



Améliorer les connaissances et techniques de suivi de la biodiversité du sol et des fonctions écosystémiques associées pour une gestion forestière plus durable : les projets H2020 **HoliSoils et PEPR FOREST BOSFOR**

Mathieu Santonja
Enseignant-chercheur à l'Université d'Aix-Marseille

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

Présentation du Projet H2020 HoliSoils

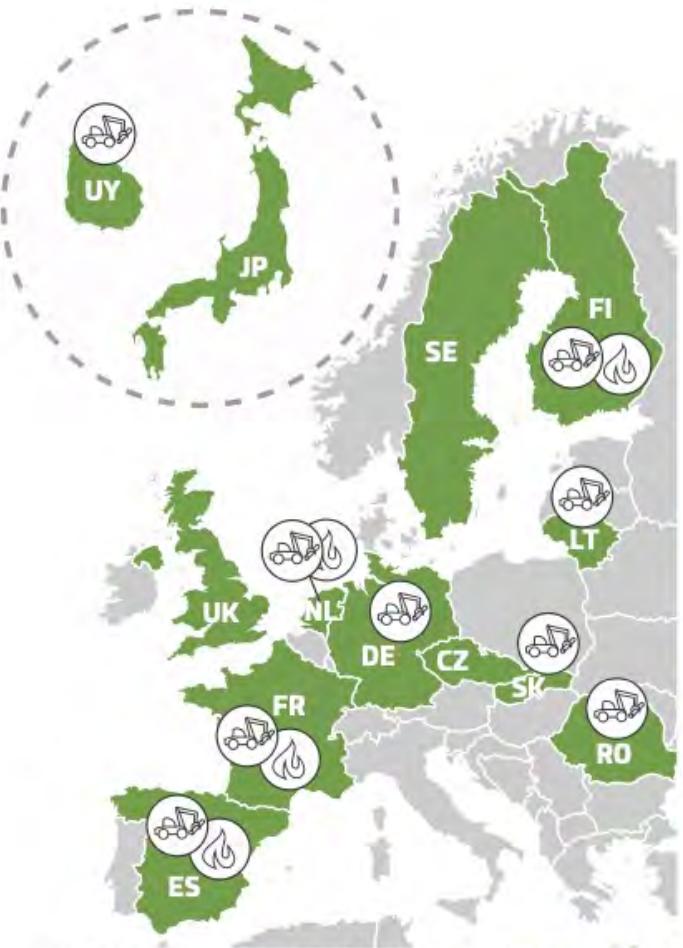


Holistic management practices, modelling & monitoring for European forest soils

- Coordinateur: Natural Resources Institute Finland (Raisa Makipaa)
- 22 partenaires internationaux
- Budget : 9 999 920 €
- Durée: 54 months
- 1^{er} Mai 2021 – 31 Octobre 2025
- Site web: <https://holisoils.eu/>

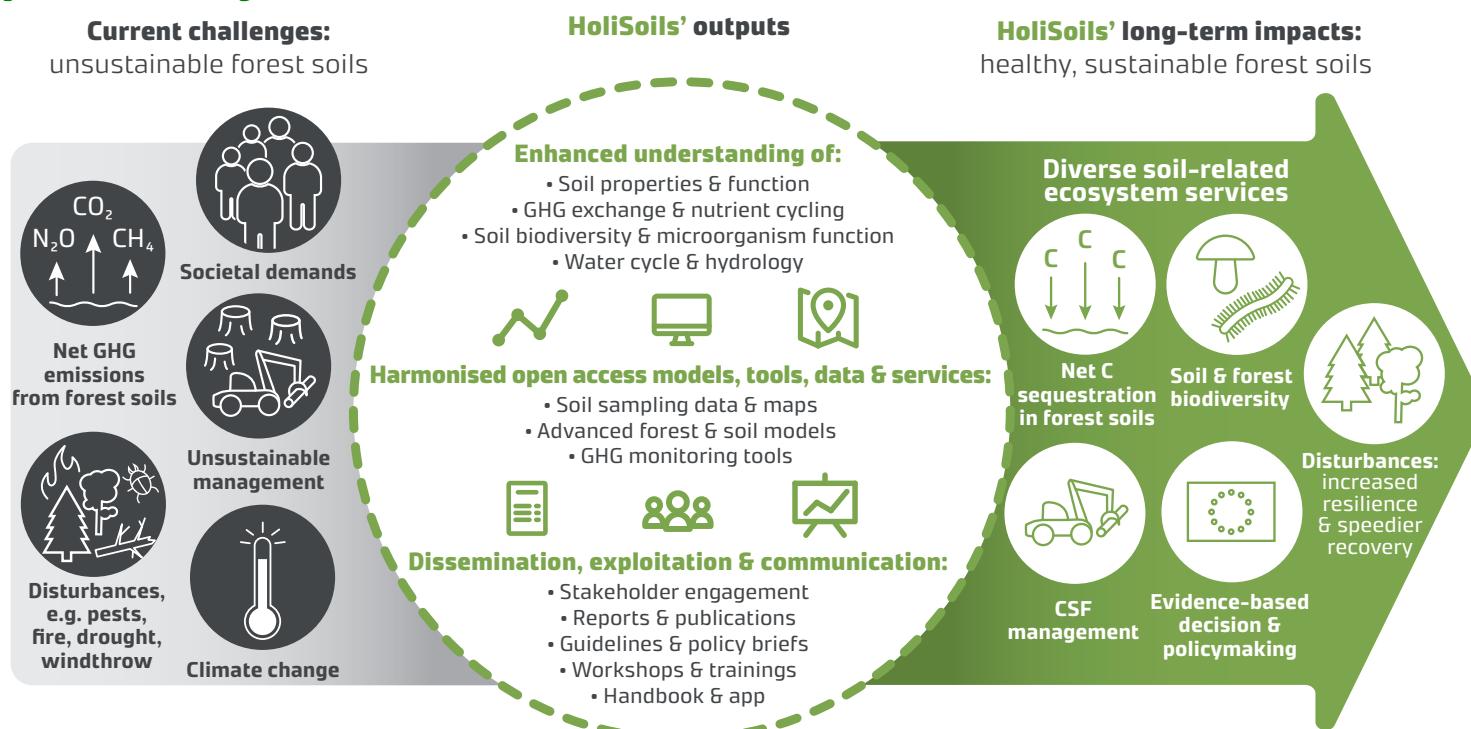


Consortium et sites d'études



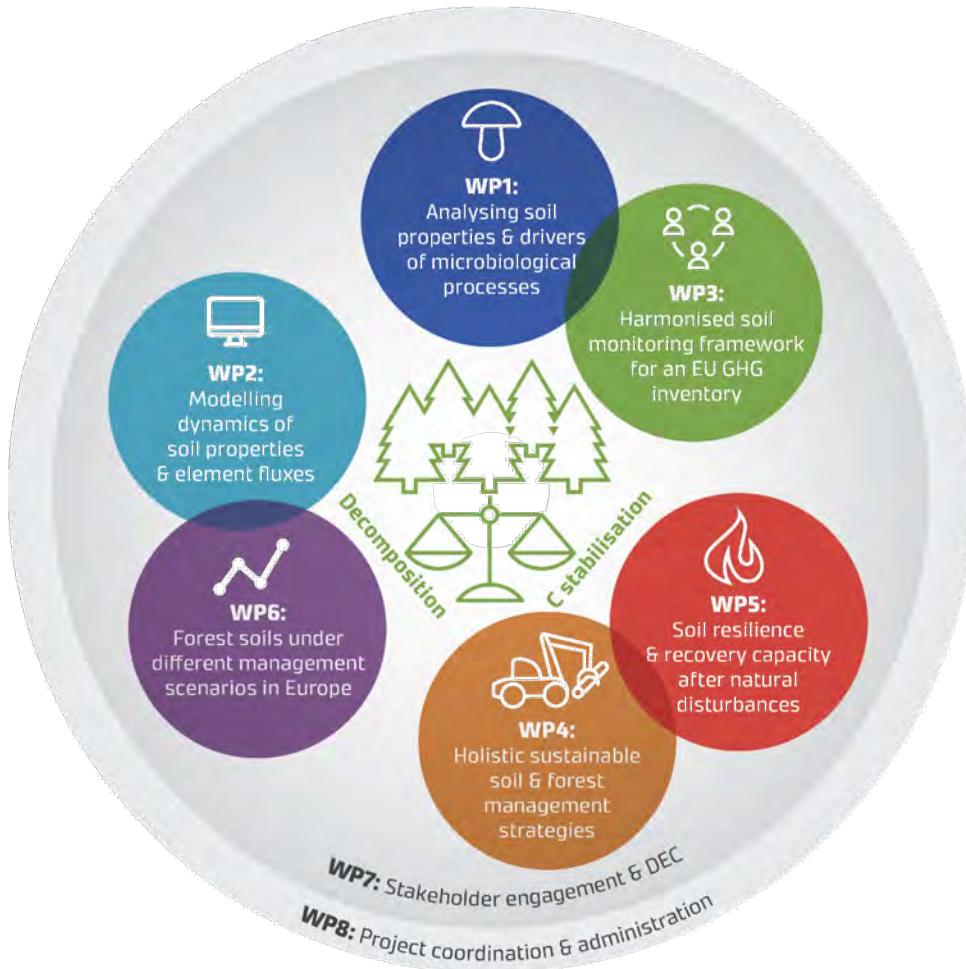
Nr	Participant organisation Full English name (abbreviation) <i>Legal name (if different)</i>	Type	Country
1	Natural Resources Institute Finland (Luke) [coordinator] <i>Luonnonvarakeskus</i>	Research institute	Finland FI
2	Institute of Microbiology of the Czech Academy of Sciences (IMIC) <i>Mikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i.</i>	Research institute	Czech Republic CZ
3	French National Centre for Scientific Research (CNRS) <i>Centre National de la Recherche Scientifique</i>	Research institute	France FR
4	Johann Heinrich von Thünen Institute (TI) <i>Johann Heinrich von Thünen-Institut</i>	Research institute	Germany DE
5	Basque Centre for Climate Change (BC3) <i>Asociación BC3 Basque Centre for Climate Change Klima Aldaketa Ikergai</i>	Research institute	Spain ES
6	Vrije University Amsterdam (VU) <i>Stichting VU</i>	University	Netherlands NL
7	European Forest Institute (EFI)	Research institute	International FI
8	Wageningen Research Foundation (WR) <i>Stichting Wageningen Research</i>	University	NL
9	International Soil Reference & Information Centre (ISRIC) <i>Stichting International Soil Reference & Information Centre</i>	Research institute	NL
10	Stockholm University (SU) <i>Stockholms Universitet</i>	University	Sweden SE
11	Transylvania University of Brașov (UTBV) <i>Universitatea Transilvania din Brașov</i>	University	Romania RO
12	University of Barcelona (UB) <i>Universitat de Barcelona</i>	University	ES
13	University of Aberdeen (UNIABDN) <i>The University Court of The University of Aberdeen</i>	University	United Kingdom UK
14	Vytautas Magnus University (VMU) <i>Vytauto Didžiojo universitetas</i>	University	Lithuania LT
15	Aix-Marseille University (AMU) <i>Aix-Marseille Université</i>	University	FR
16	Technical University of Munich (TUM) <i>Technische Universität München</i>	University	DE
17	Technical University in Zvolen (TUZVO) <i>Technická univerzita vo Zvolene</i>	University	Slovakia SK
18	Forest Science & Technology Centre of Catalonia (CTFC) <i>Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya</i>	Research institute	ES
19	National Institute for Agricultural Research (INIA) <i>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria</i>	Research institute	Uruguay UY
20	Forestry & Forest Products Research Institute (FFPRI) <i>森林総合研究所</i>	Research institute	Japan JP

Principaux objectifs



- Approfondir nos connaissances sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols des forêts européennes
- Identifier et tester de nouvelles pratiques de gestion forestières afin d'atténuer les effets négatifs des pratiques et du changement climatique sur les services écosystémiques rendus par les sols forestiers

