



Programme FRB-MTE-OFB
*Pressions anthropiques et impacts sur la
biodiversité terrestre*

Restitutions Juin 2026

Projet FunBioDiv

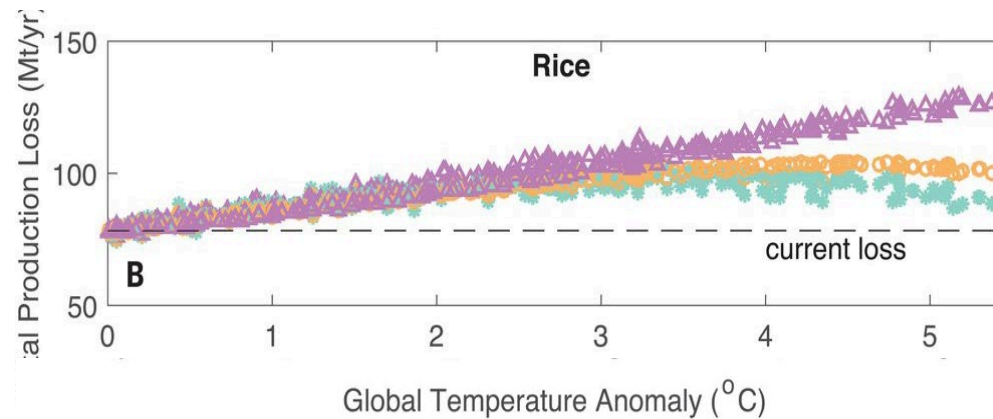
Analyse fonctionnelle des effets de la diversification végétale sur la
régulation des bioagresseurs de cultures

Axe <Synthèse>

Aude VIALATTE Porteuse du projet
Directrice de recherche
INRAE Dynafor

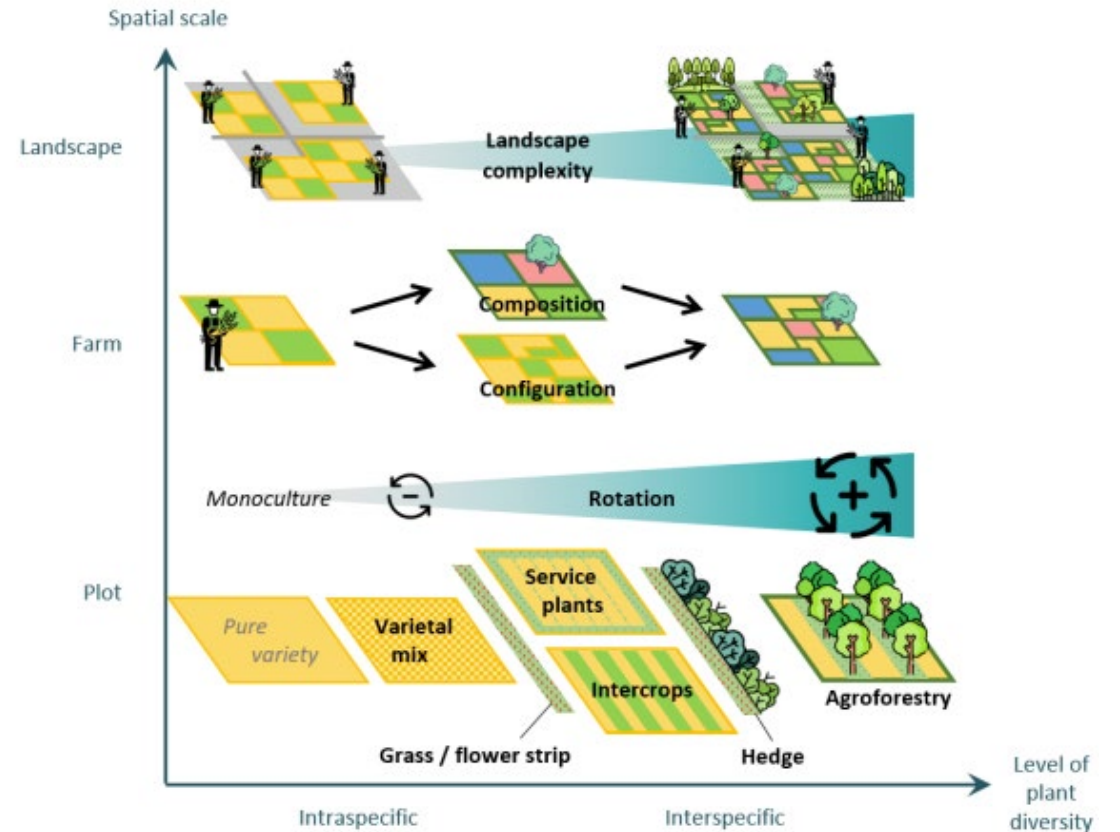


- Agriculture intensive / pesticides : déterminant majeur de l'érosion de la biodiversité
- Changement climatique : augmentation des problématiques de bioagresseurs (adventices, ravageurs, pathogènes) & des pertes de rendements
- Nécessité de concevoir des systèmes agricoles durables et résilients
- Voie de passage : développer une protection agroécologique des cultures



- La protection agroécologique : perturber les bioagresseurs et favoriser leurs ennemis naturels
- Augmenter la diversité génétique ou spécifique végétale dans les parcelles limite par exemple les maladies des plantes
- Augmenter la richesse spécifique des ennemis naturels favorise la régulation des ravageurs
- Mais d'autres facettes de la structure des communautés façonnent les services de régulation naturelle :
 - Identité fonctionnelle des bioagresseurs
 - Diversité fonctionnelle des cortèges

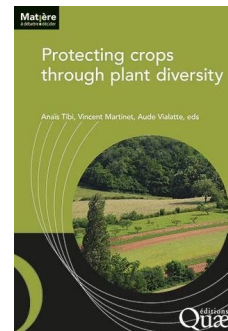
- Il existe différentes d'options de diversification pour limiter les pullulations des bioagresseurs et pour favoriser l'abondance des ennemis naturels :
 - Mélanges de variétés
 - Associations de cultures
 - Rotations longues
 - Agroforesterie
 - Assolements diversifiés
 - Taille des parcelles
 - Éléments semi-naturels



