Biodiversité tellurique et interactions biotiques des leviers essentiels pour l'agroécologie

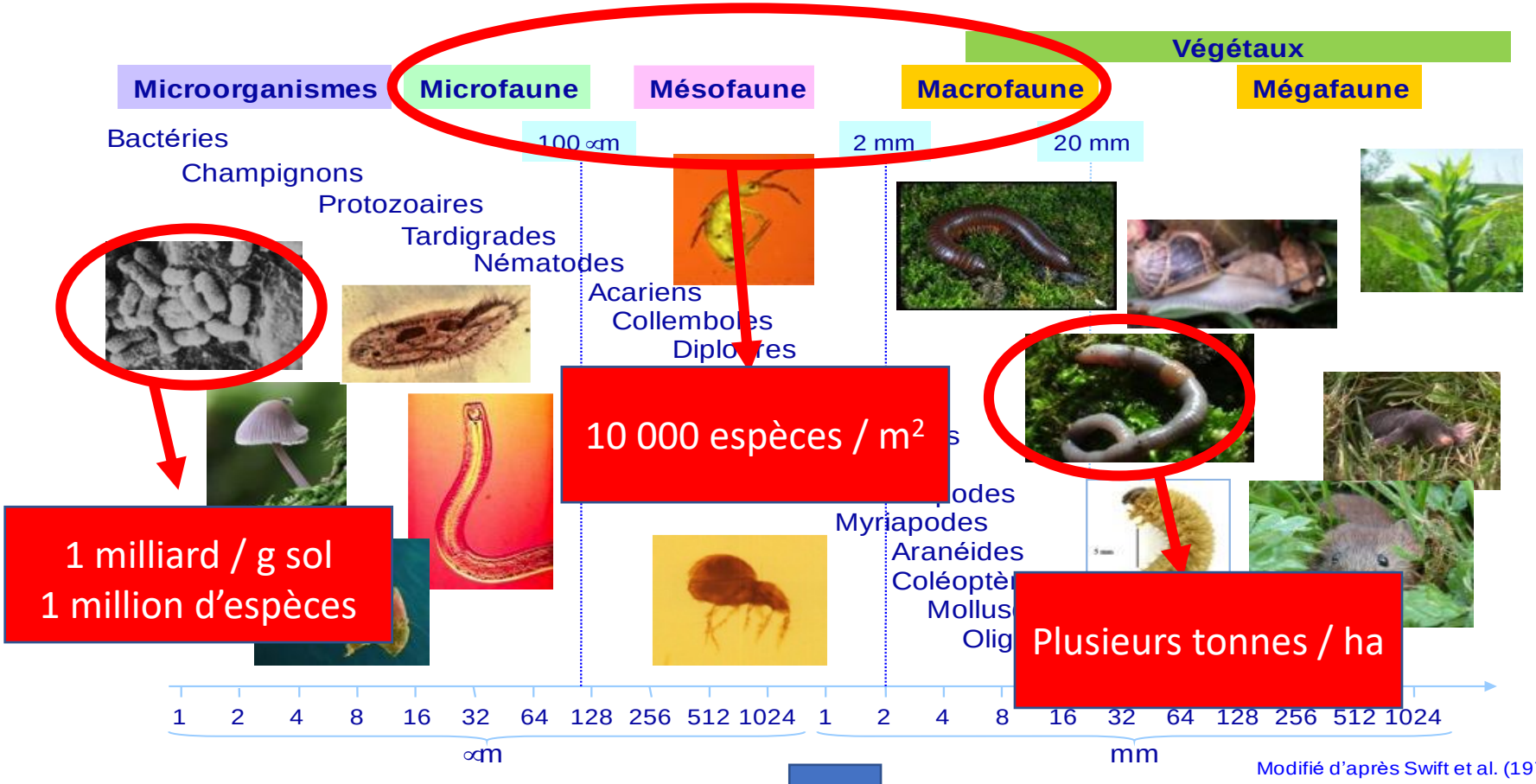
Philippe Lemanceau & Lionel Ranjard
INRAE, UMR Agroécologie

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

INRAE

Colloque AAF, Distribution et dynamique de la biodiversité, 21 mai 2021

Les sols, milieux vivants



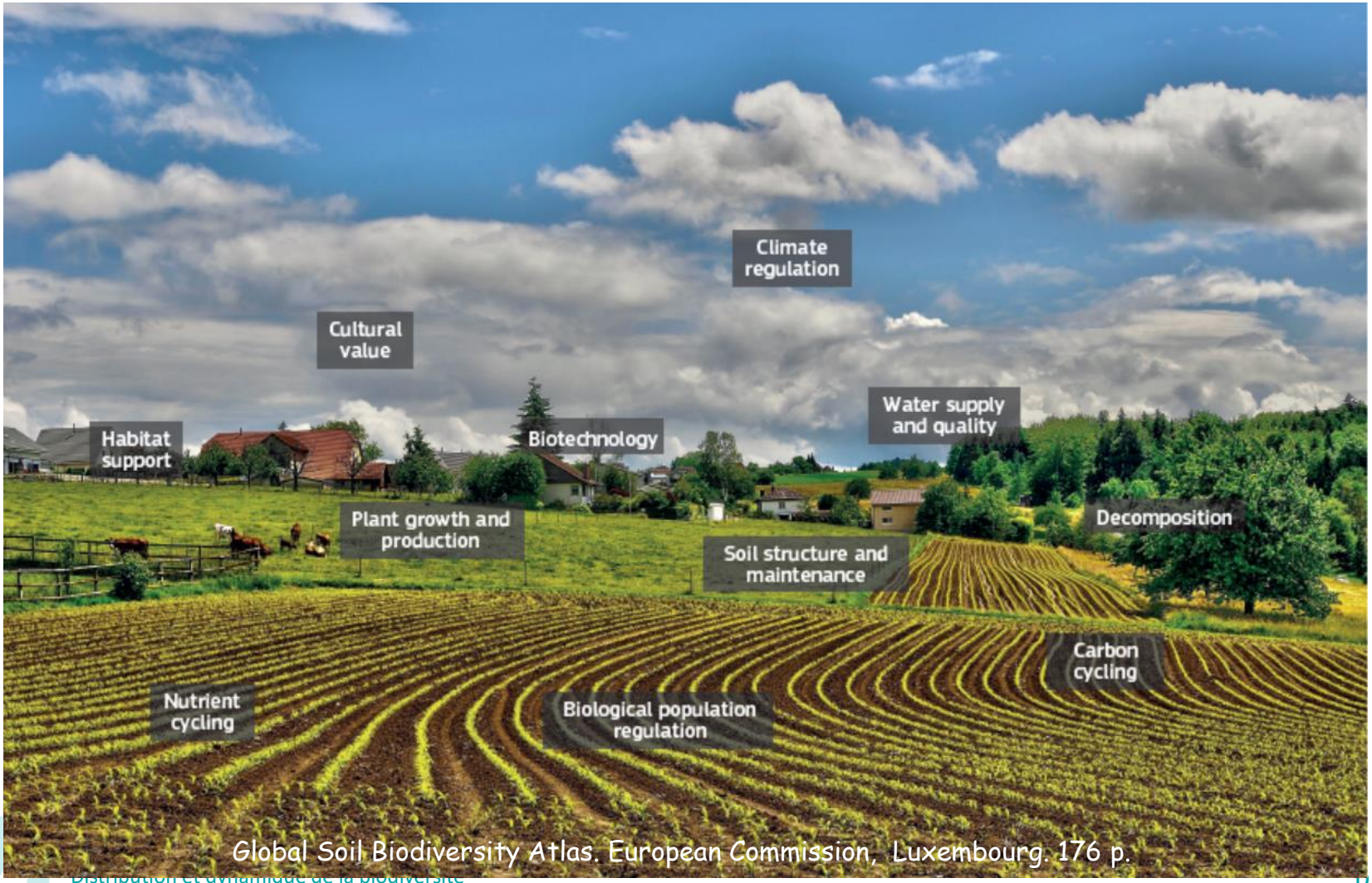
Modifié d'après Swift et al. (1979)

30% de la biodiversité totale

10% des espèces connues !