Work packages



- Co-leader des WP4 and WP5
- Forte collaboration avec le CNPF et l'INRAE
- Implication des étudiants Master/Thèse d'AMU
- 78 personnes ont participé aux travaux réalisés sur les deux sites d'étude français (mise en place des parcelles et échantillonnage)



WP5 : Résilience et capacité de récupération des sols après perturbations



St Christol d'Albion
Quercus pubescens
Climat méditerranéen



Gamiz
Quercus faginea
Climat tempéré



Brasov
Quercus robur
Climat continental



Leticia
Perez Izquierdo



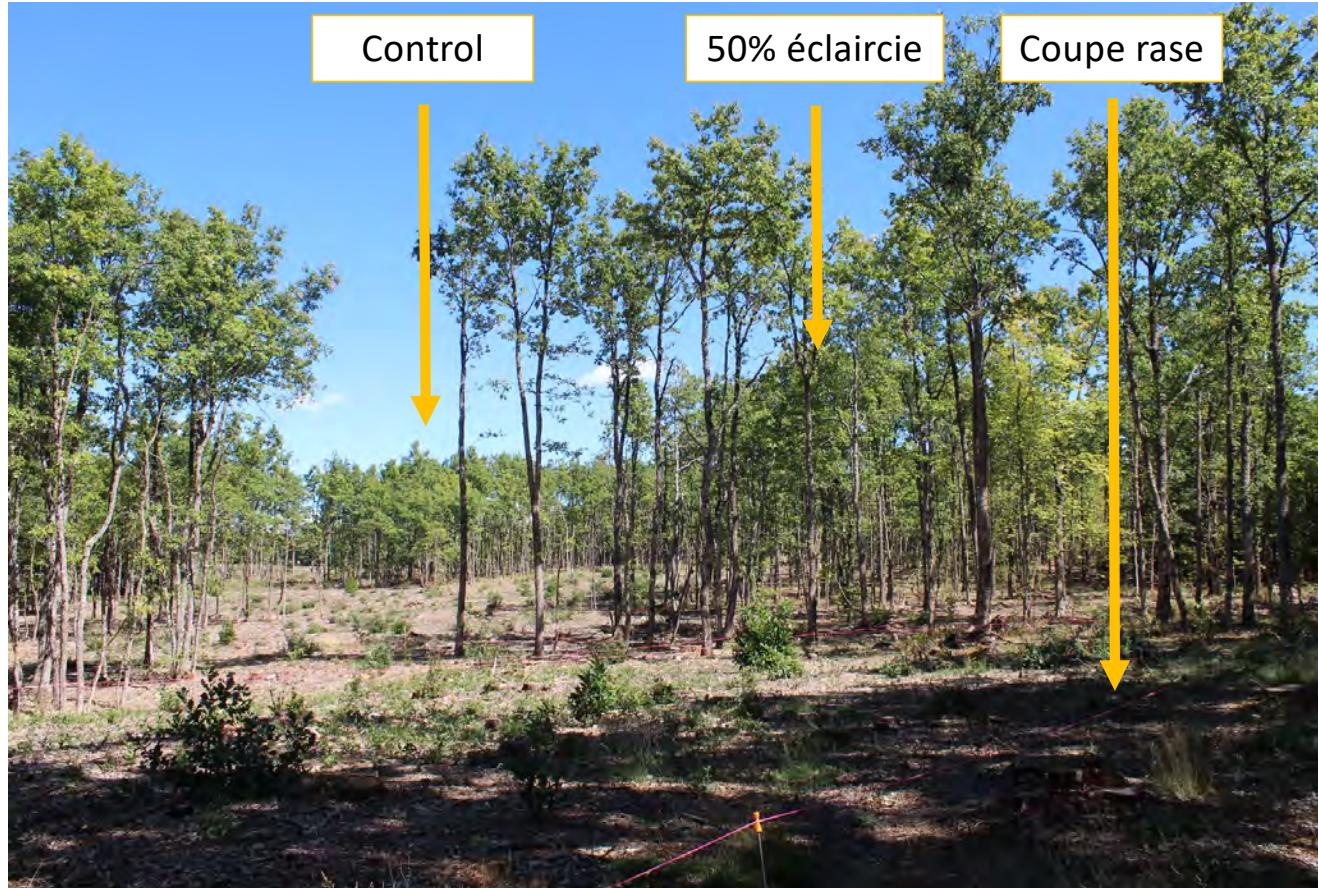
Claire
Ménival

WP5 : Résilience et capacité de récupération des sols après perturbations

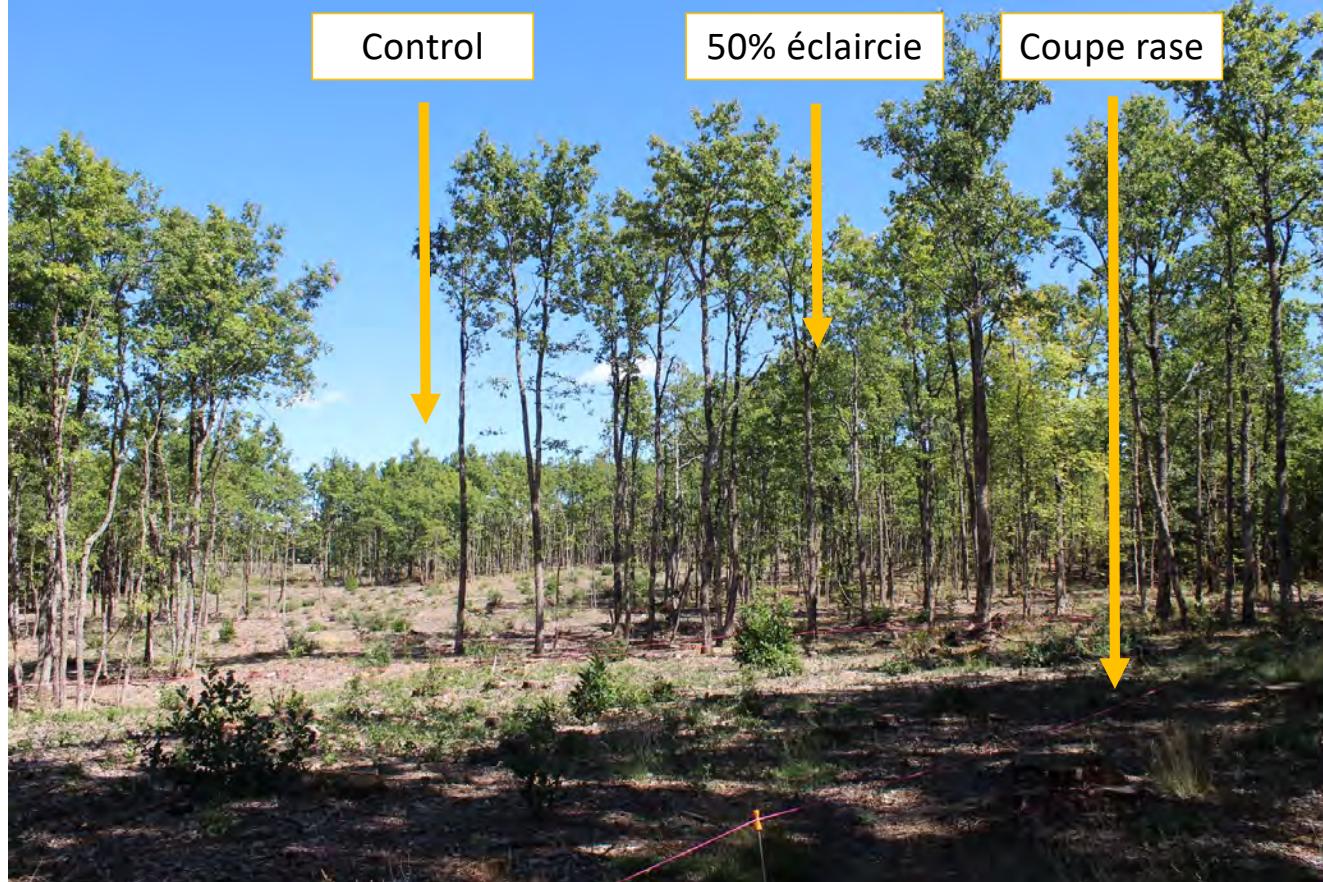


Mise en place des 3 sites expérimentaux entre 2021 et 2022

Design expérimental commun



Design expérimental commun

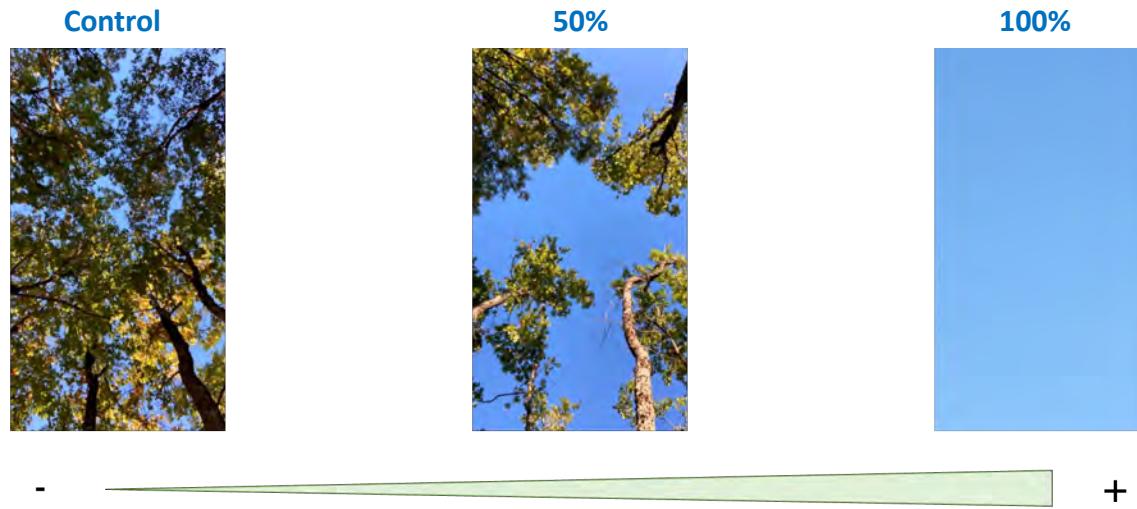


Export du bois

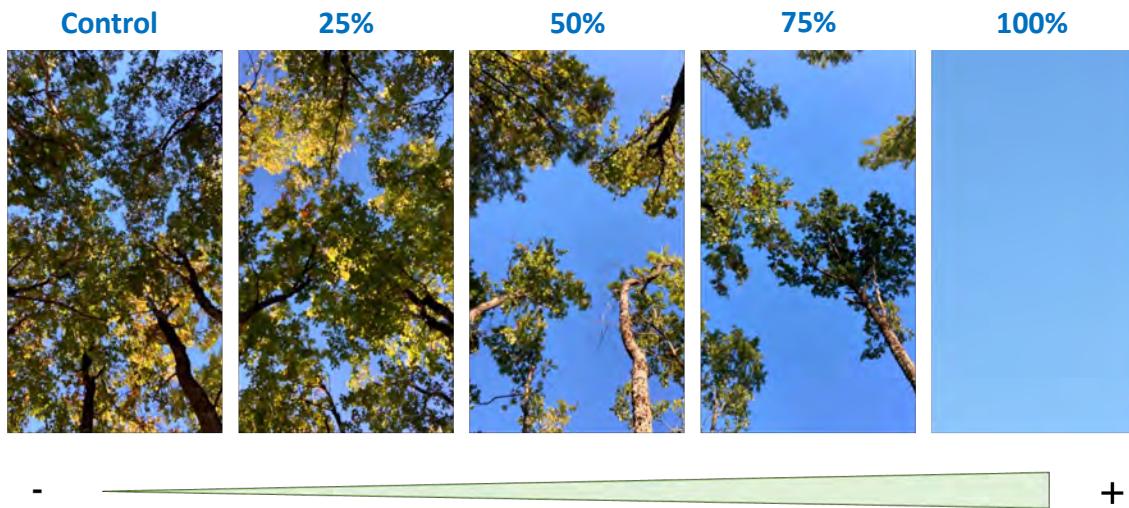


Rémanents de coupe au sol

Design expérimental commun



Design expérimental commun



- 9 traitements : control et 25%, 50%, 75% or 100% éclaircies avant/sans export des rémanents
- 8 replicats par traitements : parcelles de 450 m² (30 m x 15 m)