Synthèse de l'ESCo *Protéger les cultures par la diversité végétale*:

- Chaque grande catégorie de bioagresseur peut être efficacement gérée par au moins une option
- Il existe encore de nombreux cas ambigus
- Il y a de nombreux trous de connaissance
- La science ne dit actuellement rien sur la gestion de multiples bioagresseurs
(pas d'additivité possible entre colonnes ni lignes)

	Adven- tices	Insectes		Maladies			Néma- todes	Autres bioagresseurs*	
		aériens	du sol	à vecteur	aériennes	du sol			
PARCELLE	Mélanges variétaux								
	Cultures associées								
	Agroforesterie								
	↗ diversité de la rotation								
PAYSAGE	↘ part d'une culture / paysage								
	↗ diversité de l'assolement								
	↘ taille des parcelles								
	↗ distance entre cultures								
	↗ éléments semi-naturels								



Légende :

- Diminution de la population de bioagresseurs
- Augmentation
- Effet ambigu de la modalité de diversification
- Pas d'effet significatif sur les bioagresseurs

* Pictogrammes de gauche à droite et de haut en bas : Striga, gastéropodes, campagnol, acariens.

- Pastille évidée : présomption théorique sans preuve empirique
- Abondance de la littérature : très peu, moyenne (pas de travaux de synthèse), élevée (existence de synthèses)
- Lacunes de connaissances

- **Quels sont les effets de la diversification végétale sur de multiples bioagresseurs?**



Développement d'une méthode conceptuelle et heuristique d'analyse (WP1)

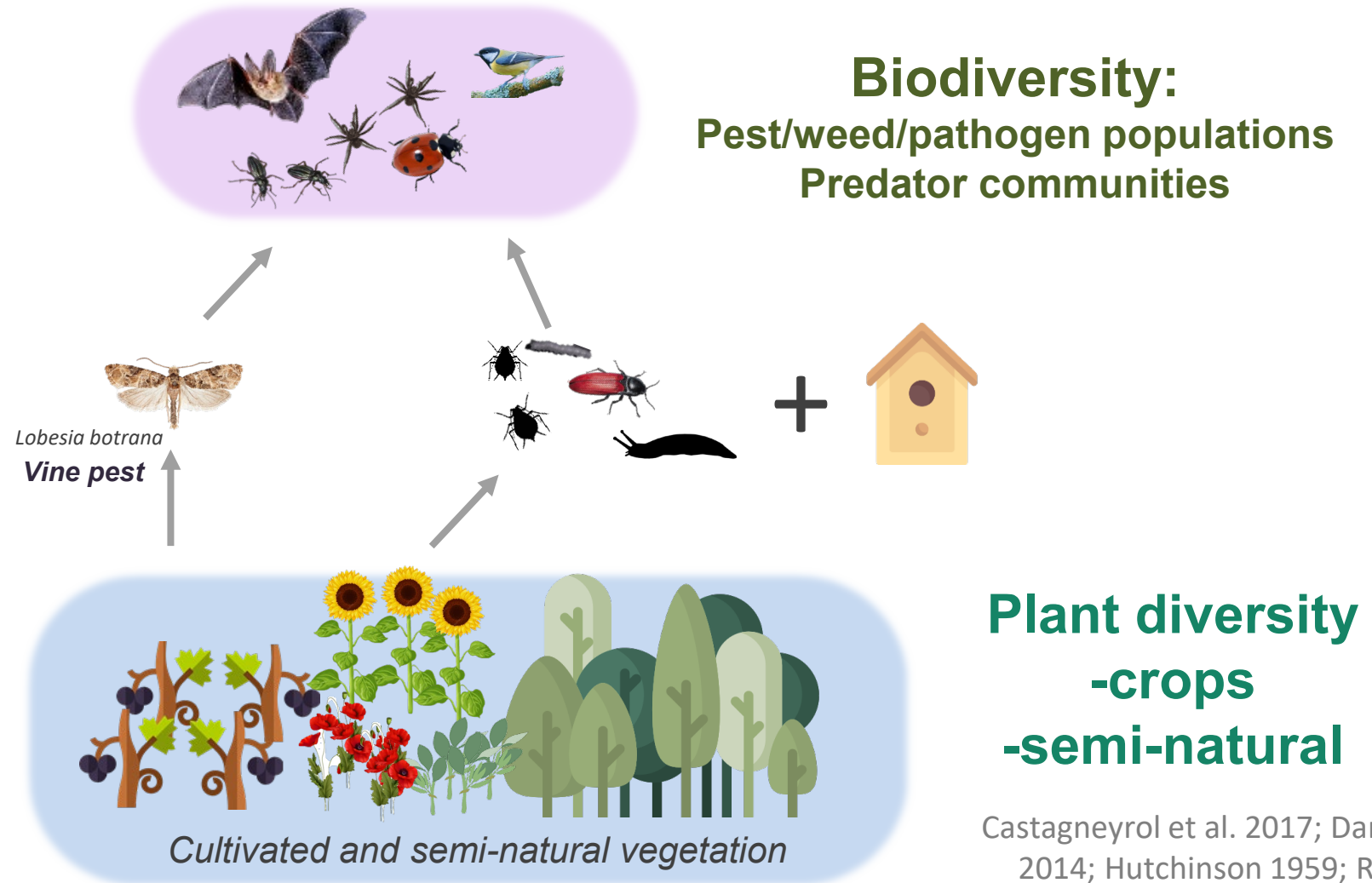
*Méthode basée sur des règles de décision fondées sur des principes fondamentaux en **écologie fonctionnelle***



Analyses empiriques (WP2)

