



HAL
open science

Ecosystèmes microbiens : Une diversité au service de la santé digestive et de l'environnement

Sophie Sadet-Bourgeteau

► **To cite this version:**

Sophie Sadet-Bourgeteau. Ecosystèmes microbiens : Une diversité au service de la santé digestive et de l'environnement. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Bourgogne Franche-Comté, 2021. tel-03660566

HAL Id: tel-03660566

<https://hal.inrae.fr/tel-03660566>

Submitted on 6 May 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ecosystèmes microbiens : Une diversité au service de la santé digestive et de l'environnement

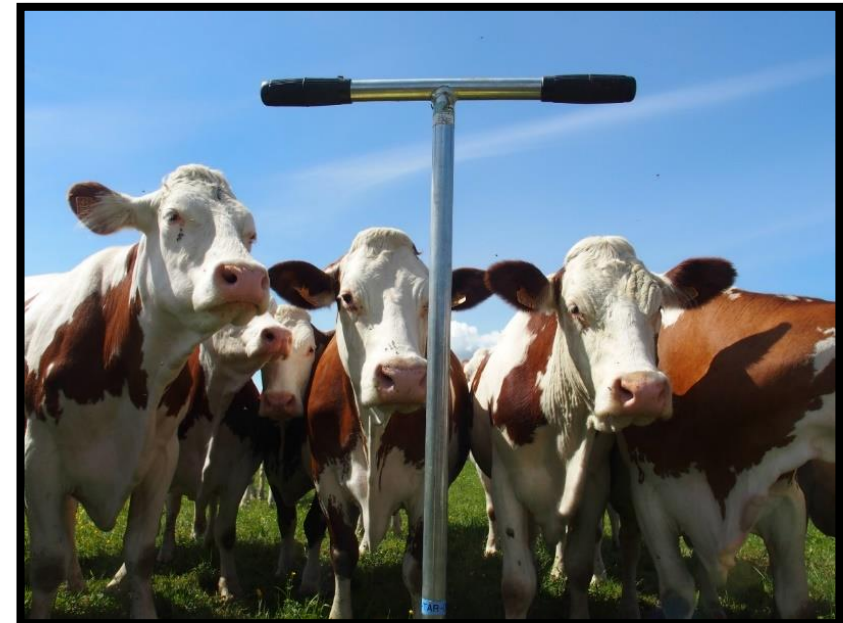
Soutenance

Habilitation à Diriger des Recherches

Sophie Sadet-Bourgeteau

Maître de Conférences à AgroSup Dijon

UMR Agroécologie – INRAE Dijon



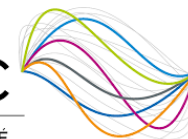
INRAE



Agroécologie
Dijon
Unité de Recherche

UBFC

UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ



ÉCOLE DOCTORALE
PRES | Bourgogne | Franche-Comté
Environnements - Santé

Sommaire...

1

Parcours

2

Activité d'enseignement

3

Activité de recherche

4

Projet de recherche

Chacun sa route...