2 exemples de résultats sur la biodiversité du sol



St Christol d'Albion
Quercus pubescens forest
Mediterranean climate



Brasov
Quercus robur forest
Continental climate



Gamiz
Quercus faginea forest
Temperate climate



Réponse de la biodiversité du sol à très court terme (1 et 9 mois après coupe)

2 exemples de résultats sur la biodiversité du sol



St Christol d'Albion
Quercus pubescens forest
Mediterranean climate



Réponse de la biodiversité du sol à court terme (24 mois après coupe)



Brasov
Quercus robur forest
Continental climate



Gamiz
Quercus faginea forest
Temperate climate



Réponse de la biodiversité du sol à très court terme (1 et 9 mois après coupe)

Biodiversité du sol

- Rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes
- Impact sur la croissance des plantes et la productivité des écosystèmes



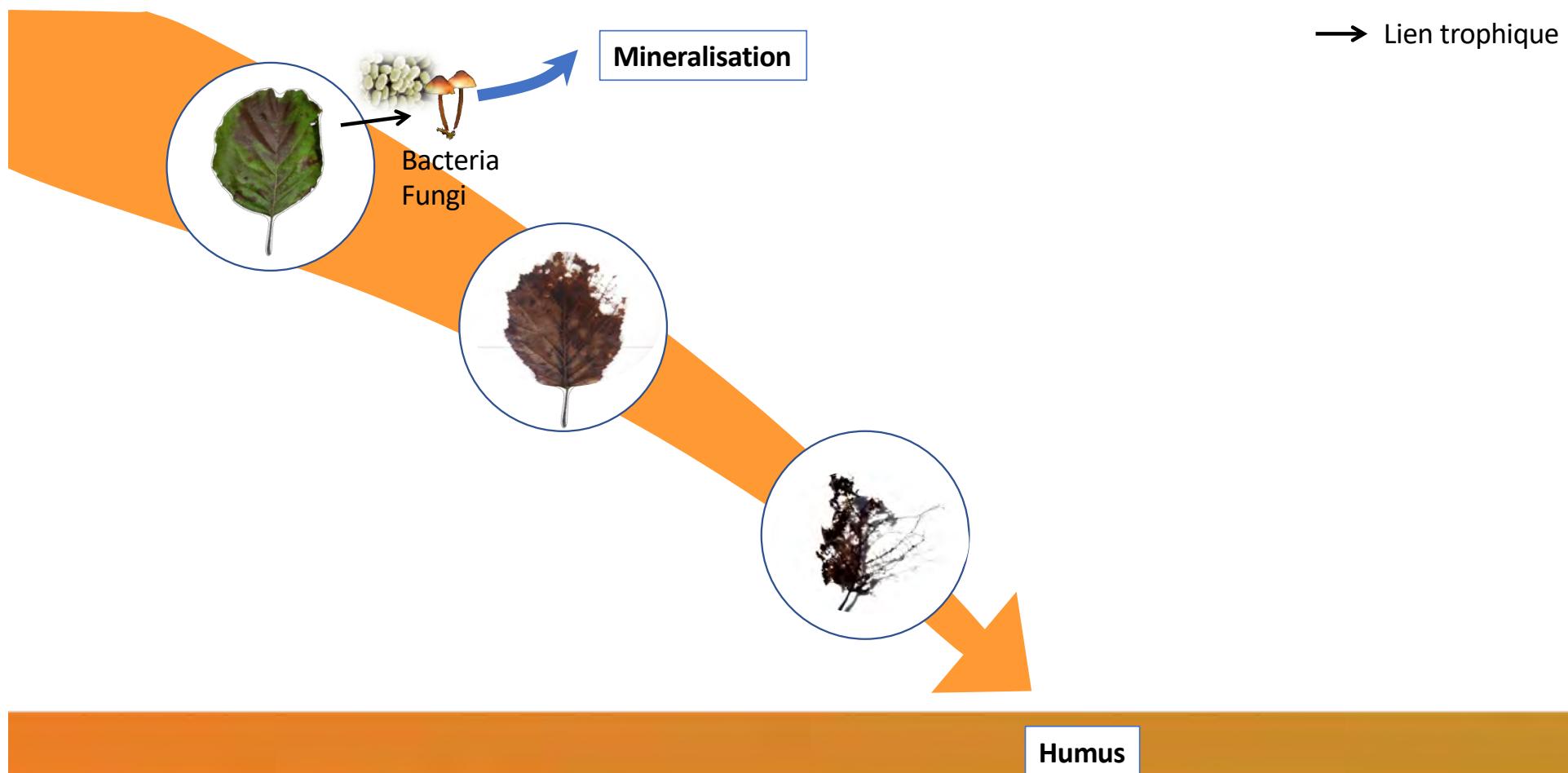
Biodiversité du sol

- Rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes
- Impact sur la croissance des plantes et la productivité des écosystèmes
- Très sensible aux perturbations
- Menacée par les changements globaux

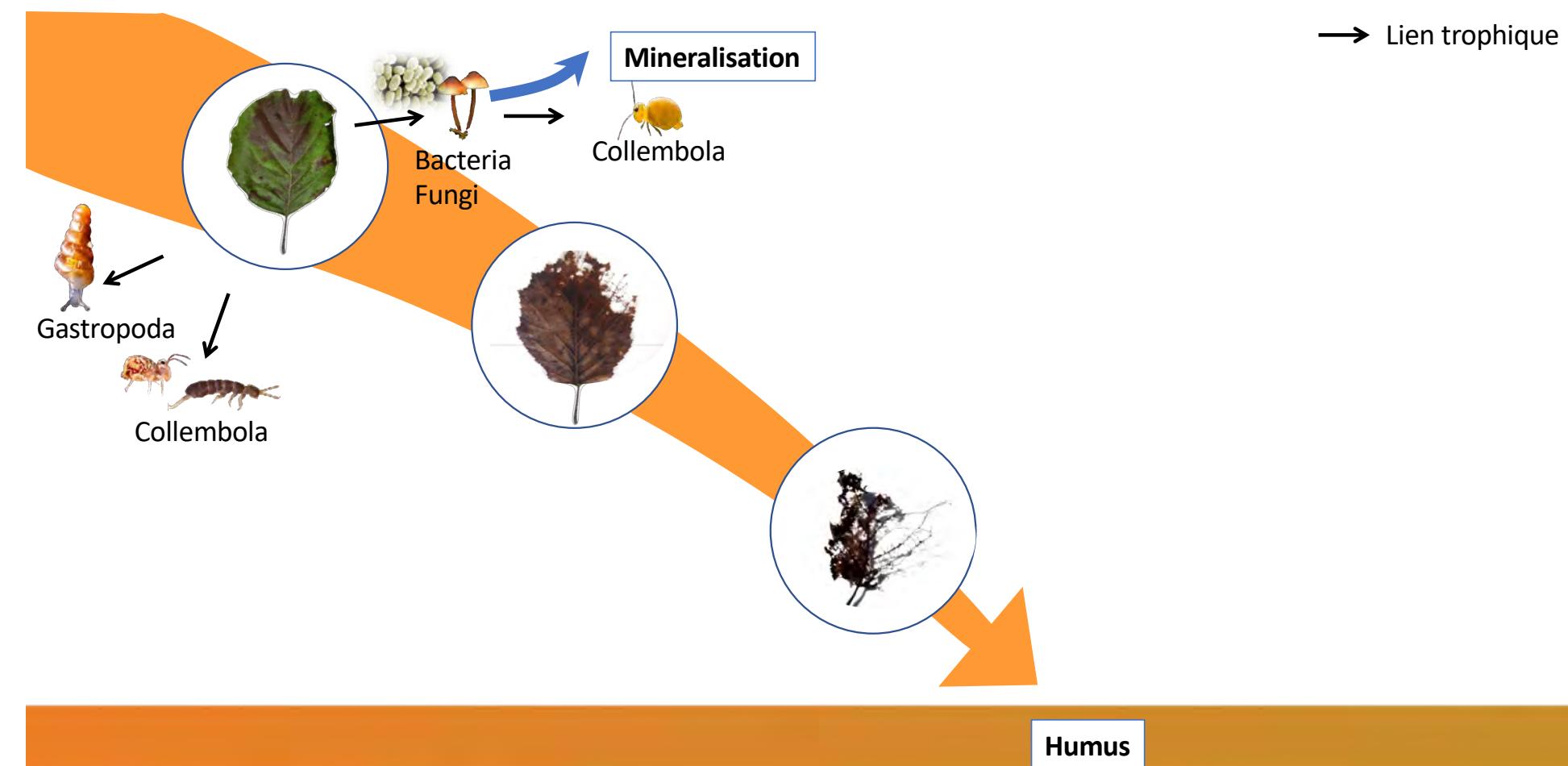


- ↳ Paramètres démographiques
 - ↳ Interactions entre espèces
 - ↳ processus écosystémiques

