



Carrefours de l'innovation  
agronomique



Agriculture et biodiversité :  
les services écosystémiques, une voie de réconciliation ?

*Olivier Therond - INRA Colmar*

**11 avril 2019** | Maison des Océans | PARIS

## Plan

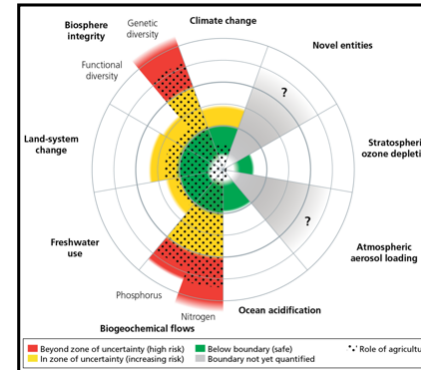
- Agriculture, Biodiversité et Services Ecosystémiques (SE)
- Panorama des composantes et modes d'action de la biodiversité vis-à-vis des SE
- Pratiques agricoles, systèmes de culture et SE
- Conclusions et enjeux de recherche pour une agriculture basée sur les SE... et donc la biodiversité

# Agriculture, biodiversité et agriculture durable

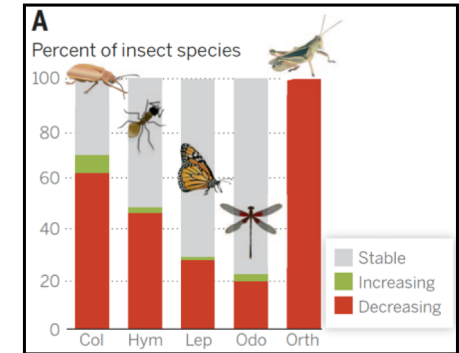
Les effets de l'agriculture sur l'environnement sont bien documentés, notamment sur la biodiversité

De nombreuses initiatives de formes d'agriculture « durable » : agriculture biologique, de précision, de conservation, naturelle, régénérative ....

Mais de multiples performances associées au sein de chaque forme...



Campbell et al. 2017



Dirzo et al. 2014



Carrefours de l'innovation  
agronomique



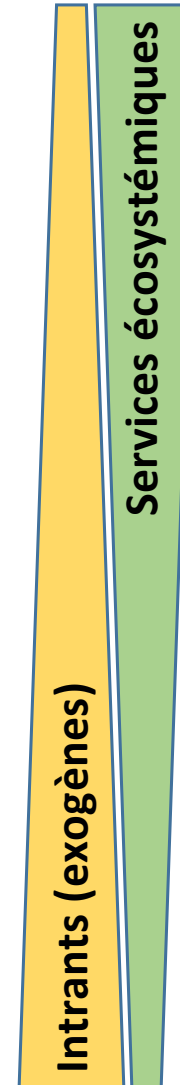
11 avril 2019  
Maison des Océans | PARIS

# Fonctionnement biotechnique des Systèmes de Production (SdP)

**SdP diversifié, basé sur les services écosystémiques**

**SdP, plutôt spécialisé, basé sur les intrants biologiques (techniques de substitution)**

**SdP spécialisé, basé principalement sur les intrants de synthèse**



*Therond et al. 2017a*

# Etude EFESE-Ecosystèmes Agricoles

**Etude INRA-DEPE (2015-2017) : spécification et évaluation des services écosystémiques fournis par les écosystèmes agricoles (volet agricole du programme Evaluation Française des Ecosystèmes et Services Ecosystémiques)**

**Collectif d'experts** interdisciplinaire de 44 scientifiques et 30 pers. ingénierie de données



<http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/EFESE-services-ecosystemiques-rendus-par-les-ecosystemes-agricoles>

## Conceptualisation des SE dans EFESE-EA

**Les SE sont des processus ou des éléments de la structure (ex. matrice paysagère) de l'écosystème dont les hommes dérivent un avantage. Ils dépendent du vivant.**

**Pour qu'il y ait SE il faut qu'un bénéficiaire (humain) dérive un avantage de la structure ou du fonctionnement de l'écosystème**

**→ Deux grands types de bénéficiaires :**

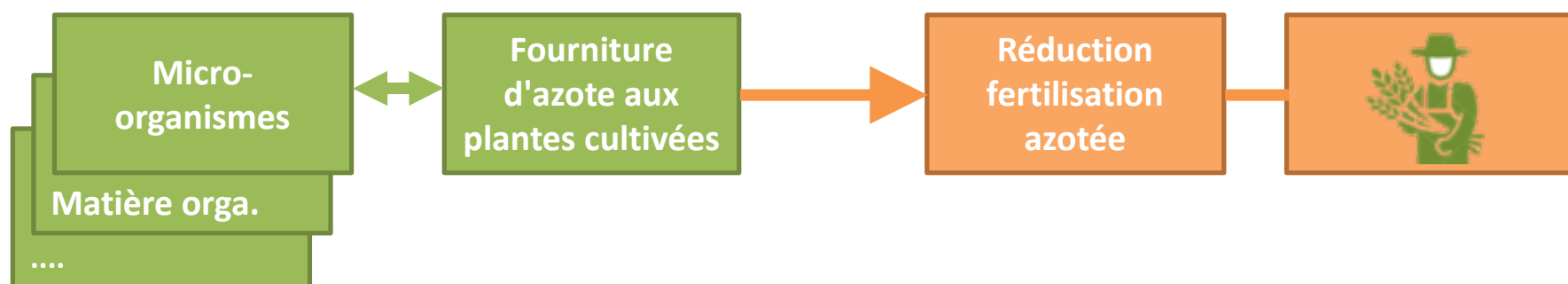
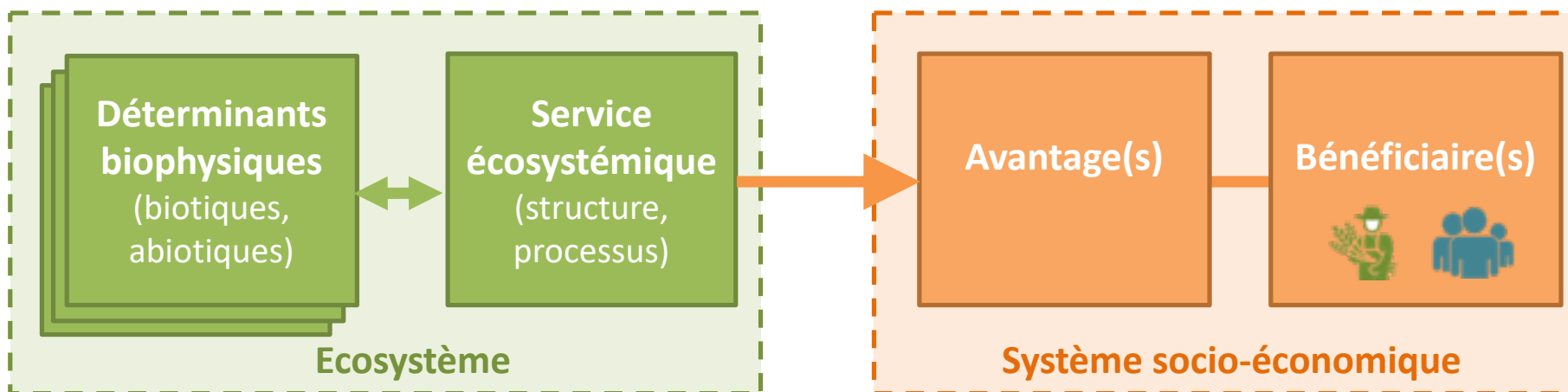
**(i) Gestionnaire de l'écosystème agricole**