Pourquoi s'intéresser à la biodiversité des sols

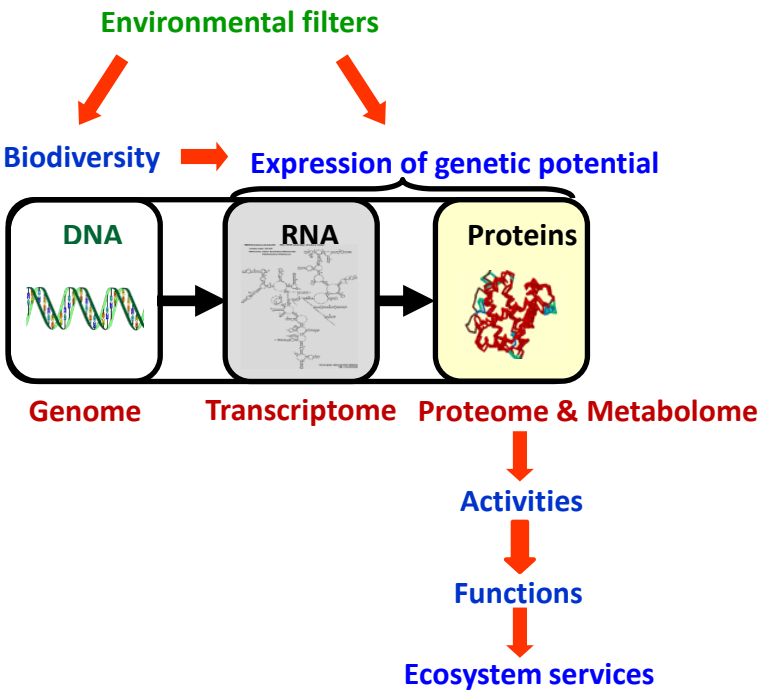
Les sols et leur biodiversité fournissent une série de services



Global Soil Biodiversity Atlas. European Commission, Luxembourg. 176 p.

Relations Biodiversité – Fonctions - Services

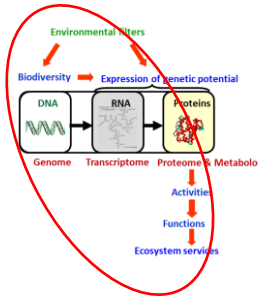
Besoin de connaissances académiques et opérationnelles



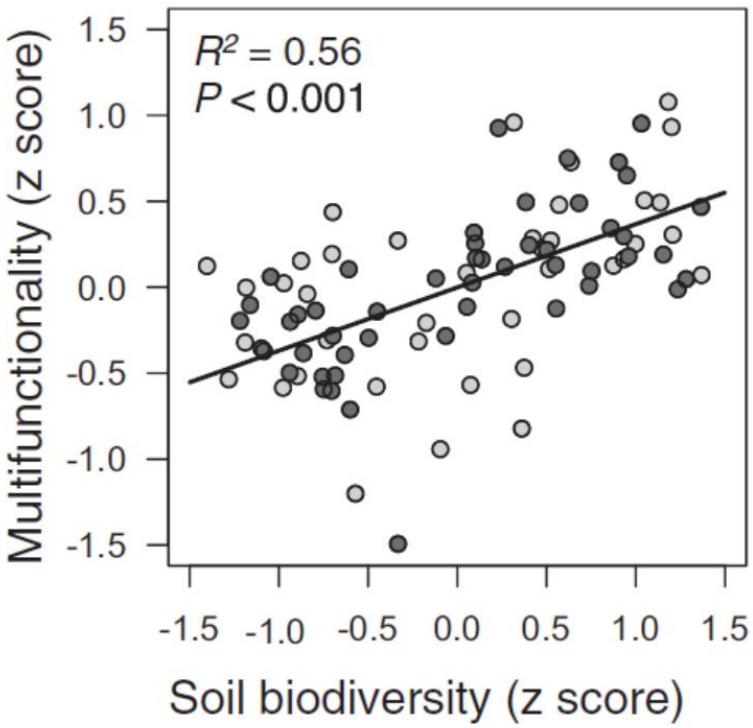
Lemanceau et al. 2015. Agron. Sustain. Dev..

Relations Biodiversité – Fonctions - Services

Relations entre Biodiversité, Multifonctionnalité et Stabilité

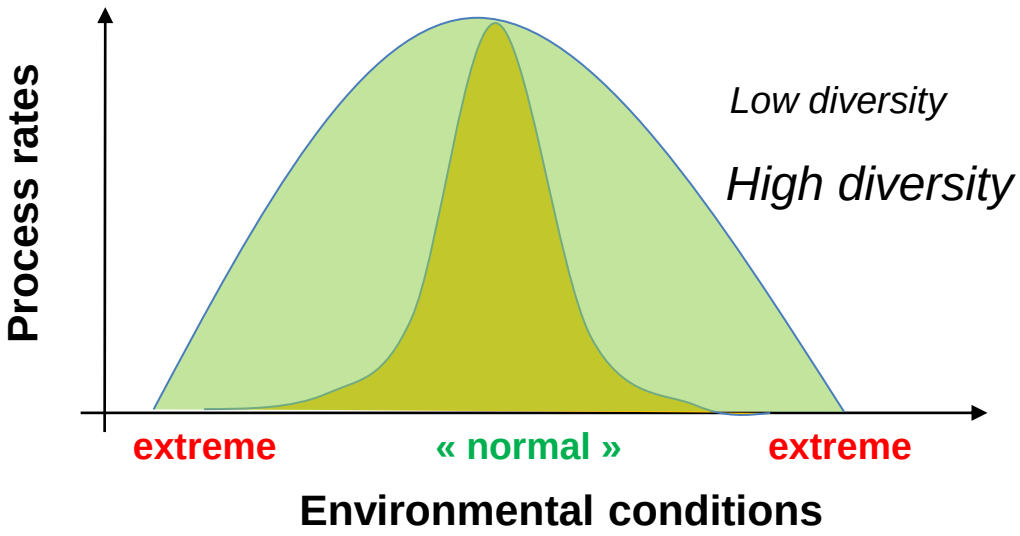


Expression of a range of functions



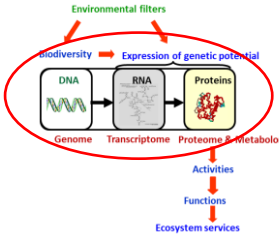
Wagg et al. 2014. PNAS 111:5266-5270

Expression of each function under changing environmental conditions



Courtesy of L. Philippot INRAE Dijon

Des progrès majeurs dans les méthodes d'étude



ISME-1
Dunedin, NZ
1977

1srt Intern. Symposium

First scientific international journals

First handbook Brock

'omic era'

NGI
Ecogenomics

1957 | 1966 | 1970 | 1974-76 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020