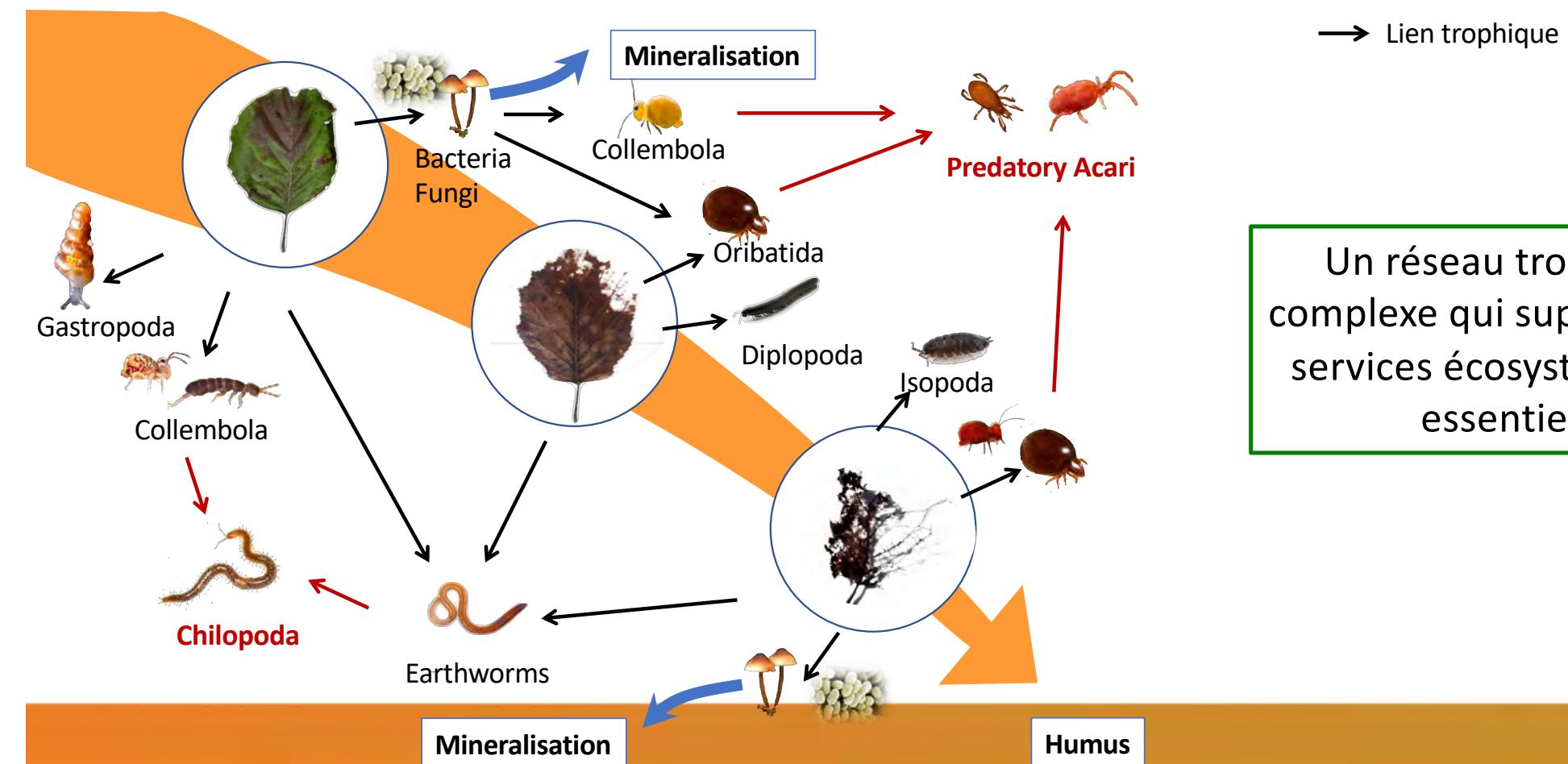
Biodiversité du sol



Biodiversité du sol

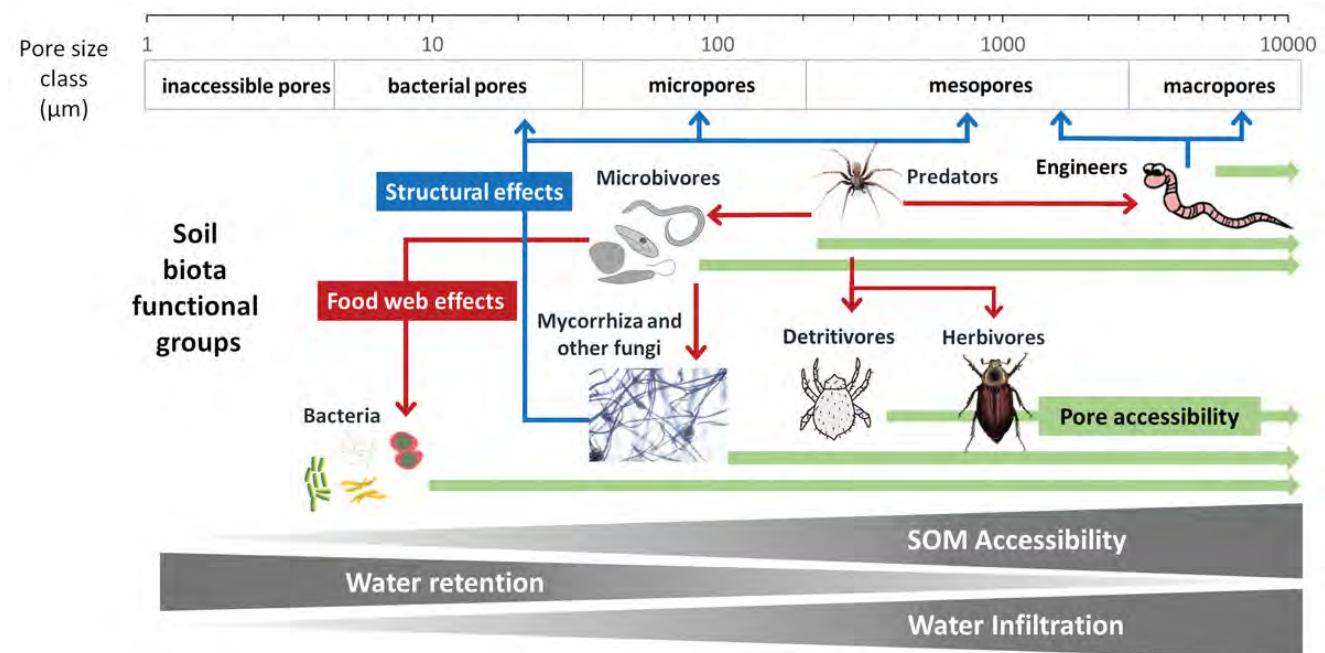


Biodiversité du sol



Biodiversité du sol

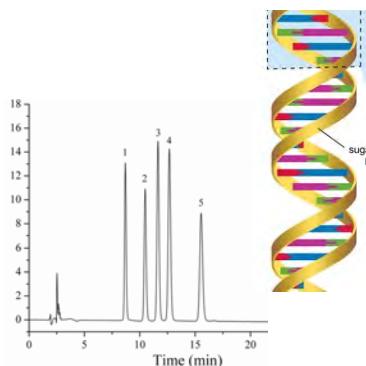
- Microorganisms
- Microfauna
- Mesofauna
- Macrofauna



Echantillonage de la biodiversité du sol



Extraction/analyse de la biodiversité du sol



PLFA/DNA analyses
of soil samples



Baermann
funnel



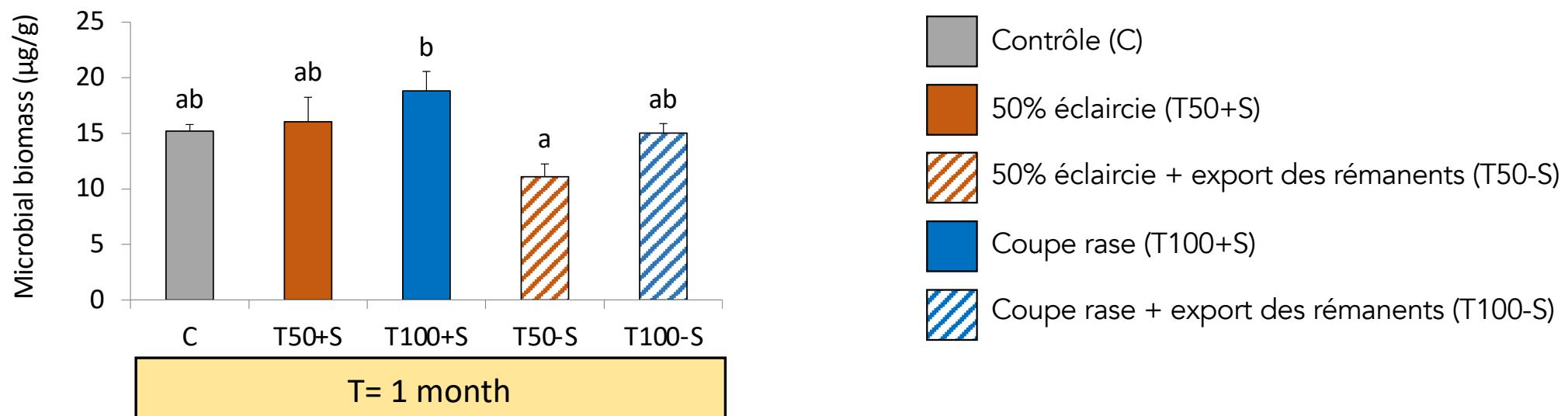
Berlese-Tullgren
funnel



Hand sorting
directly in the field

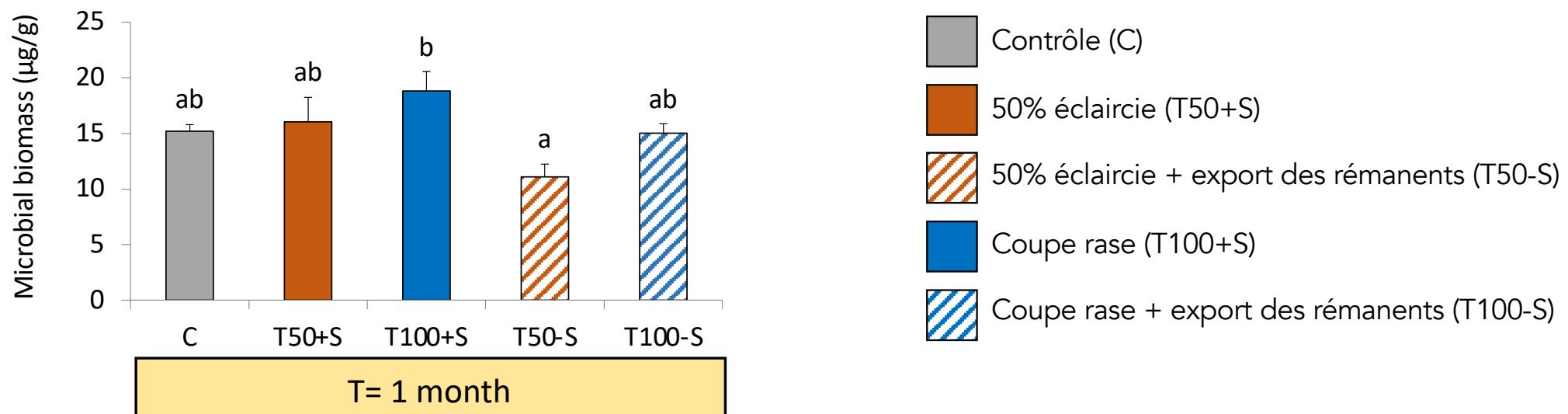
Résultats (Espagne)

▪ Microorganismes



Résultats (Espagne)

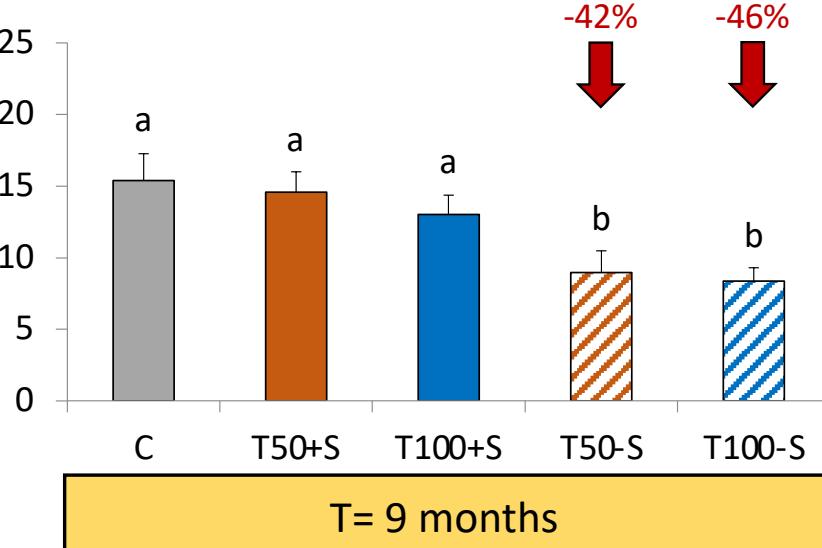
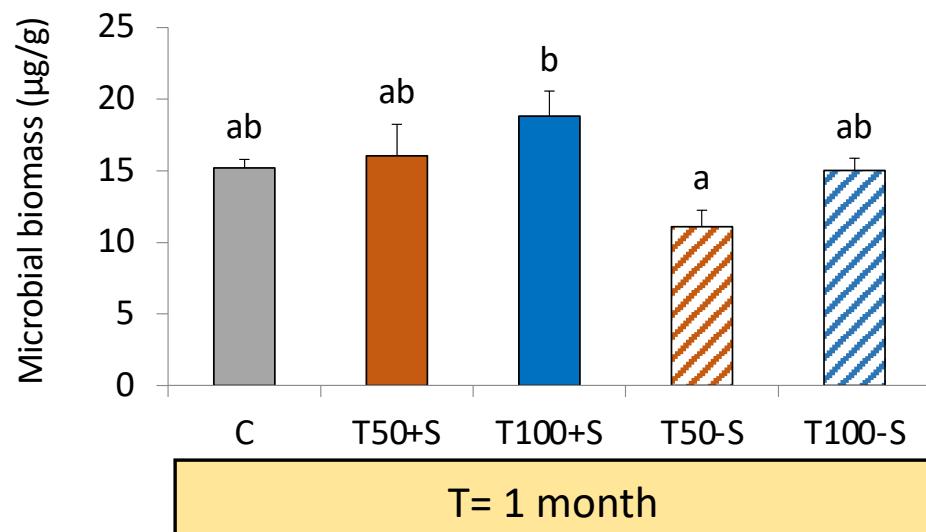
▪ Microorganismes



➔ Aucune différence entre le contrôle et les traitements après 1 mois

Résultats (Espagne)