**(ii) Société**

















# « Chaîne » de spécification des services écosystémiques



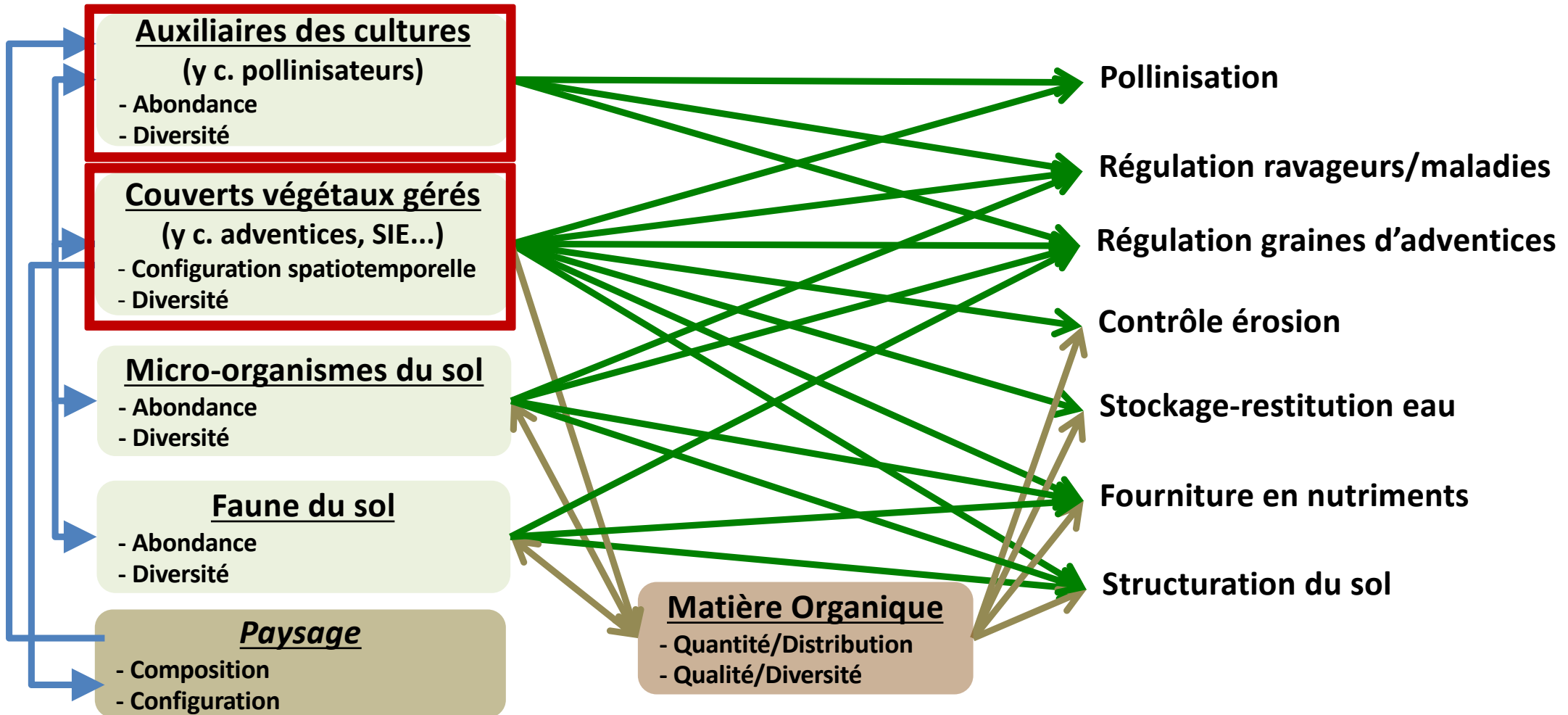
Tibi et Therond 2018

## Services écosystémiques à l'agriculteur et la société

|  |   |
|--|---|
| Structuration du sol                                   |    |
| Fourniture en azote aux plantes cultivées              |    |
| Fourniture d'autres nutriments aux plantes cultivées   |    |
| Stockage et restitution de l'eau aux plantes cultivées |    |
| Contrôle de l'érosion                                  |    |
| Pollinisation des espèces cultivées                    |    |
| Régulation des graines d'adventices                    |    |
| Régulation des insectes ravageurs                      |    |
| Atténuation naturelle des pesticides par les sols      |    |
| Régulation de la qualité de l'eau                      |   |
| Stockage et restitution de l'eau bleue                 |  |
| Régulation du climat global                            |  |
| Potentiel récréatif (activités sans prélèvement)       |  |
| Potentiel récréatif (activités avec prélèvement)       |  |



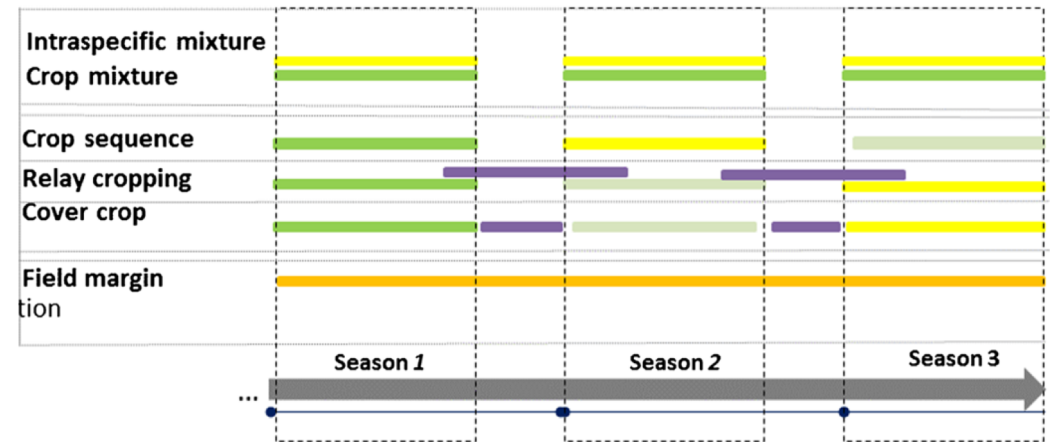
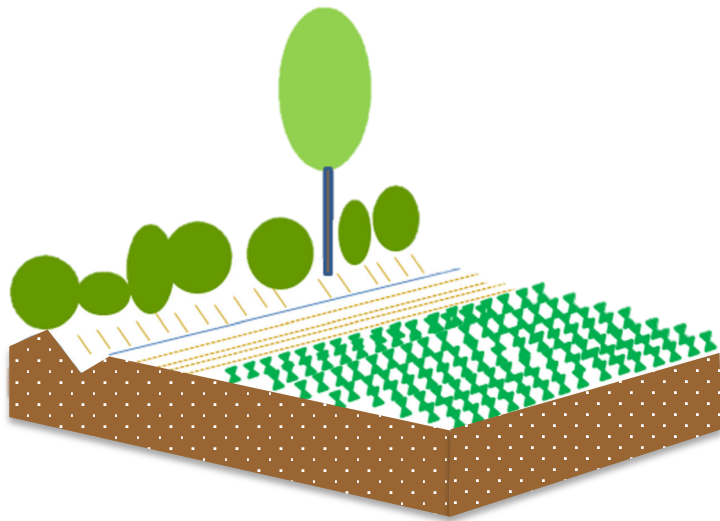
## Relations biodiversités – Services écosystémiques



Adapté de Therond et al. 2017b

# Configuration spatiotemporelle des couverts gérés

## Config. spatiotemporelle des couverts végétaux gérés



*Gaba et al. 2014*

# Effets configuration spatiotemporelle des couverts gérés

**Rotations, couverts, mélanges, bandes enherbées/fleuries, adventices... :**  
puissants leviers des différents SE

→ Perturbations physiques (barrière, dilution) ou chimiques des bioagresseurs, compétitions (adventices), habitats pour les auxiliaires (ex. couverts, adventices,)

→ **Régulations biologiques et pollinisation**

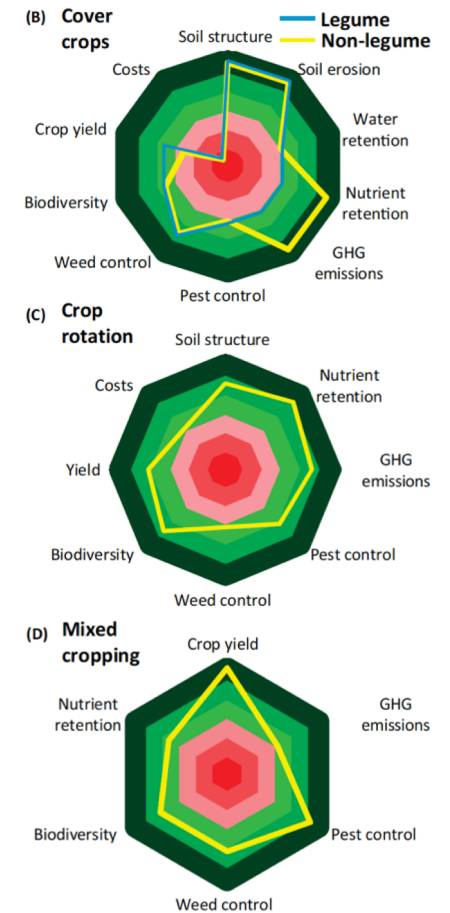
→ Complémentarités de niche ou fonctionnelle, facilitations entre plantes