Organisms

Populations

Communities

Metacommunities

Development of growing media

Development of biochemistry and molecular biology

2-D gel electrophoresis

PCR

Mass spectrometry

Bio informatic

Genomic

Metagenomic

DNA-SIP

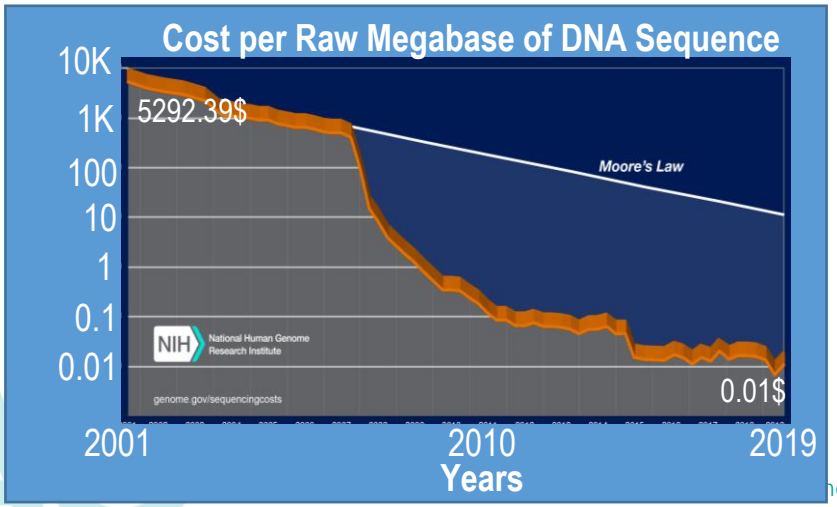
Metatranscriptomics

Extraction nucleic acids from environment

High-throughput sequencing

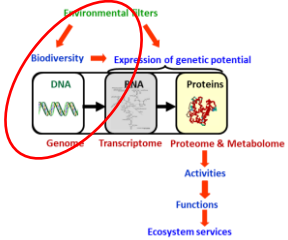
Human gut metagenome

Metaprogram INRA MEM



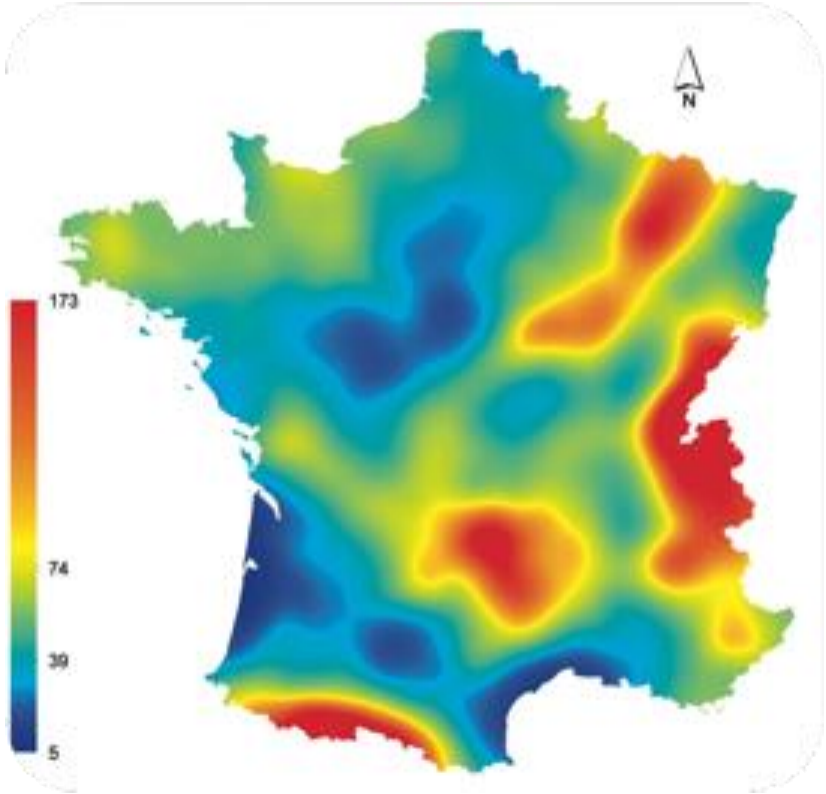
Adapted from Maron et al. 2007. Microbiol. Ecol.

