

La biodiversité des systèmes agroforestiers

Sébastien Boinot

UMR BIODIVERSITE, AGROECOLOGIE ET AMENAGEMENT DU PAYSAGE

Contact : sebastien.boinot@inrae.fr

Le (dys-)fonctionnement de l'agriculture intensive

AGRICULTURE INTENSIVE



Bijay-Singh & Craswel 2021



Kalamandeen et al 2018



Altieri & Nicholls 2020

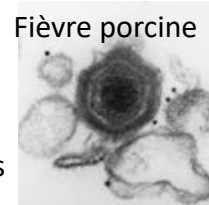


Ebola

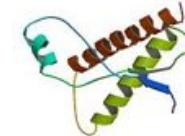


Grippe aviaire

Fièvre porcine



Vache folle



Holt-Gimenez et al 2012
Benton & Bailey 2019



Fertilisants minéraux



Nutriments

Pesticides



Contrôle

adventices, ravageurs de culture, maladies



Pollinisation

Production agricole

Intrants chimiques



Klingelschmidt et al 2018



Peschard & Randeria 2020

Comment réconcilier production agricole et conservation de la biodiversité / santé ?

AGRICULTURE INTENSIVE



Fertilisants minéraux

Pesticides



Intrants chimiques

Nutriments

Contrôle

adventices, ravageurs de culture, maladies

Pollinisation

Production agricole

AGROECOLOGIE

- Diversification des cultures
- Infrastructures agroécologiques



Matière organique
+ décomposeurs
+ micro-organismes



Prédateurs + parasitoïdes



Pollinisateurs



Services écosystémiques

Les infrastructures agroécologiques

Habitats semi-naturels maintenus, restaurés ou créés pour **favoriser la biodiversité** et les **fonctions écosystémiques** associées, dans l'espace et dans le temps.



Haies



Bord de champ
herbacé



Bande enherbée
semée



Bande fleurie
semée



AGROFORESTERIE



Redonner aux arbres et arbustes leur place dans les paysages agricoles... dans le fonctionnement des agroécosystèmes



Des associations qui font place à l'imagination !



Fruitiers + légumes



Merisiers + ovins



Arbres à bois + grandes cultures



Chênes truffiers + lavandin



Fruitiers + vigne



Arbres divers +
grandes cultures
et prairies



Parcours agroforestier de volailles

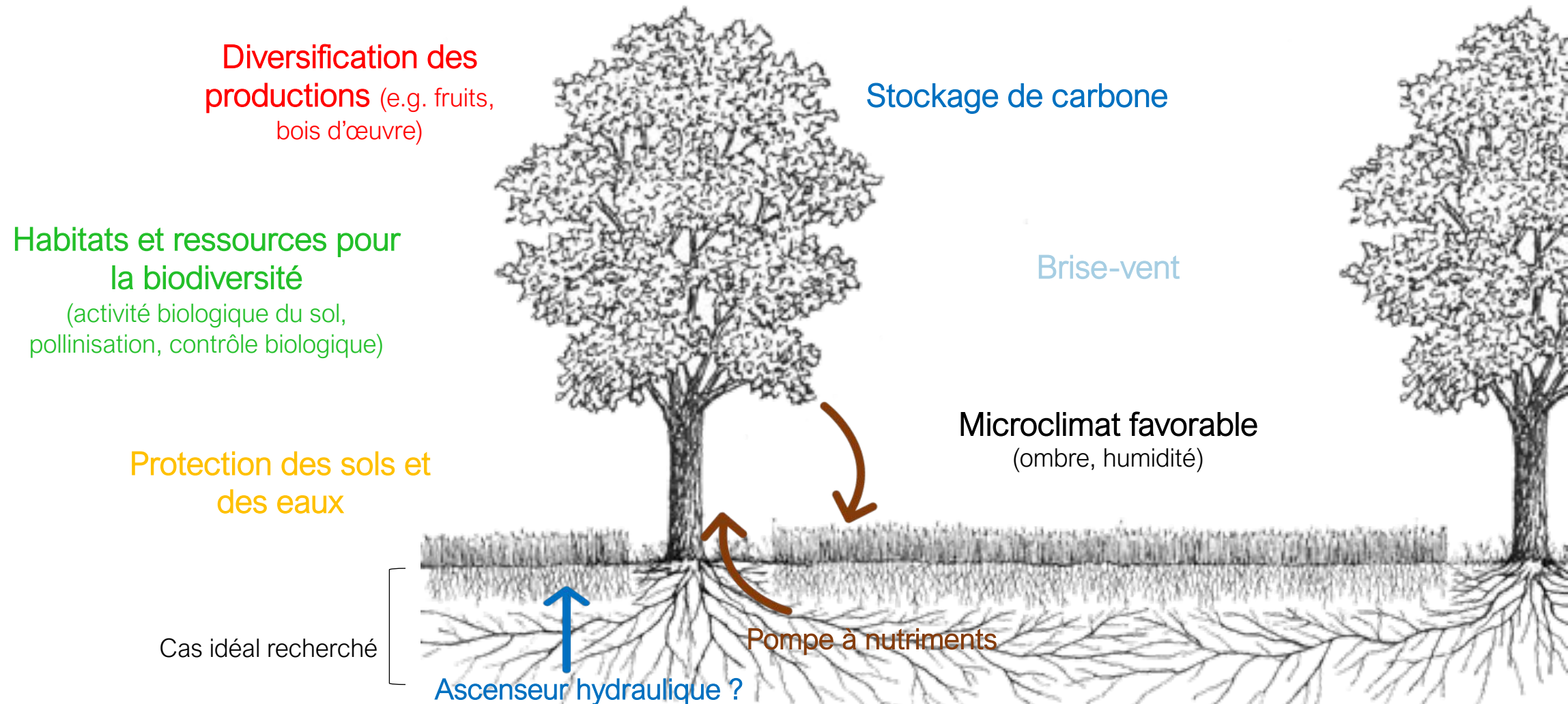


Légumes de plein champ + noisetiers



Forêt pâturée

A la recherche d'un fonctionnement optimal



AGROFORESTERIE INTRA-PARCELLAIRE



Linéaires Sous-Arborés (LSA)



Effets négatifs ?

Effets positifs ?

Allée cultivée

Allée cultivée

Allée cultivée



LSA = source de ravageurs ?



LSA = refuges pour la biodiversité,
source d'auxiliaires ?

L'hivernation des invertébrés dans les systèmes agroforestiers



Distribution of overwintering invertebrates in temperate agroforestry systems: Implications for biodiversity conservation and biological control of crop pests



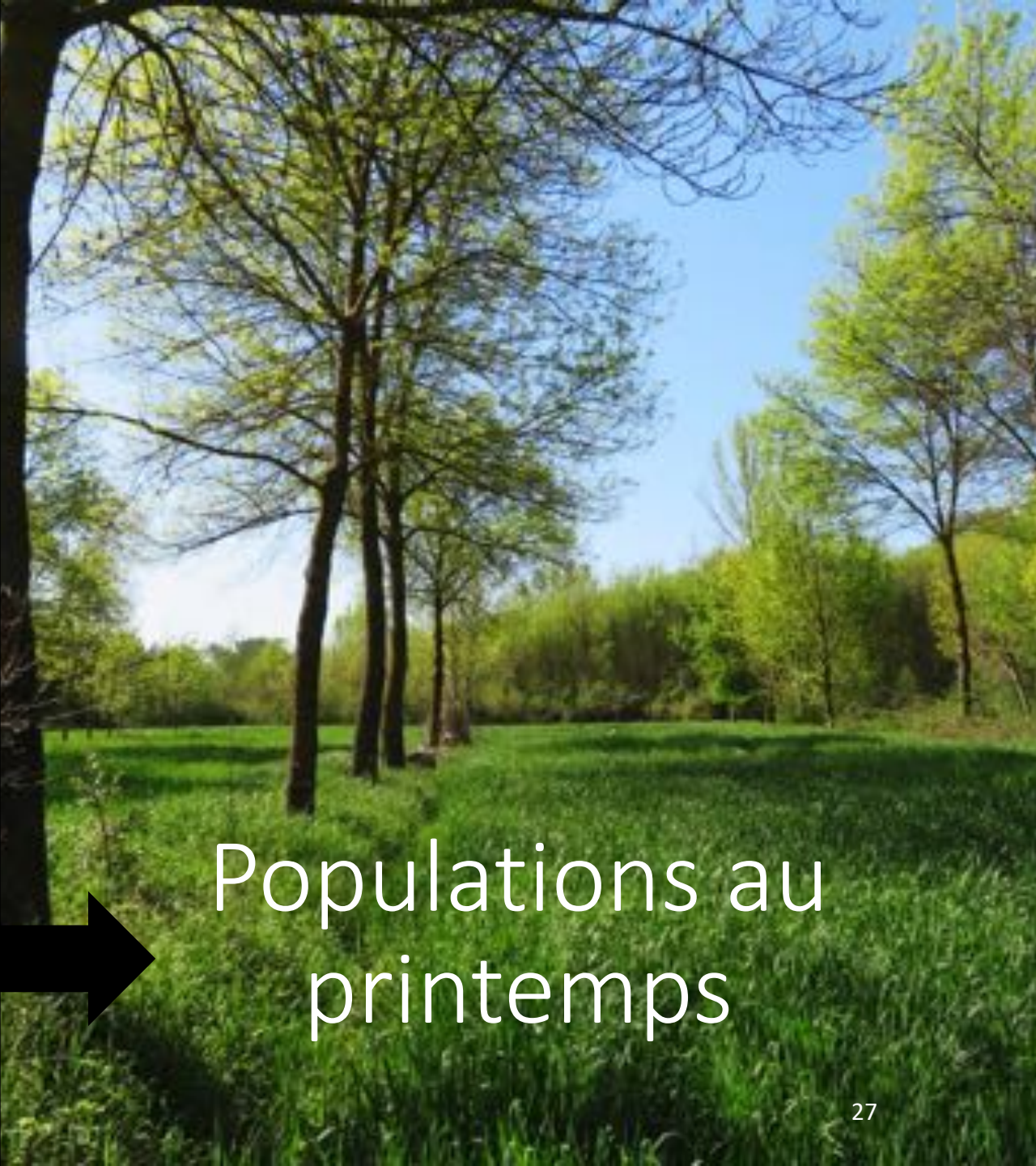
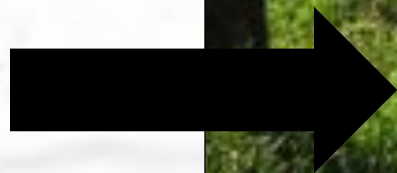
Sébastien Boinot^{a,*}, Jouanel Poulmarc'h^a, Delphine Mézière^a, Pierre-Éric Lauri^a, Jean-Pierre Sarthou^b

^a System, Univ Montpellier, INRA, CIRAD, CDEHAMM, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

^b University of Toulouse INP INRA UMR 1248, AGIR, 31326 Castanet-Tolosan, France