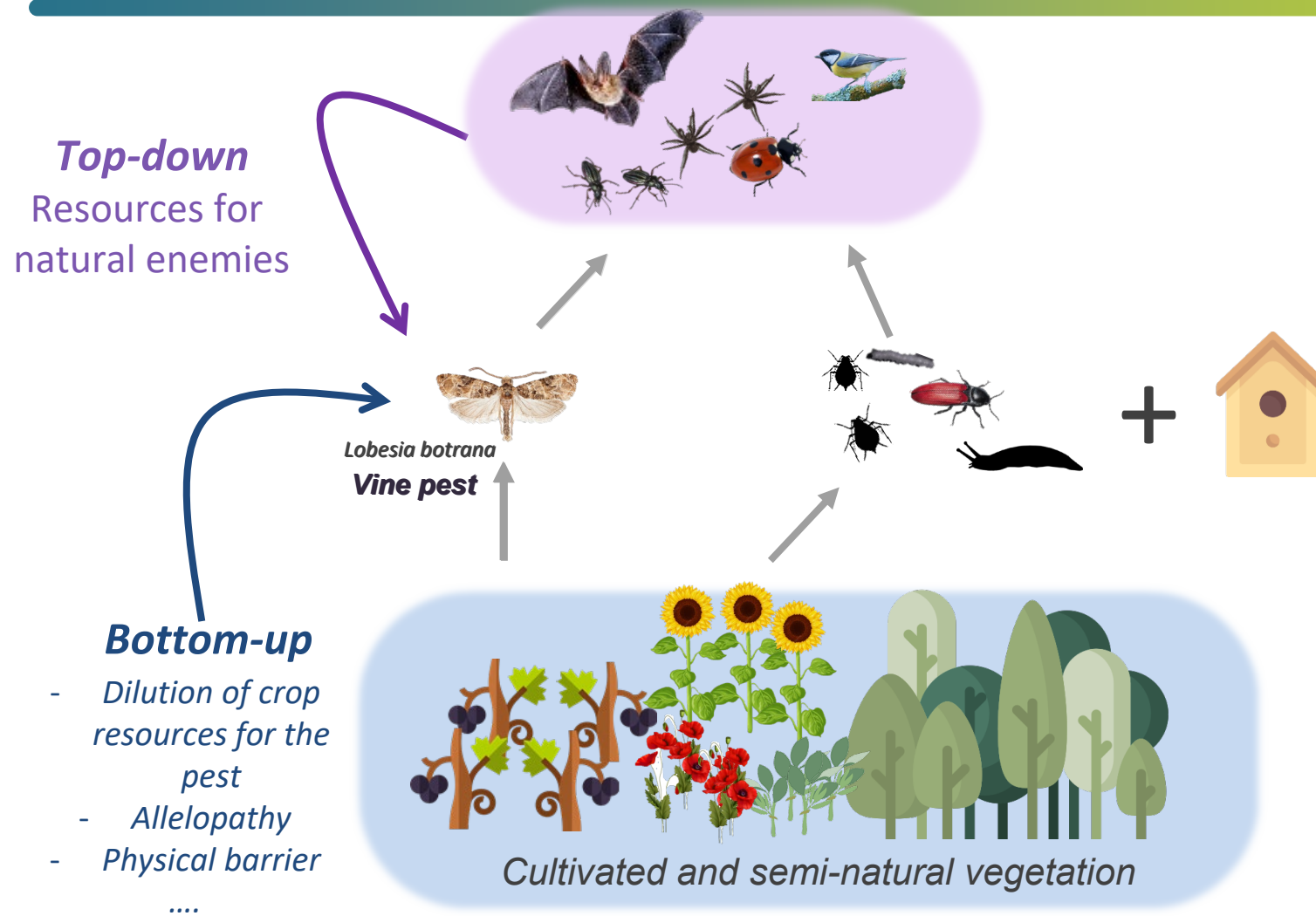
Etudes statistiques de données issues de suivis de long-termes et ponctuels à différentes échelles spatiales (parcelle, exploitation, paysage) et sur de multiples bioagresseurs de multiples cultures





Castagneyrol et al. 2017; Damien et al. 2014; Hutchinson 1959; Rusch et al. 2017; Root 1973; Tscharntke et al. 2005