Parcours



Coresponsable dominante Ingénierie de l'Élevage

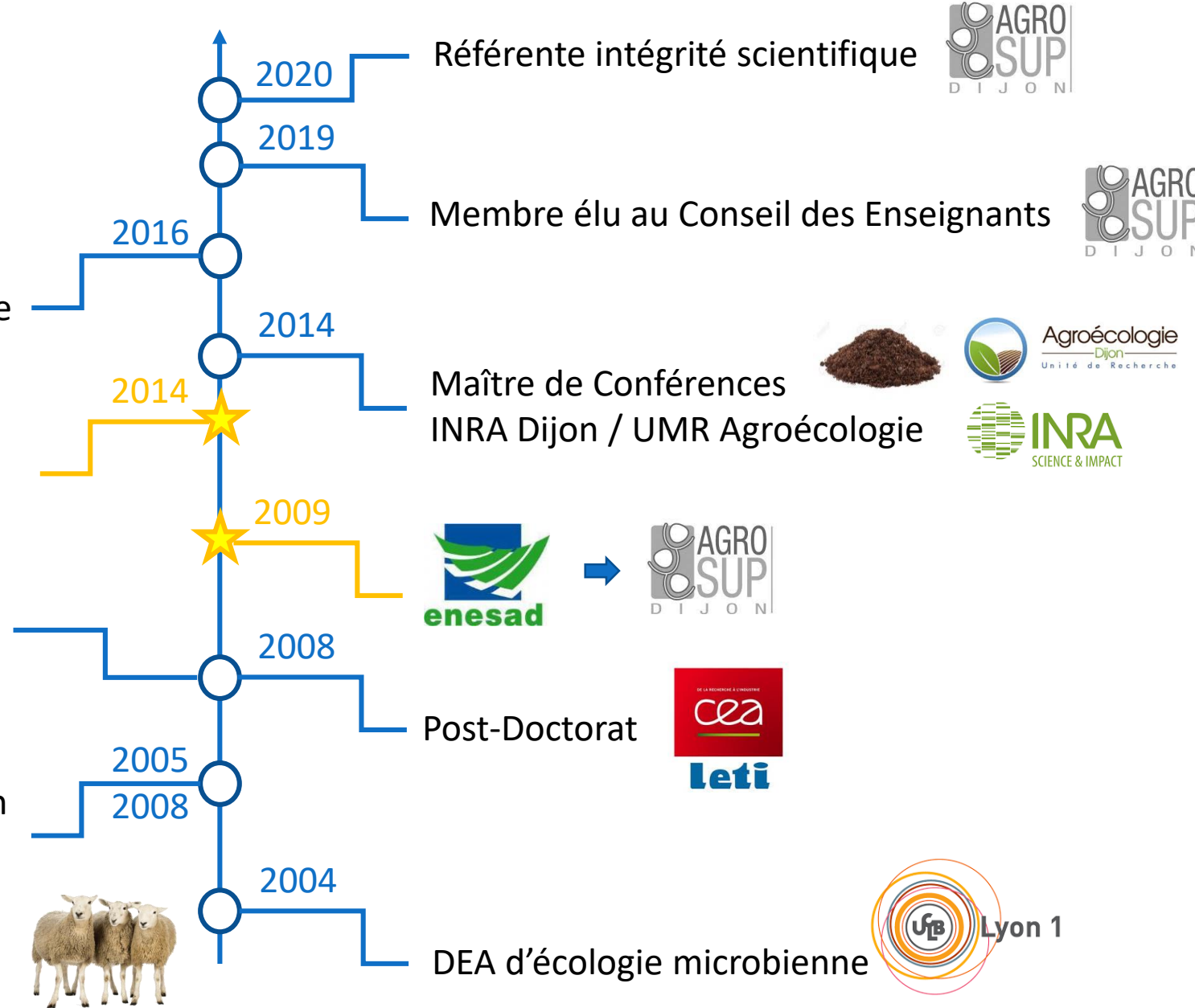
Reconversion thématique
Non labellisation de l'USC par la DGER



Maître de Conférences
USC « Nutrition du cheval athlète »



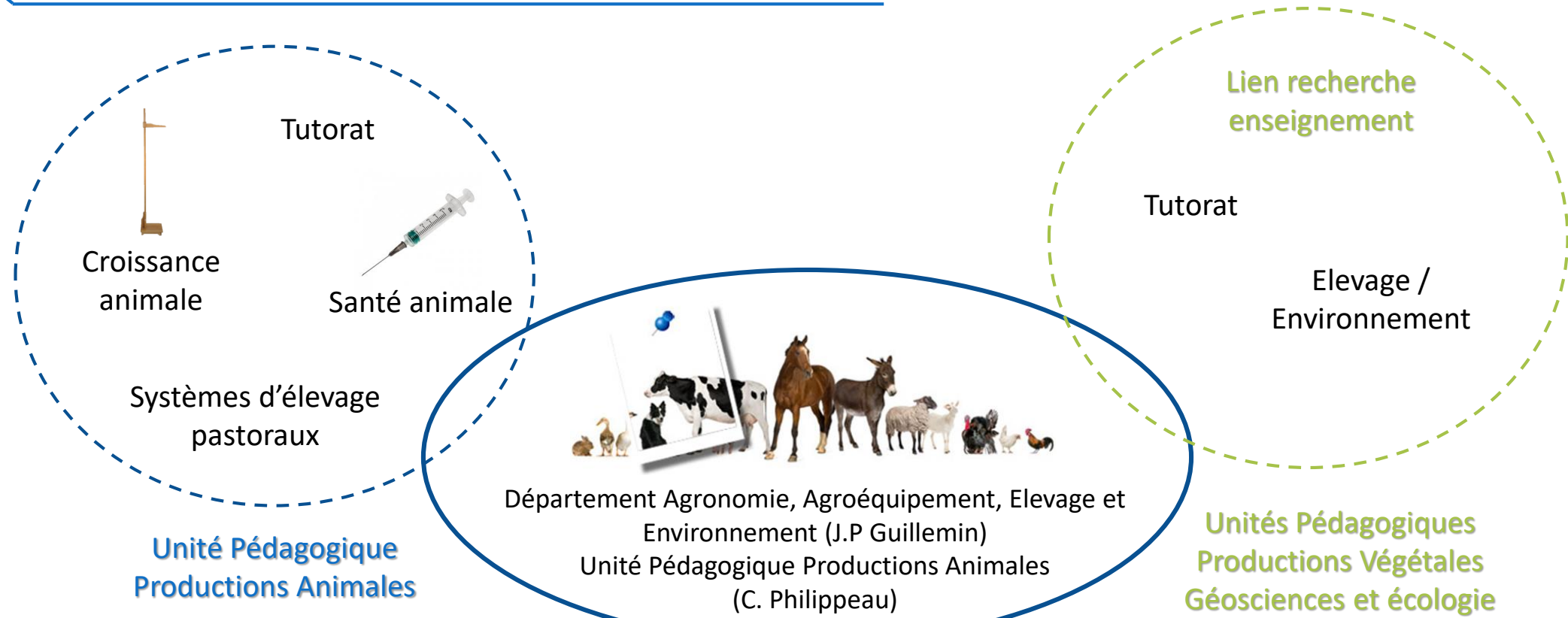
Doctorat Sciences de la Vie et de la Santé, option
Nutrition / Sciences des aliments
INRA Clermont-Ferrand Theix / UMR Herbivores