Succès de
l'hivernation



Populations au
printemps

Site d'étude

 Agroforesterie, agriculture conventionnelle



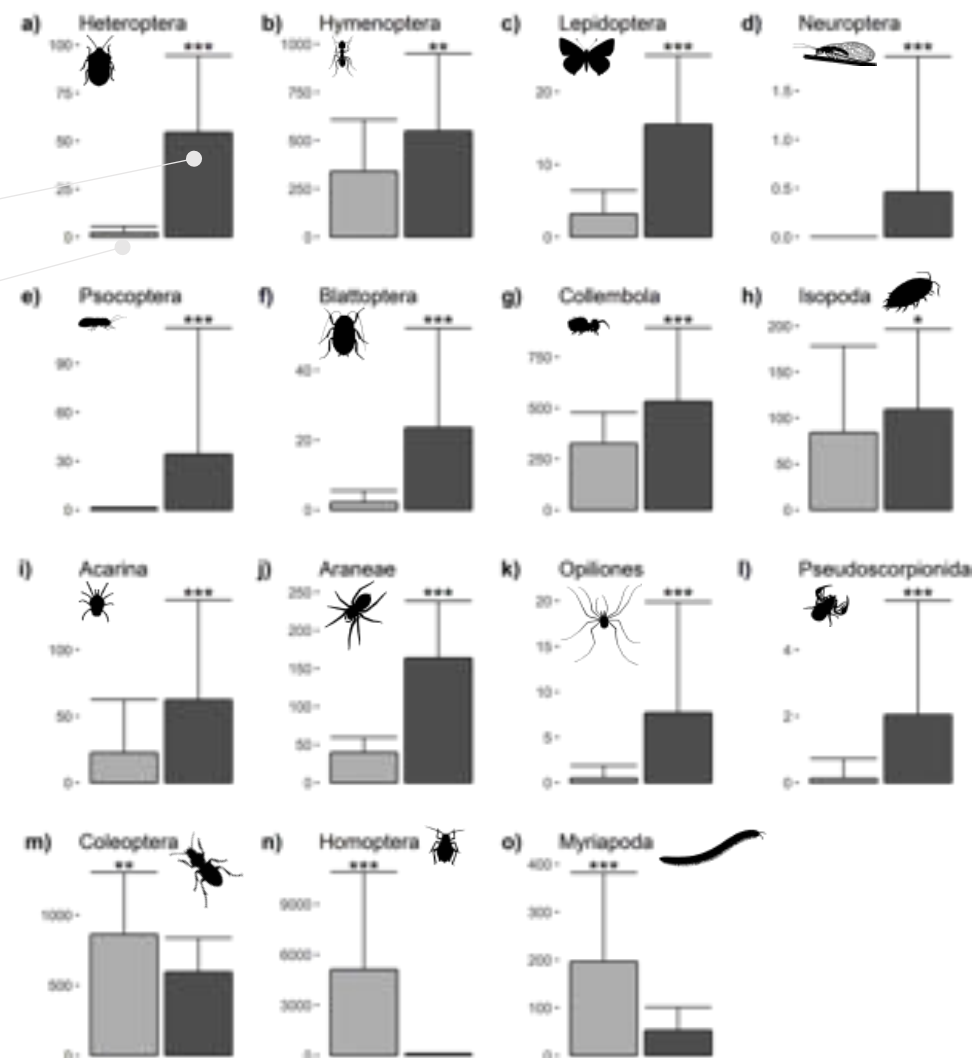
Protocole d'échantillonnage



Les LSA sont des sites d'hivernation importants pour les invertébrés



Abondance / m²

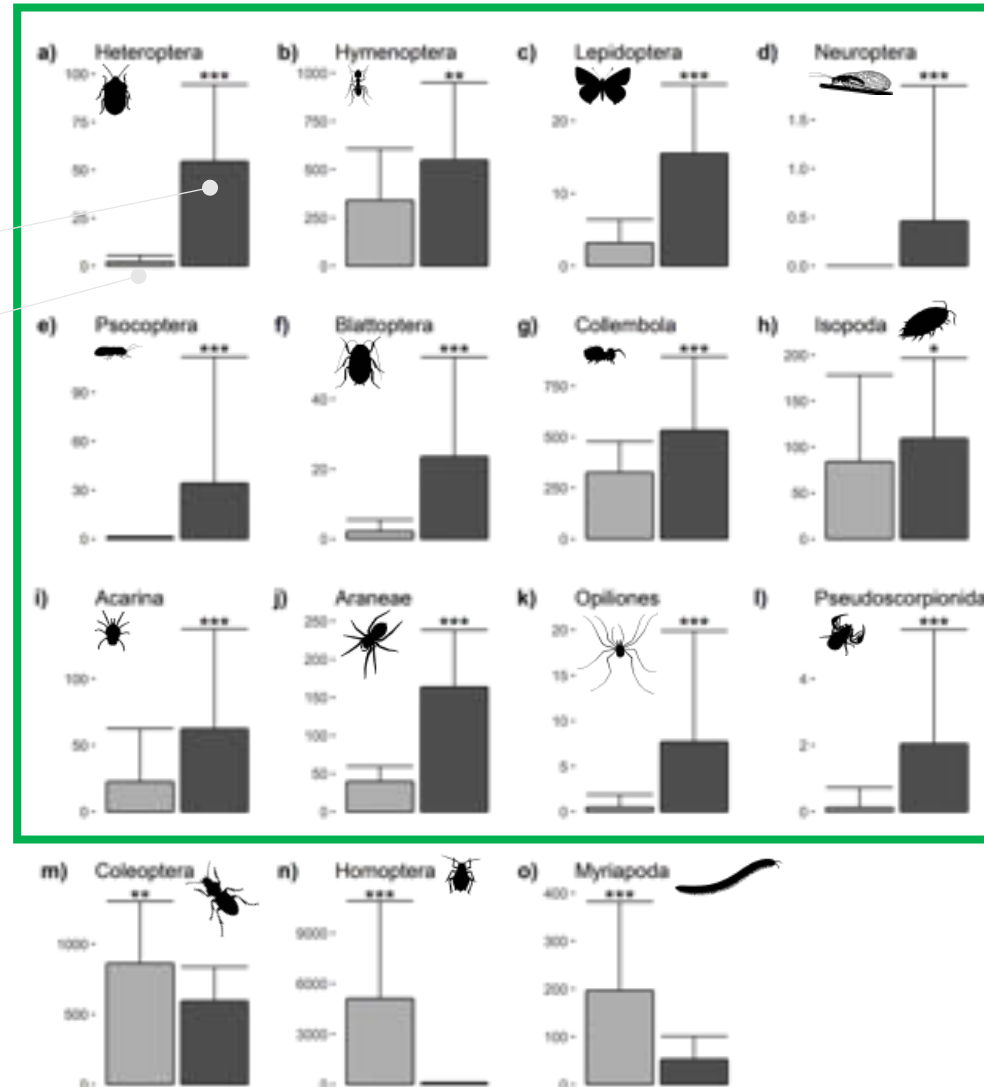


Les LSA sont des sites d'hivernation importants pour les invertébrés



55 % des taxons
LSA > Allées cultivées

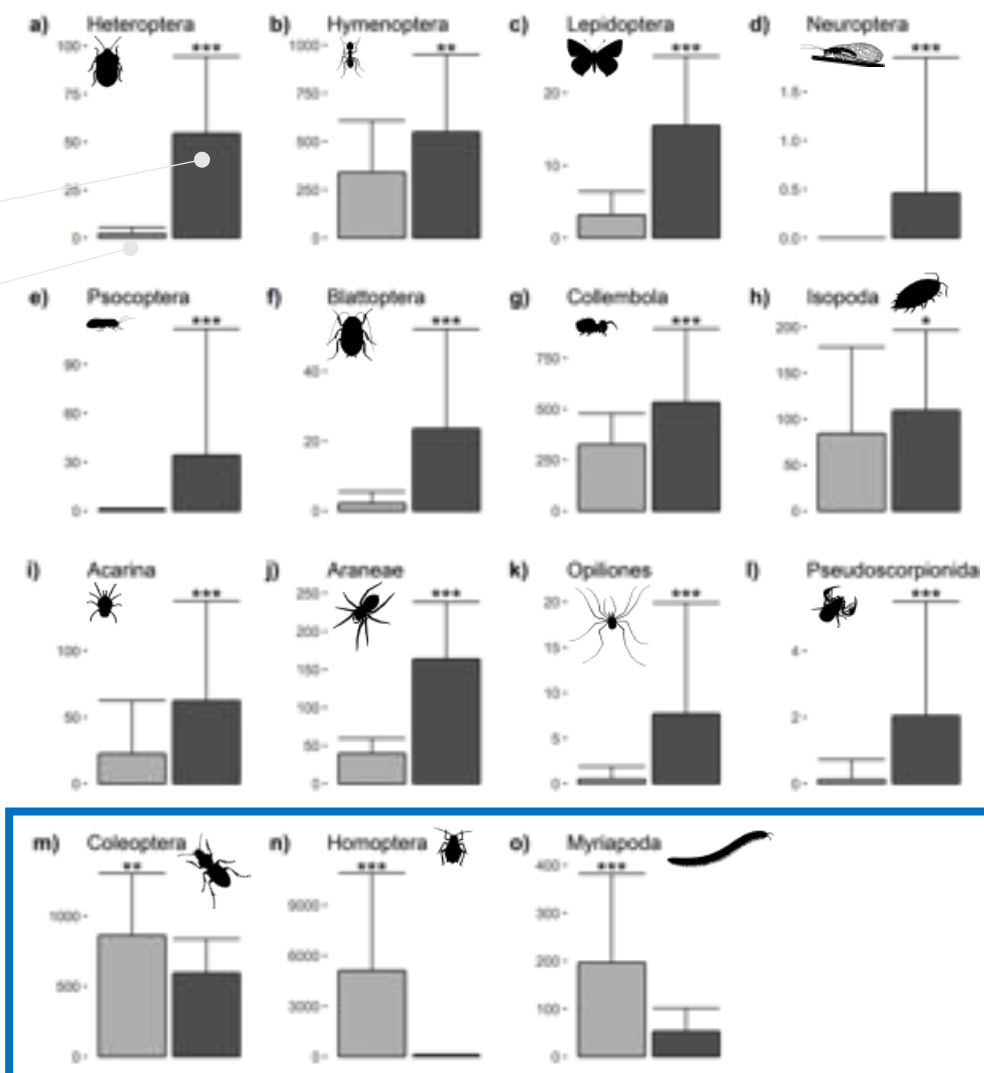
Abondance / m²



Les LSA sont des sites d'hivernation importants pour les invertébrés



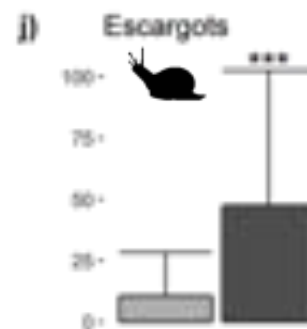
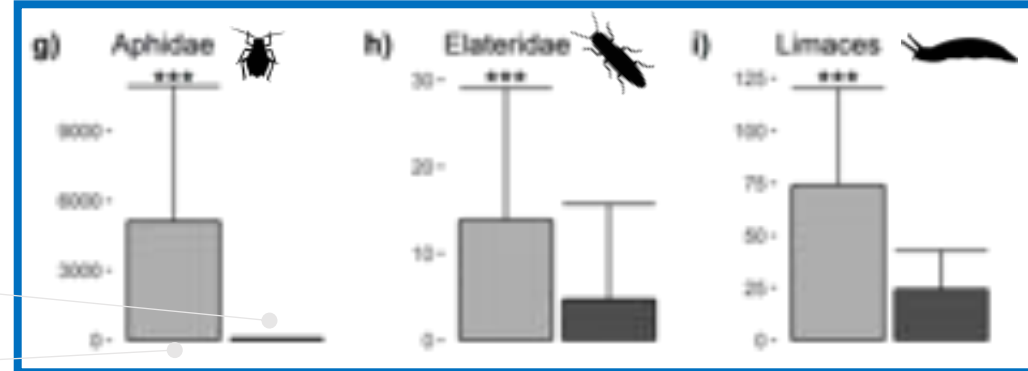
Abondance / m²



13 % des taxons
Allées cultivées > LSA

Les ravageurs hivernent principalement dans les allées cultivées

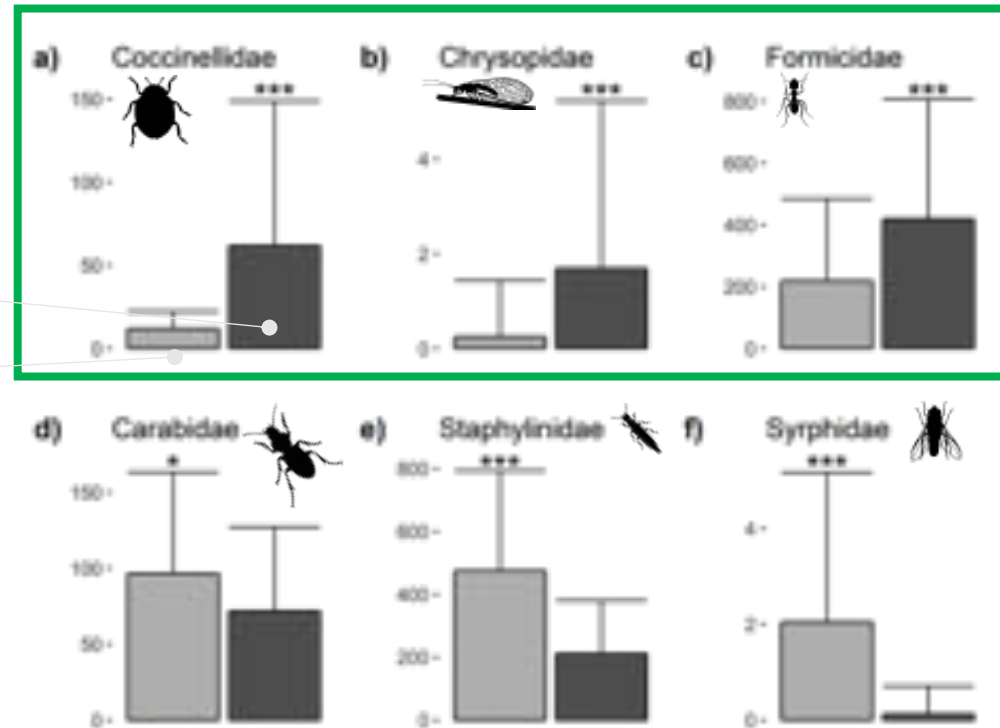
Abondance / m²



Certains auxiliaires hivernent principalement dans les LSA



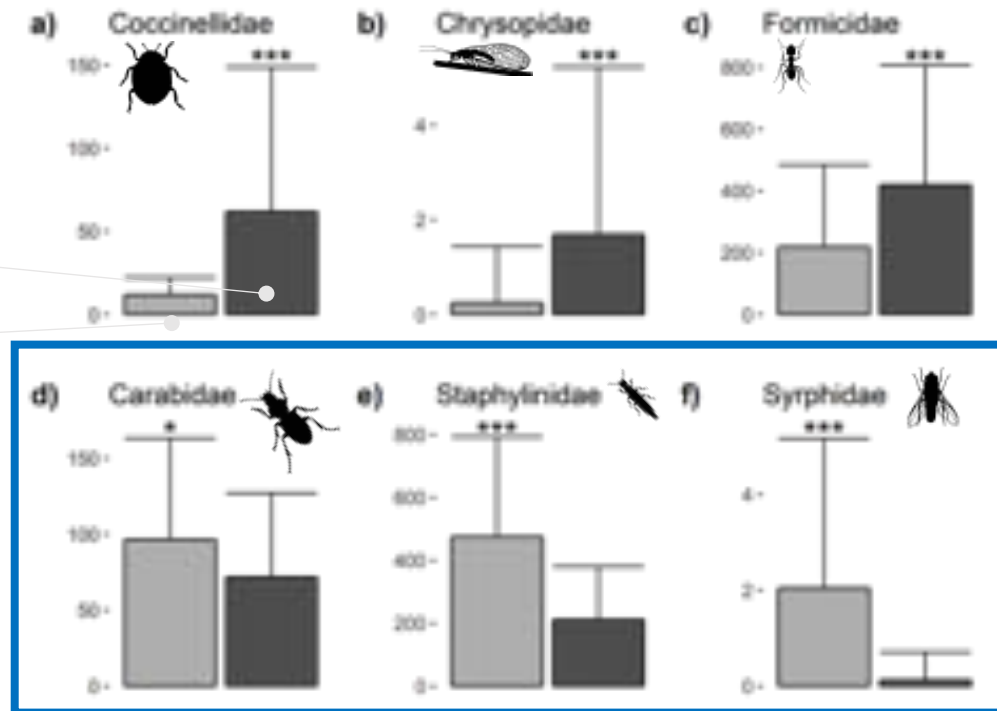
Abondance / m²



D'autres hivernent principalement dans les allées cultivées



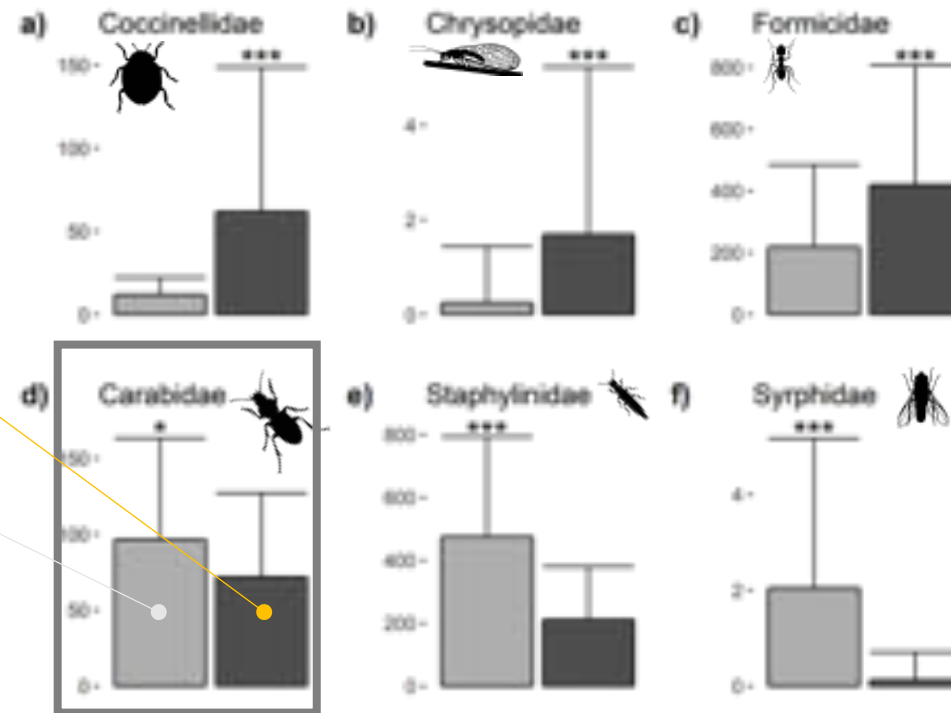
Abondance / m²



Les carabes sensibles aux perturbations agricoles dépendent des LSA



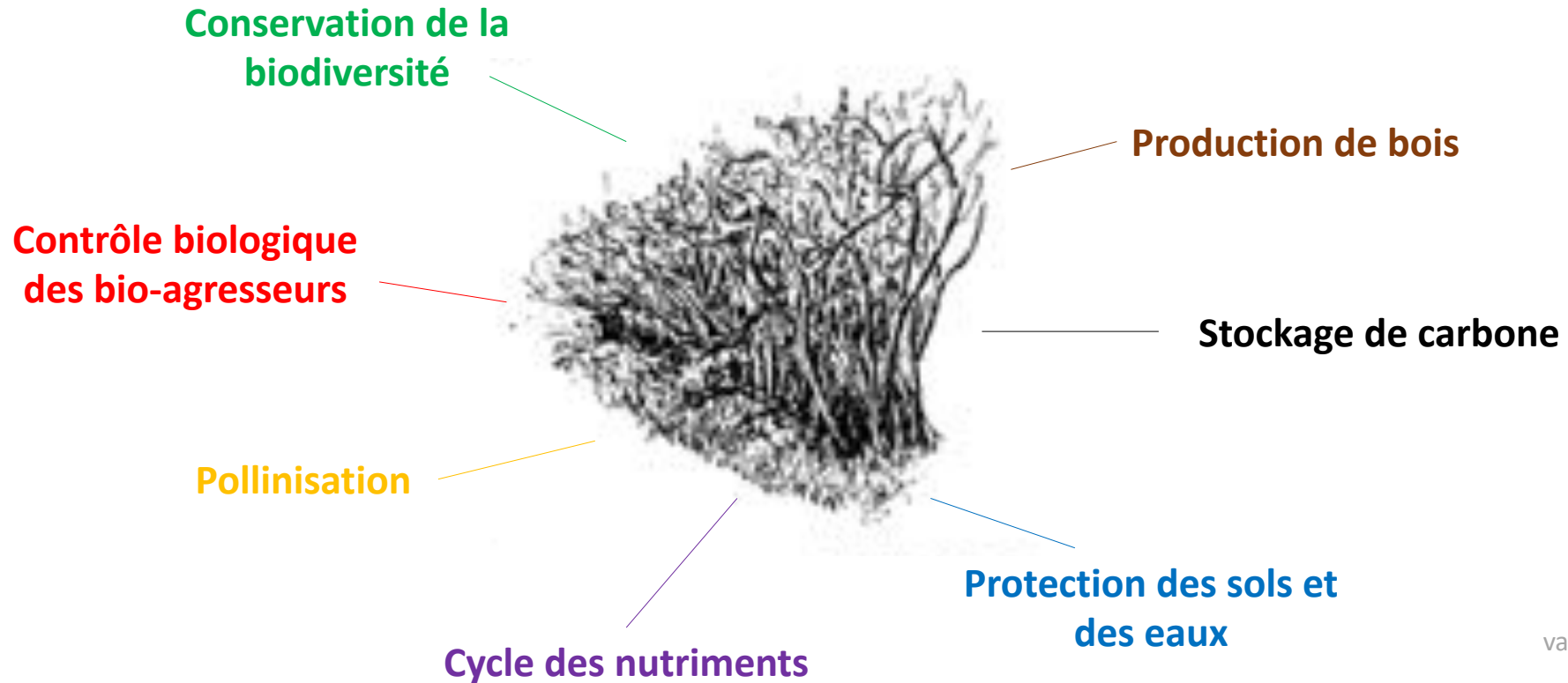
Abondance / m²



BOCAGE



La haie : un élément incontournable des systèmes agroécologiques ?



Baudry et al., 2000
van Vooren et al., 2017
Dover, 2019
Toussaint & Darrot, 2021

Mais toutes les
haies ne sont pas
égales...





Et l'agriculture intensive est passée par là...

–50% entre 1960 et 1980

–12% entre 1996 et 2008

Lefeuvre, 1986
Agreste - DRAAF Bretagne, 2010

La dérive des produits phyto



↗ Espèces graminées et nitrophiles
sur ces dernières décennies

Carey et al., 2008
Staley et al., 2013
Litza & Diekmann, 2017

Des leviers à plusieurs échelles



HAIE

- Gestion contrastée
- Diversité espèces ligneuses
- Abondance arbres
- Largeur de la haie
- Hauteur de la haie

Le Coeur et al., 1997
Deckers et al., 2004
Alignier et al., 2018



CHAMP ADJACENT

- Pratiques agricoles
(agriculture biologique)

Boutin et al., 2008
Aude et al., 2004

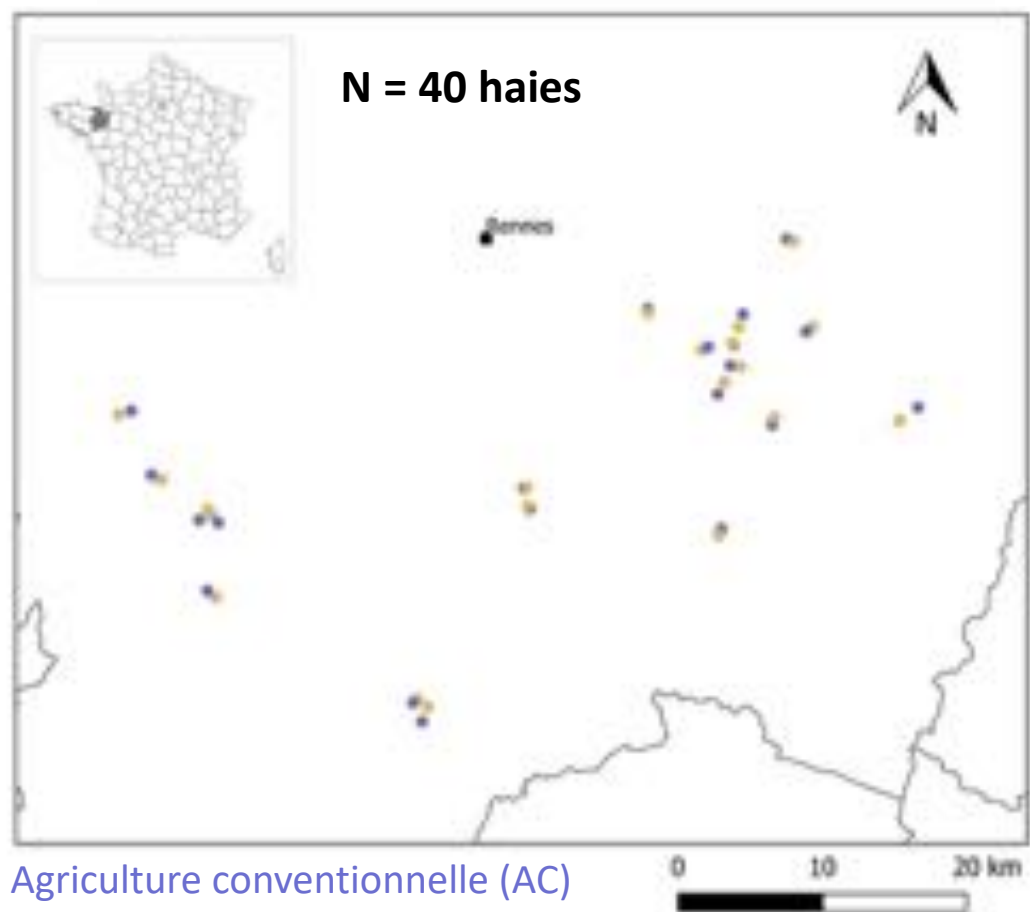


PAYSAGE

- Bocage ?
- % habitats semi-naturels ?
- Pratiques agricoles :
% d'agriculture biologique ?