Connaitre la biodiversité

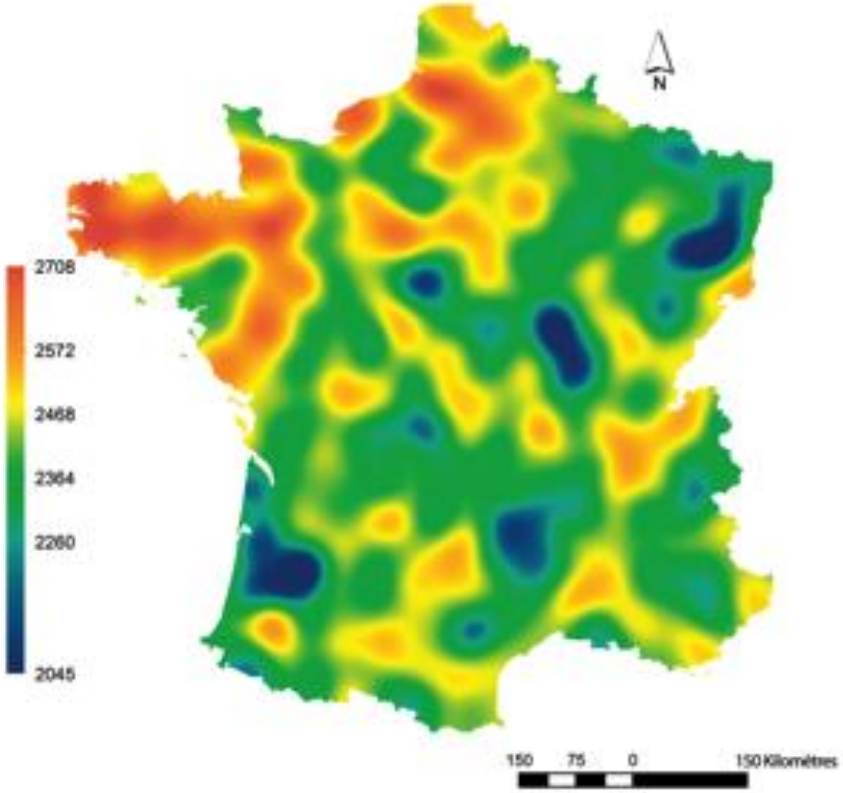


Réseau de Mesures de la Qualité des Sols - RMQS

Biomasse moléculaire microbienne

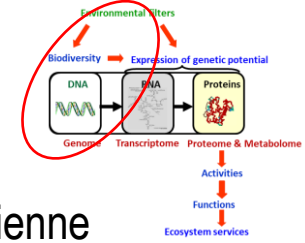


Diversité bactérienne

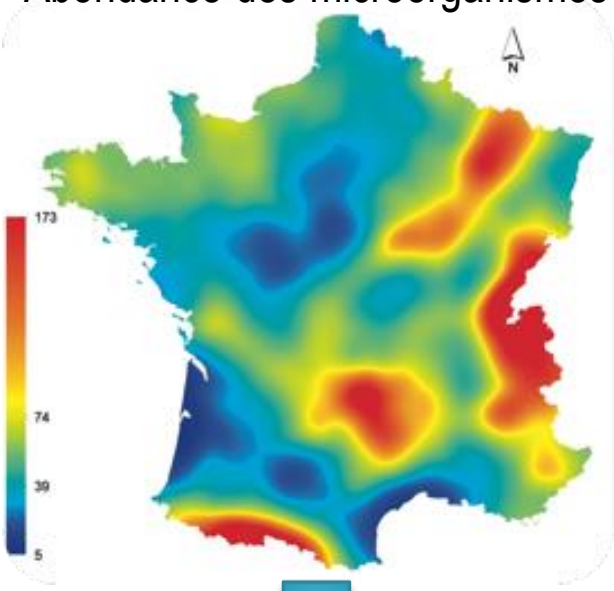


Dequiedt et al. 2011. Glob. Ecol. Biogeogr.
Terrat et al. 2017. PLOS ONE

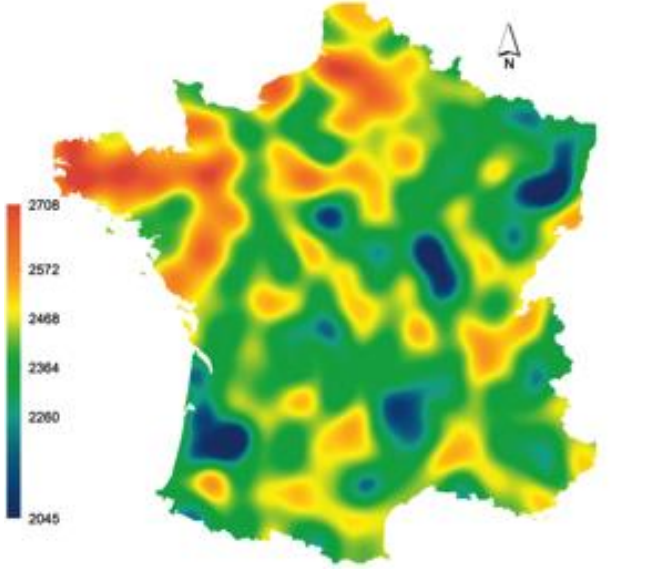
Connaitre la biodiversité



Abondance des microorganismes

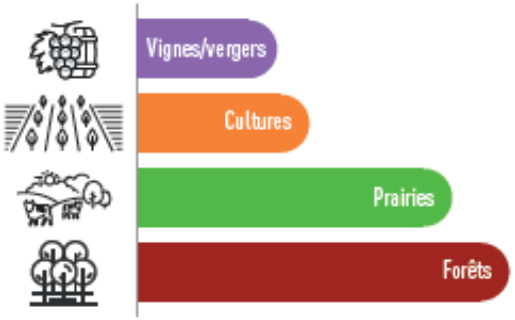


Diversité bactérienne



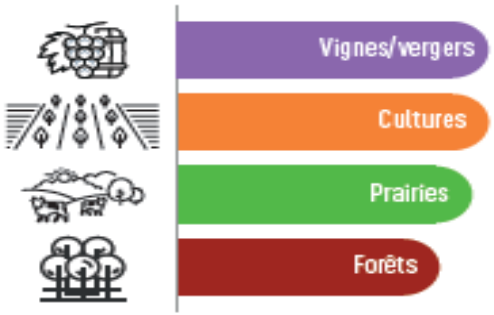
Effet sol

Effet mode d'usage



Effet sol

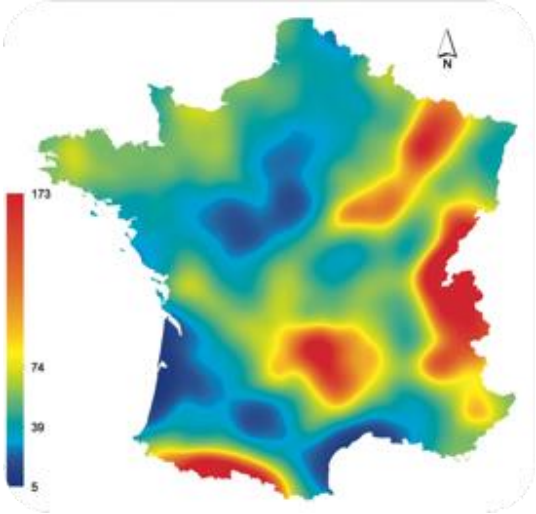
Effet mode d'usage



Dequiedt et al. 2011. Glob. Ecol. Biogeogr.
Terrat et al. 2017. PLOS ONE

Des outils de recherche qui deviennent des indicateurs

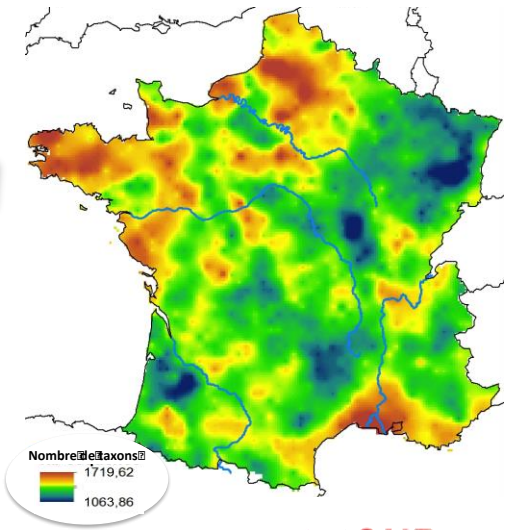
Abondance microbienne



« Indicateur national sol »

RMQS

Diversité bactérienne des sols



« Indicateur national sol »

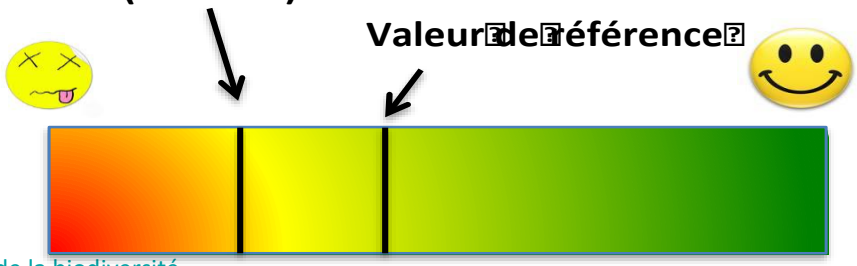
Modèle prédictif :

$$Y=\beta 0+\sum(\beta jXj+\beta jX^2j)+\sum\sum \beta jkXjXk+\varepsilon$$

Diagnostic qualité microbiologique du sol

Seuil critique (-30% VR)

Valeur de référence



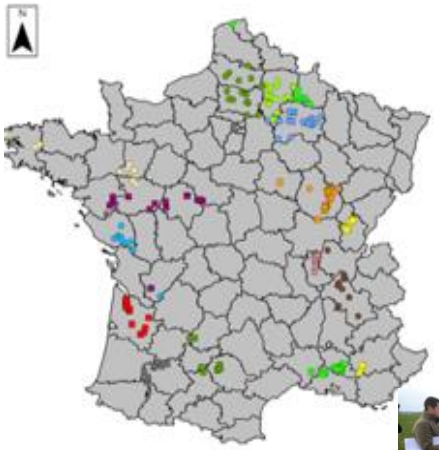
Horrigue et al., 2016. Ecol. Indic.
Terrat et al. 2017. PLOS ONE

Passer du diagnostic à l'action

Sciences participatives (CASDAR)

Monde Agricole ⟷ **Monde de la recherche**

Equiper les agriculteurs afin qu'ils puissent évaluer l'impact de leurs pratiques sur la biologie de leur sol



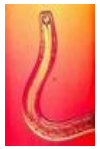
Etape 1 : Mise en place un Réseau d'agriculteurs (250 fermes, 300 agriculteurs, technicien CA, ...)

Etape 2 : Développer une Formation théorique et pratique sur la biologie des sols agricoles

Etape 3 : Valider et appliquer un Tableau de bord de bioindicateurs de la qualité des sols

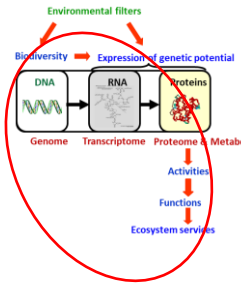
OFSV Observatoire Français des Sols Vivants

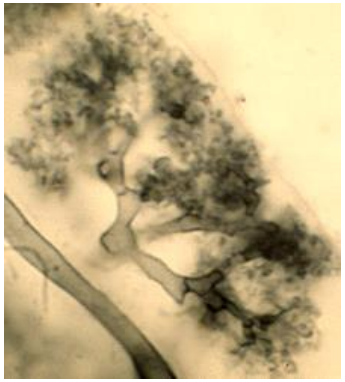
Dequiedt et al. 2020. Etude et Gestion des Sols



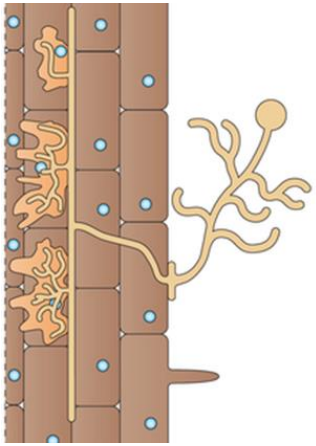
Relations entre Biodiversité et Expression des fonctions