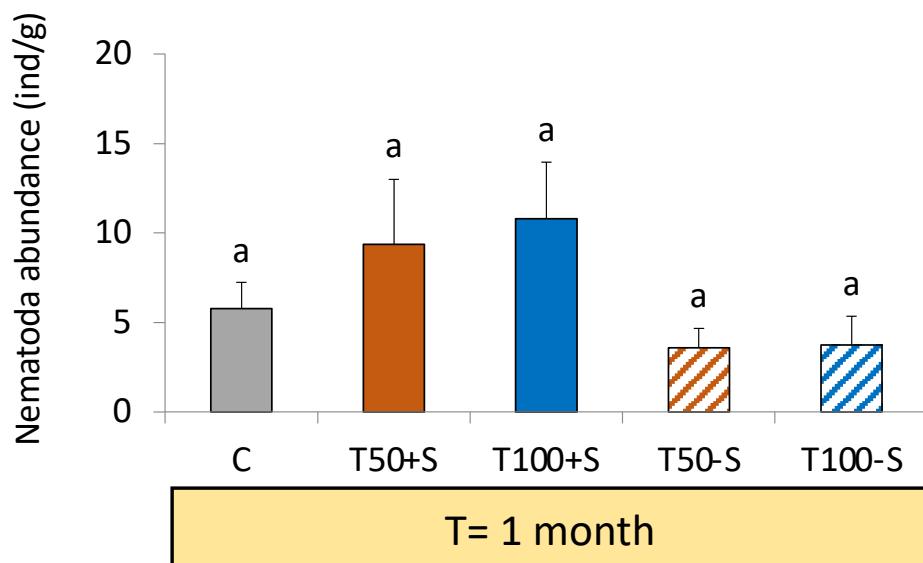
▪ Microorganismes



➔ Biomasse microbienne plus faible en absence de rémanents après 9 mois

Résultats (Espagne)

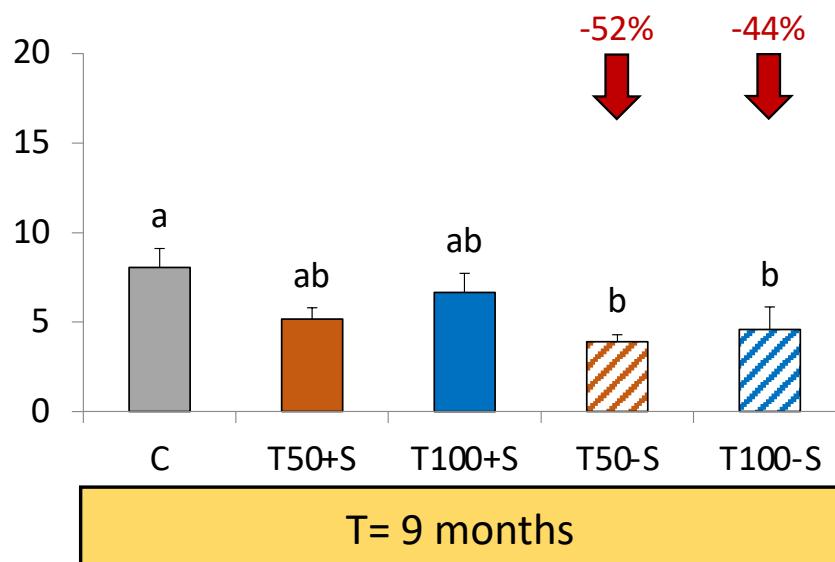
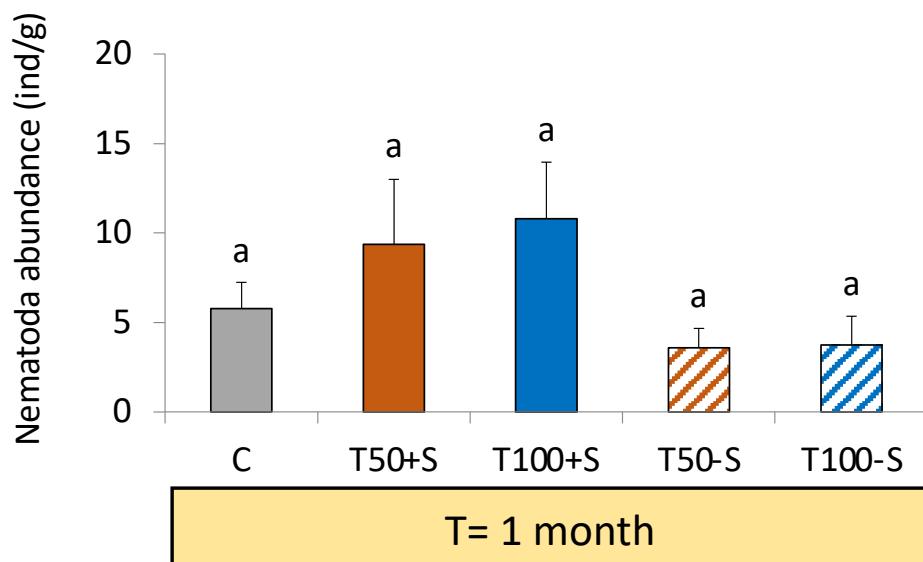
■ Microfauna



➡ Aucune différence entre le contrôle et les traitements après 1 mois

Résultats (Espagne)

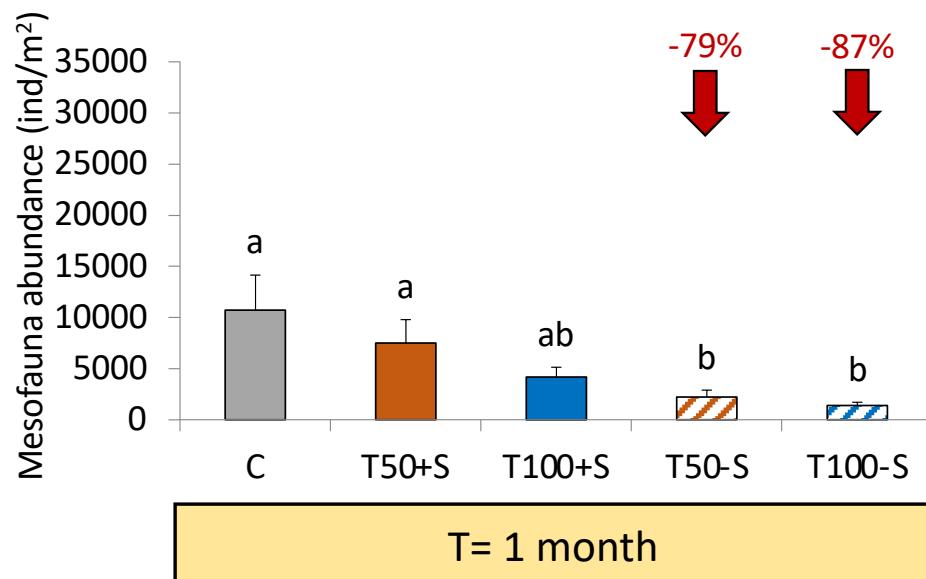
▪ Microfauna



➔ Abondance en nématode plus faible en absence de rémanents après 9 mois

Résultats (Espagne)

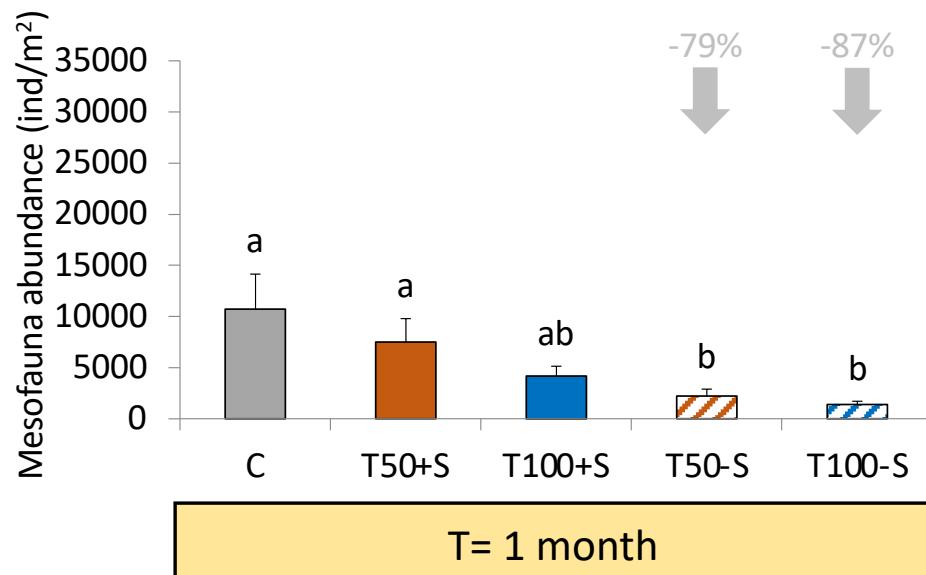
▪ Mesofauna



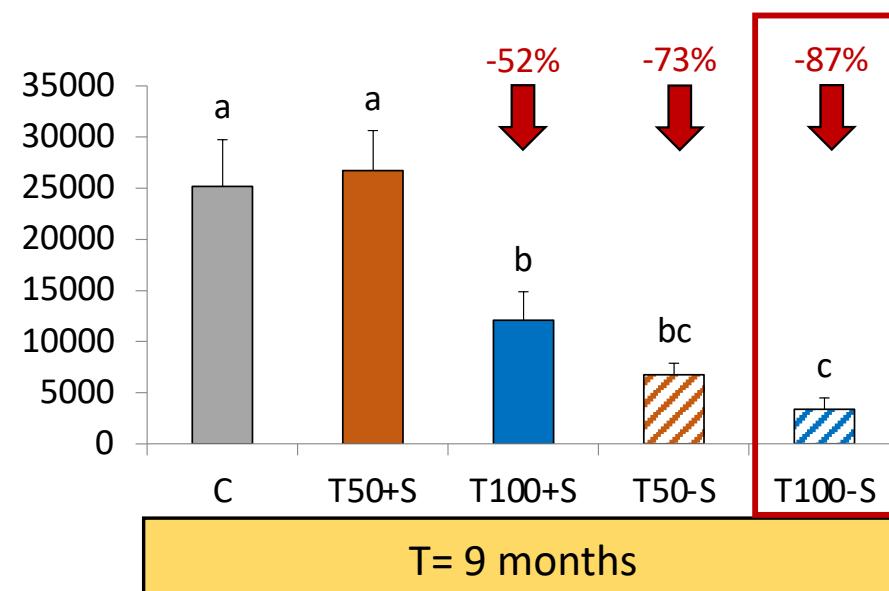
➔ Plus faible abondance en mésofaune en absence de rémanents dès 1 mois

Résultats (Espagne)

▪ Mesofauna



T= 1 month

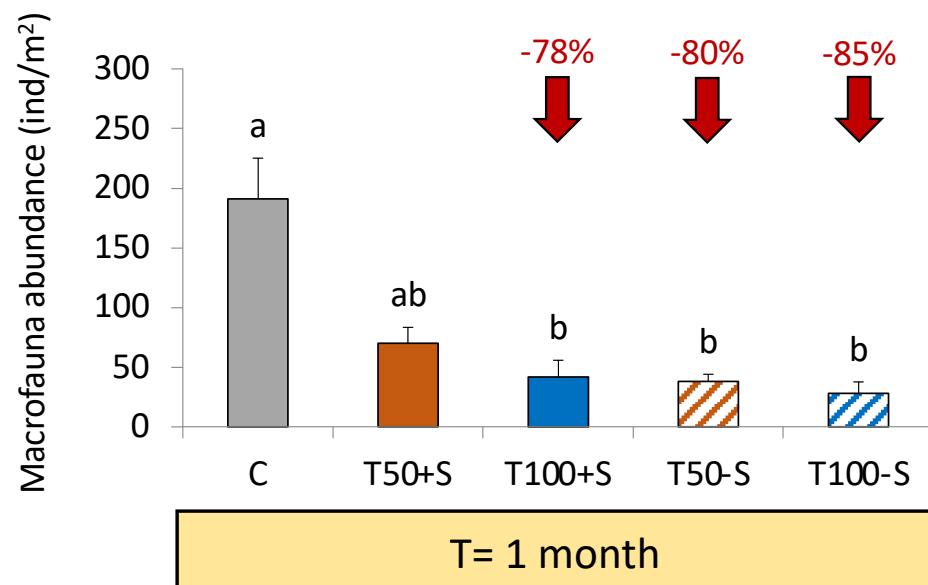


T= 9 months

- ➔ Plus faible abondance en absence de rémanents et coupe rase après 9 mois
- ➔ Effet amplifié avec la combinaison des 2 perturbations