Couple.s pression.s/impact.s étudié.s



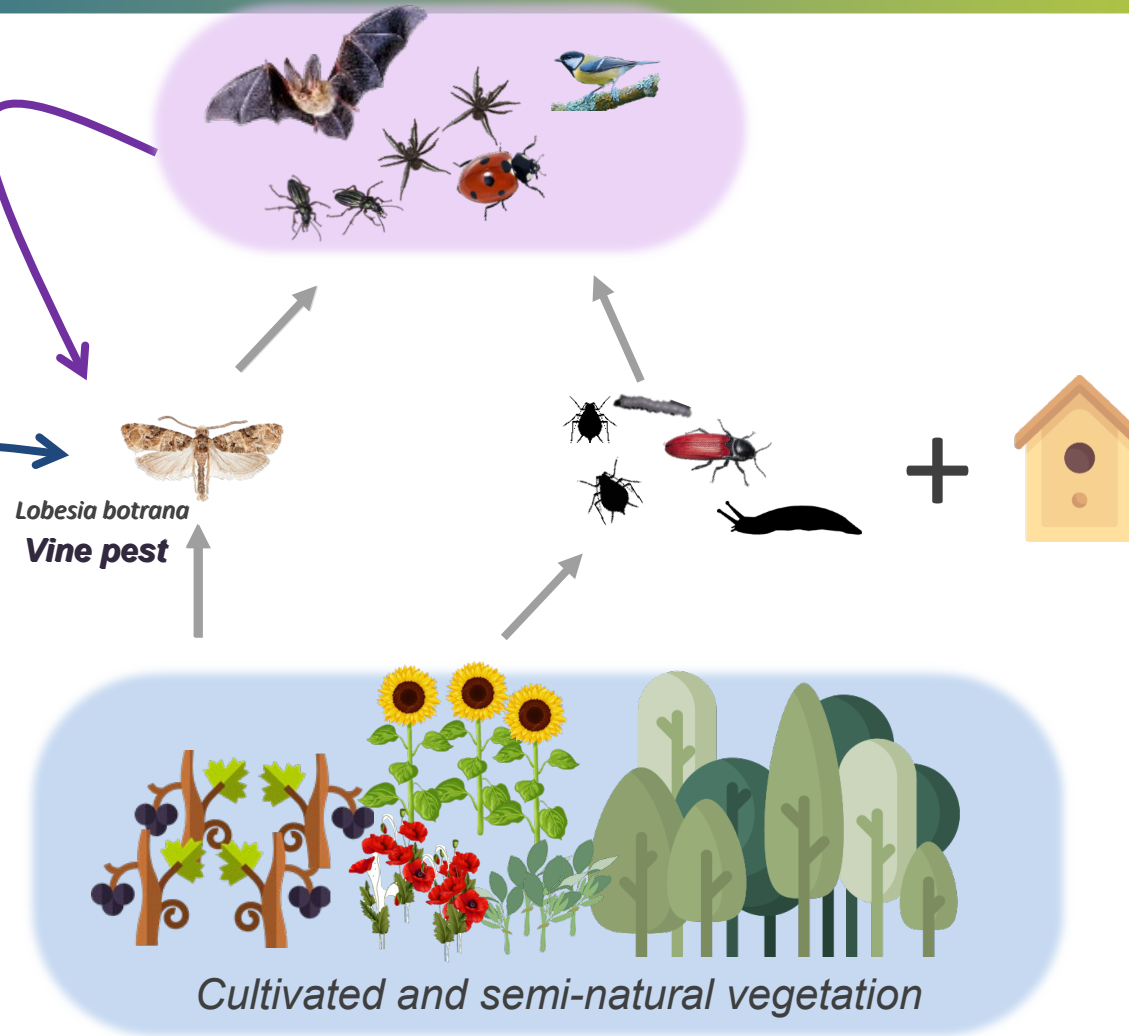
WP2b

Top-down
Resources for
natural enemies

WP1 + WP2a

Bottom-up

- Dilution of crop resources for the pest
- Allelopathy
- Physical barrier
-



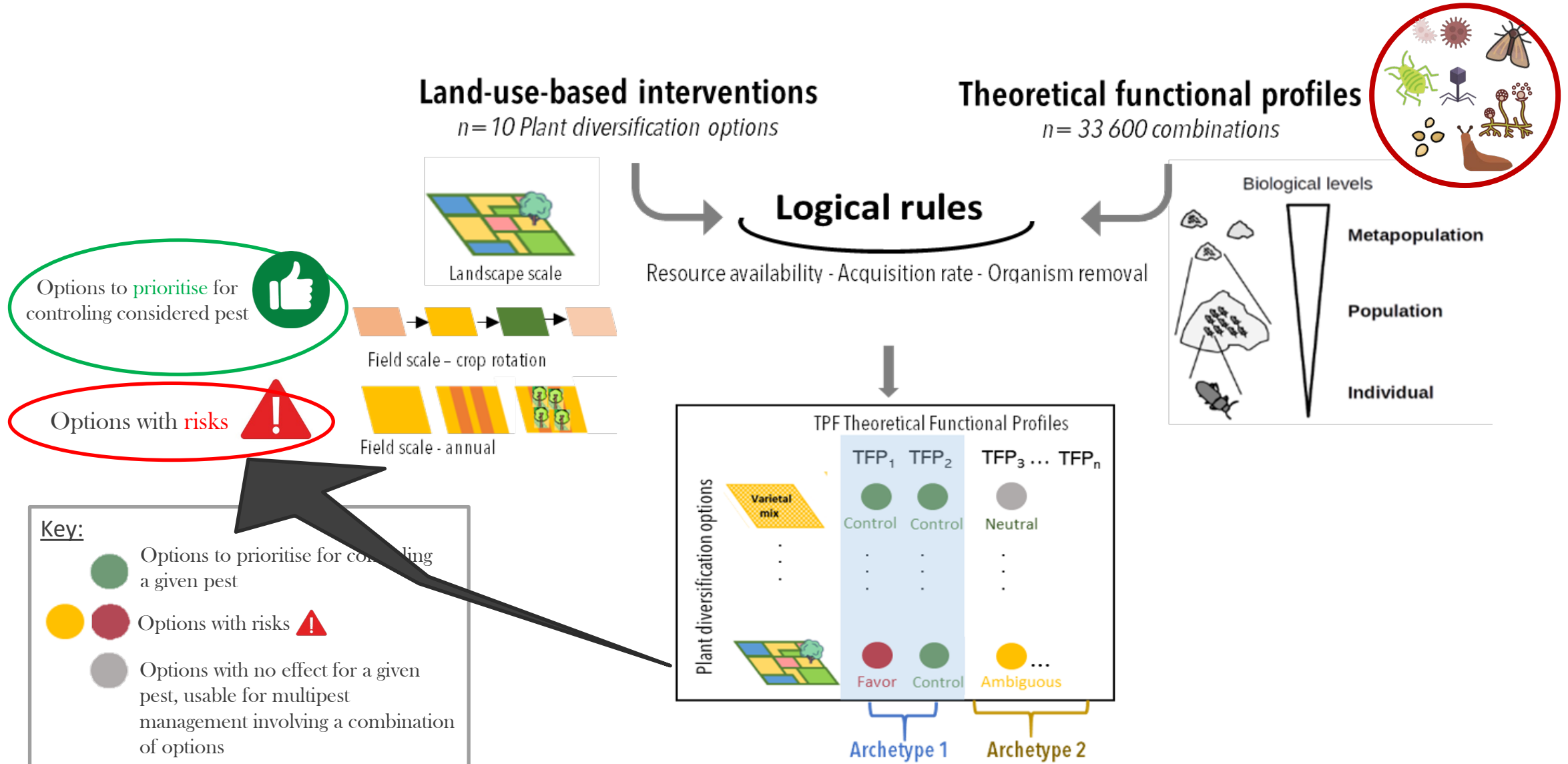


Communication orale l'IOBC-WPRS 2026, Avignon (Intern. Org. for Biological and Integrated Control-West Palaearctic Regional Section) Landscape Management for Functional Biodiversity