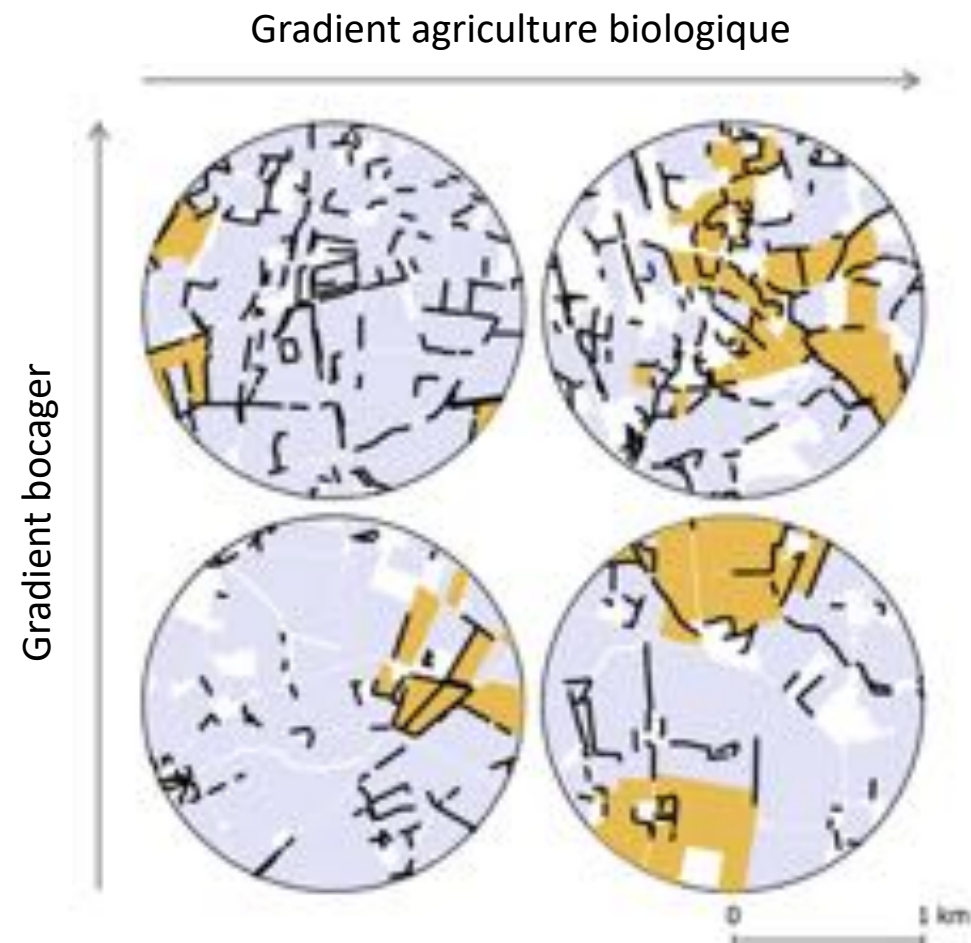
Litza & Diekmann, 2020
Vanneste et al., 2020
Rundlöf et al., 2010

Site d'étude



Agriculture conventionnelle (AC)

Agriculture biologique (AB)



Relevés de flore



Quadrat



Variables locales

CHAMP

1. Conventionnel vs bio
2. Fertilisation (N kg/ha)
3. IFT herbicide
4. Travail du sol



HAIE

1. Diversité ligneux
2. Abondance arbres
3. Abondance arbustes
4. % sol nu



5. Hauteur

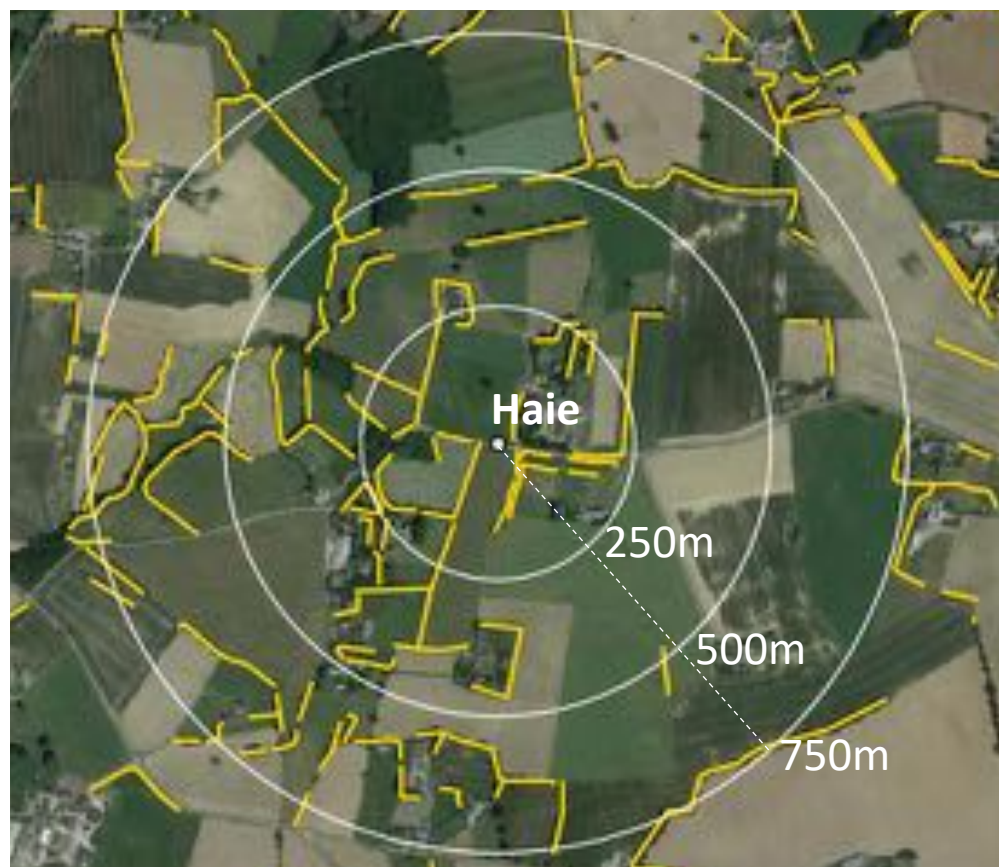


6. Largeur



Variables paysagères

Bocage



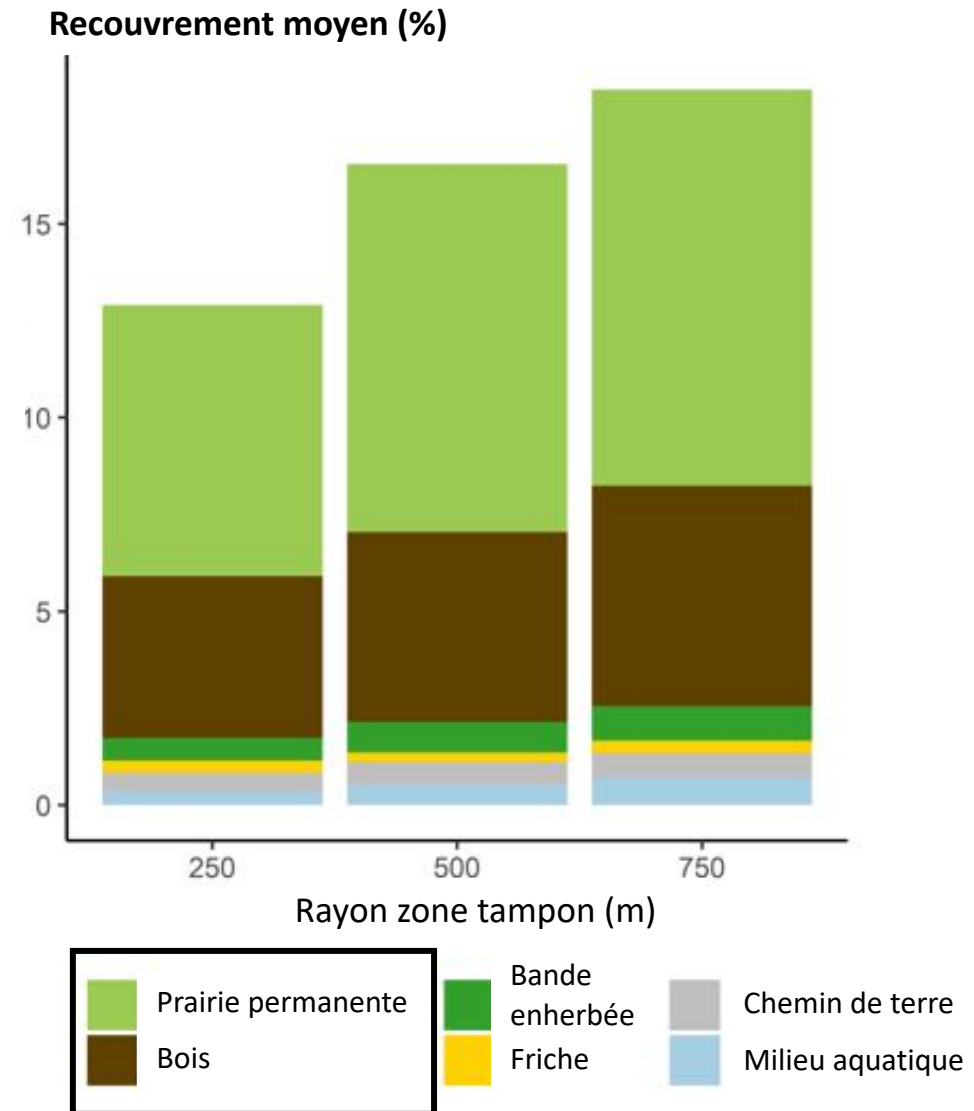
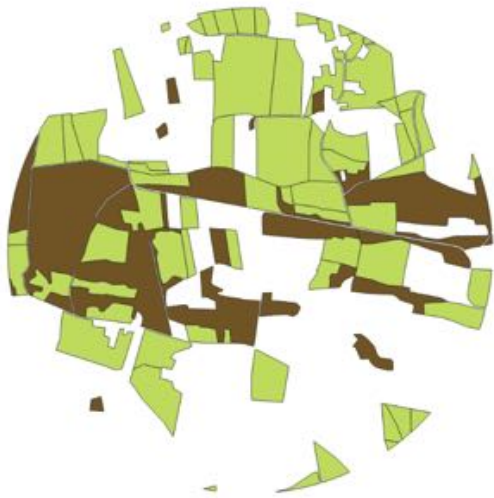
% Agriculture biologique



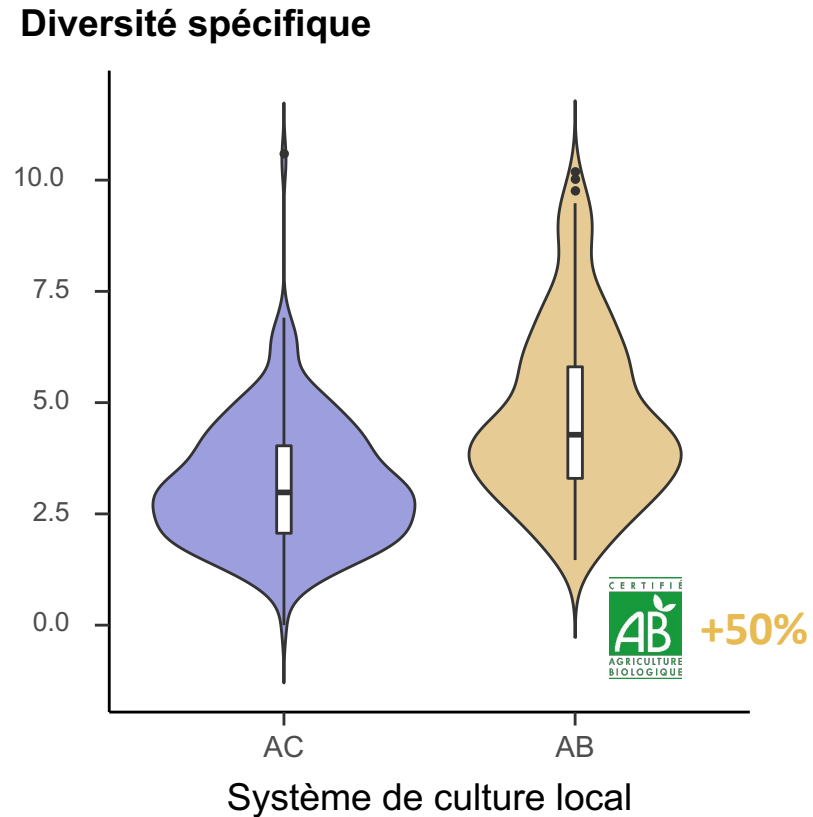
Burel & Baudry, 1990
Boussard & Baudry, 2017

Variables paysagères

% Habitats semi-naturels (HSN)

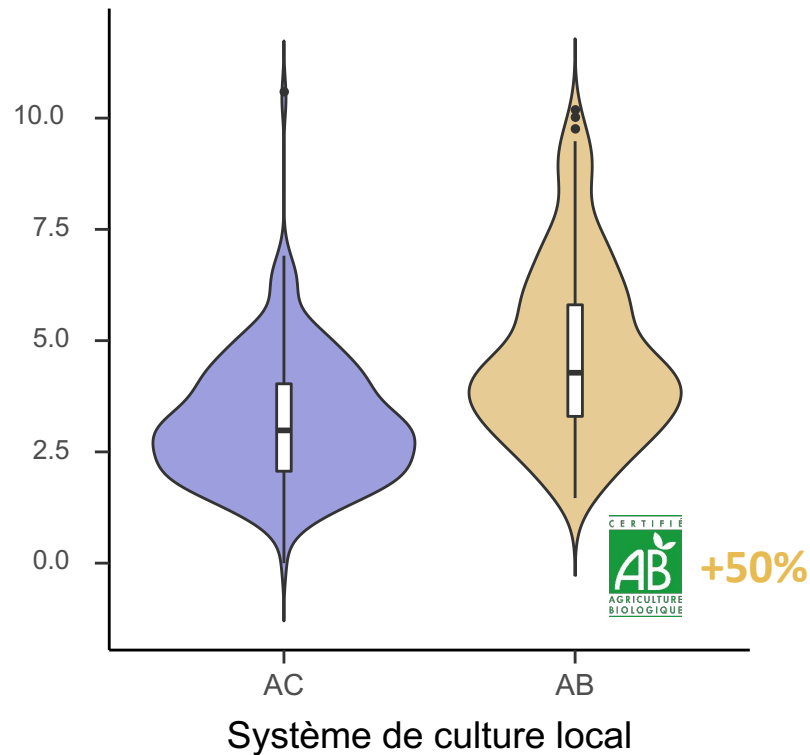


L'agriculture biologique : facteur majeur de la diversité végétale des haies

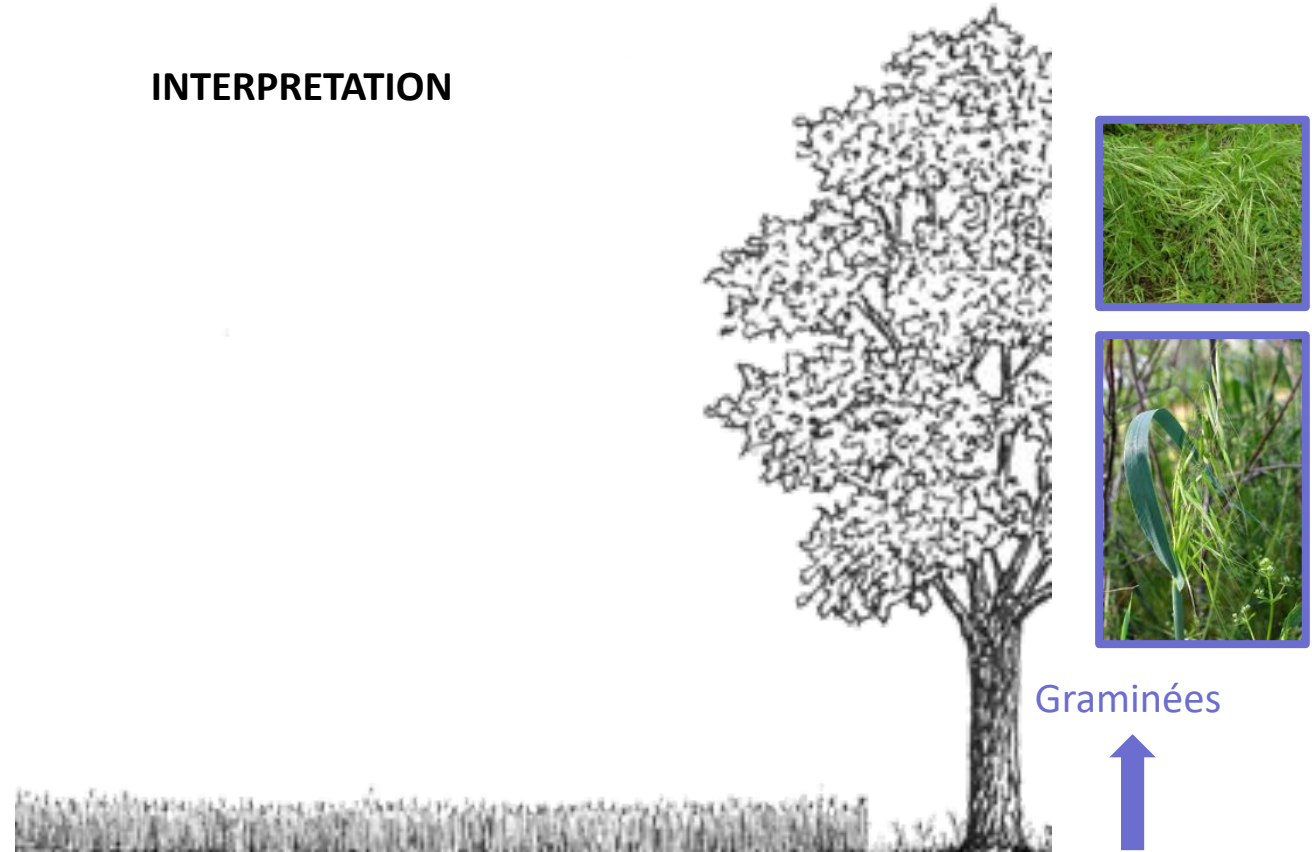


L'agriculture biologique : facteur majeur de la diversité végétale des haies

Diversité spécifique



INTERPRETATION



Kleijn & Verbeek, 2000
You et al., 2017

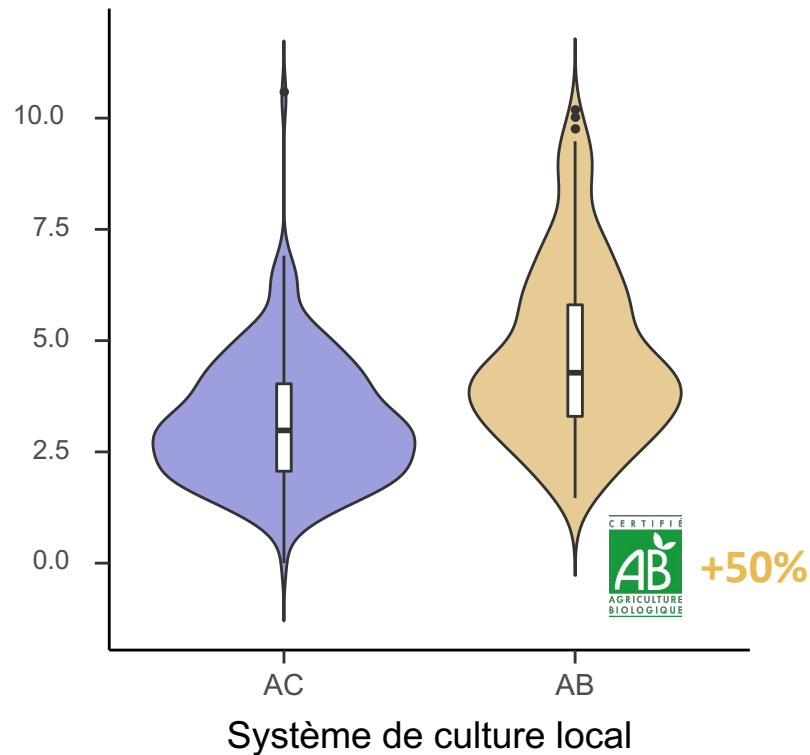
Dérive de
produits phyto.