Résultats (Espagne)

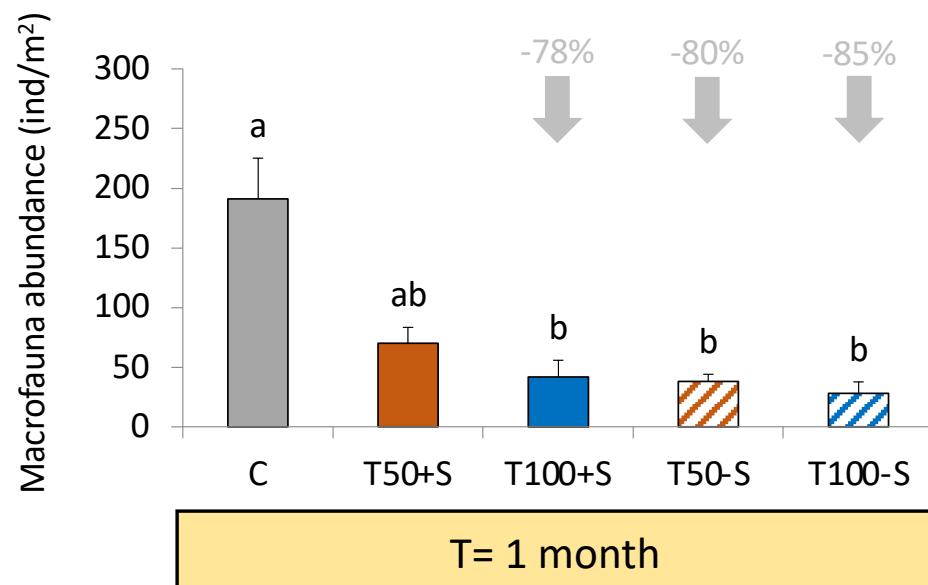
▪ Macrofauna



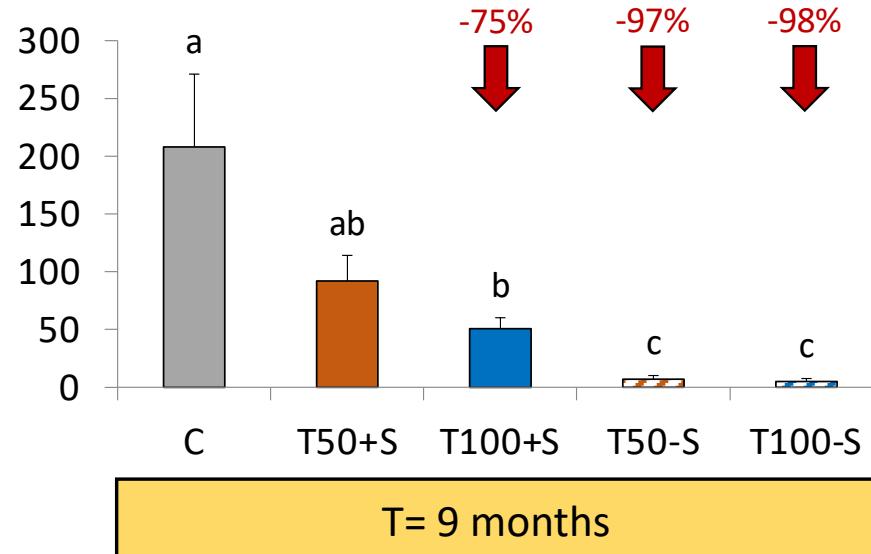
➔ Plus faible abondance en absence de rémanents et coupe rase dès 1 mois

Résultats (Espagne)

▪ Macrofauna



T= 1 month



T= 9 months

- Même type de réponse après 9 mois
- Effet négatif de l'absence de rémanents plus marqué

Synthèse



- Messages clés

→ Aucune différence entre les parcelles « Contrôle » et « Éclaircie à 50 % »

Synthèse

■ Messages clés

- Aucune différence entre les parcelles « Contrôle » et « Éclaircie à 50 % »
- Les effets négatifs augmentent avec le temps

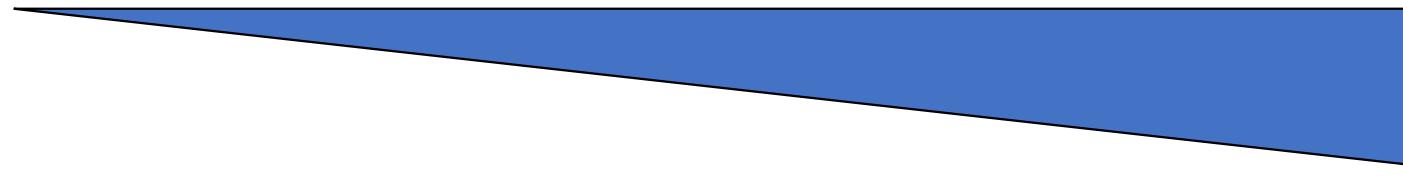
Synthèse

■ Messages clés

- Aucune différence entre les parcelles « Contrôle » et « Éclaircie à 50 % »
- Les effets négatifs augmentent avec le temps
- Gradient de réponse en fonction de la taille des organismes



Microorganisms < Microfauna < Mesofauna < Macrofauna

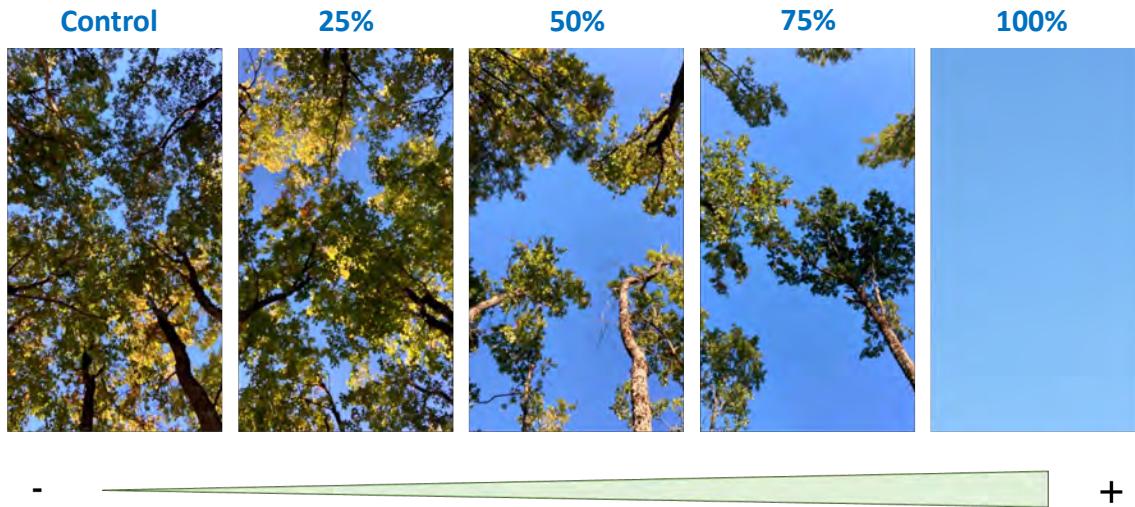


Export des rémanents

Export des rémanents + Coupe à blanc

Résultats (France)

▪ Macrofauna



Résultats (France)

▪ Macrofauna



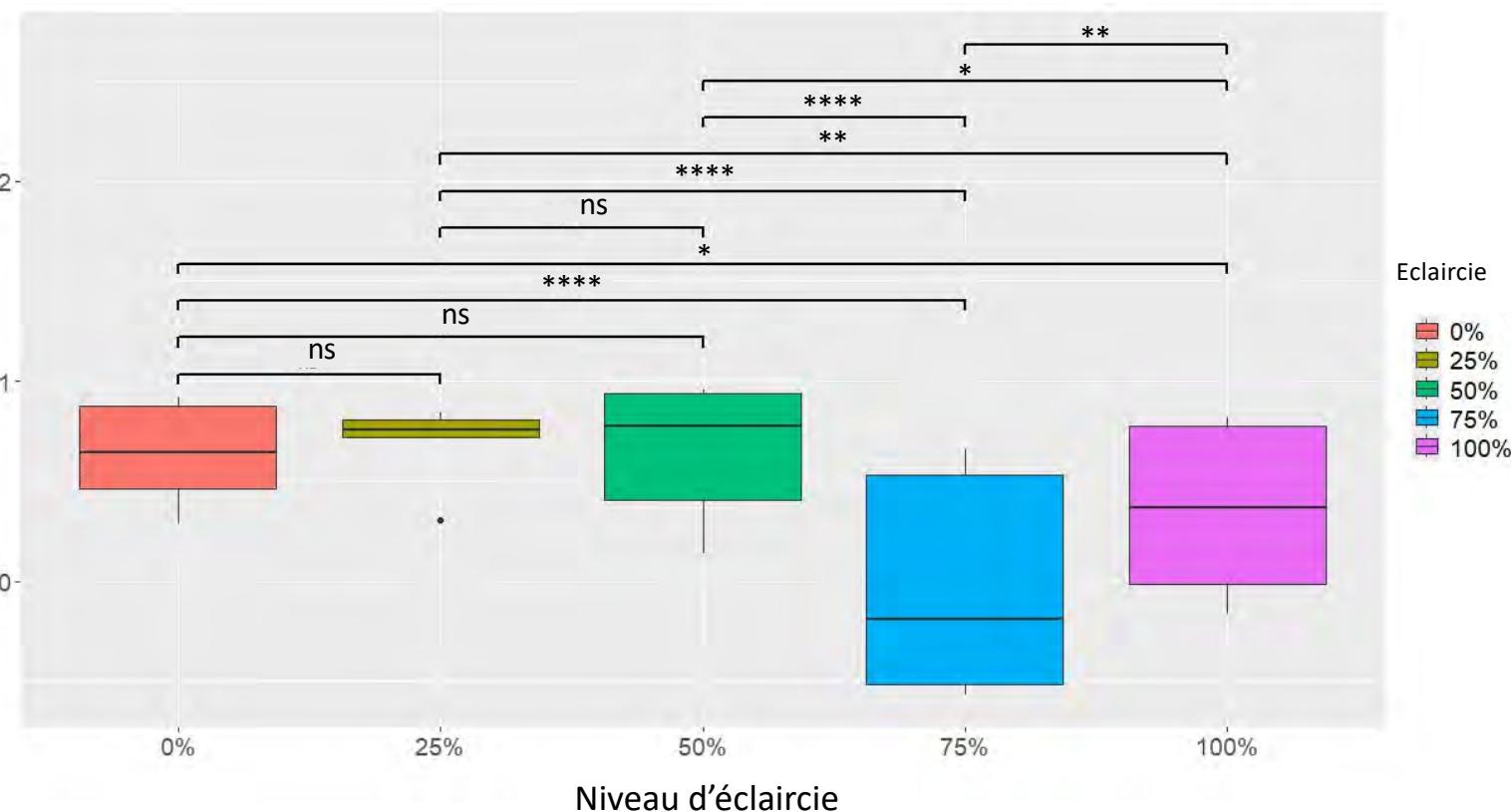
Ecole de terrain M2 BEE BIOEFFECT 2024
Effectuée sur le site de St Christol d'Albion

Résultats (France)