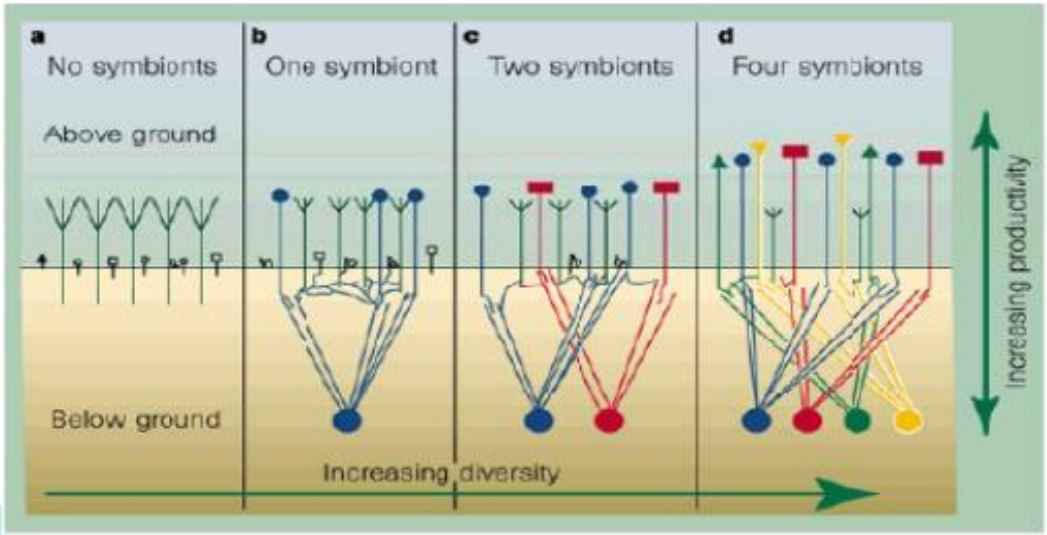
Relation entre Biodiversité et Service (Production primaire)

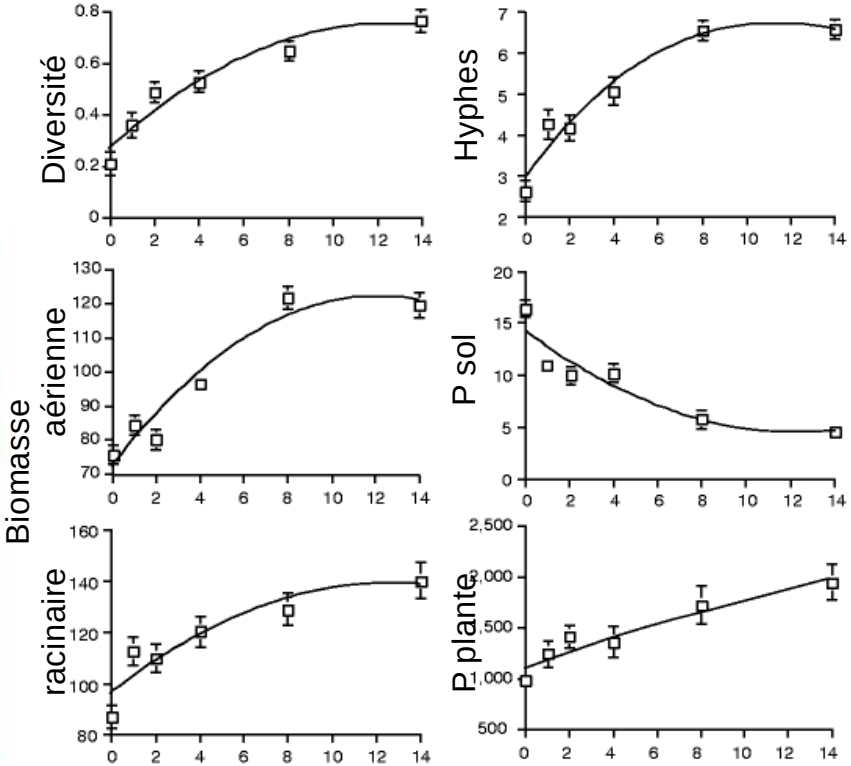




D. Redecker, K. Wex







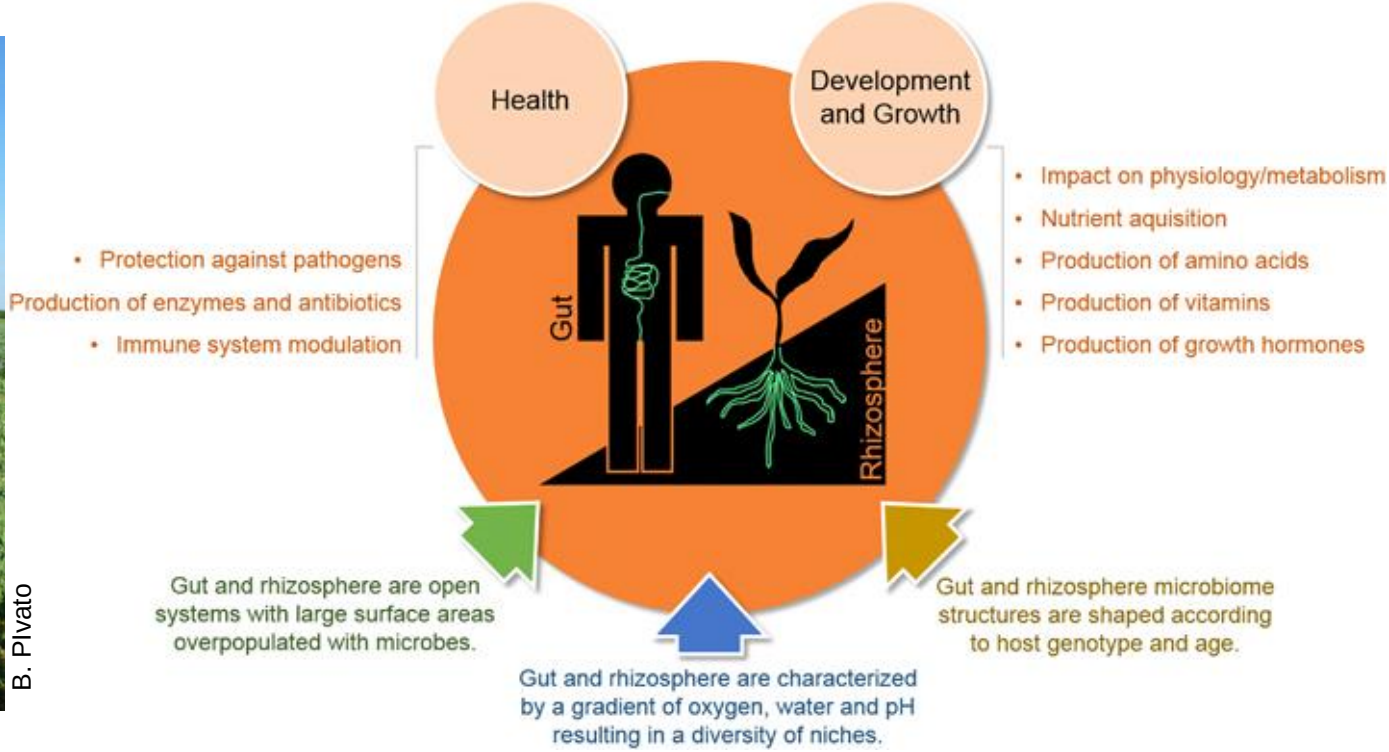
Nb espèces champignons mycorhiziens

Van der Heijden et al. 1998. Nature

Biodiversité et production primaire

Plante + Microorganismes = Holobionte ➡ Phénotype étendu

B. Plvato



The ISME Journal (2015), 1 3
© 2015 International Society for Microbial Ecology All rights reserved 1751-7362/15
www.nature.com/ismej