Eutrophisation
+ acidification
+ herbicide

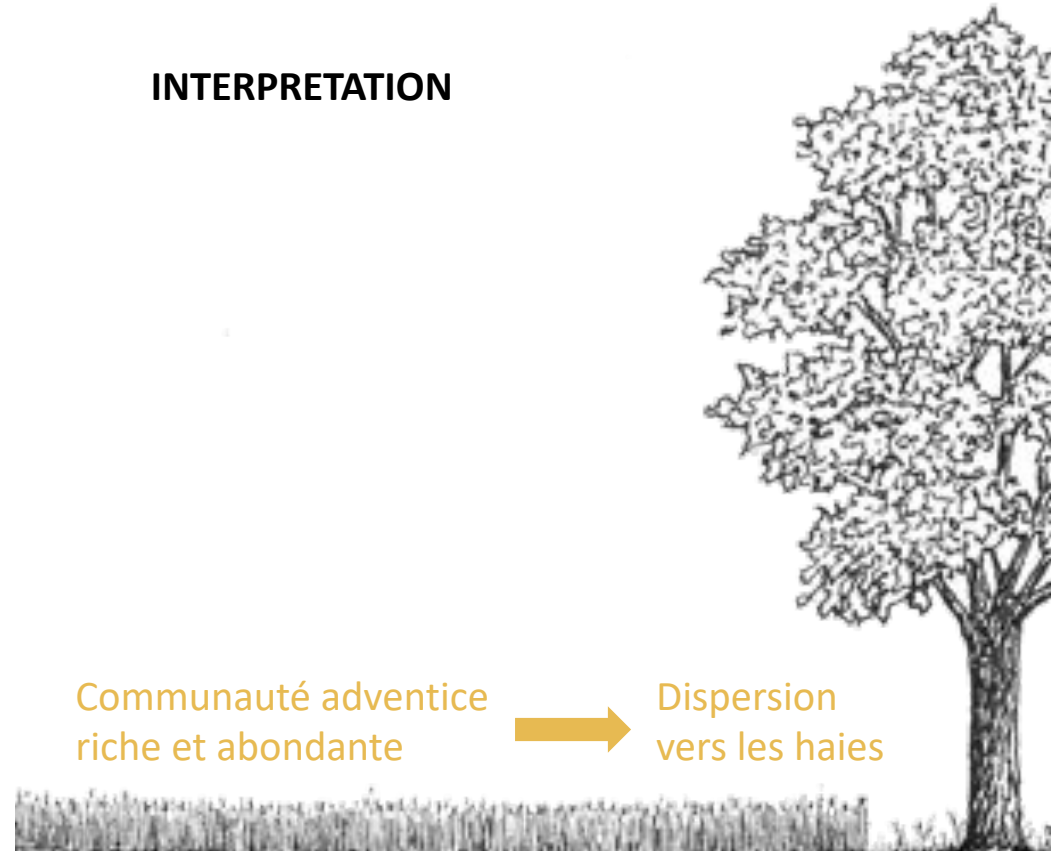
Graminées

L'agriculture biologique : facteur majeur de la diversité végétale des haies

Diversité spécifique



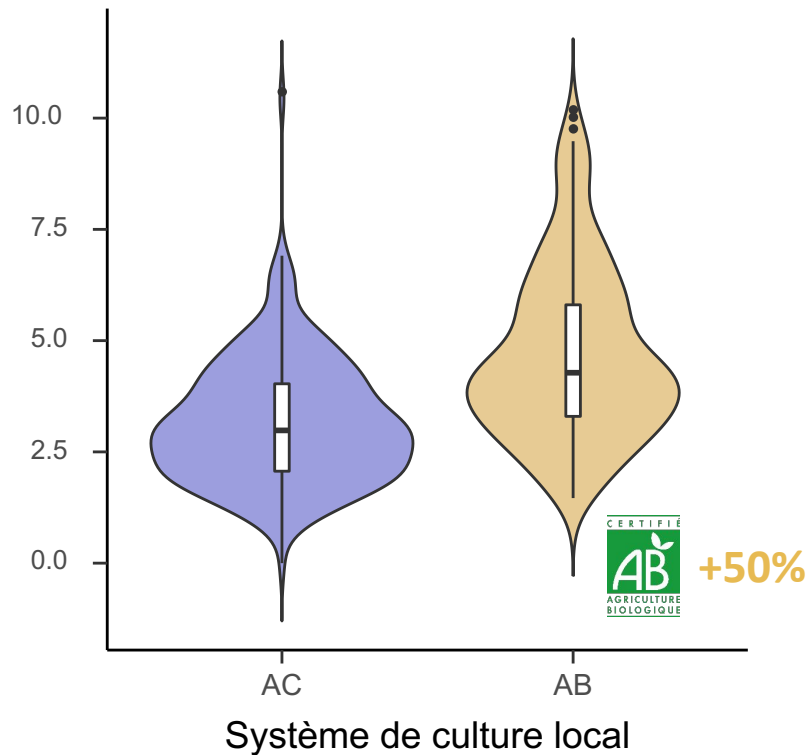
INTERPRETATION



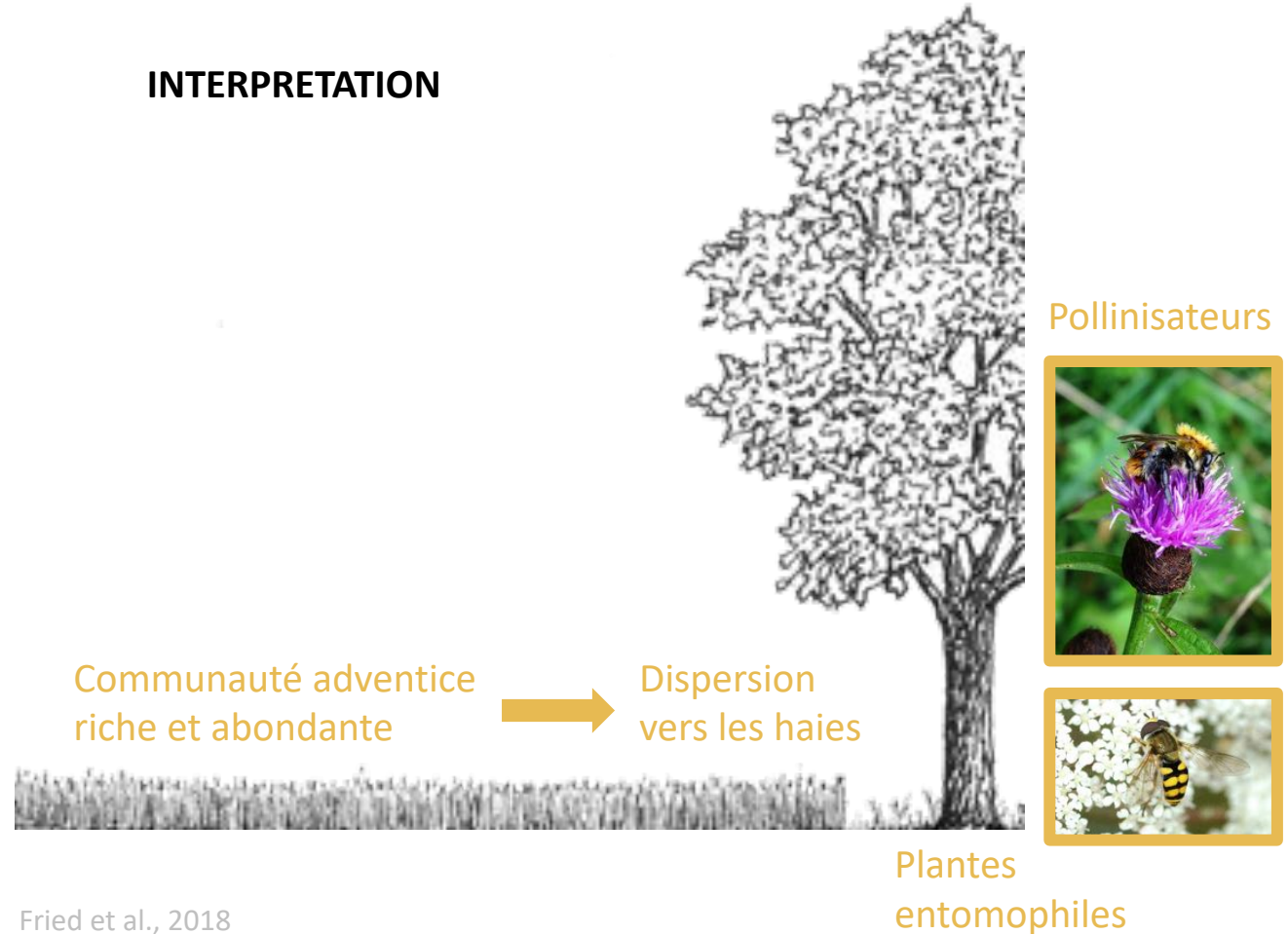
Rundlöf et al., 2010

L'agriculture biologique : facteur majeur de la diversité végétale des haies

Diversité spécifique

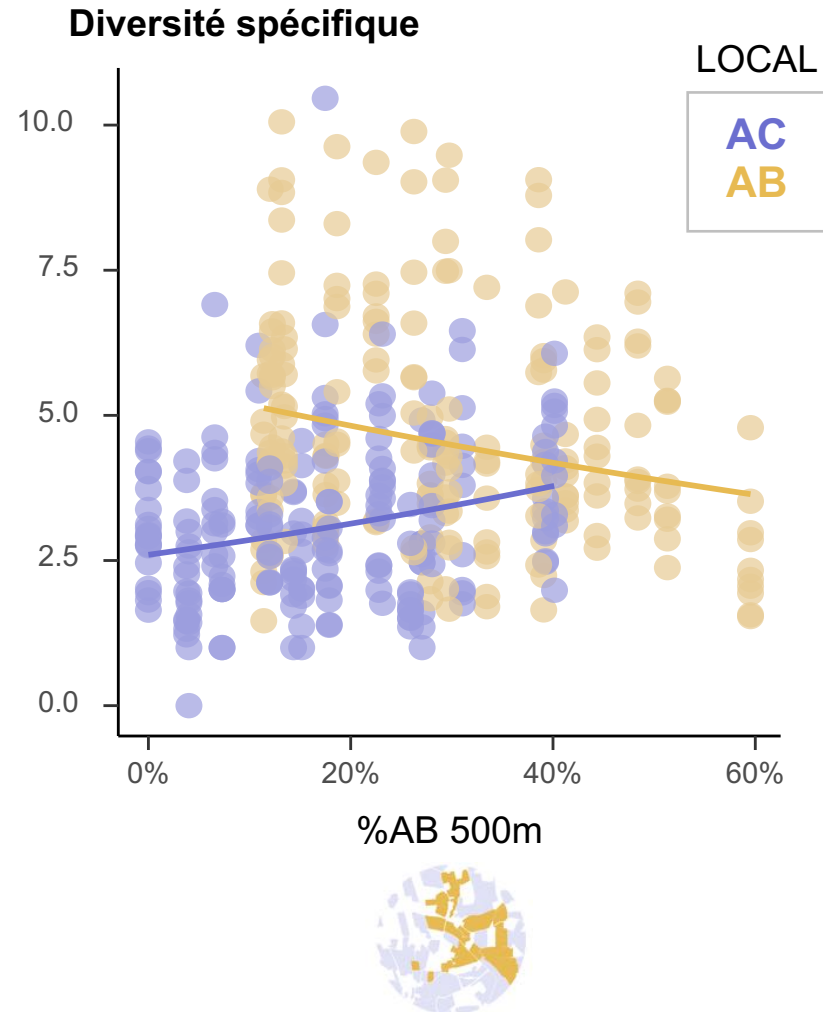


INTERPRETATION

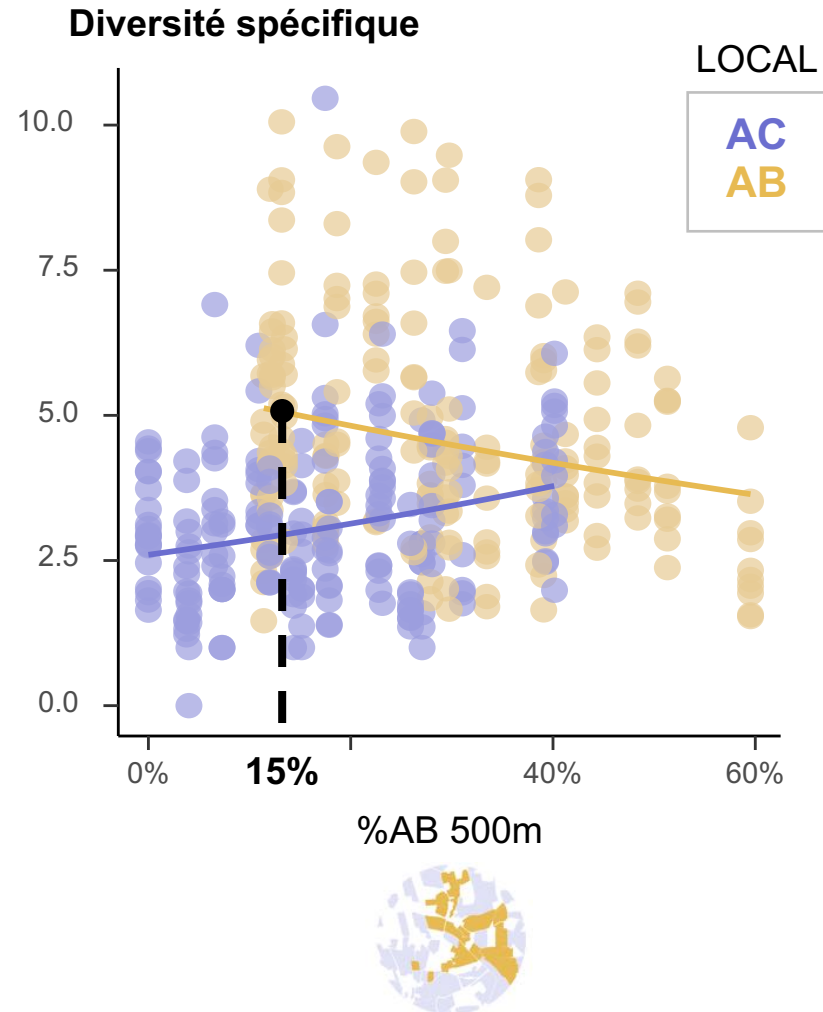


Fried et al., 2018
Power et al., 2012

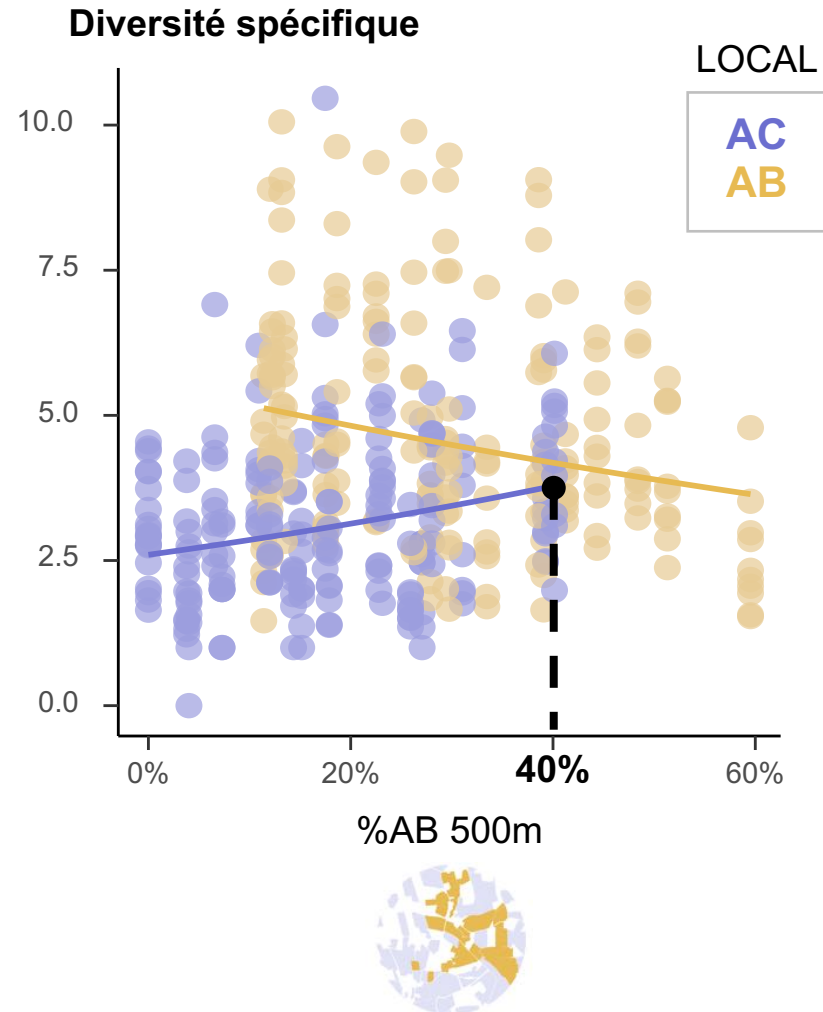
Interaction entre le mode de production à l'échelle locale et paysagère