→ **Restitution eau, fourniture en nutriments**

→ Couverture du sol

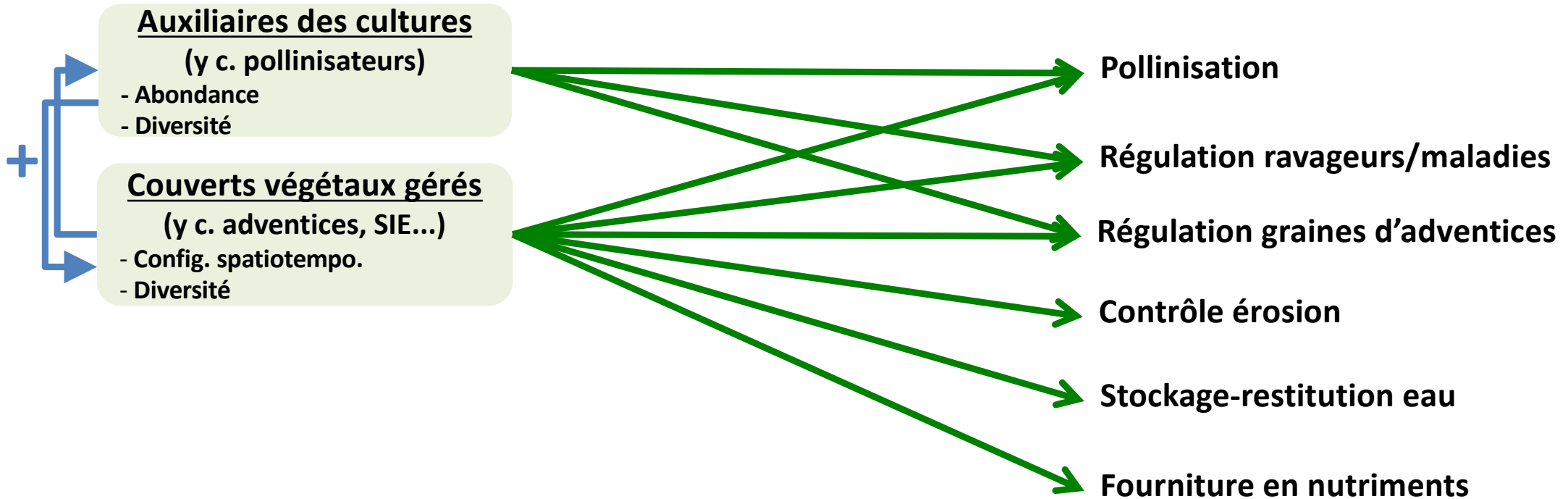
→ **Contrôle érosion**

→ Des effets marqués sur les régulations (ex. adventices) et rendements (ex. rotations, mélanges) en système à faible niveau d'intrants ou agri de conservation



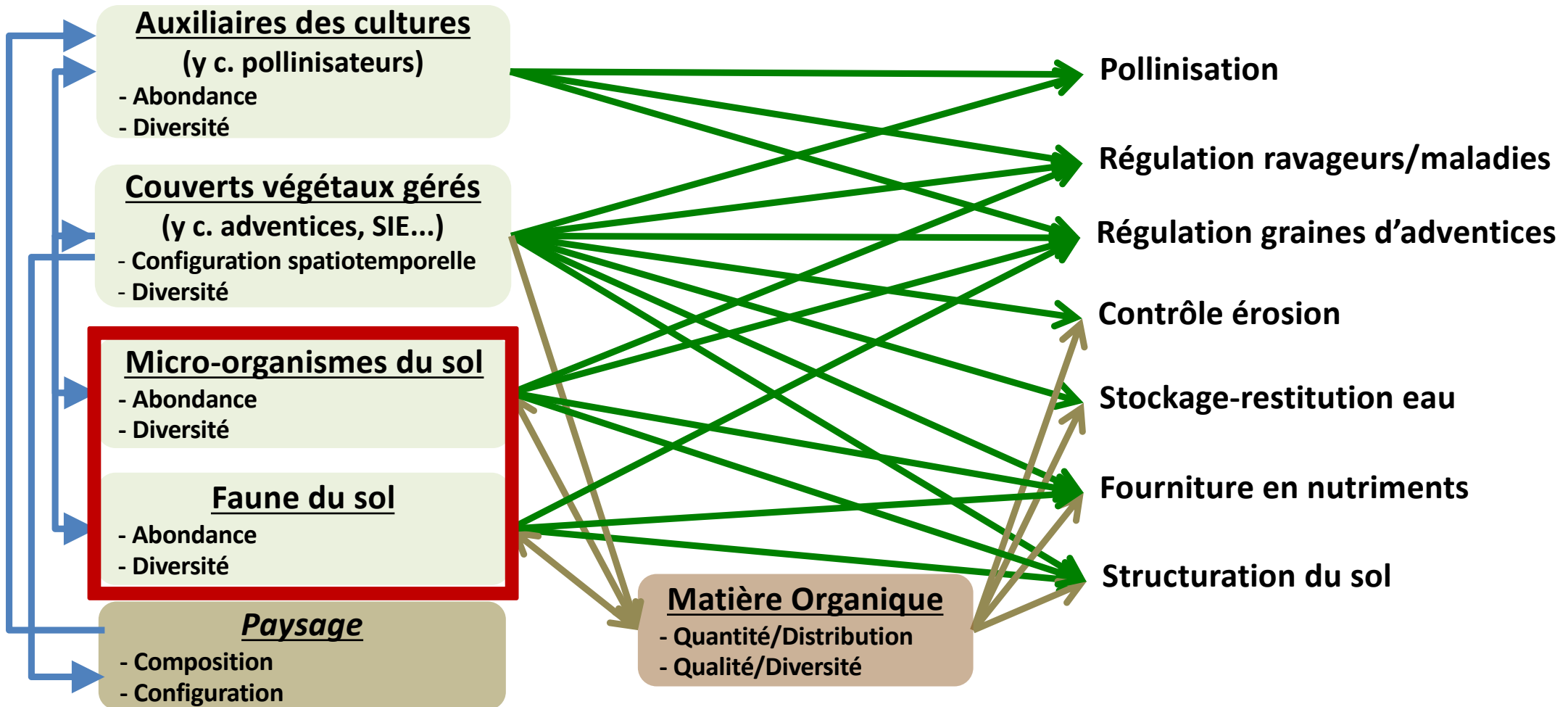
*Kleijn et al. 2018*

# Relations entre couverts végétaux et services



... mais antagonismes possibles suivant situation  
et chaîne trophique

## Relations biodiversités – Services écosystémiques



Adapté de Therond et al. 2017b

# Effets biodiversité du sol

- Racines, ingénieurs du sol (VdT, termites, fourmis...),  
bactéries et champignons : perforations, agrégations

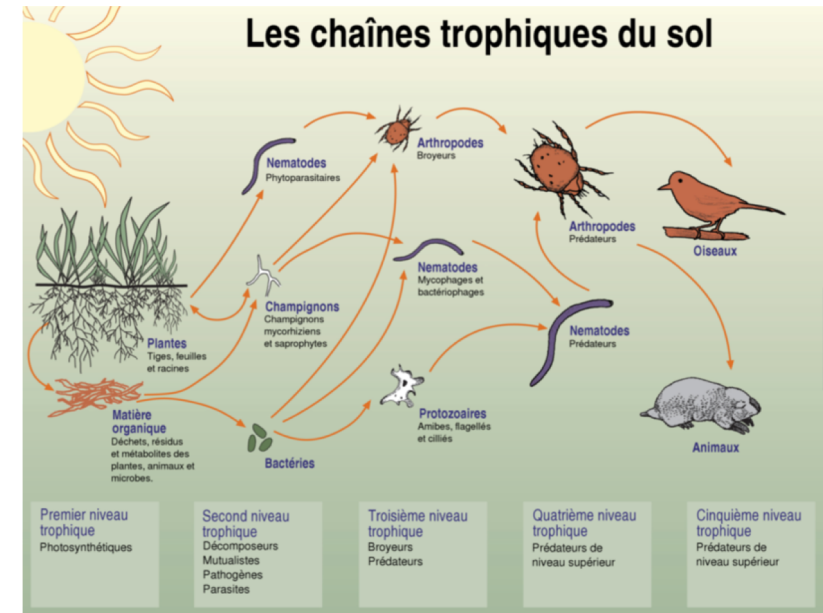
→ **Structuration du sol <--> biodiversité**

- Ingénieurs des litières (collemboles, acariens...) et du  
sol : décompose et incorpore la MO,  
Bactéries/champignons : minéralisation, solubilisation