Macrofauna



Indice de diversité de Shannon

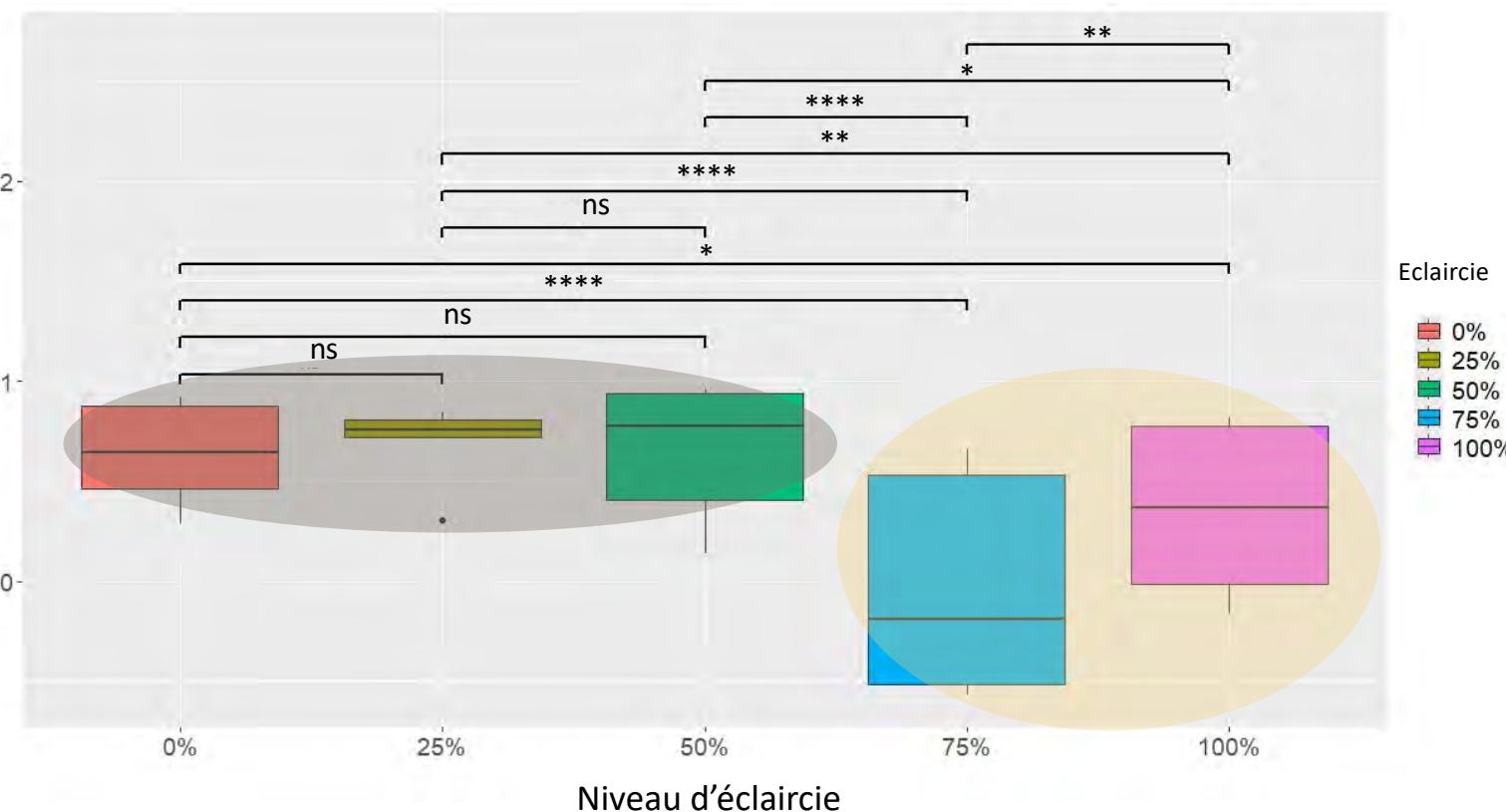


Résultats (France)

Macrofauna



Indice de diversité de Shannon

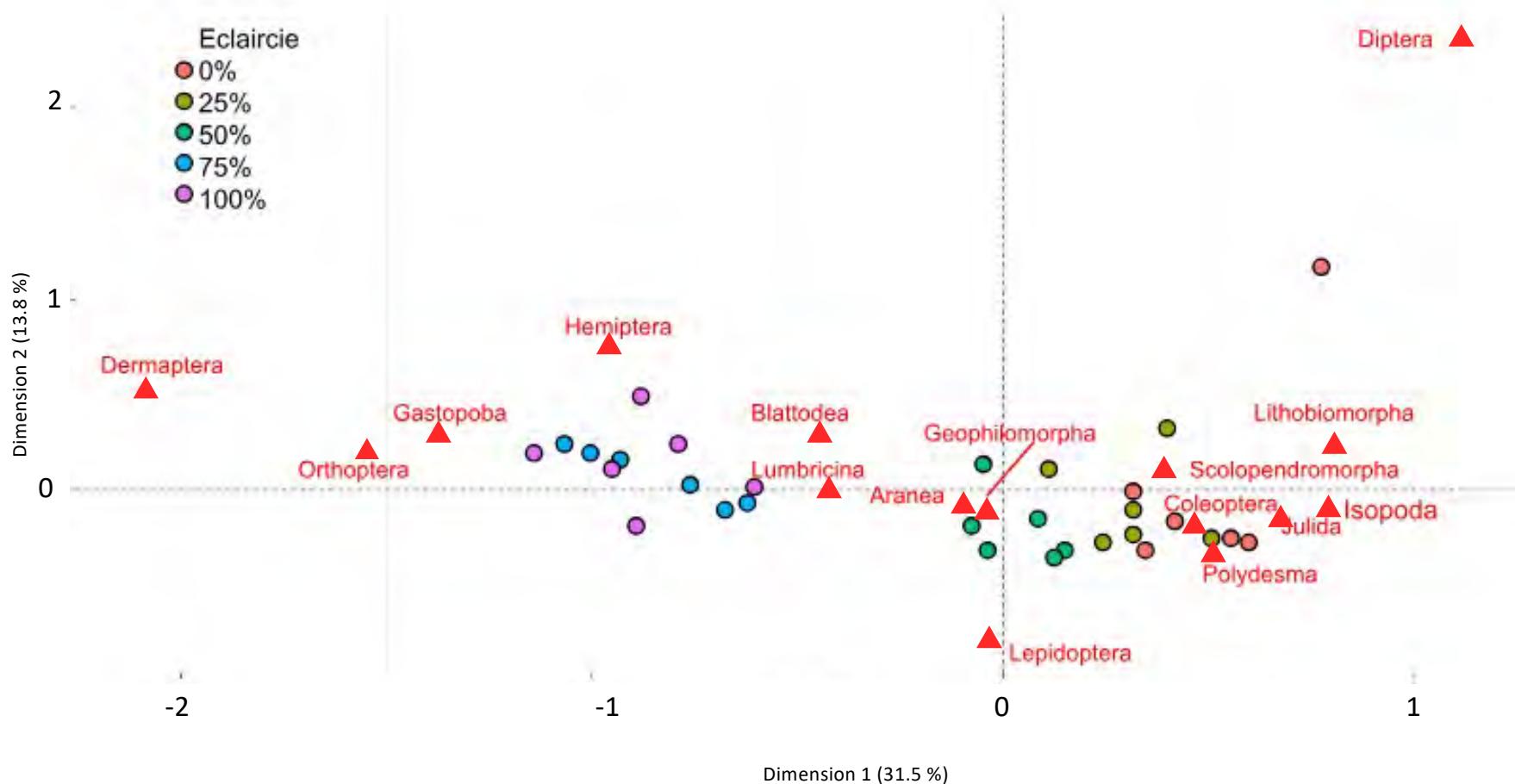


2 groupes distincts

0% - 25% - 50%
≠
75% - 100%

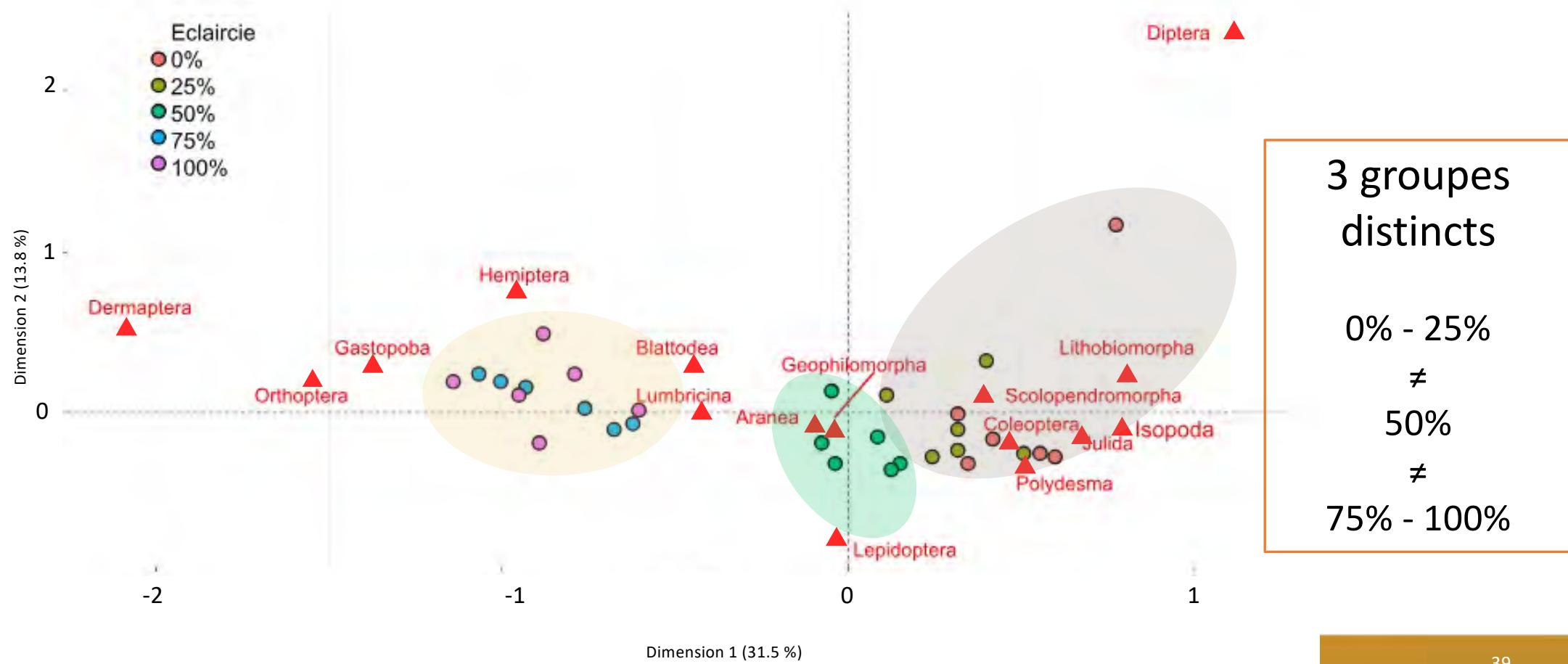
Résultats (France)