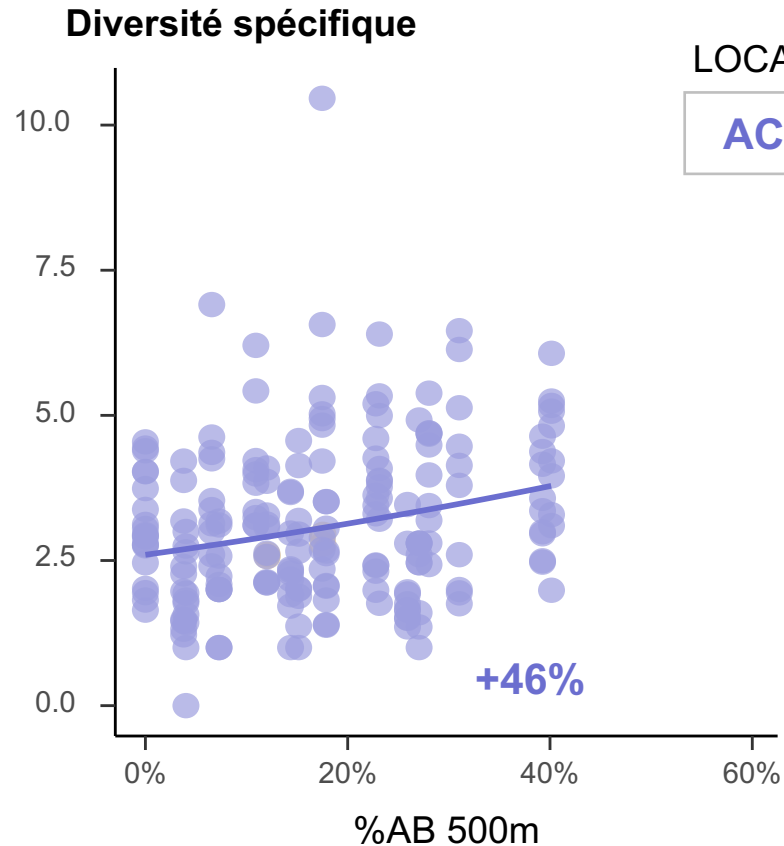
Interaction entre le mode de production à l'échelle locale et paysagère



Interaction entre le mode de production à l'échelle locale et paysagère

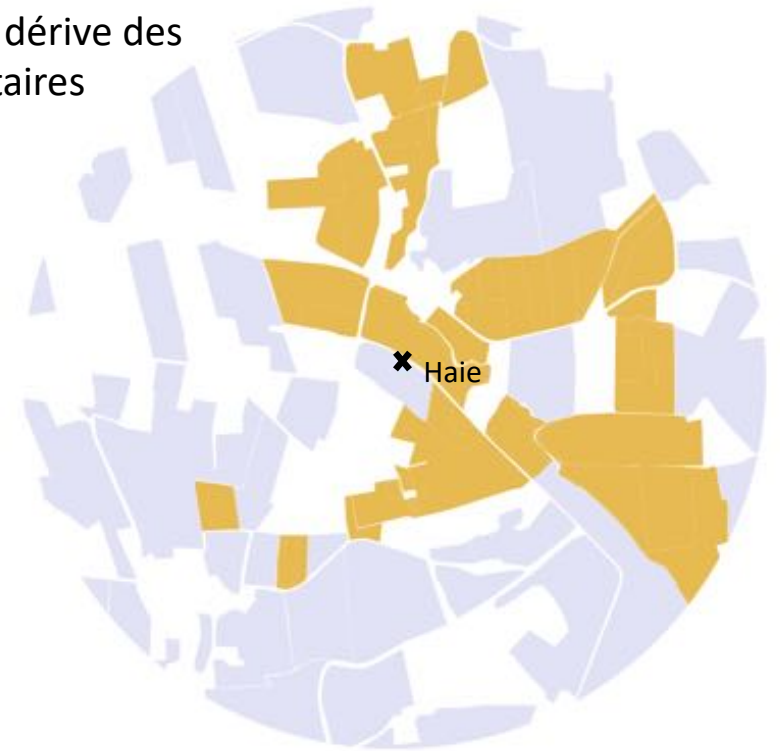


Interaction entre le mode de production à l'échelle locale et paysagère



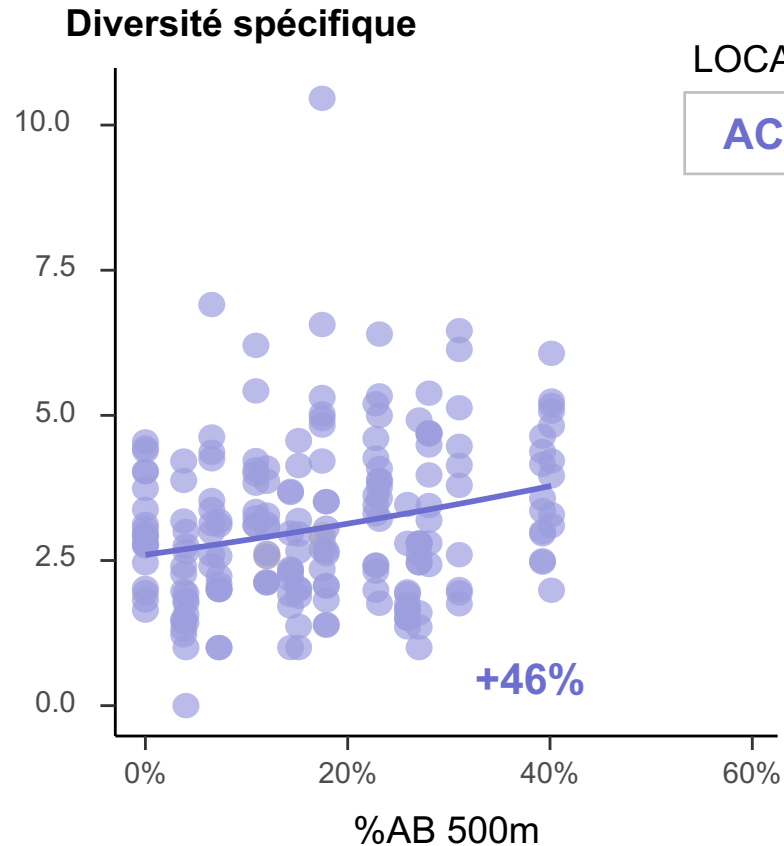
INTERPRETATION

1. Diminution de la dérive des produits phytosanitaires



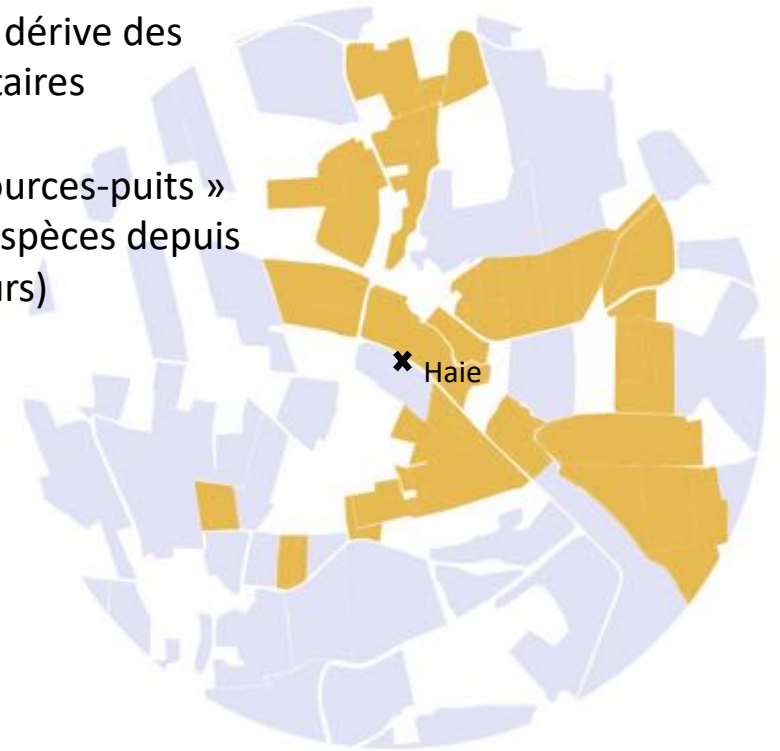
Rundlöf et al. 2010

Interaction entre le mode de production à l'échelle locale et paysagère



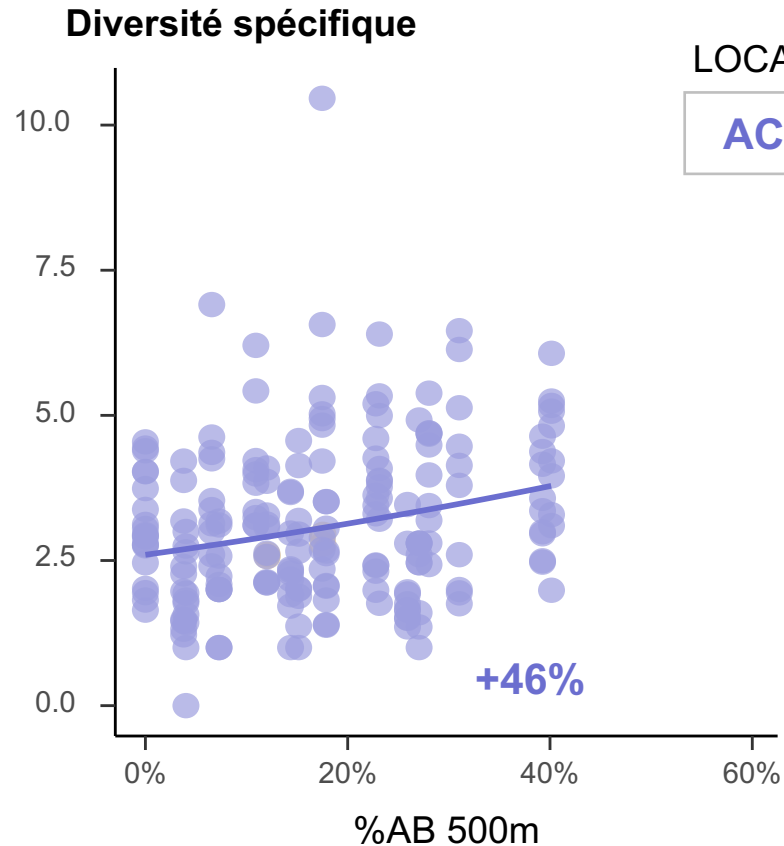
INTERPRETATION

1. Diminution de la dérive des produits phytosanitaires
2. « Dynamiques sources-puits » (apport régulier d'espèces depuis les habitats alentours)



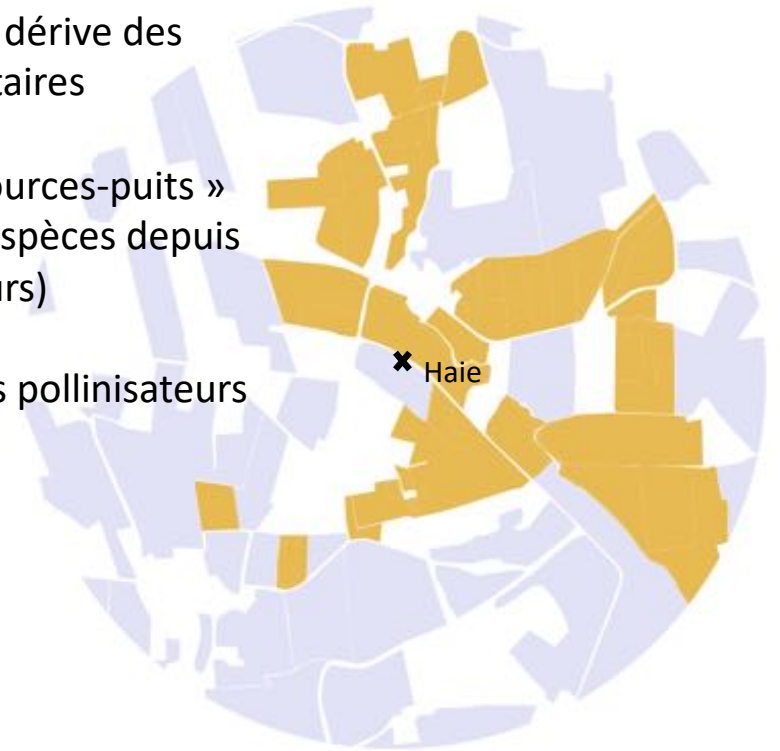
Rundlöf et al. 2010

Interaction entre le mode de production à l'échelle locale et paysagère



INTERPRETATION

1. Diminution de la dérive des produits phytosanitaires
2. « Dynamiques sources-puits » (apport régulier d'espèces depuis les habitats alentours)
3. Conservation des pollinisateurs



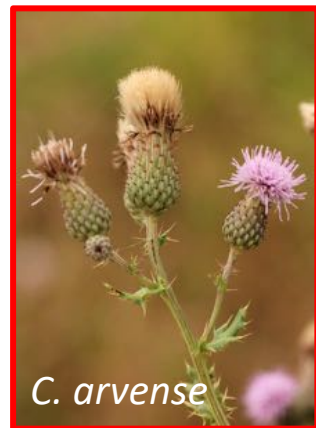
Holzschuh et al., 2008

Abondance adventices problématiques

Critères de classification :

1. Fortes pertes de rendement
2. Impuretés récolte
3. Obstruction machines (biomasse)

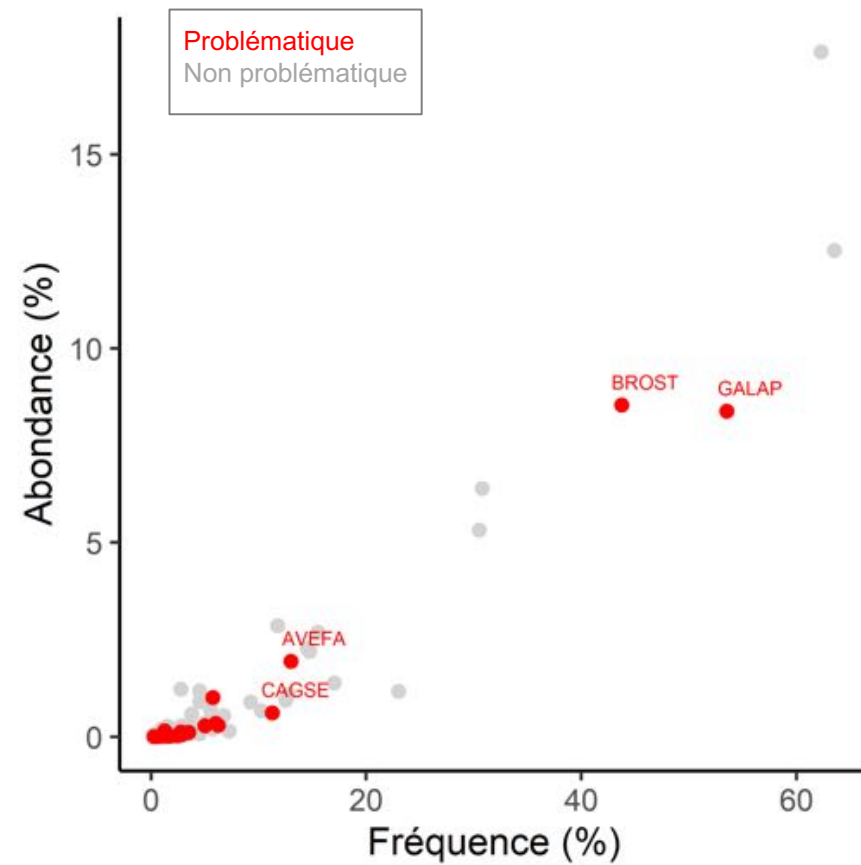
Problématiques



Non problématiques

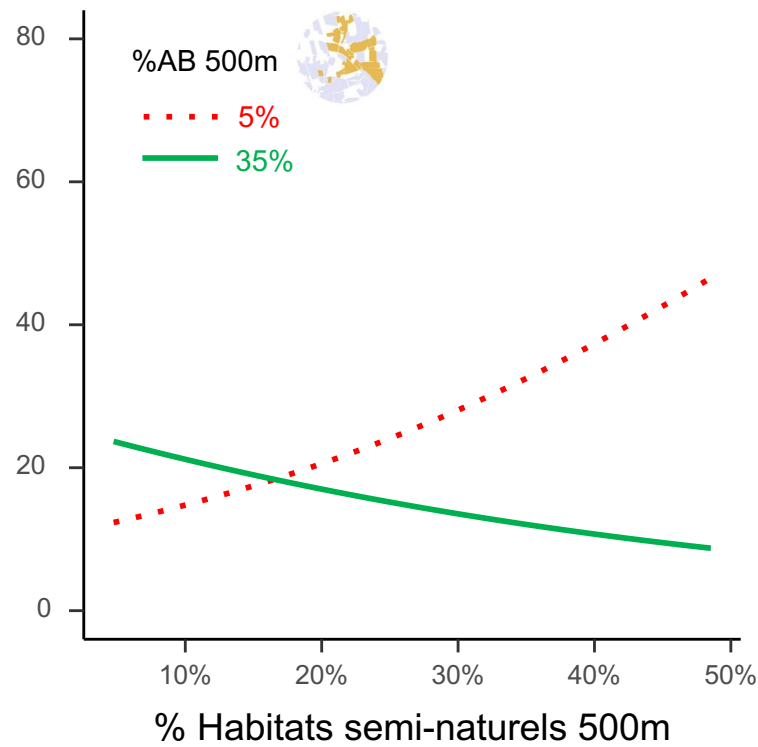


Les adventices problématiques dans les haies



Limiter le développement des adventices passe par la gestion paysagère

Abondance adventices problématiques (%)



INTERPRETATION

1. Avec peu d'AB dans le paysage : gaillet et brome profitent à la fois de l'**eutrophisation des HSN** (lisières, bordures, haies) et de la **dispersion par les animaux** (mammifères).