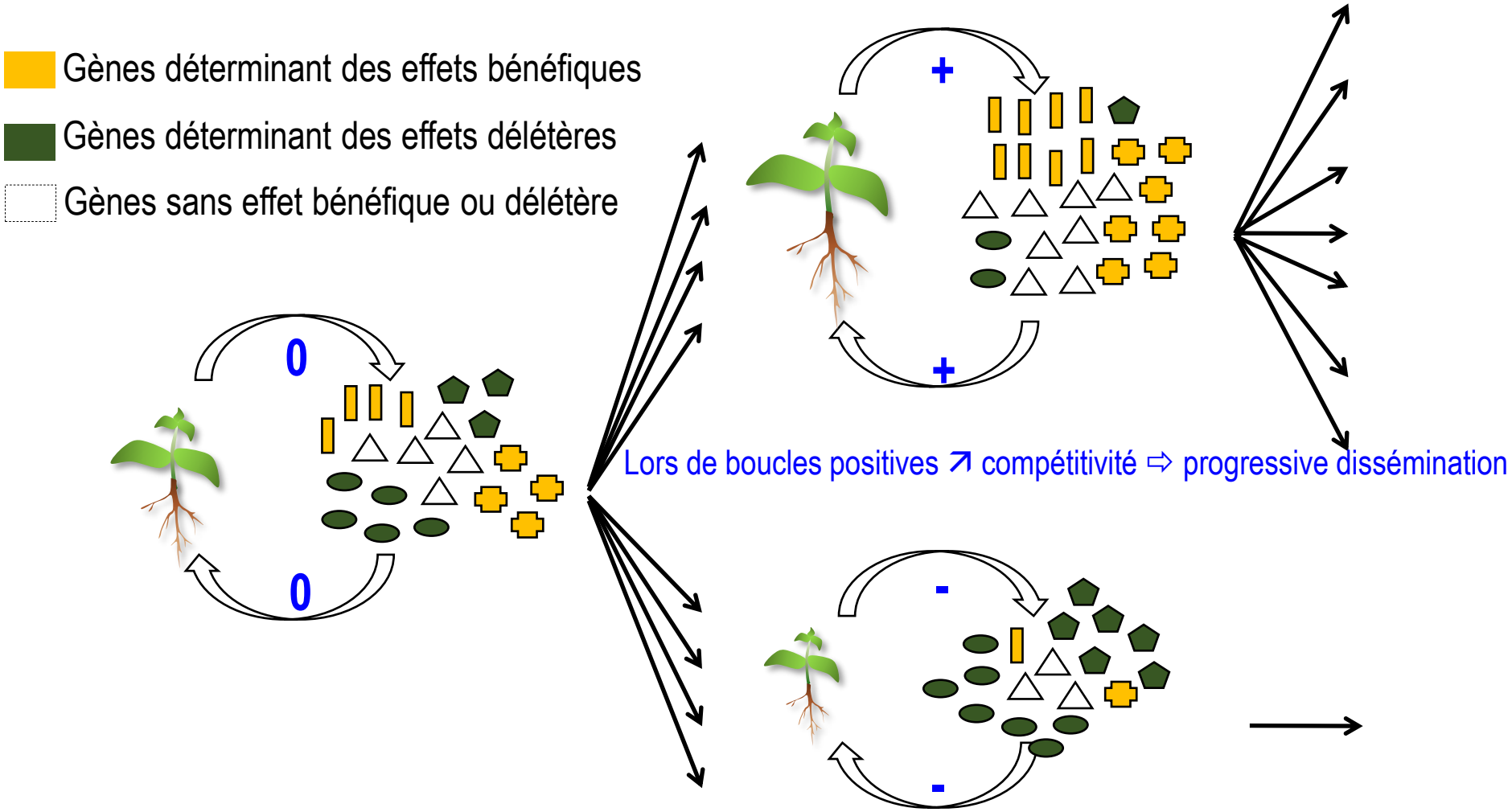
COMMENTARY

Cross-kingdom similarities in microbiome functions

Rodrigo Mendes and Jos M Raaijmakers

Biodiversité et production primaire

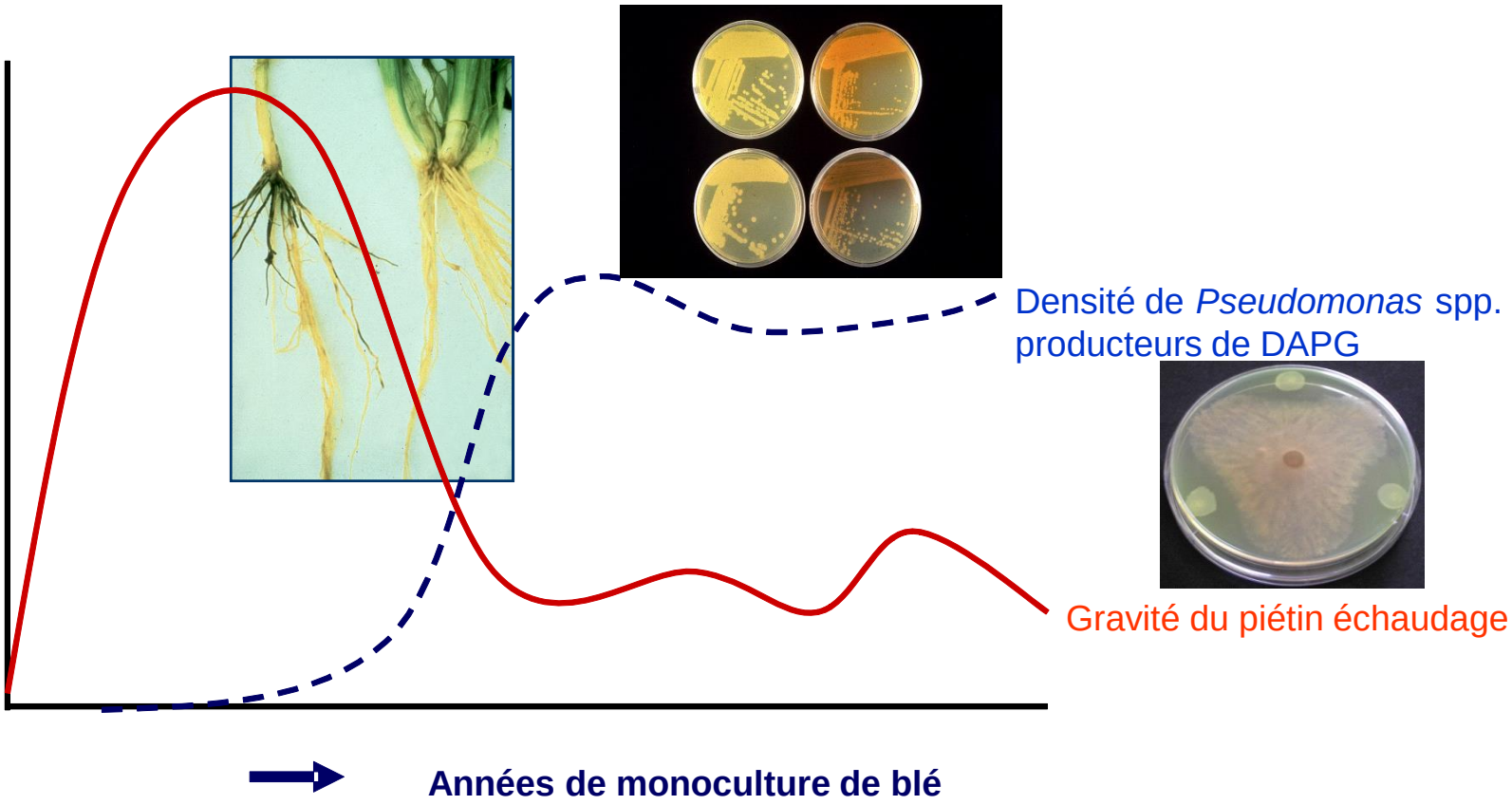
Plante + Microorganismes = Holobionte ➡ Phénotype étendu



Lemanceau et al. 2017. Trends Plant Sci.