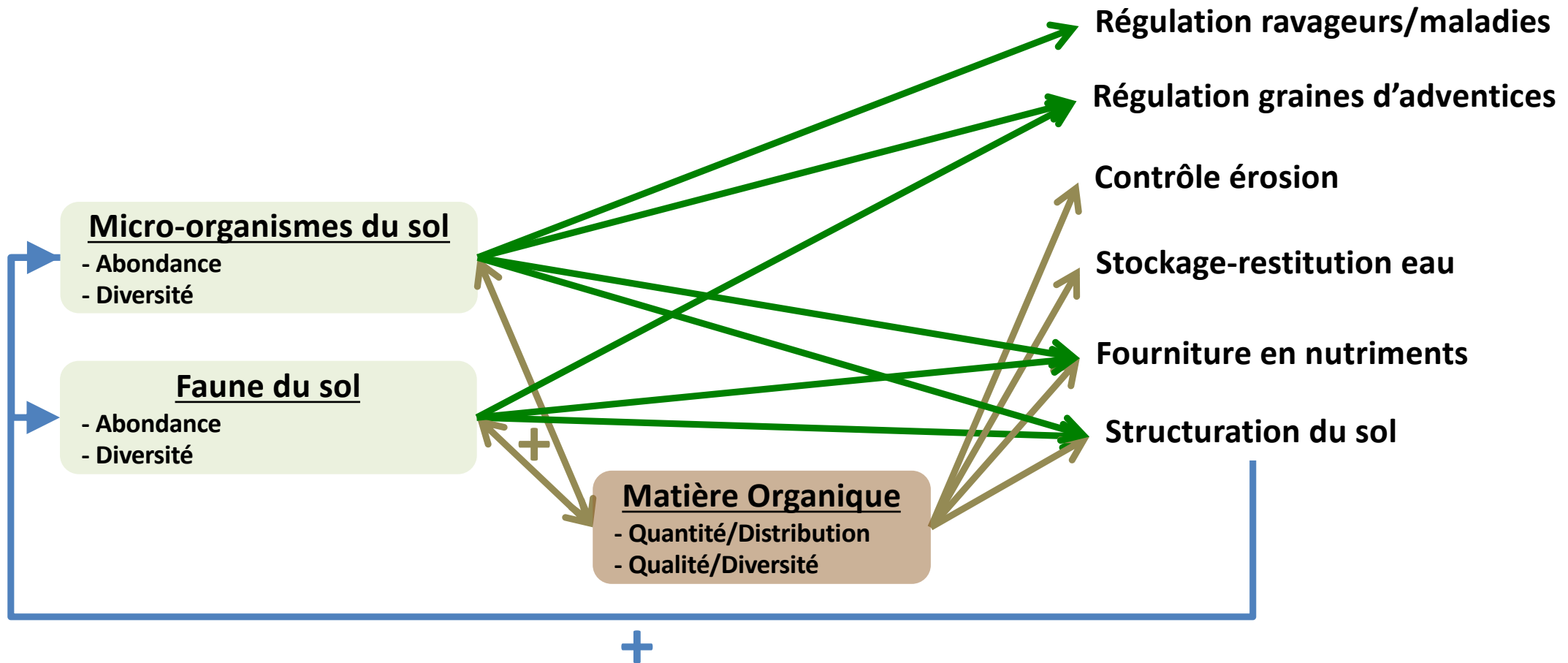
→ **Fourniture de nutriments**

- Biodiversité du sol via compétition, réseaux trophiques,  
composés allélochimiques, stimulation défense des  
plantes...

→ **Régulations des bioagresseurs**

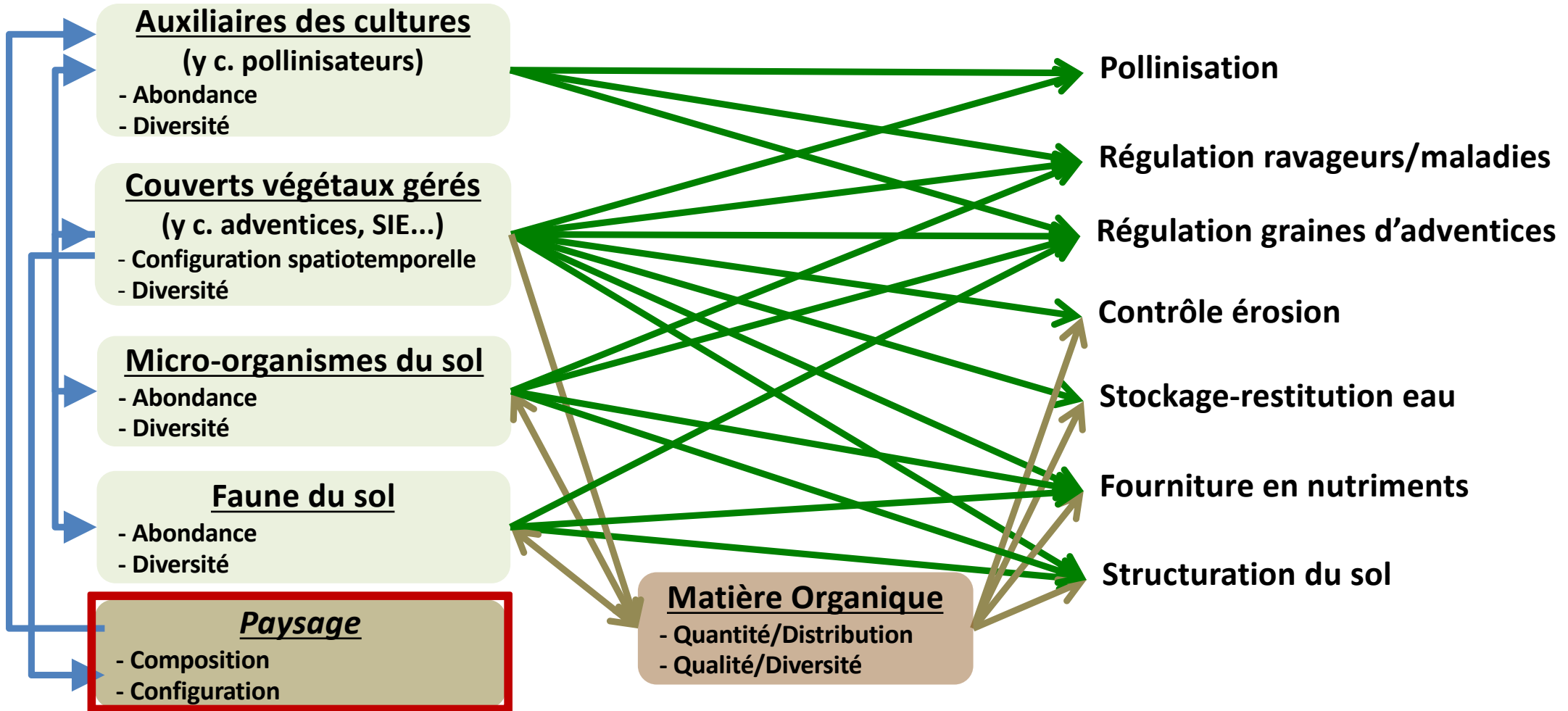


# Relations entre biodiversités du sol et services



**Etat organique des sols au cœur des interactions !**

## Relations biodiversités – Services écosystémiques



Adapté de Therond et al. 2017b



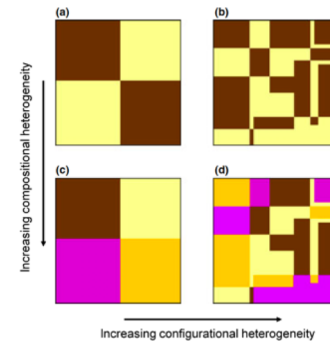
# Effets hétérogénéité du paysage

- **Hétérogénéité fonctionnelle paysage** → agencement des couverts → fonctions (ressource, reproduction, repos, hivernage...)

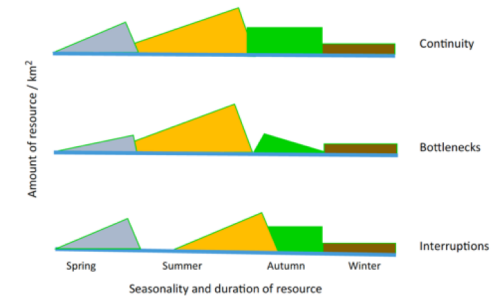
- Travaux et méta-analyses (2000's) : potentiel des habitats « semi-naturels » pour régulations biologiques et pollinisation

- Méta-analyse de Karp et al. 2017 : effet de l'hétérogénéité du paysage très contextuel et « faible » pour régulations biologiques

- Dainese et al. 2019 : **hétérogénéité paysage** → **diversité des auxiliaires** → **contrôle biologique et pollinisation**