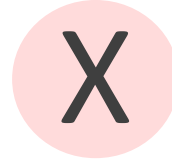
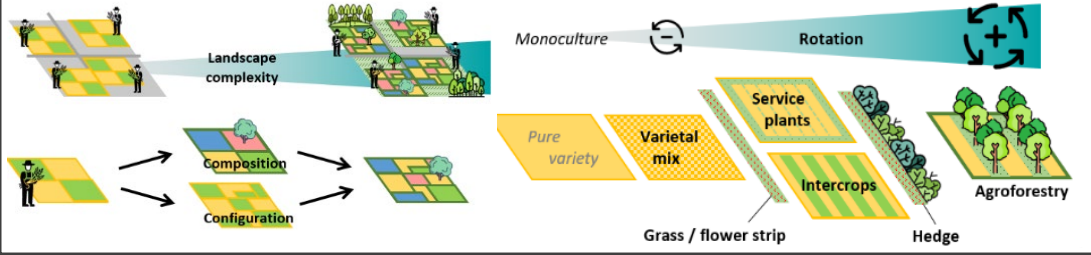
Tortosa, A.; Laroche, F.; Rusch, A.; Alignier, A.; Birkhofer, K.; Cadot, S.; Cordeau, S.; Djoudi, E-A.; Duflot, R.; Enjalbert, J.; Fabre, F.; Frelat, R.; Fréville, H.; Lavigne, C.; Muneret, L.; Petit, S.; Vialatte, A. (2026) Prioritizing options of plant diversification across scales to control multiple pests: insights from a theoretical approach. IOBC-WPRS Bulletin Vol. 182. Proceedings of the 11th Meeting at Avignon (France), 11-13 March, ISBN 978-92-9067-369-9

ECOLOGY LETTERS

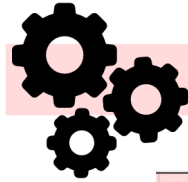
Soumission d'un manuscript à Ecology Letters



10 PLANT DIVERSIFICATION OPTIONS

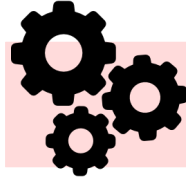


FUNCTIONAL PROFILES	TRAITS		
	Trait 1	Trait 2	...
	...	...	
	...	...	
	...	...	



REGLES LOGIQUES

Mechanisms involved	Associated logical rules
Dilution	The diversification lever targets specialist or intermediate pests → yes/no
Transport	The diversification lever modifies pest dispersal processes, depending on their spatial scale of movement and ability to avoid unfavourable habitats → yes/no
Transport and plant defense effects	Pest rely on host-related signals and are sensitive to signal disturbance → yes/no
Turnover	The diversification lever induces changes at temporal scales comparable to pest persistence → yes/no
Sheltering	The diversification lever buffers pests from environmental stress by modifying microclimatic conditions → yes/no
Complementarity Competition	The diversification lever includes semi-natural elements and pests complete their life cycle within these elements → yes/no The diversification lever allows interactions between plants at the individual level → yes/no



REGLES LOGIQUES



Profil fonctionnel
théorique
type 'limace'

Generalist

Active disperser
No avoidance
ability

Not sensitive to
allelopathic or plant
defense effects

No dormancy

Sensitive to humidity

Transport rule

freine

Sheltering rule : *PestTrait\$SensitiveHum & DivOption\$FavMicroclimate*

*Traduction: l'asso de culture **favorise** les conditions d'humidité requises par le bioagresseur*

No SNE-based
Target specialist
(trophic pest
specialization)

Structural
heterogeneity

Allelopathic effect
or defense
compounds

No temporal
effects

Favor microclimate
(humidity)