Biodiversité et production primaire

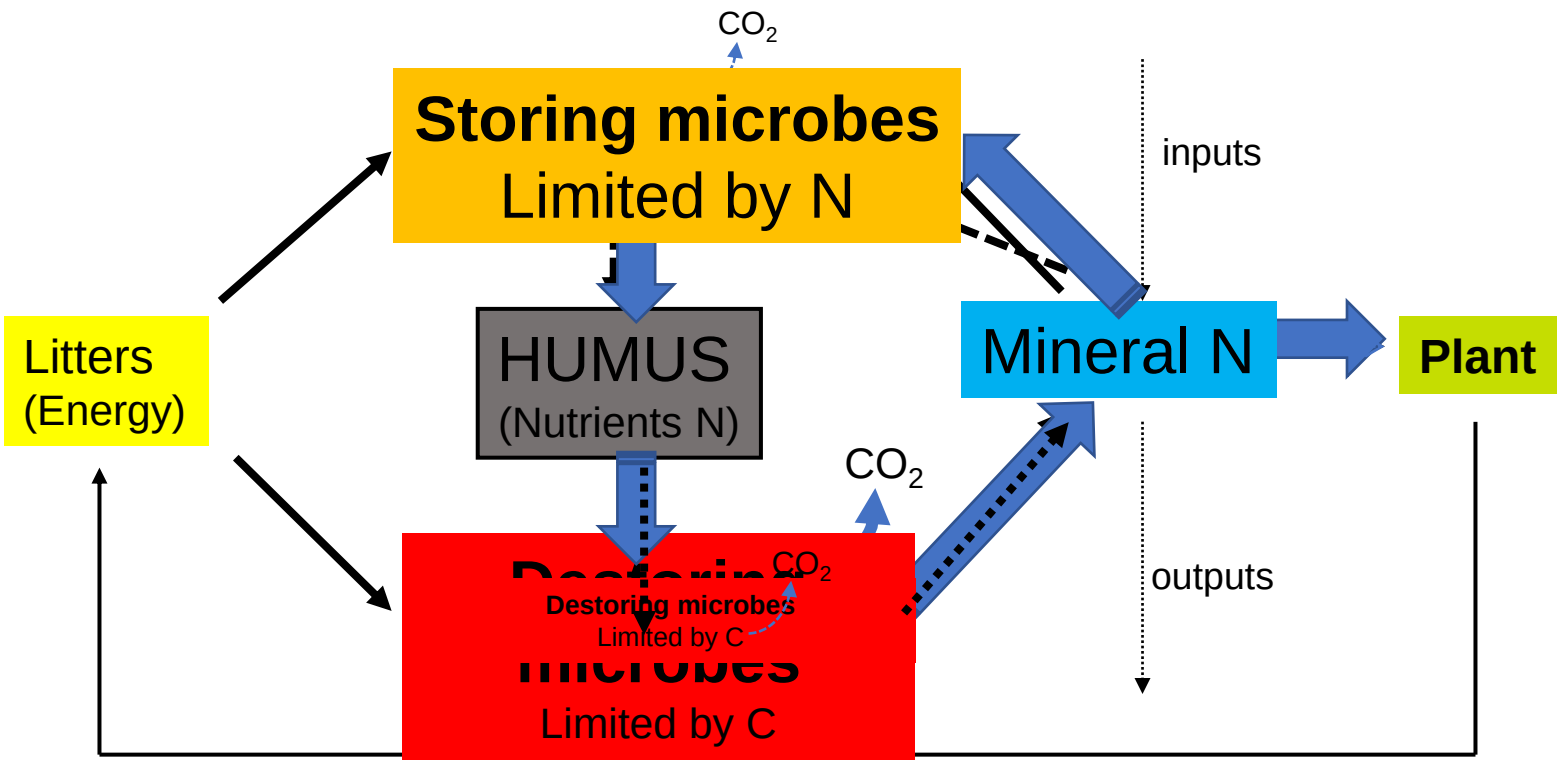
Plante + Microorganismes = Holobionte ➡ Phénotype étendu



Mendes et al. 2011. Science

Biodiversité & Compromis entre services attendus

Double enjeu de stockage du Carbone et de nutrition des plantes



Courtesy of S. Fontaine, INRAE Clermont-Ferrand

Perveen et al. 2014. Glob. Change Biol.

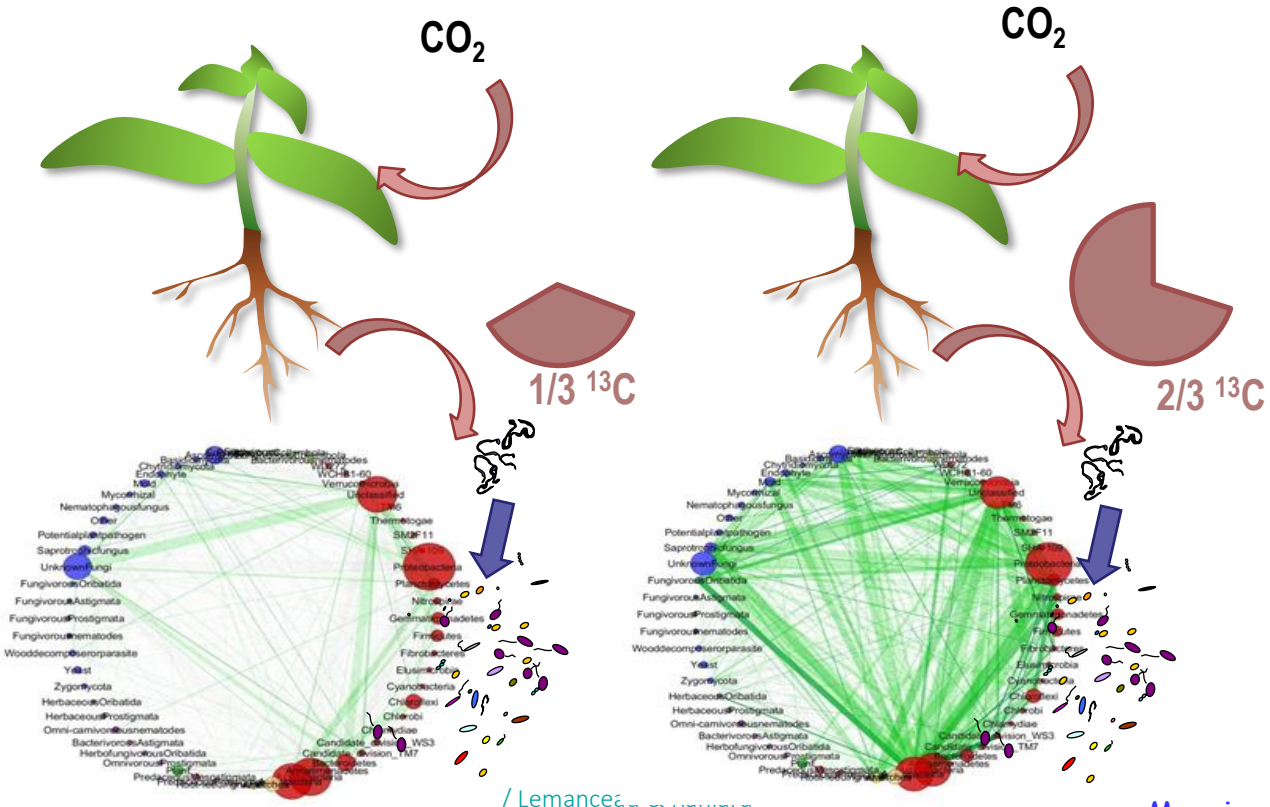
Au-delà de la biodiversité, les interactions entre organismes!