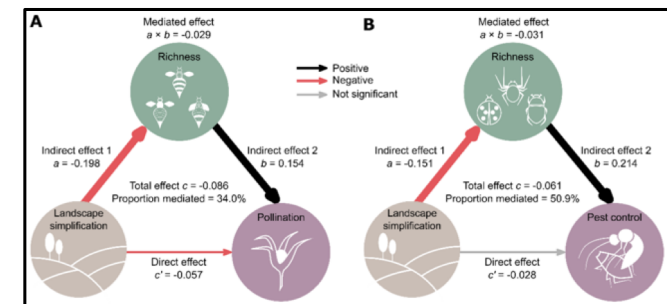
Fahrig et al. 2011



Schellhorn et al. 2015

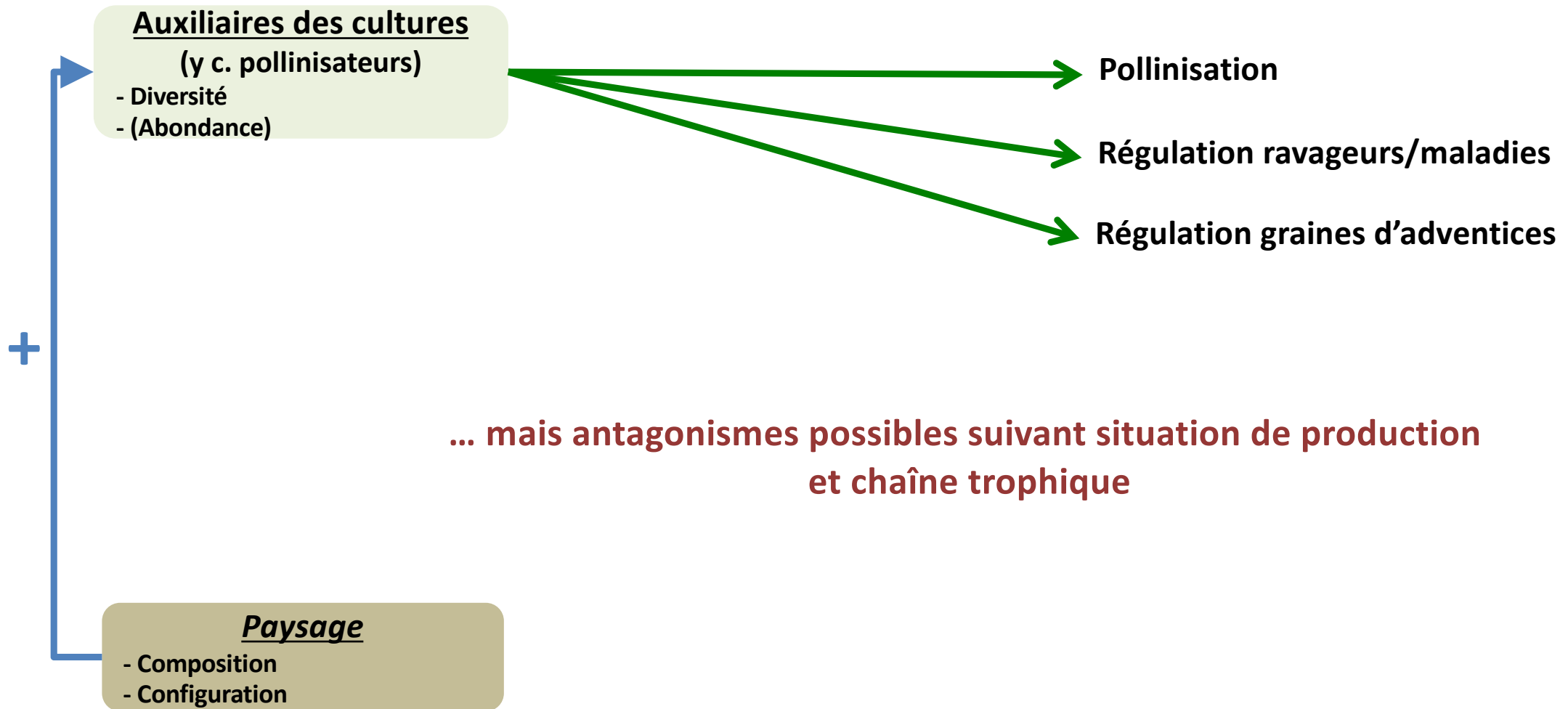
**Crop pests and predators exhibit inconsistent responses to surrounding landscape composition**

Daniel S. Karp<sup>a,1</sup>, Rebecca Chaplin-Kramer<sup>b</sup>, Timothy D. Meehan<sup>c</sup>, Emily A. Martin<sup>d</sup>, Fabrice DeClerck<sup>e</sup>, Heather Grab<sup>f</sup>, Claudio Gratton<sup>g</sup>, Lauren Hunt<sup>h</sup>, Ashley E. Larsen<sup>i</sup>, Alejandra Martinez-Salinas<sup>j</sup>, Megan E. O'Rourke<sup>k</sup>, Adrien Rusch<sup>l</sup>, Katja Poveda<sup>m</sup>, Mattias Jonsson<sup>n</sup>, Jay A. Rosenheim<sup>o</sup>, Nancy A. Schellhorn<sup>o</sup>, Teja Tschamtker<sup>p</sup>, Stephen D. Wratten<sup>q</sup>, Wei Zhang<sup>r</sup>, Aaron L. Iverson<sup>s</sup>, Lynn S. Adler<sup>t</sup>, Matthias Albrecht<sup>u</sup>, Audrey Alignier<sup>v</sup>, Gina M. Angelella<sup>b</sup>, Muhammad Zubair Anjum<sup>w</sup>, Jacques Avelino<sup>w</sup>, Péter Batáry<sup>p</sup>, Johannes M. Baveco<sup>x</sup>, Felix J. J. A. Bianchi<sup>y</sup>, Klaus Birkhofer<sup>z</sup>, Eric W. Bohnenblust<sup>aa</sup>, Riccardo Bommarco<sup>aa</sup>, Michael J. Brewer<sup>ab</sup>, Berta Caballero-López<sup>ac</sup>, Yves Carrière<sup>ad</sup>, Luísa G. Carvalheiro<sup>ae</sup>, Luis Cayuela<sup>f</sup>, Mary Centrella<sup>f</sup>, Aleksandar Četković<sup>ag</sup>, Dominic Charles Henri<sup>ah</sup>

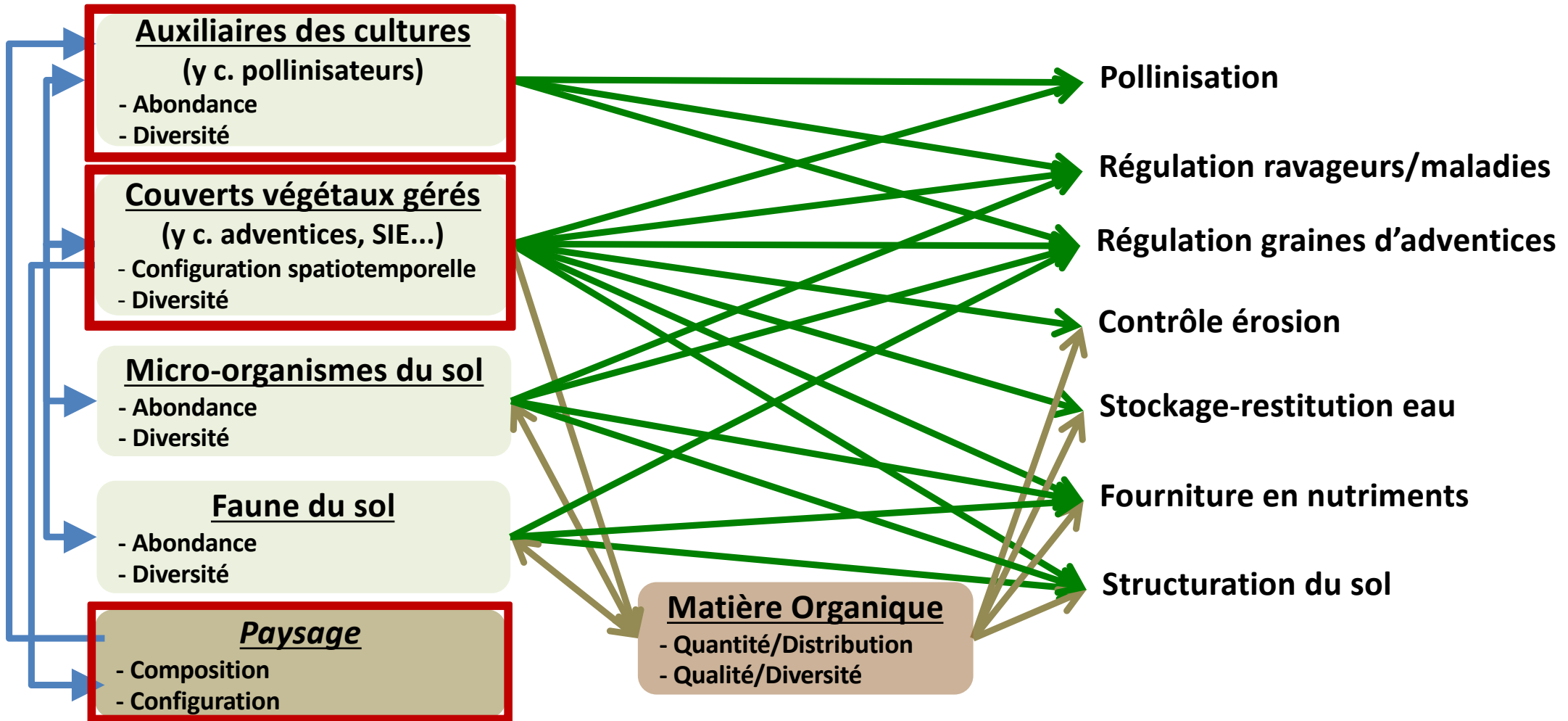


Dainese et al. 2019

# Relations entre paysage et services



## INTERACTION effets parcelle et paysage



# Interactions effets parcelle et paysage

- Configuration couverts végétaux détermine directement hétérogénéité du paysage



- Quels poids des effets parcelles et paysage sur auxiliaires et régulations biologiques ?