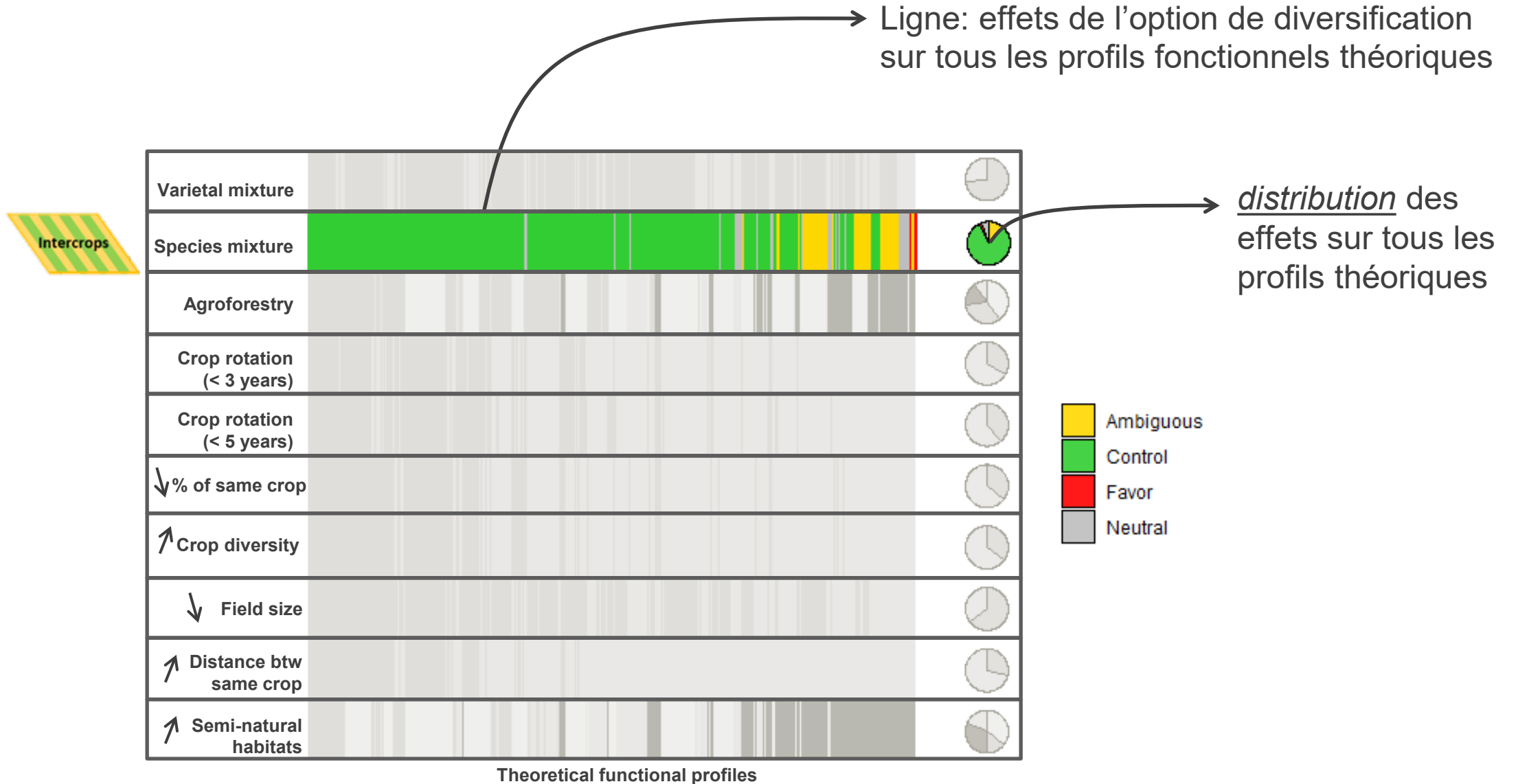
Intercrops

Stratégie de
diversification
considérée
Associations de
culture

EFFETS THEORIQUES

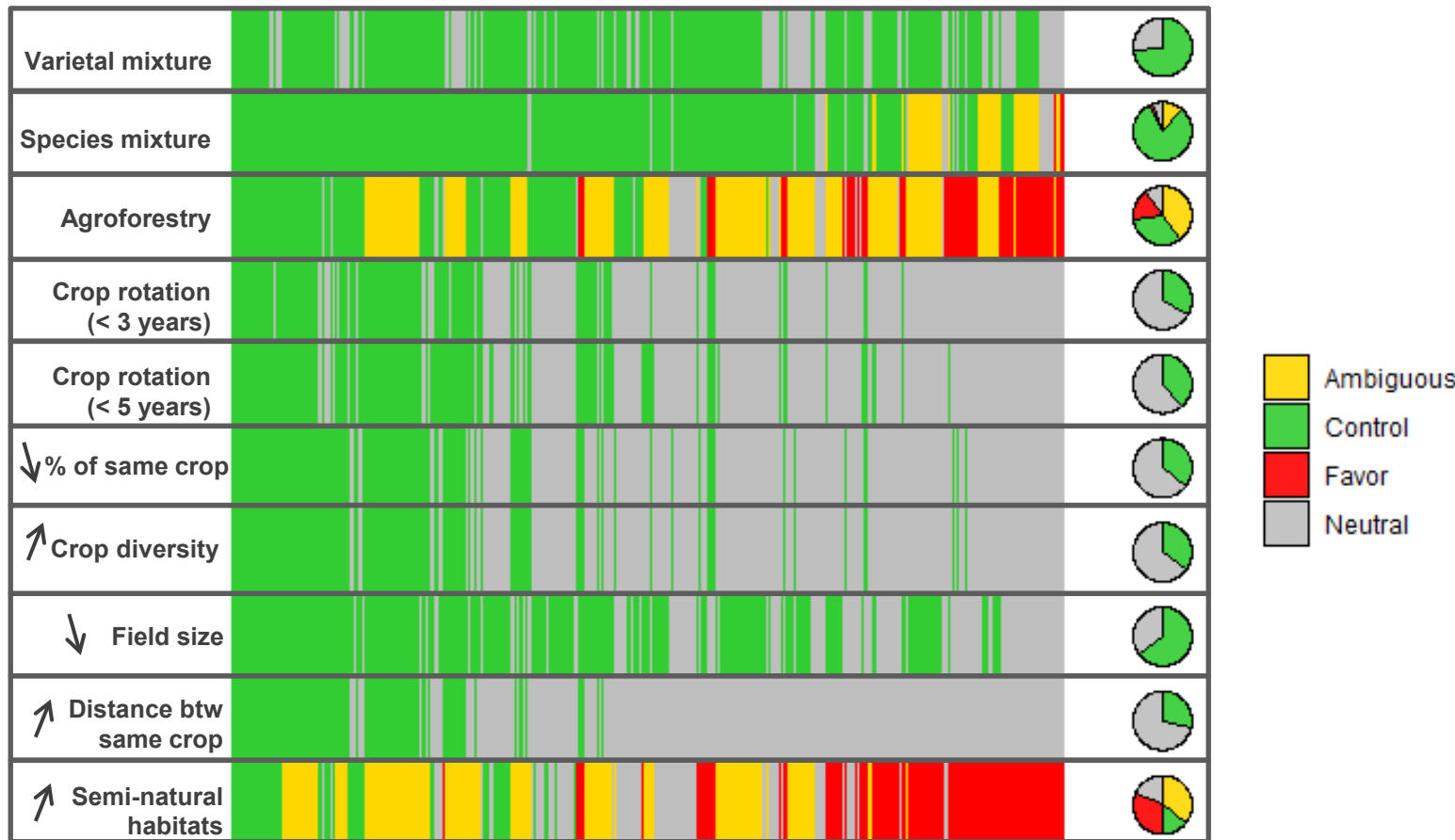






Grande majorité d'effets **positifs** (60%) et **neutres** de régulation des bioagresseurs : cohérence avec les conclusions de l'ESCo

(Vialatte et al. 2023, 2025)



Rappel:
Effets
bottom-up
uniquement

Toujours une
option de
diversification
efficace par profil

Des effets
bottom-up
ambigus des
arbres déjà
connus

(Tscharrntke et al.
2016, Vialatte et al.
2025):