Theaker, 1995

Tsiouris & Marshall, 1998

Hernández & Zaldívar, 2013

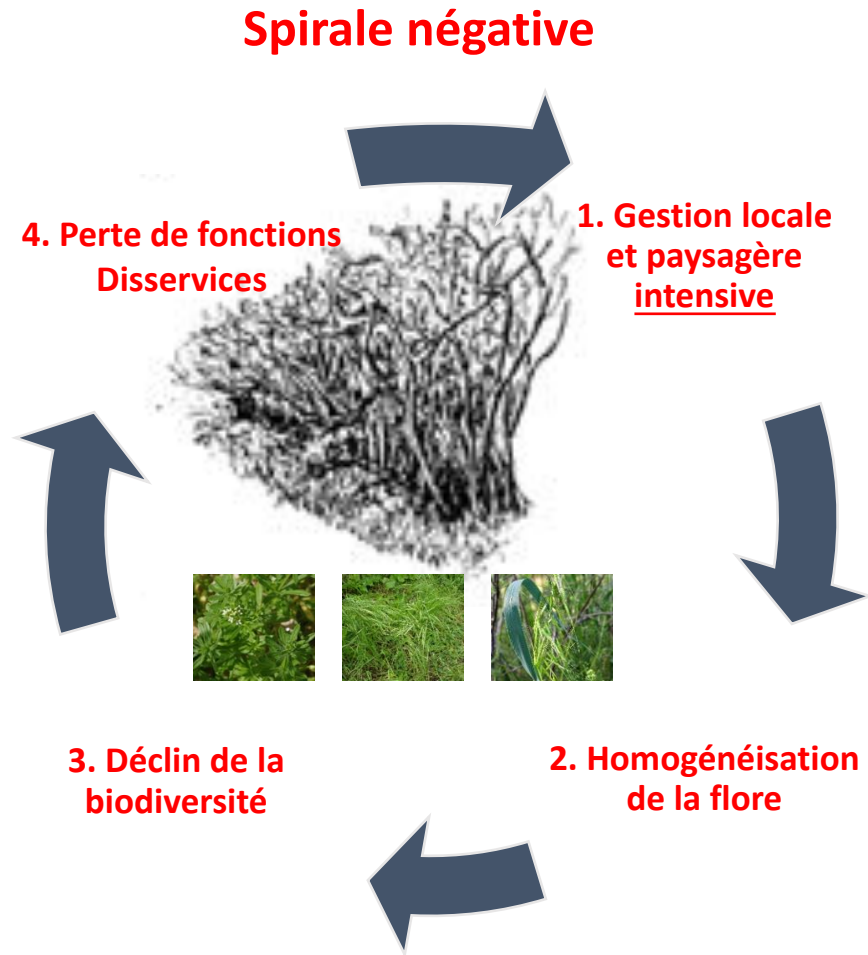
2. Avec beaucoup d'AB dans le paysage : les **espèces sensibles** aux perturbations agricoles **reprennent le dessus** dans les HSN; gaillet et brome ne sont plus dominants.

Fried et al., 2018

DISCUSSION

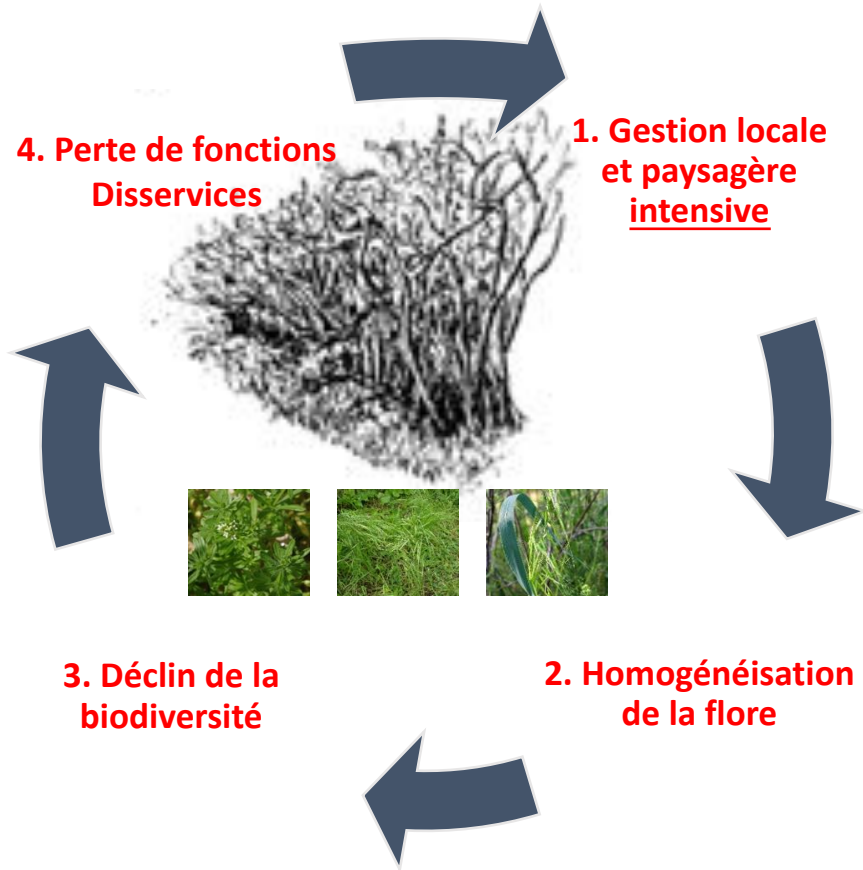


Passer d'une spirale négative...

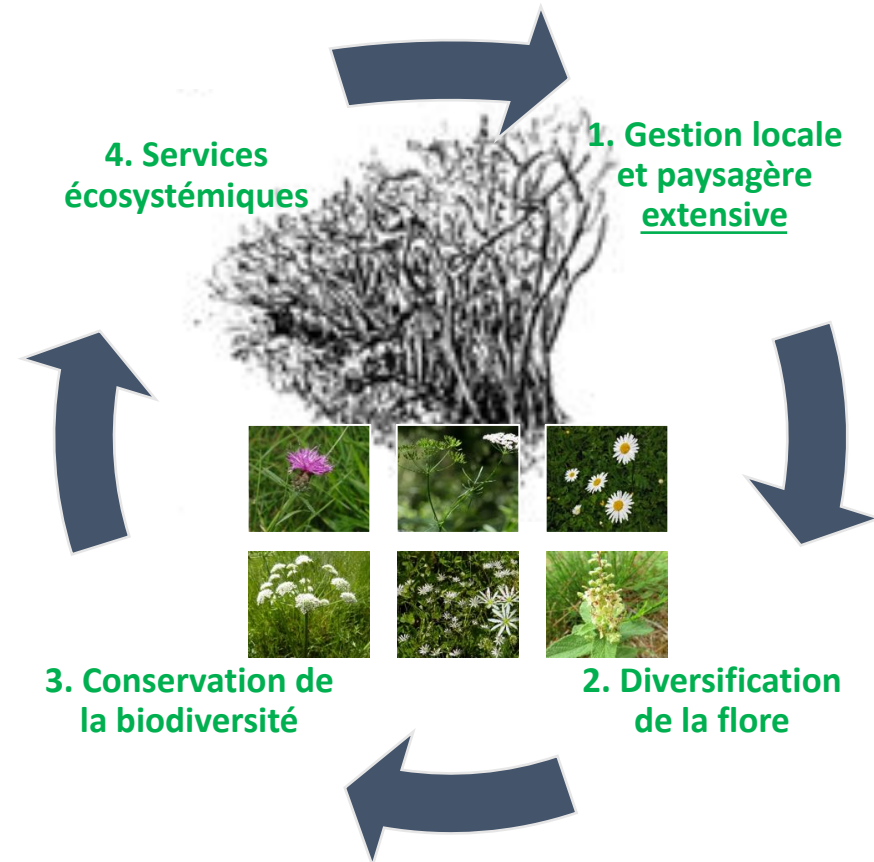


...à un cercle vertueux

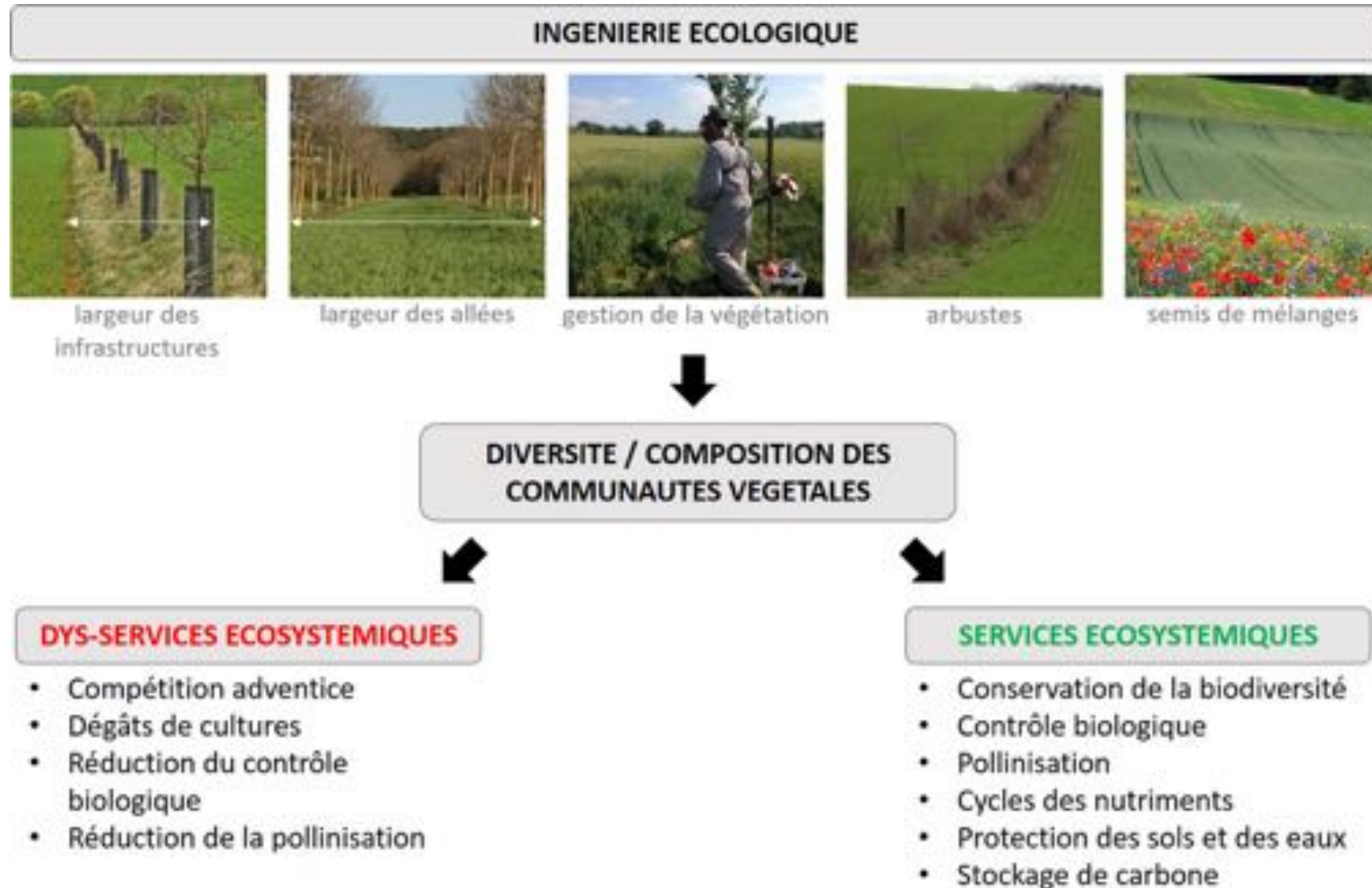
Spirale négative



Cercle vertueux

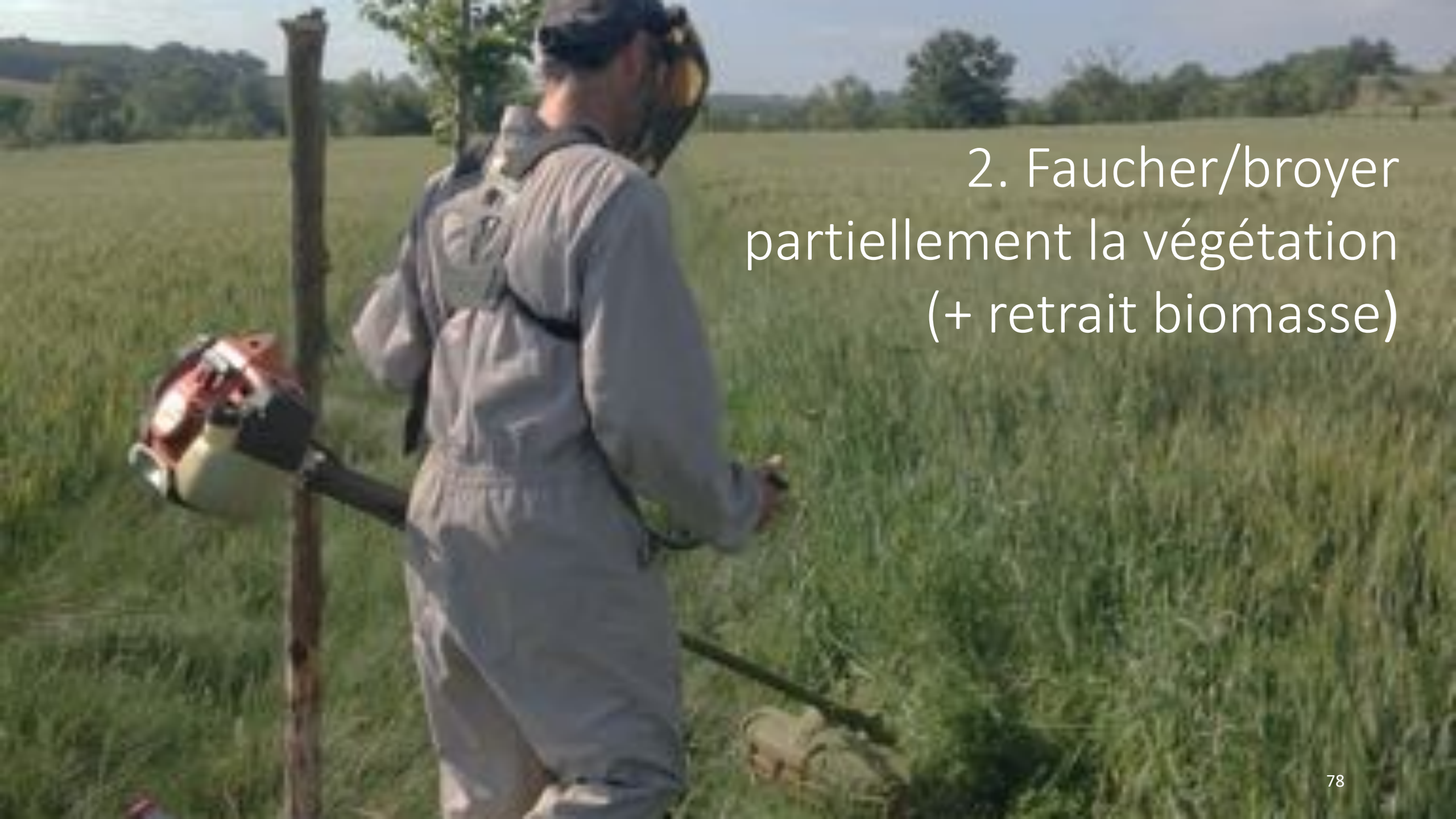


Des perspectives en ingénierie écologique



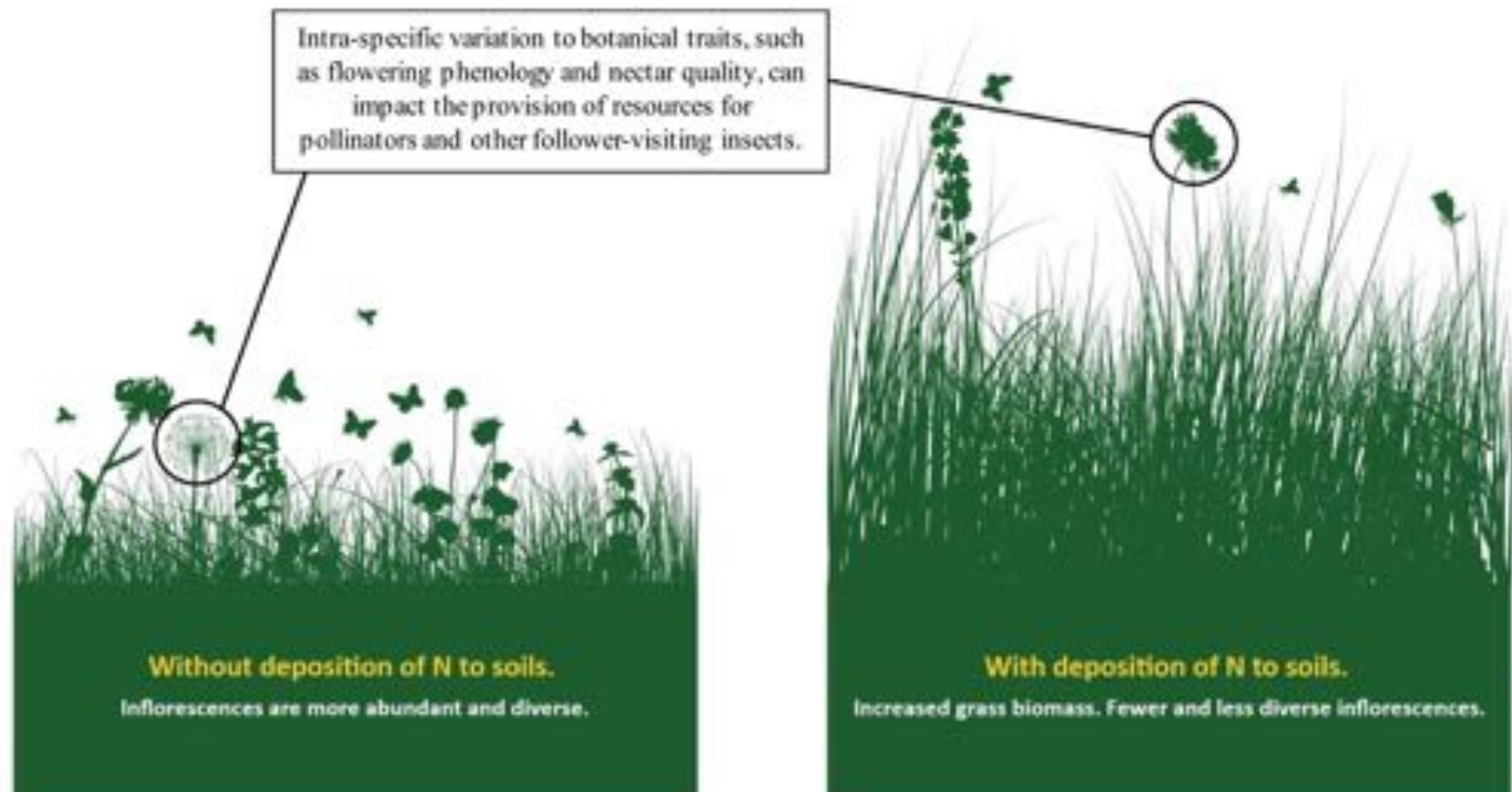
1. Maintenir des arbustes (partiellement)



A person wearing a grey protective suit, a helmet with a face shield, and ear protection is using a brushcutter to clear vegetation in a field. The person is seen from the back, standing next to a wooden post. The background shows a grassy field with trees in the distance under a clear sky.