→ Effet paysage moins important si parcelle « fait habitat » : diversité spatiotemporelles des couverts, couverture permanente, réduction des perturbations

→ Agriculture de conservation une voie de passage ?

Agriculture, Ecosystems and Environment 240 (2017) 45–53



Contents lists available at ScienceDirect  
Agriculture, Ecosystems and Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agee](http://www.elsevier.com/locate/agee)



Interactions between conservation agricultural practice and landscape composition promote weed seed predation by invertebrates

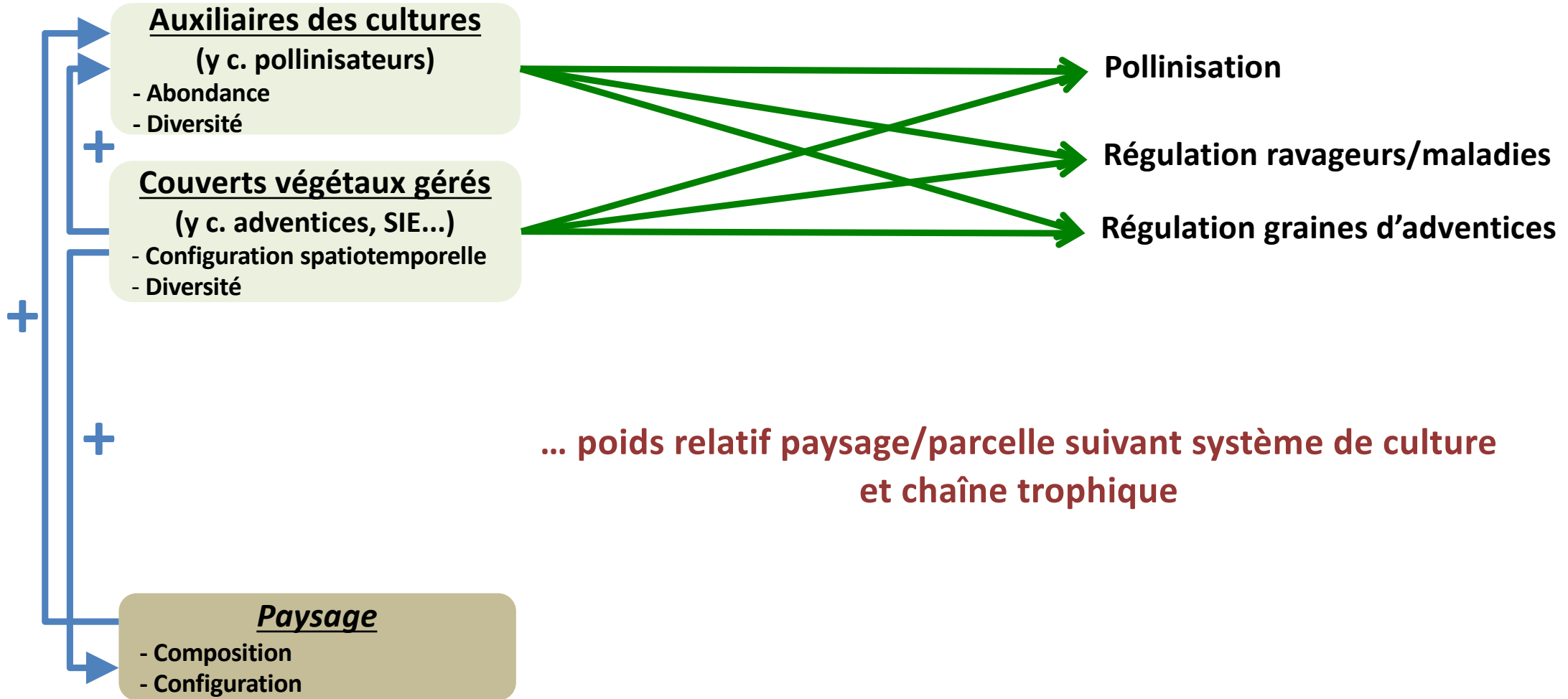


S. Petit<sup>a,\*</sup>, A. Trichard<sup>b</sup>, L. Biju-Duval<sup>a</sup>, Ó.B. McLaughlin<sup>a</sup>, D.A. Bohan<sup>a</sup>

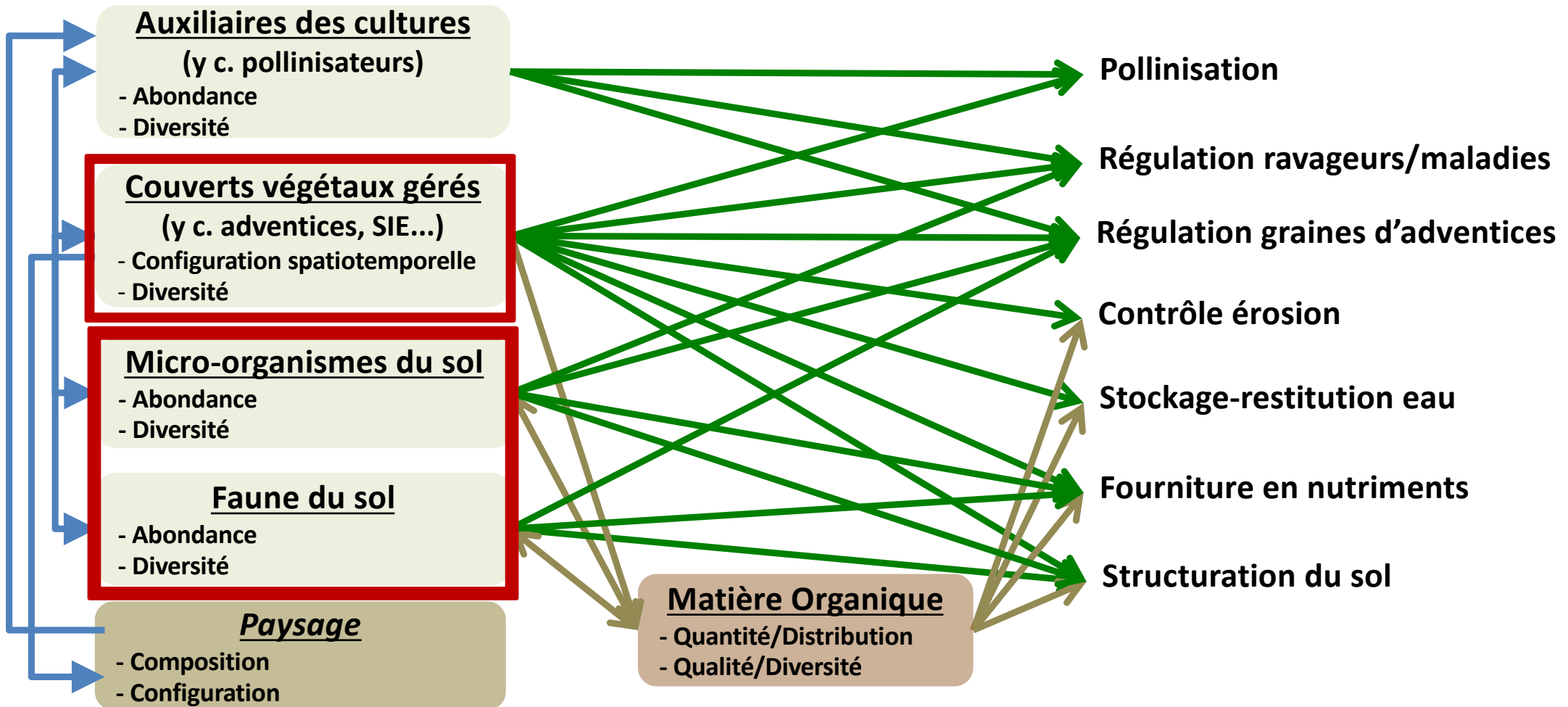
<sup>a</sup> Agroécologie, AgroSup Dijon, INRA, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-21000 Dijon, France