Aide à mieux
comprendre les
antagonismes
entre
mécanismes
écologiques

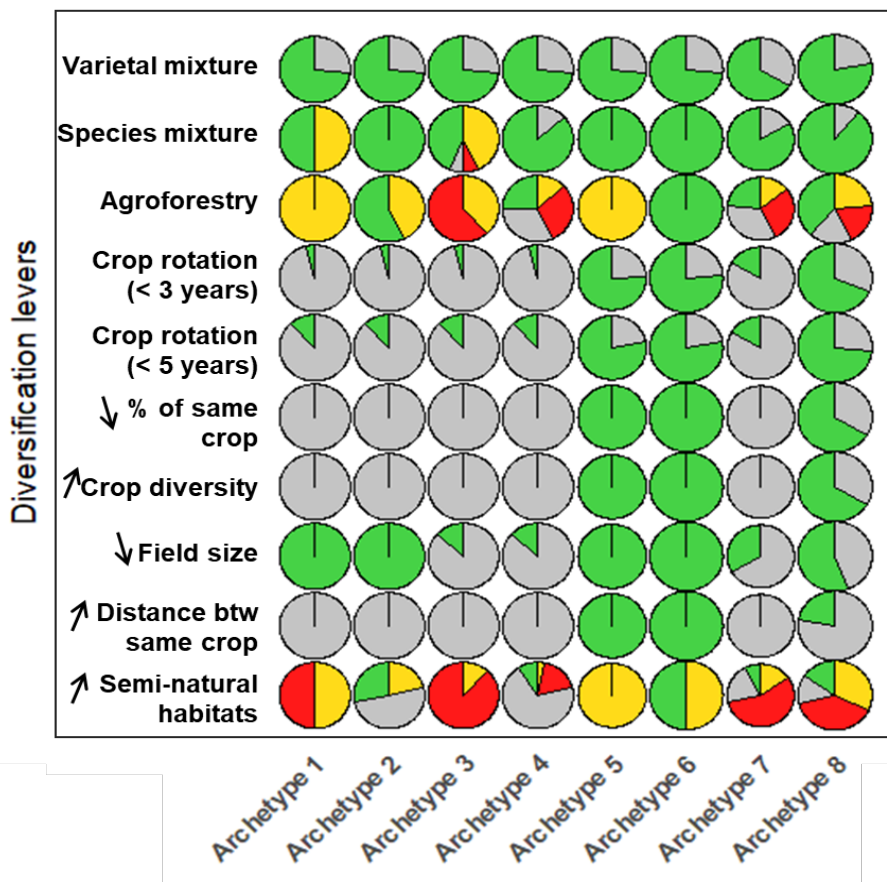
Nb: effets top-down montrés
positifs dans la littérature



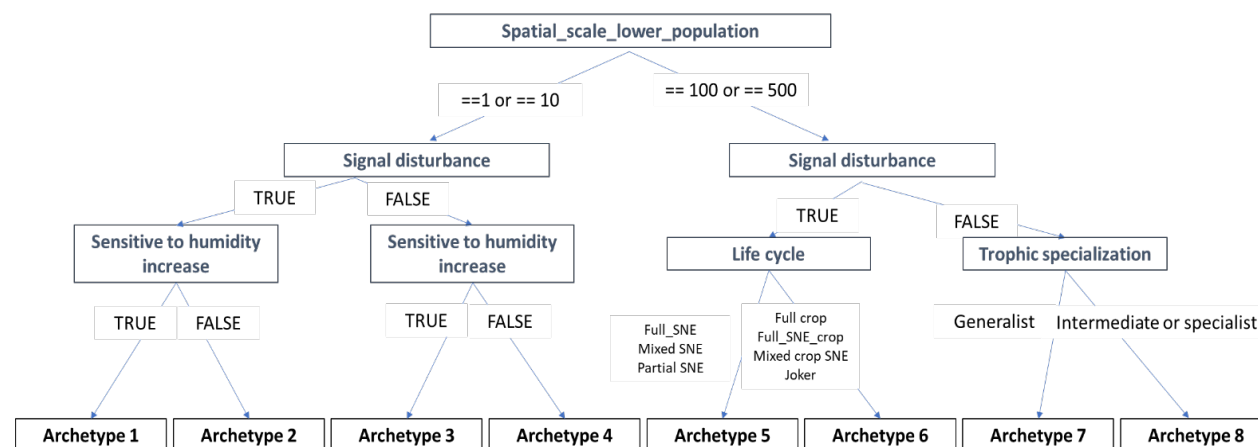
Ambiguous
Control
Favor
Neutral

L'option la plus
facile d'adoption
et aux effets
positifs de
régulations, mais
dont les
bénéfices multi-
services sont très
limités
(Vialatte et al. 2025)

Rappel:
Effets
bottom-up
uniquement



Synthèse des réponses des profils fonctionnels théoriques aux options de diversification des plantes en **archétypes de bioagresseurs** (= *groupes de profils fonctionnels partageant des schémas de réponse similaires aux options de diversification*) pour identifier les **principales propriétés fonctionnelles** qui déterminent leurs réponses.



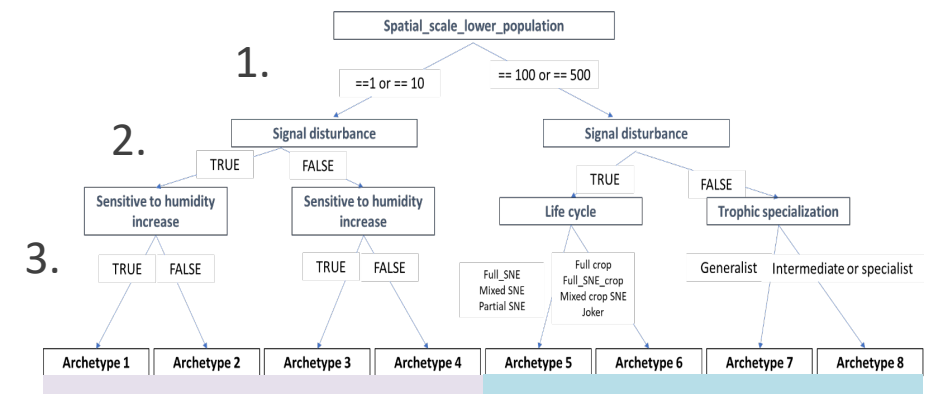
Une priorisation des effets de la diversification pour penser leur gestion:

➤ Archétypes 1 à 4 : prioriser les options

1. à la parcelle
2. considérant soit l'architecture du couvert (barrière) soit des perturbations de signaux chimiques ou olfactifs de reconnaissance de la plante
3. et enfin, les conditions d'humidité