2. Faucher/broyer
partiellement la végétation
(+ retrait biomasse)

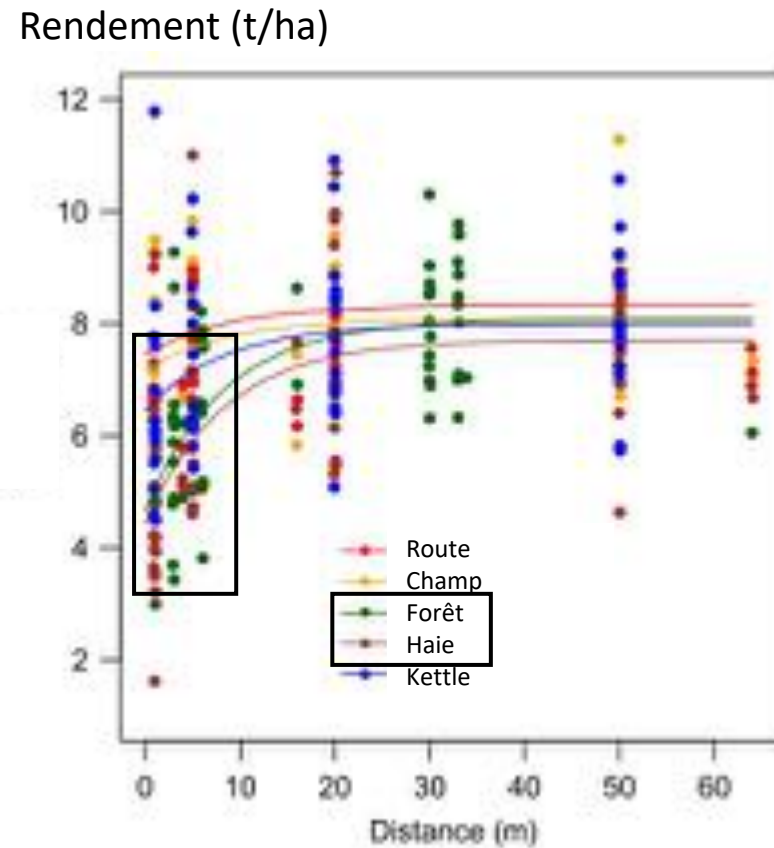
2. Faucher / broyer la végétation + retrait biomasse



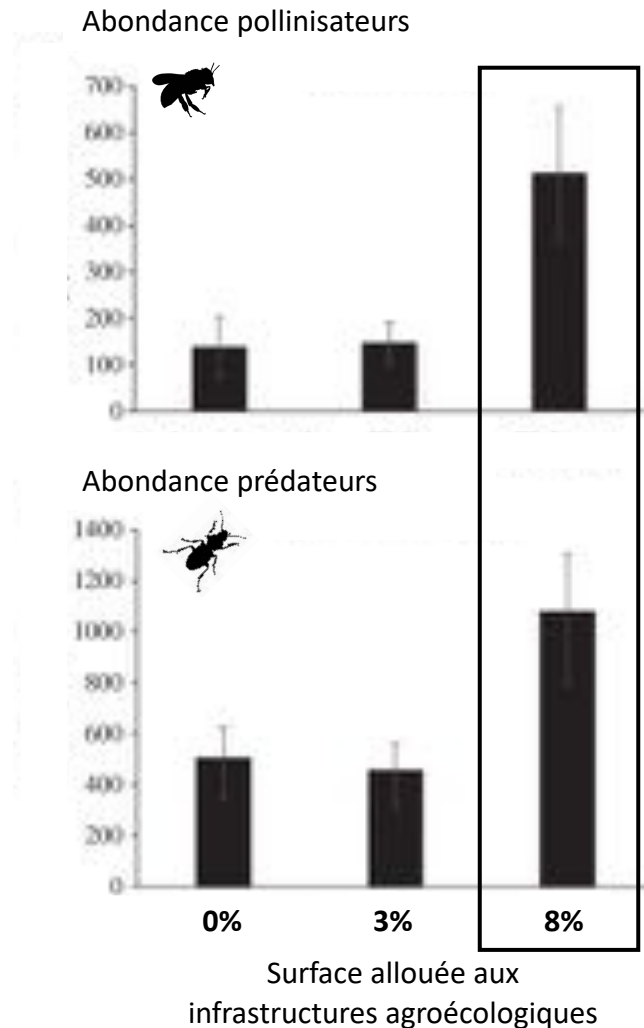
3. Elargir les infrastructures agroécologiques



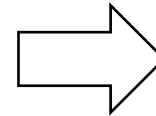
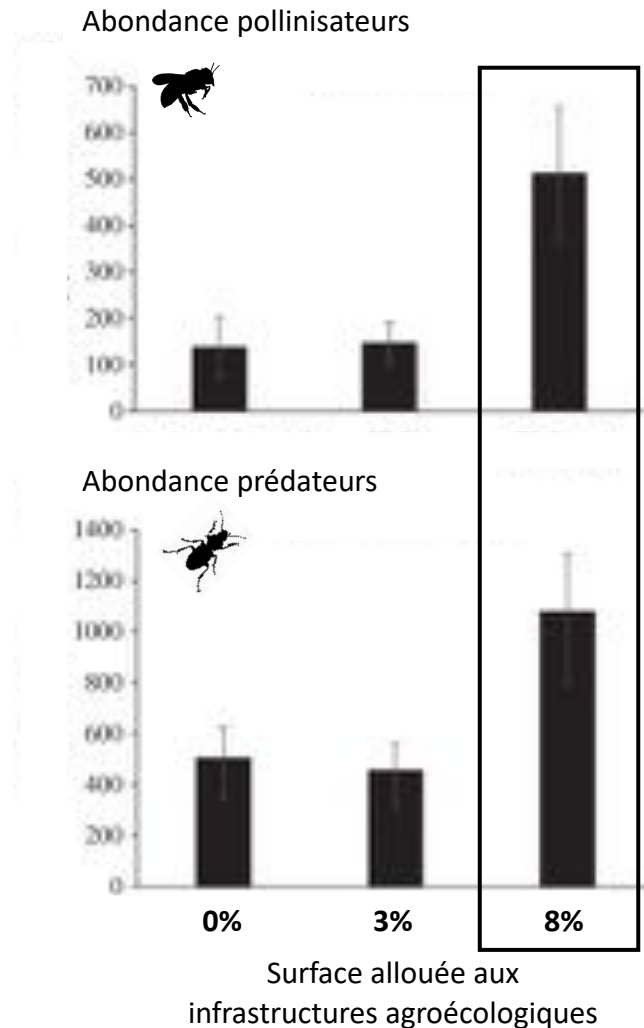
3. Elargir les infrastructures agroécologiques



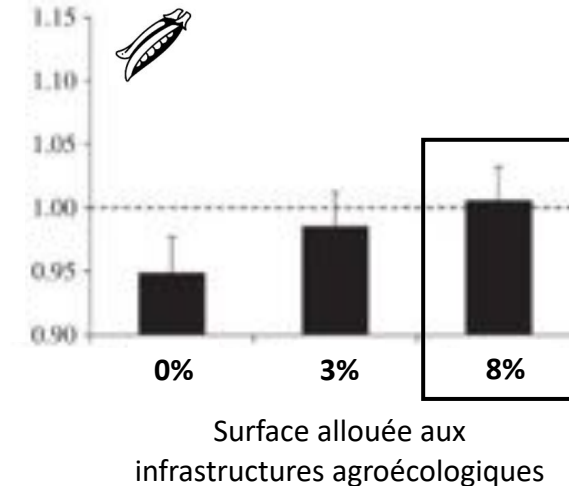
3. Elargir les infrastructures agroécologiques



3. Elargir les infrastructures agroécologiques

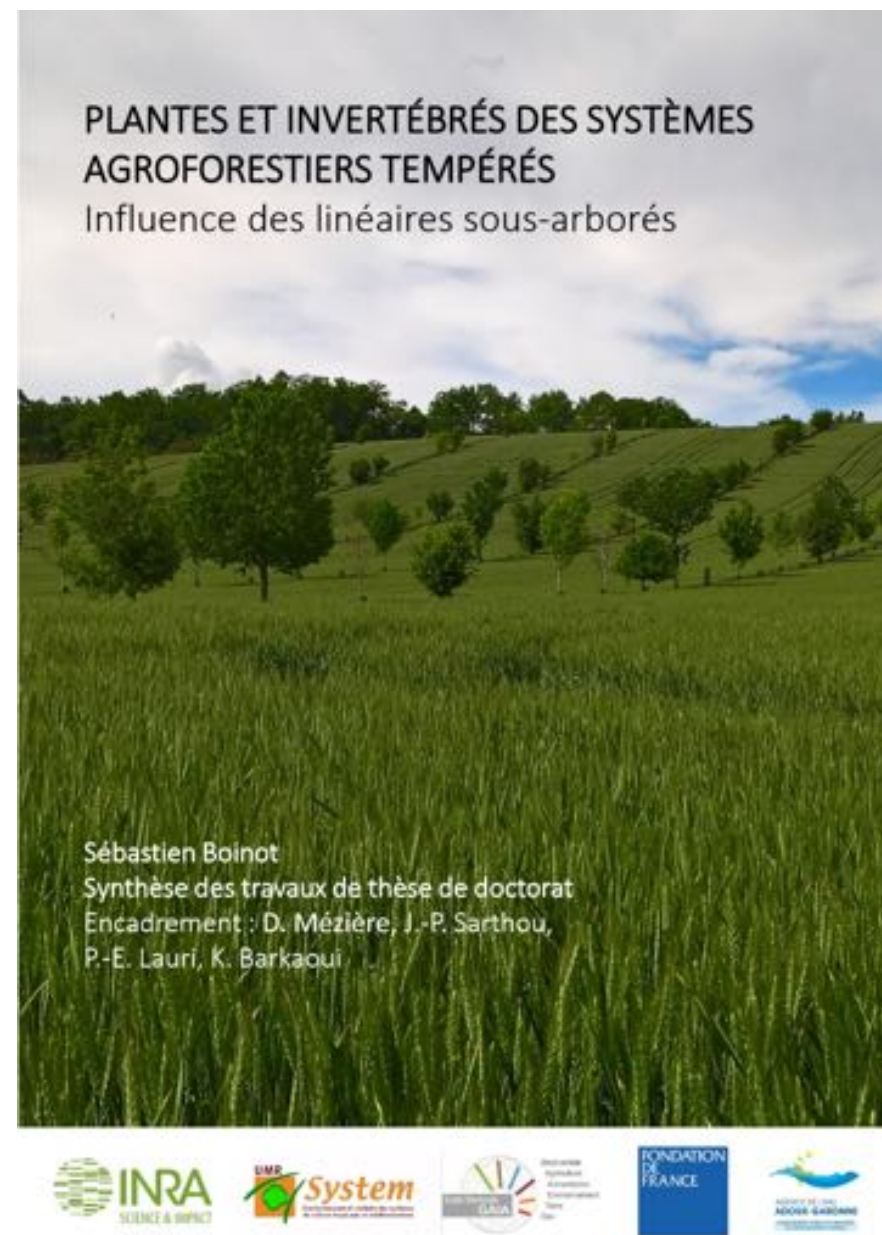


Ratio rendement parcelle /
rendement régional



Un livret qui résume ma thèse,
téléchargeable sur **ResearchGate**

Contact: sebastien.boinot@inrae.fr



Pour en savoir plus sur l'agroforesterie tempérée

[Accueil](#)[Présentation](#)[Groupes de Travail](#)[Ressources](#)[Projets](#)[Actualités](#)[Webinaires](#)

Réseau Mixte Technologique

RMT AgroforesterieS

Le RMT AgroforesterieS est un réseau de partenaires professionnels de la recherche, du développement et de la formation, rassemblés autour de la thématique de l'agroforesterie.

[Présentation](#) →



Pour en savoir plus sur la biodiversité

JEAN-HENRI FABRE

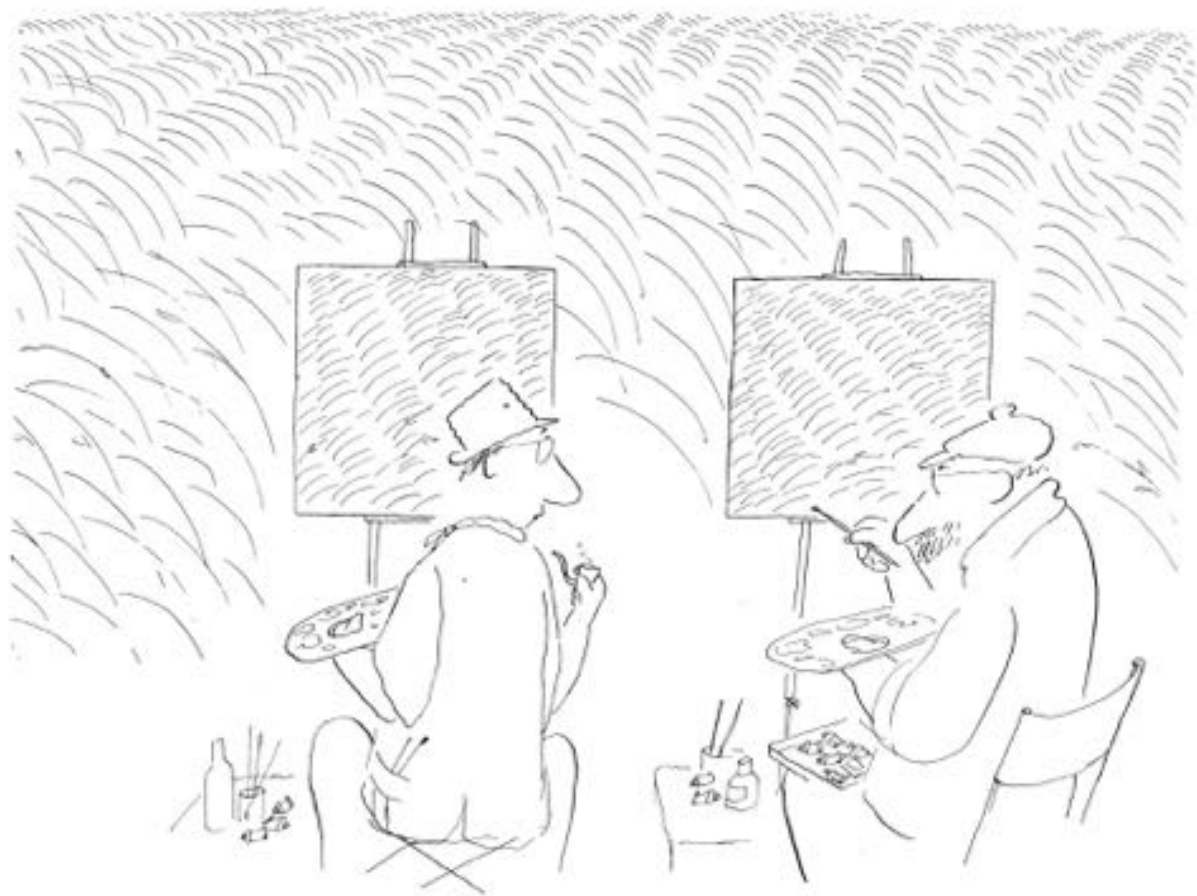
RÉCITS SUR
LES INSECTES,
LES ANIMAUX
ET LES
CHOSSES DE L'AGRICULTURE

Illustrations par Jean-Baptiste
Fouquet par Yves Chénier



Merci pour votre attention !

Fondation
de
France



— Rentrons, le vent a tourné.

Jean-Jacques Sempé

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aavik, T., Liira, J., 2010. Quantifying the effect of organic farming, field boundary type and landscape structure on the vegetation of field boundaries. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 135, 178–186.
- Agreste - DRAAF Bretagne, 2010. Résultats de l'enquête régionale sur les haies en 2008, Rennes, France, 4 pp.
- Alignier, A., 2018. Two decades of change in a field margin vegetation metacommunity as a result of field margin structure and management practice changes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251, 1–10.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., 2020. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies* 47, 881–898.
- Aude, E., Tybirk, K., Michelsen, A., Ejrnæs, R., Hald, A., Mark, S., 2004. Conservation value of the herbaceous vegetation in hedgerows – does organic farming make a difference? *Biological Conservation* 118, 467–478.
- Baudry, J., Bunce, R., Burel, F., 2000. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management* 60, 7–22.
- Benton, T.G., Bailey, R., 2019. The paradox of productivity: agricultural productivity promotes food system inefficiency. *Global Sustainability* 2, 1–8.
- Bijay-Singh, Craswell, E., 2021. Fertilizers and nitrate pollution of surface and ground water: an increasingly pervasive global problem. *SN Applied Sciences* 3, 518.
- Boussard, H., Baudry, J., 2017. Chloe4.0: A software for landscape pattern analysis. <https://www6.rennes.inrae.fr/bagap/PRODUCTIONS/Logiciels>.
- Boutin, C., Baril, A., Martin, P., 2008. Plant diversity in crop fields and woody hedgerows of organic and conventional farms in contrasting landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123, 185–193.
- Burel, F., Baudry, J., 1990. Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France. *Landscape Ecology* 4, 197–210.
- Carey, P.D., Wallis, S., Chamberlain, P.M., Cooper, A., Emmett, B.A., Maskell, L.C., McCann, T., Murphy, J., Norton, L.R., Reynolds, B., Scott, W.A., Simpson, I.C., Smart, S.M., Ulliyett, J.M. (Eds.), 2008. Countryside survey : UK results from 2007, Lancaster.
- David, T.I., Storkey, J., Stevens, C.J., 2019. Understanding how changing soil nitrogen affects plant–pollinator interactions. *Arthropod-Plant Interactions* 13, 671–684.