<sup>b</sup> DRAAF de Bourgogne, Service Régional de l'Alimentation, 4 Bis Rue Hoche, 21078 Dijon, France

# Relations entre paysage, couverts et services

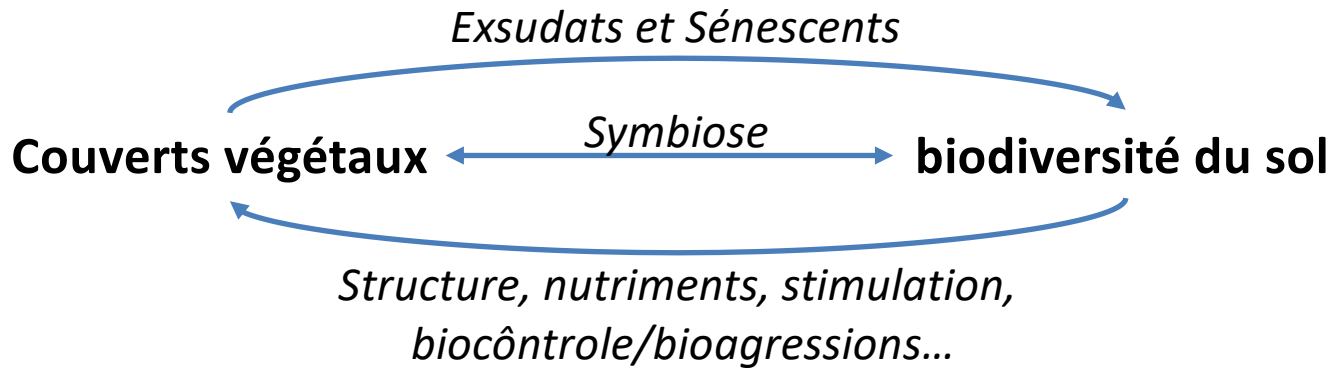


## INTERACTION biodiversités aériennes et souterraines



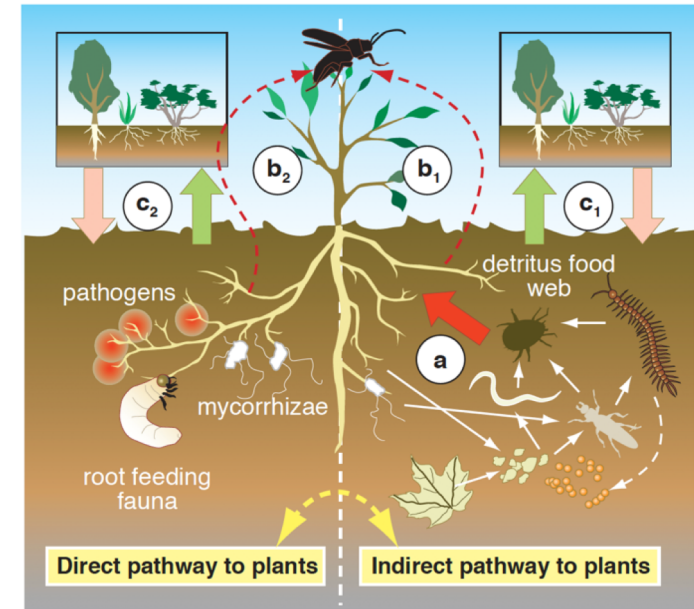
Adapté de Therond et al. 2017b

# Interactions biodiversités aériennes et souterraines



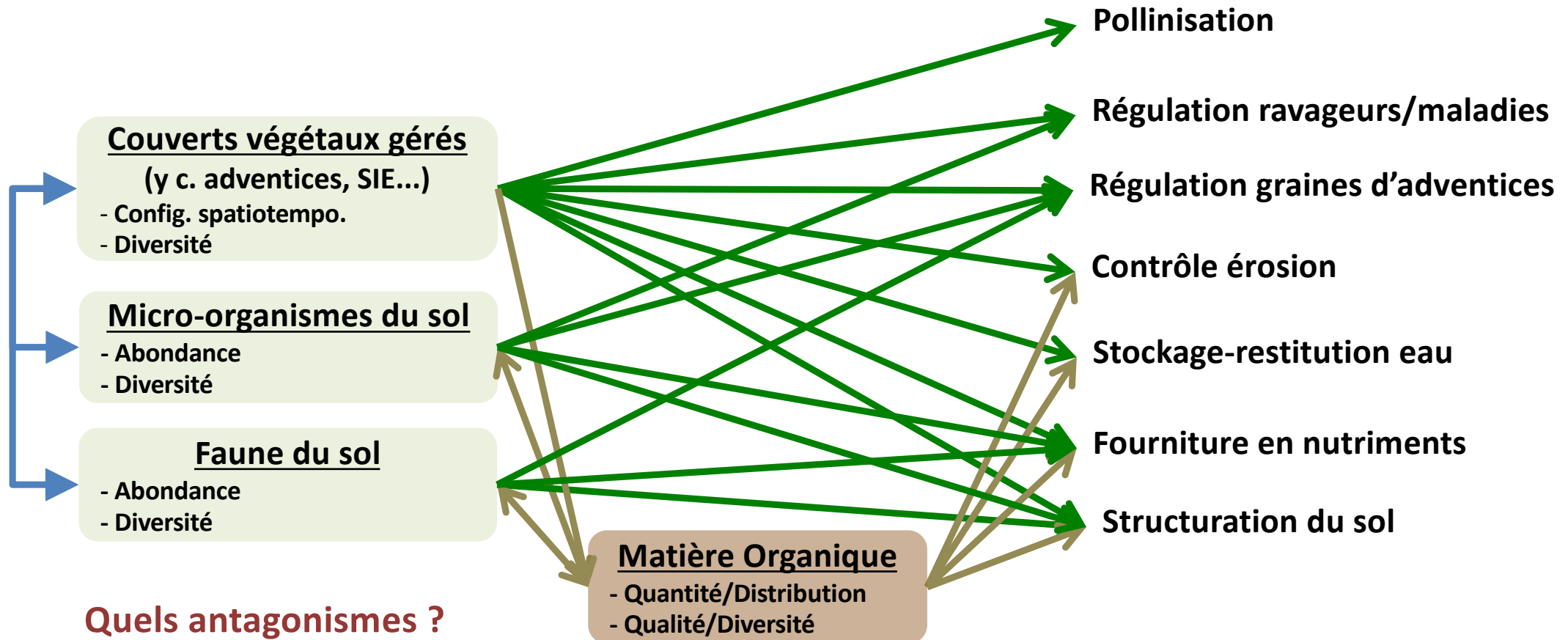
## - Etat organique des sols au cœur des interactions :

diversité couverts → diversité MO → (diversité/)activité micro-organismes et faune du sol → (diversité/)activité plantes



