosystémiques	Effet des haies
Préservation de la biodiversité	+
Sources de ravageurs/maladies	- ?
Biocontrôle/pollinisation	+ ?
Limitation de l'érosion	+
Infiltration et circulation de l'eau	+
Maintien de la fertilité des sols	+
Limitation de la dispersion des pesticides	+
Services récréatifs/patrimoniaux...	+



Merci !