- Deckers, B., Hermy, M., Muys, B., 2004. Factors affecting plant species composition of hedgerows: relative importance and hierarchy. *Acta Oecologica* 26, 23–37.
- Dover, J.W. (Ed.), 2019. The ecology of hedgerows and field margins. Routledge, New York, USA.
- Fried, G., Villers, A., Porcher, E., 2018. Assessing non-intended effects of farming practices on field margin vegetation with a functional approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 261, 33–44.
- Hernández, Á., Zaldívar, P., 2013. Epizoochory in a hedgerow habitat: seasonal variation and selective diaspore adhesion. *Ecological Research* 28, 283–295.
- Holt-Giménez, E., Shattuck, A., Altieri, M., Herren, H., Gliessman, S., 2012. We already grow enough food for 10 billion people ... and still can't end hunger. *Journal of Sustainable Agriculture* 36, 595–598.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T., 2008. Agricultural landscapes with organic crops support higher pollinator diversity. *Oikos* 117, 354–361.
- Kalamandeen, M., Gloor, E., Mitchard, E., Quincey, D., Ziv, G., Spracklen, D., Spracklen, B., Adami, M., Aragão, L.E.O.C., Galbraith, D., 2018. Pervasive rise of small-scale deforestation in Amazonia. *Scientific Reports* 8, 1600.
- Kleijn, D., Verbeek, M., 2000. Factors affecting the species composition of arable field boundary vegetation. *Journal of Applied Ecology* 37, 256–266.
- Klingelschmidt, J., Milner, A., Khireddine-Medouni, I., Witt, K., Alexopoulos, E.C., Toivanen, S., LaMontagne, A.D., Chastang, J.-F., Niedhammer, I., 2018. Suicide among agricultural, forestry, and fishery workers: a systematic literature review and meta-analysis. *Scandinavian journal of work, environment & health* 44, 3–15.
- Le Coeur, D., Baudry, J., Burel, F., 1997. Field margins plant assemblages: variation partitioning between local and landscape factors. *Landscape and Urban Planning* 37, 57–71.
- Lefeuvre, J.C., 1986. Des arbres et des hommes, in: Ministère de l'Environnement et de l'Agriculture (Ed.), *Le bocage, la haie, le bois*, Paris, France, pp. 42–68.
- Litza, K., Diekmann, M., 2017. Resurveying hedgerows in Northern Germany: Plant community shifts over the past 50 years. *Biological Conservation* 206, 226–235.

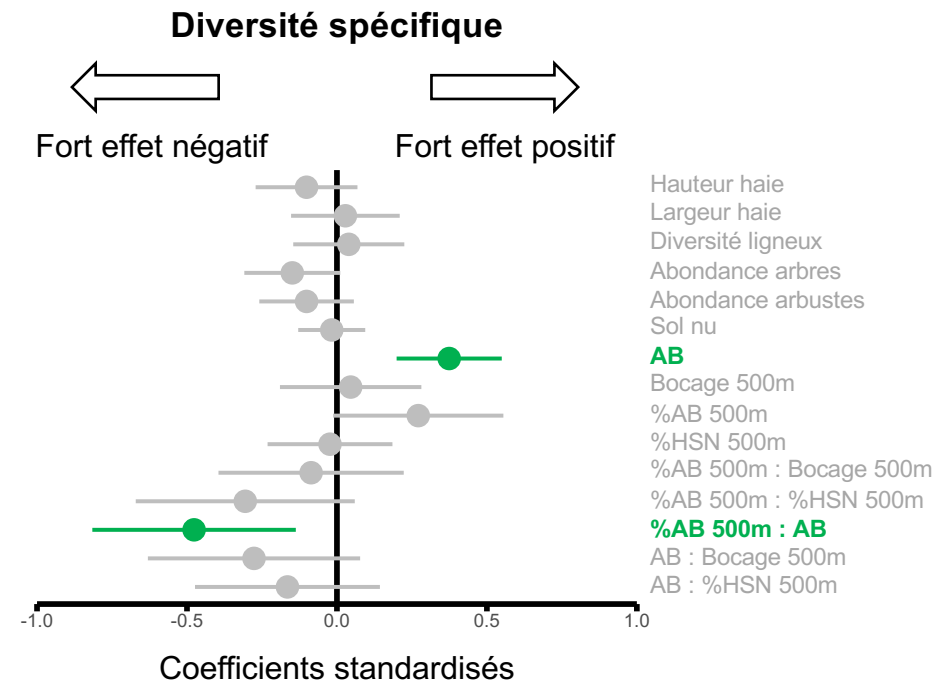
- Litza, K., Diekmann, M., 2020. The effect of hedgerow density on habitat quality distorts species-area relationships and the analysis of extinction debts in hedgerows. *Landscape Ecology* 35, 1187–1198.
- Peschard, K., Randeria, S., 2020. ‘Keeping seeds in our hands’: the rise of seed activism. *The Journal of Peasant Studies* 47, 613–647.
- Power, E.F., Kelly, D.L., Stout, J.C., 2012. Organic farming and landscape structure: effects on insect-pollinated plant diversity in intensively managed grasslands. *PloS One* 7, e38073.
- Pywell, R.F., Heard, M.S., Woodcock, B.A., Hinsley, S., Ridding, L., Nowakowski, M., Bullock, J.M., 2015. Wildlife-friendly farming increases crop yield: evidence for ecological intensification. *Proceedings Biological sciences* 282, 20151740.
- Raatz, L., Bacchi, N., Pirhofer Walzl, K., Glemnitz, M., Müller, M.E.H., Joshi, J., Scherber, C., 2019. How much do we really lose?-Yield losses in the proximity of natural landscape elements in agricultural landscapes. *Ecology and Evolution* 16, 443.
- Rundlöf, M., Edlund, M., Smith, H.G., 2010. Organic farming at local and landscape scales benefits plant diversity. *Ecography* 33, 514–522.
- Staley, J.T., Bullock, J.M., Baldock, K.C., Redhead, J.W., Hooftman, D.A., Button, N., Pywell, R.F., 2013. Changes in hedgerow floral diversity over 70 years in an English rural landscape, and the impacts of management. *Biological Conservation* 167, 97–105.
- Theaker, A., 1995. The effect of nitrogen fertiliser on the growth of *Bromus sterilis* in field boundary vegetation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 53, 185–192.
- Toussaint, M., Darrot, C., 2021. Enquête sociologique auprès des agriculteurs planteurs de bocage: Rapport d’étude – Juin 2021. Institut Agro Agrocampus Ouest - UMR CNRS 6590 ESO, 149 pp. hal-03277645.
- Tsiouris, S., Marshall, E.J.P., 1998. Observations on patterns of granular fertiliser deposition beside hedges and its likely effects on the botanical composition of field margins. *Annals of Applied Biology* 132, 115–127.
- van Vooren, L., Reubens, B., Steven, B., De Frenne, Pieter, Victoria, N., Pardon, P., Verheyen, K., 2017. Ecosystem service delivery of agri-environment measures: A synthesis for hedgerows and grass strips on arable land. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 244, 32–51.
- Vanbergen, A.J., Aizen, M.A., Cordeau, S., Garibaldi, L.A., Garratt, M.P., Kovács-Hostyánszki, A., Lecuyer, L., Ngo, H.T., Potts, S.G., Settele, J., Skrimizea, E., Young, J.C., 2020. Transformation of agricultural landscapes in the Anthropocene: Nature's contributions to people, agriculture and food security, in: , *The Future of Agricultural Landscapes, Part I*, vol. 63. *Advances in Ecological Research*. Elsevier, pp. 193–253.

- Vanneste, T., Govaert, S., Kesel, W. de, van den Berge, S., Vangansbeke, P., Meeussen, C., Brunet, J., Cousins, S.A.O., Decocq, G., Diekmann, M., Graae, B.J., Hedwall, P.-O., Heinken, T., Helsen, K., Kapás, R.E., Lenoir, J., Liira, J., Lindmo, S., Litza, K., Naaf, T., Orczewska, A., Plue, J., Wulf, M., Verheyen, K., De Frenne, Pieter, 2020. Plant diversity in hedgerows and road verges across Europe. *Journal of Applied Ecology* 57, 1244–1257.
- You, C., Wu, F., Gan, Y., Yang, W., Hu, Z., Xu, Z., Tan, B., Liu, L., Ni, X., 2017. Grass and forbs respond differently to nitrogen addition: a meta-analysis of global grassland ecosystems. *Scientific Reports* 7, 1563.

ANNEXES

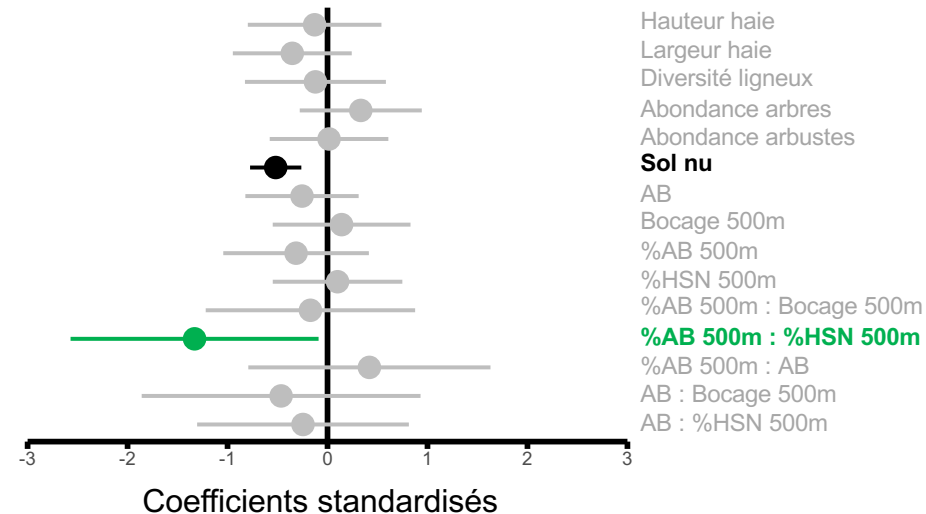
FLORE DES HAIES

L'agriculture biologique : facteur majeur de la diversité végétale des haies

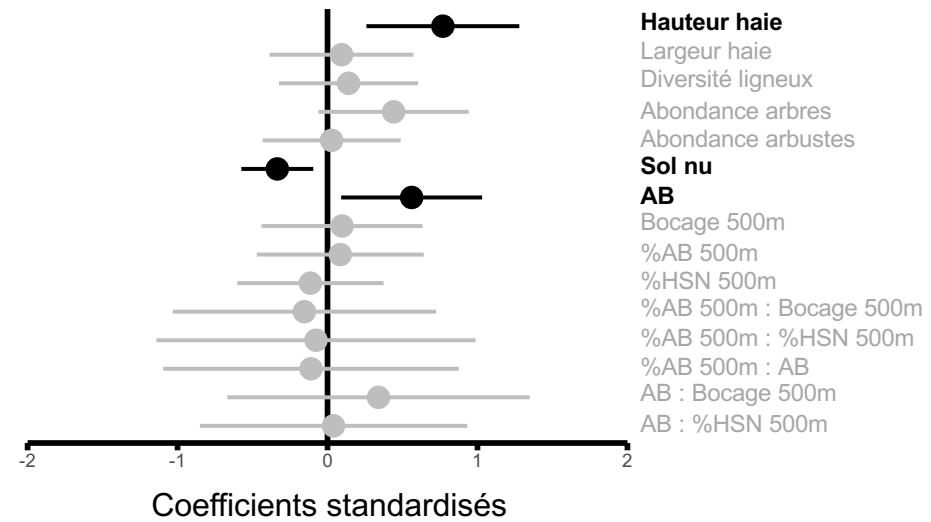


Limiter le développement des adventices passe par la gestion paysagère

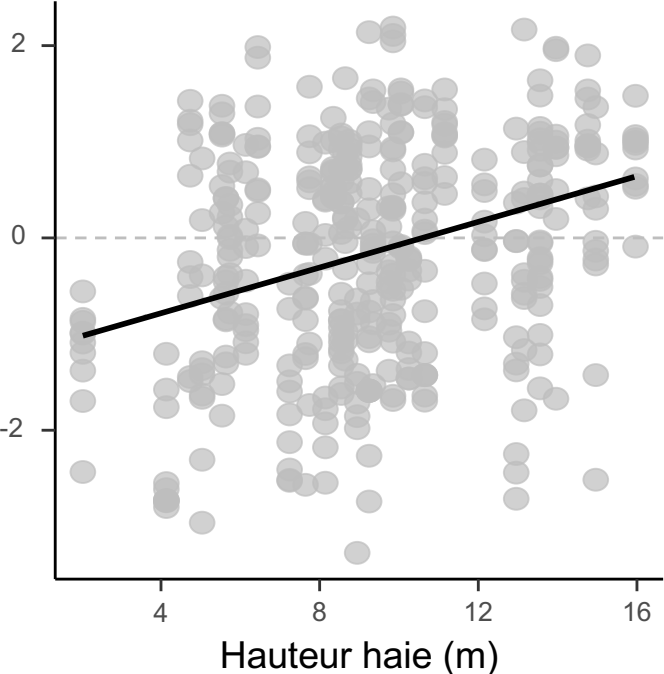
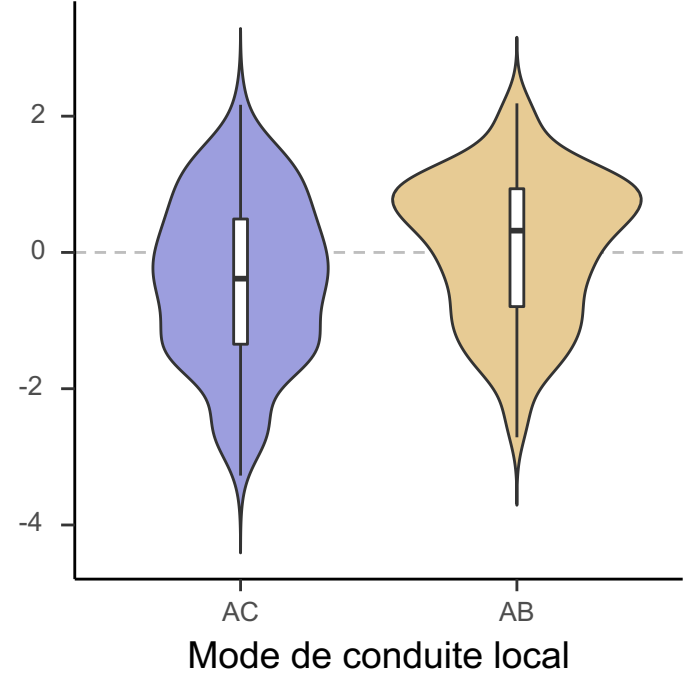
Abondance adventices problématiques



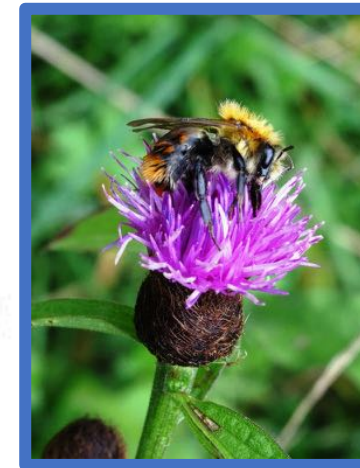
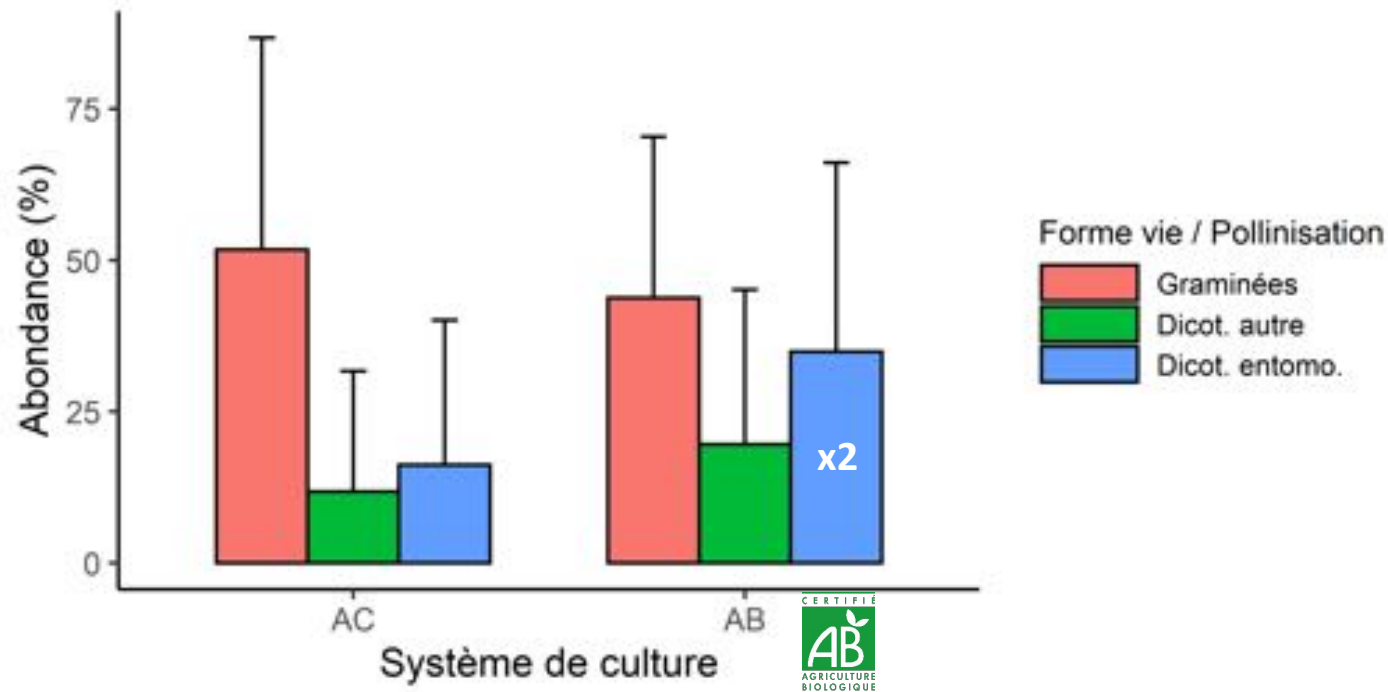
Diversité fonctionnelle



Diversité fonctionnelle



Les dicotylédones entomophiles sont favorisées par l'agriculture biologique



Oenanthë crocata
Stachys sylvatica
Stellaria graminea
Teucrium scorodonia
Centaurea nigra
Leucanthemum vulgare
...