Wardle et al. 2004

# Relations entre biodiversités aériennes, souterraines et services





# Effets des pratiques agricoles

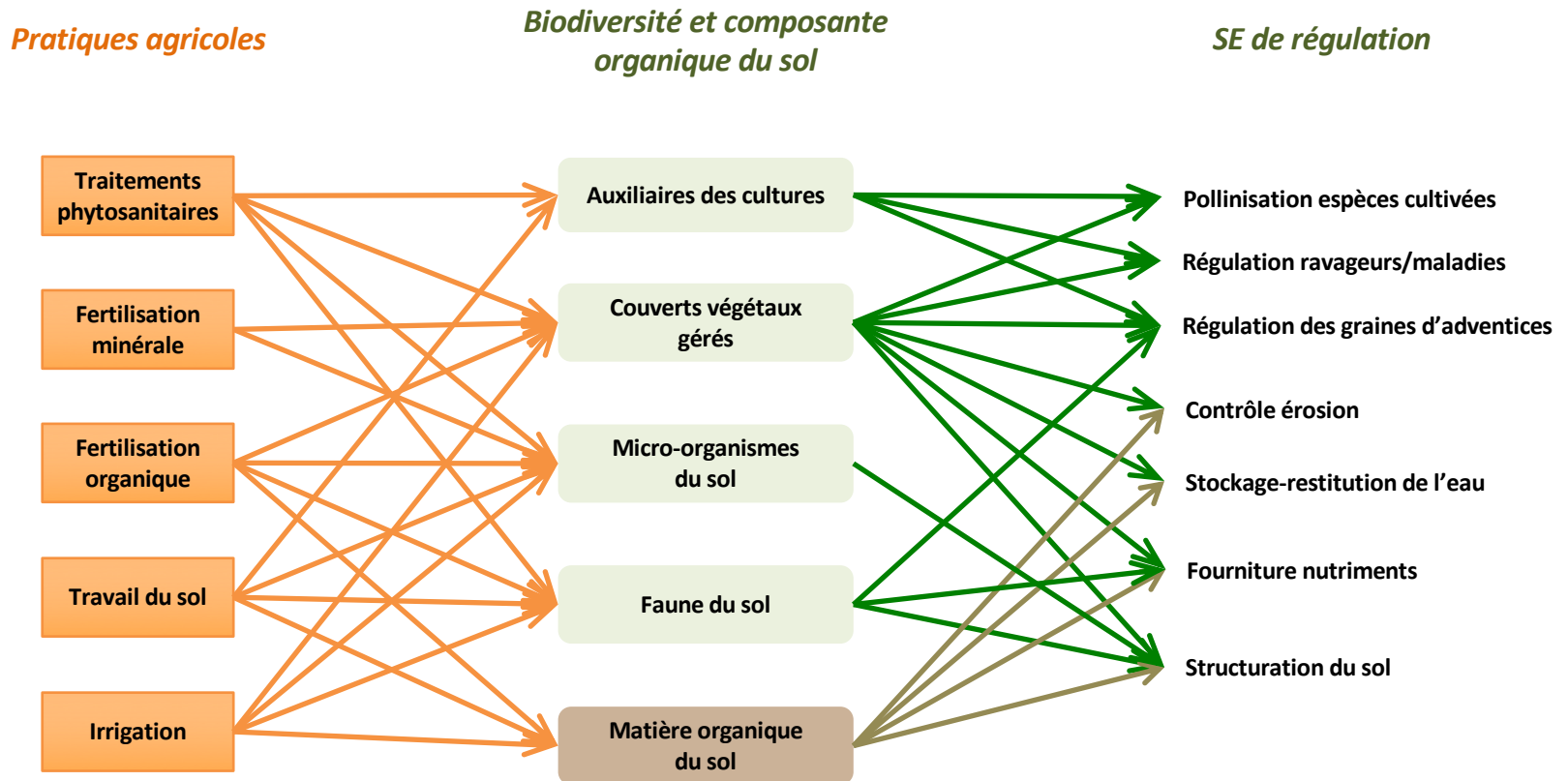
Les pratiques agricoles de gestion de la biomasse et du sol impactent la biodiversité et donc modulent l'expression des SE au fil du temps



- Effets positifs, ex. matière organique → SE de fourniture en nutriments
- Effets négatifs, ex. phytosanitaires → SE de régulations biologiques
- ex. travail sur sol → SE de structuration du sol

# Effet des pratiques agricoles

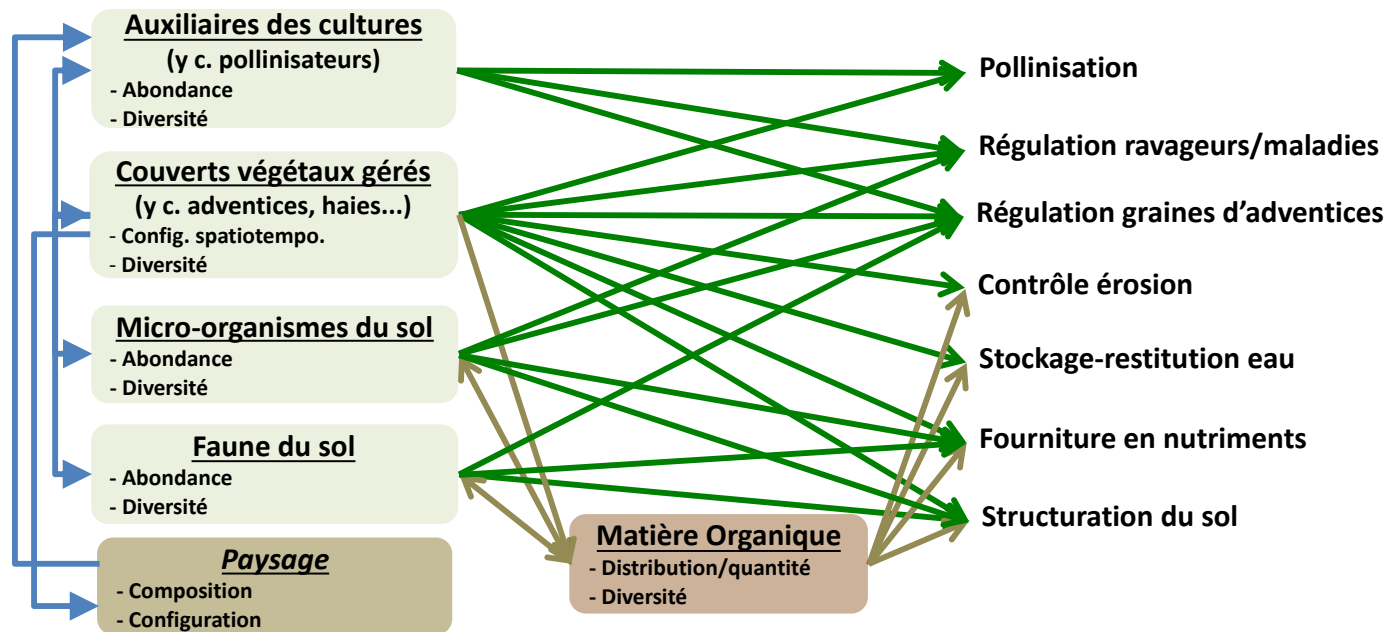
## Quel système de culture pour favoriser les SE ?



# Conclusions

« Les biodiversités » : des leviers (puissants) pour développer des systèmes agricoles plus durables !

... mais des écosystèmes agricoles complexes à gérer dans un contexte d'incertitudes



## Enjeux... de recherche

- **Nombreux travaux sur relation pratiques - biodiversité - SE mais un déficit de travaux sur les relations SE - niveau et qualité de la production (performances)**
  - Relations phytosanitaires-auxiliaires-bioagresseurs-dommages : Quels systèmes de culture dans quel paysage ? Coût-bénéfice des aménagements intra-parcellaires ?
  - Interactions biodiversités « souterraine » et « aérienne » et SE : Piloter la biodiversité du sol via la biodiversité planifiée et pratiques : Quels SdC et/ou biosolutions pour quelles performances au champ ?
- **Quelles conditions de coexistence des formes d'agriculture dans le territoire ?**
- **Quelles durées et modalités de transition vers des systèmes basés sur les SE ?**
- **Quelles résiliences et dynamiques des SE et performances des systèmes diversifiés ? Quel rôle « des biodiversités » ?**
- **Quels indicateurs biophysiques de diagnostic et pilotage ?**
- **Les agricultures basées sur les SE permettront-elles de conserver toute La Biodiversité ?**

# Besoin... évaluation intégrée des formes d'agriculture

## Méthodes d'évaluation multicritère du niveau et de la résilience des :

- **Services écosystémiques** aux différents bénéficiaires
- **Impacts négatifs sur l'environnement** (nuisances)
- **Biodiversité** à conserver (ex. espèces rares, patrimoniales)
- **Dis-services** aux différents acteurs concernés
- **Productions agricoles**
- ...
- **Performances socioéconomiques** (y c. santé humaine)

**Aux différents niveaux d'organisation** d'intérêt pour les acteurs (système de production, collectifs, territoire, système alimentaire...)

Permettant d'**analyser les antagonismes et synergies** entre les différents critères et niveaux



# Merci de votre attention



**LES DOCUMENTS DE L'ÉTUDE**

- [Résumé, 12 p. \(PDF, 1,3 MO\)](#)
- [Synthèse \(PDF, 7,2 MO\)](#)
- [Rapport intégral \(PDF volumineux, 41 MO\)](#)

Le rapport par parties :

- [Avant-Propos \(PDF, 1,56 MO\)](#)
- [Partie 1 : Présentation de l'écosystème \(PDF, 2,6 MO\)](#)
- [Partie 2 : État et tendances d'évolution \(PDF, 12 MO\)](#)
- [Partie 3 Introduction \(PDF, 1,6 MO\)](#)
- [Partie 3 - Chapitre 8 : Services de régulation \(PDF, 21 MO\)](#)
- [Partie 3 - Chapitre 9 : Services culturels \(PDF, 4,5 MO\)](#)
- [Partie 3 - Chapitre 10 : Biens produits par l'écosystème \(PDF, 13 MO\)](#)
- [Partie 4 : Interactions entre services & Perspectives de recherche \(PDF, 8 MO\)](#)

[Communiqué de presse >](#)