Macrofauna



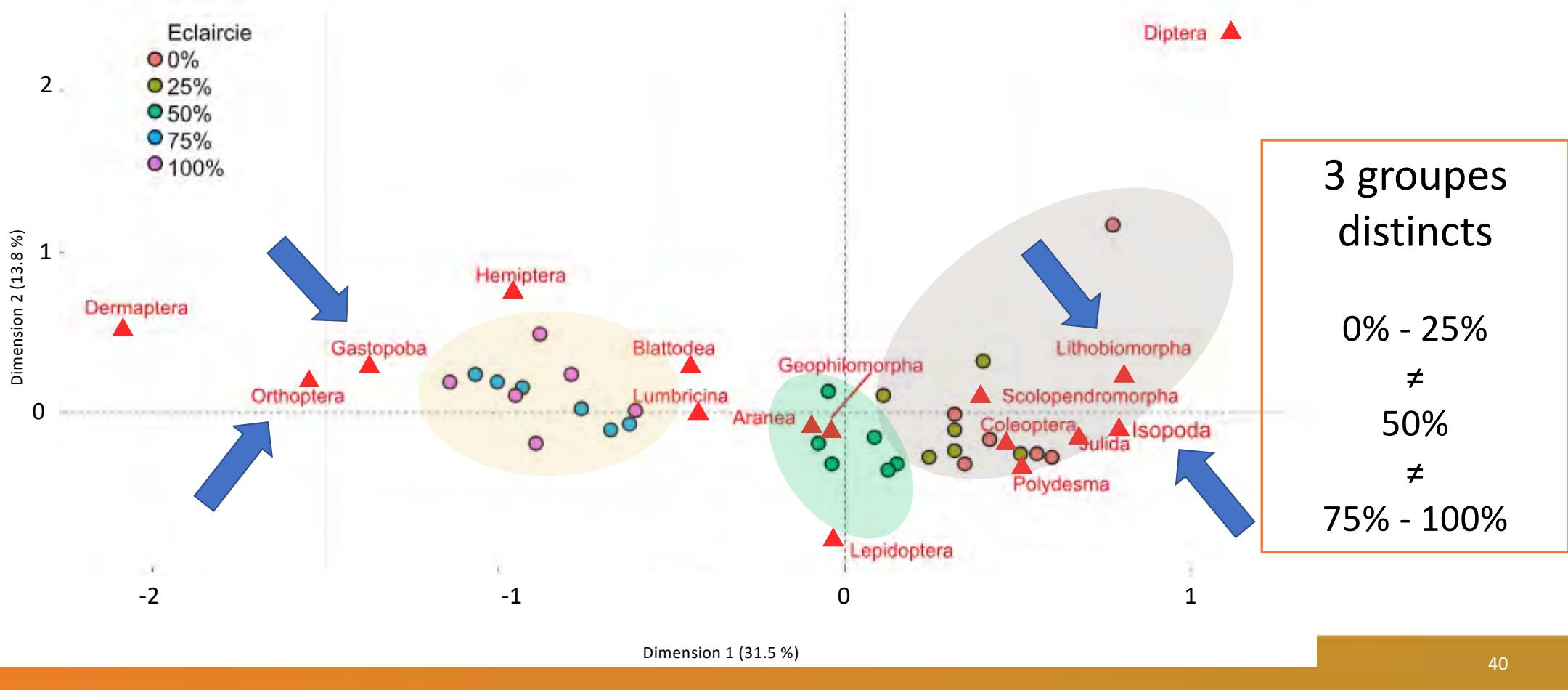
Résultats (France)

Macrofauna



Résultats (France)

Macrofauna



Synthèse



■ Messages clés

- Aucune différence de diversité – et d'abondance – en macrofaune entre les parcelles « Contrôle » et « Éclaircie à 25% ou 50 % »
- Fort changement dans la structure de la communauté de macrofaune du sol le long du gradient d'éclaircie (dès 50%)



BOSFOR

BiOdiversité des Sols FOREstiers: améliorer les connaissances et techniques de suivi pour la prise en compte de cette biodiversité en gestion et modélisation forestière dans un contexte de changement global

Mathieu Santonja (AMU) et Marc Buée (INRAE)

Projet démarré au 1^{er} octobre 2025



- Connaissances restent extrêmement limitées et incomplètes
- Largement absente des outils de « biosurveillances » forestière
- Pas prise en compte dans les modèles actuels de dynamique forestière

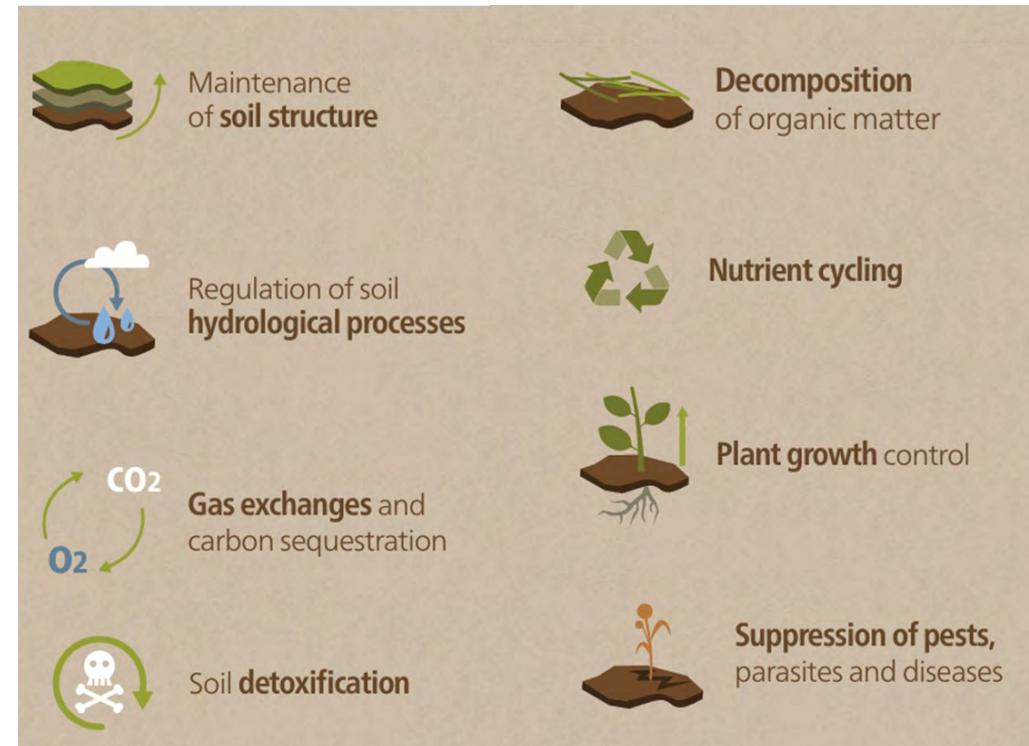
Biodiversité des sols forestiers



- Connaissances restent extrêmement limitées et incomplètes
- Largement absente des outils de « biosurveillances » forestière
- Pas prise en compte dans les modèles actuels de dynamique forestière

Cette biodiversité des sols soutient de nombreux processus biogéochimiques et services écosystémiques.

Biodiversité des sols forestiers



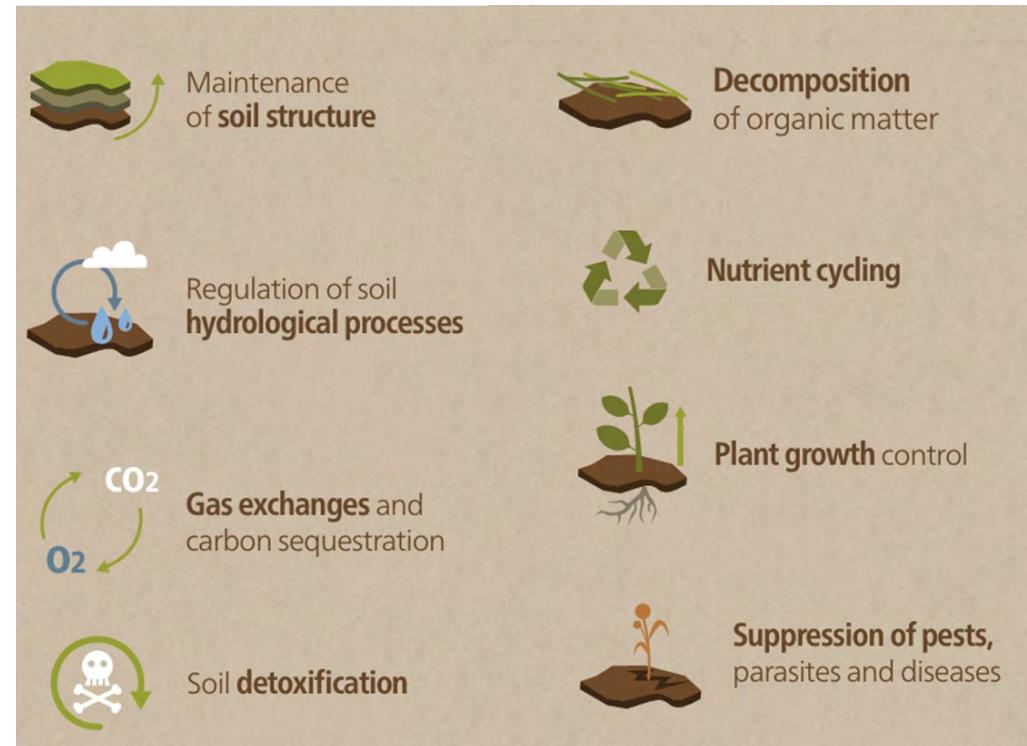
(FAO 2015)

- Connaissances restent extrêmement limitées et incomplètes
- Largement absente des outils de « biosurveillances » forestière
- Pas prise en compte dans les modèles actuels de dynamique forestière

Cette biodiversité des sols soutient de nombreux processus biogéochimiques et services écosystémiques.

Une compréhension approfondie cette biodiversité est cruciale dans un contexte de changement climatique et de développement d'une gestion plus durable des forêts

Biodiversité des sols forestiers



(FAO 2015)

Principaux objectifs du projet

Apporter des connaissances clés permettant de concevoir des outils d'aide à la décision durables à destination des décideurs et des professionnels de la forêt

(1)

Quelle est la **diversité**, la **phénologie** et l'**activité** des organismes des sols forestiers français ?

(2)

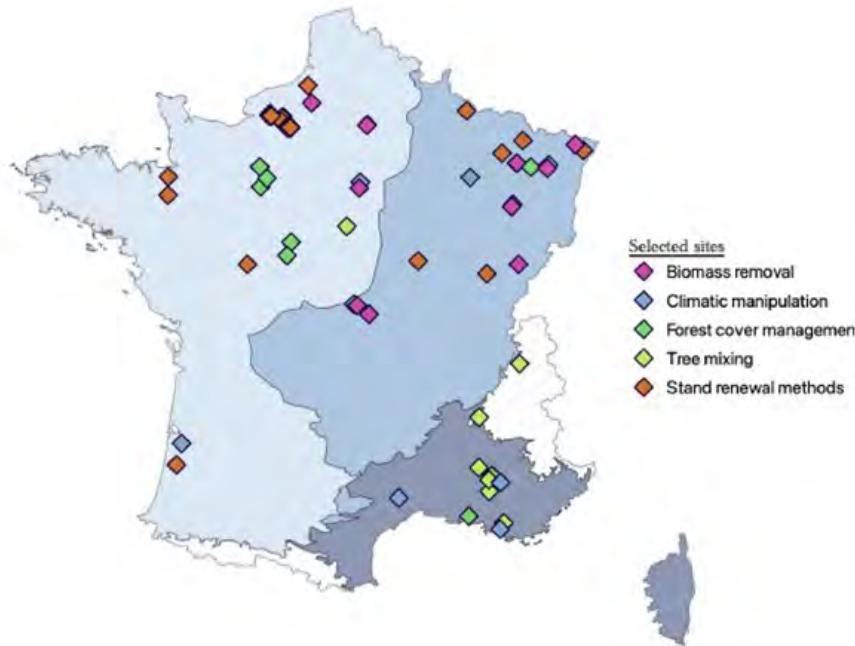
Comment mieux gérer les forêts pour maintenir cette biodiversité et les **fonctions associées** ?

(3)

Comment les modélisateurs peuvent-ils prendre en compte cette biodiversité pour améliorer les **prédictions de modèles** ?

(4)

Comment les parties prenantes peuvent-ils prendre en compte cette biodiversité pour contribuer à une **gestion plus durable des forêts** ?



Principaux résultats attendus

- Une liste des taxons microbiens et faunistiques forestiers
- Un système standardisé de suivi de la présence et de l'activité des organismes du sol forestier basé sur de l'ADN environnemental et de la surveillance acoustique
- Une meilleure compréhension de la réponse de cette biodiversité à certains itinéraires de gestion et au changement climatique
- L'intégration d'un module sur la biodiversité des sols dans les modèles de dynamiques du carbone et de la dynamique forestière
- Des indicateurs de la biodiversité des sols au service des gestionnaires et politiques publiques, co-construits et validés avec les professionnels des forêts



Informer, Échanger, Rassembler, Proposer

Colloque organisé avec le soutien de



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

www.foret-mediterraneenne.org