- Le fo[illegible] grou[illegible] dépend des individus prés[illegible]ET de[illegible]

récente

Jachère

ancienne



Morrien et al. 2017. Nature Com.

Au-delà de la biodiversité, les interactions entre organismes!

- Réseaux de bactéries moins complexes et moins cohésifs avec la réduction de la biodiversité végétale et l'intensification

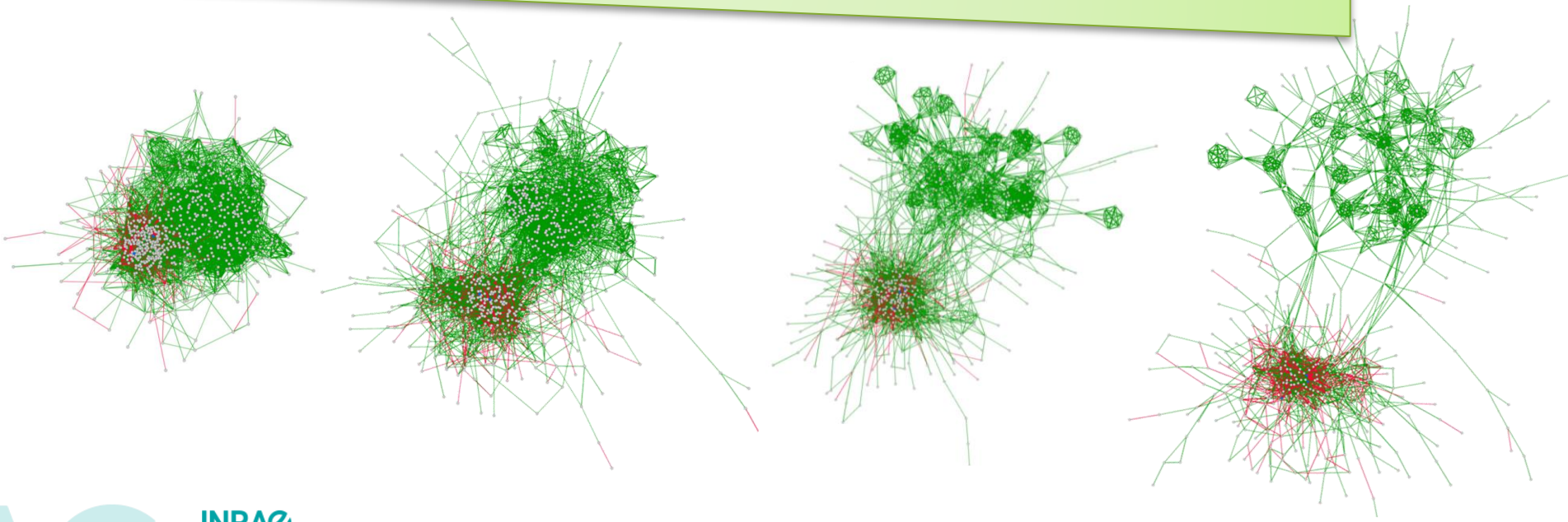
Forêt

Prairie

Culture céréalière

Vignes

Diversité bactérienne

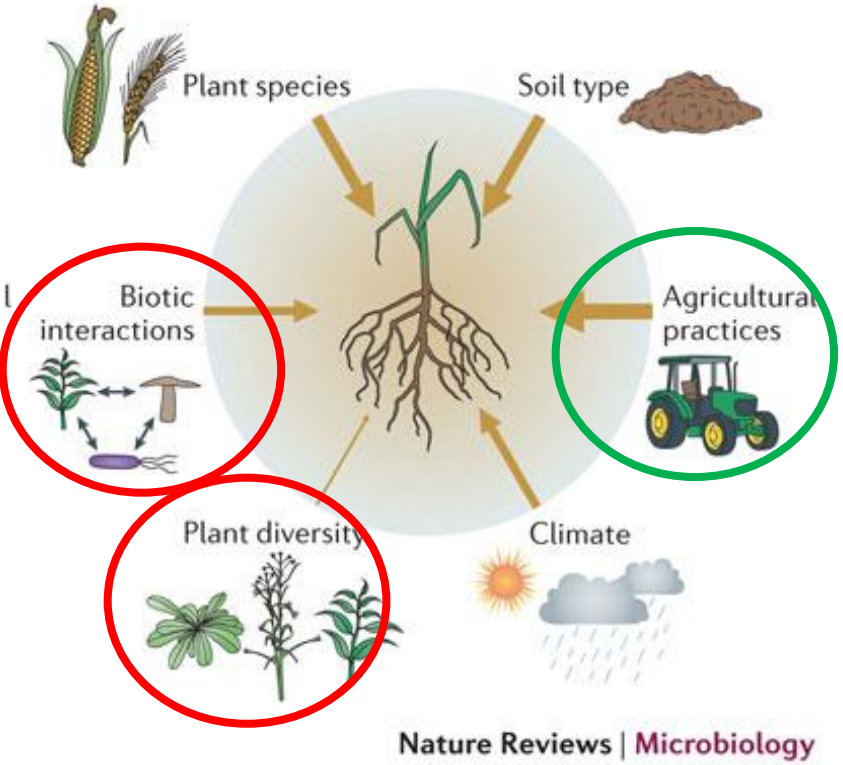


Karimi et al., 2018 Nature Scient.Rep.

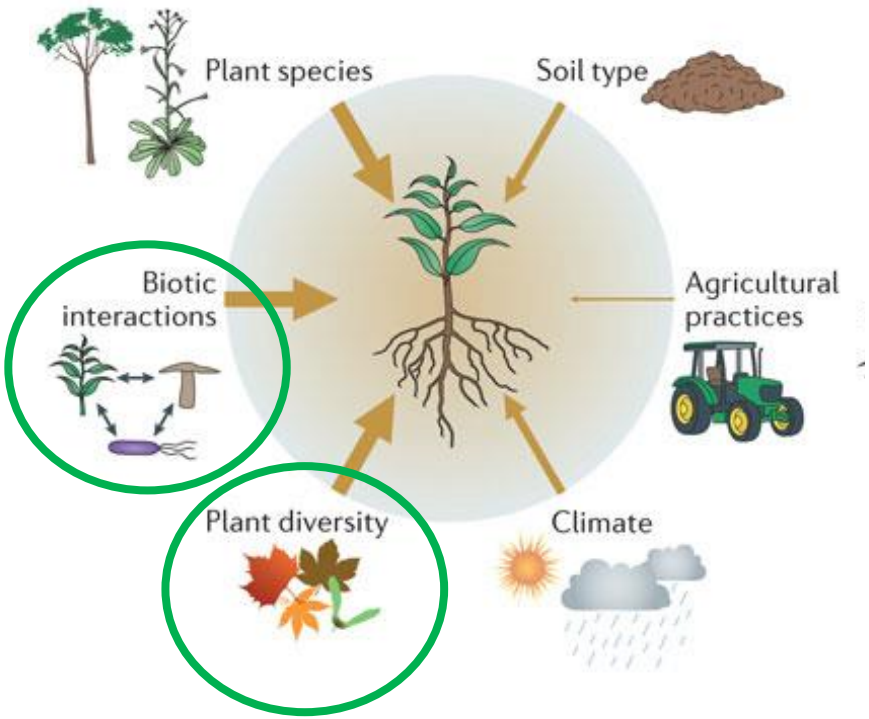
Le nécessaire changement de paradigme de l'agroécologie

Valoriser la biodiversité et les interactions biotiques

Systèmes agricoles conventionnels



Agroécologie



Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere

Laurent Philippot[1], Jos M. Raaijmakers[2,3], Philippe Lemanceau[1] and Wim H. van der Putten[4,5]

NATURE REVIEWS | MICROBIOLOGY VOLUME 11 | NOVEMBER 2013 | 789