➤ Archétypes 5 à 8: prioriser les options

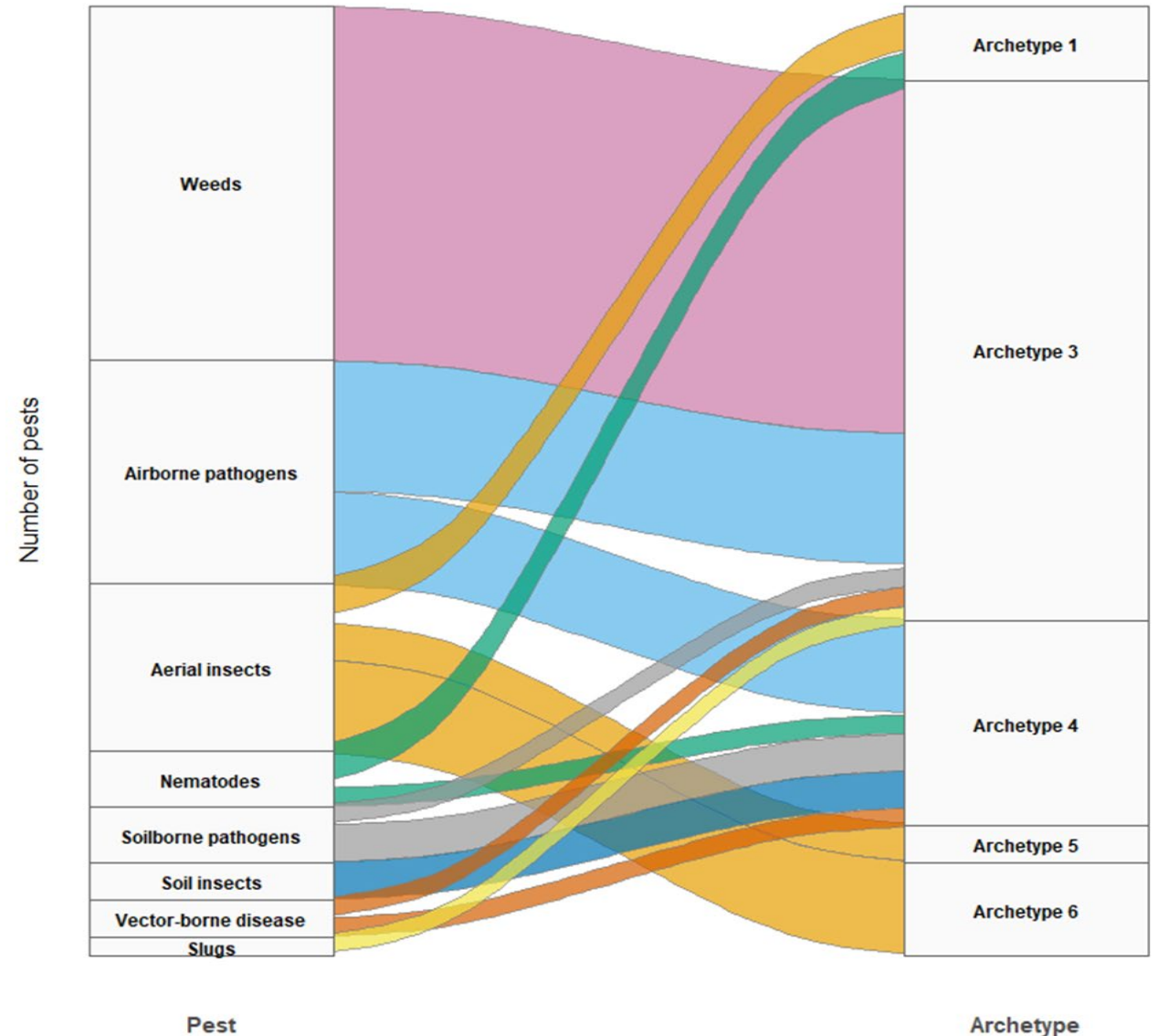
1. dans le temps (rotations) ou l'espace (y compris la parcelle)
2. considérant soit la structure du paysage (barrières) soit des perturbations de signaux visuels de reconnaissance de la culture
3. et enfin, la capacité à utiliser différents habitats/plantes



Application à des espèces réelles de bioagresseurs

51 espèces de bioagresseurs majeurs
de l'Europe de l'ouest

- ➔ Renseignées en termes de traits et de leurs échelles spatiales associées (questionnaire) à dire d'experts
- ➔ Réalisation de leurs profils fonctionnels
- ➔ Correspondance avec les 8 archétypes théoriques



• Approche théorique et heuristique basée sur l'écologie fonctionnelle



- Cohérente avec les connaissances scientifiques et avec les espèces réelles
- Favorise la **compréhension en dépassant la taxonomie**
- Aide à considérer les antagonismes **entre profils fonctionnels de bioagresseurs**
- Aide à **prioriser** les pratiques de diversifications
- Aide à réfléchir aux **profils potentiels** à risques et à leur **prévention** (introductions)

- 
- Pas de quantification des effets
 - Pas de considération en l'état des effets top-down

- Difficulté à prédire la résultante des effets combinés quand ambiguïté



NEXT

• WP2 a et b :

Analyses empiriques statistiques pour quantifier les effets d'option de diversification en combinaison sur de multiples bioagresseurs de différentes cultures en France et Suisse, avec les effets top-down.

- **Cadre conceptuel** très original permettant d'explorer des innovations en ruptures
- **Synthèse quantitative** unique sur une **base de données** originale
- Articulation entre attendus théorique et confrontation aux observations empiriques pour valider, enrichir le cadre conceptuel mais aussi identifier des **manques de connaissances**
- **Cadre heuristique potentiellement adaptable** à d'autres services écosystémiques et solutions fondées sur la nature, ainsi que d'autres pratiques de gestion (exemple: restauration écologique)

This research is a product of the FunBioDiv working group, funded by the French Foundation for Research on Biodiversity through its CESAB

See more about the FunBioDiv project

<https://www.fondationbiodiversite.fr/la-frb-en-action/programmes-et-projets/le-cesab/funbiodiv/>

Contact e-mail:
axelle.tortosa@inrae.fr
aude.vialatte@inrae.fr
adrien.rusch@inrae.fr

FunBioDiv team

Axelle Tortosa, Fabien Laroche, Adrien Rusch, Audrey Alignier, Klaus Birkhofer, Selma Cadot, Stéphane Cordeau, El Aziz Djoudi, Rémi Dufлот, Jérôme Enjalbert, Frédéric Fabre, Romain Frelat, Hélène Fréville, Claire Lavigne, Lucile Muneret, Sandrine Petit, Aude Vialatte