Enseignant-Chercheur



Activités d'enseignement



Environ 220 h ETD / an

Des interactions au sein de l'UPPA, mais avec d'autres UP du département en ayant comme support la recherche

Comprendre pour ensuite transmettre...



Activité de Recherche

Services écosystémiques: Biens et services que les Hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être (nourriture, qualité de l'eau, paysages, ...).

Ces services sont classés en quatre catégories :



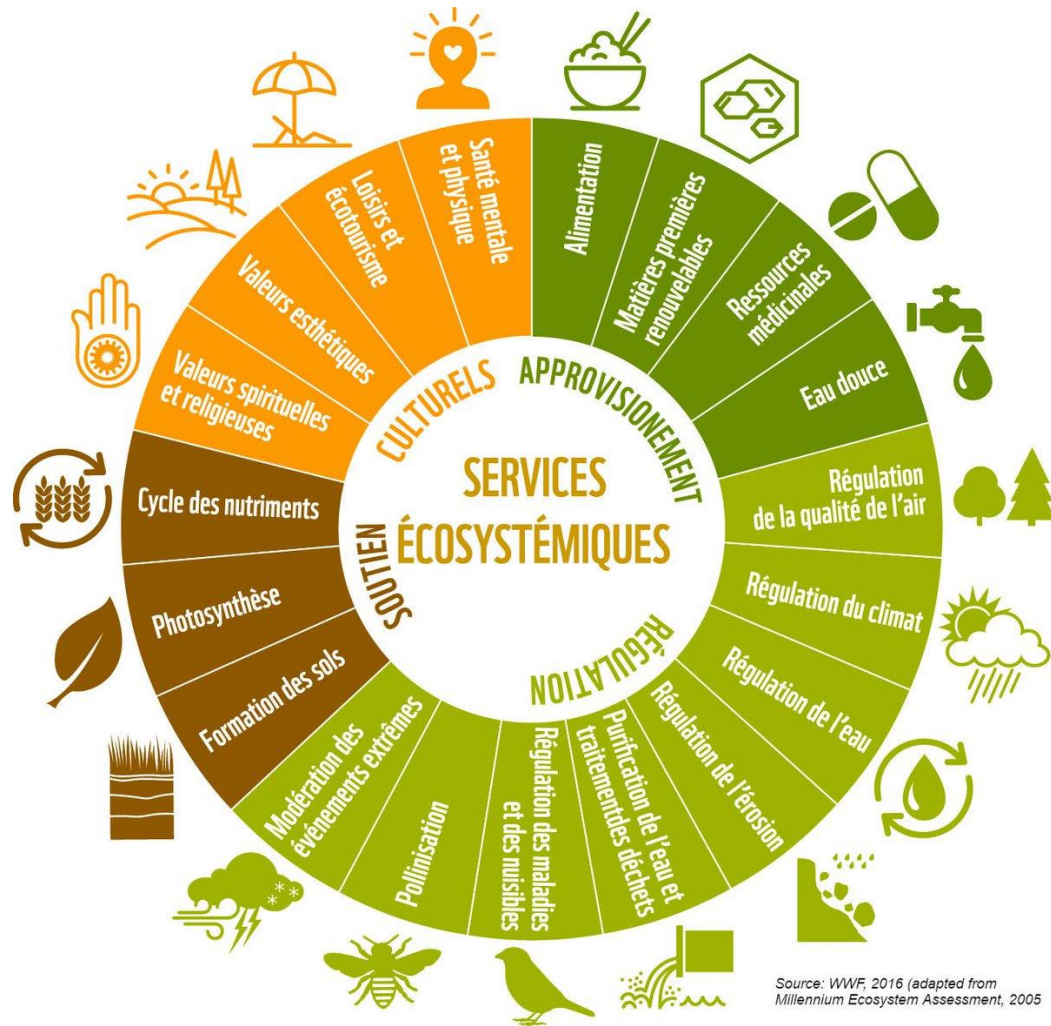
Source: WWF, 2016 (adapted from Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

Activité de Recherche

Biodiversité permet

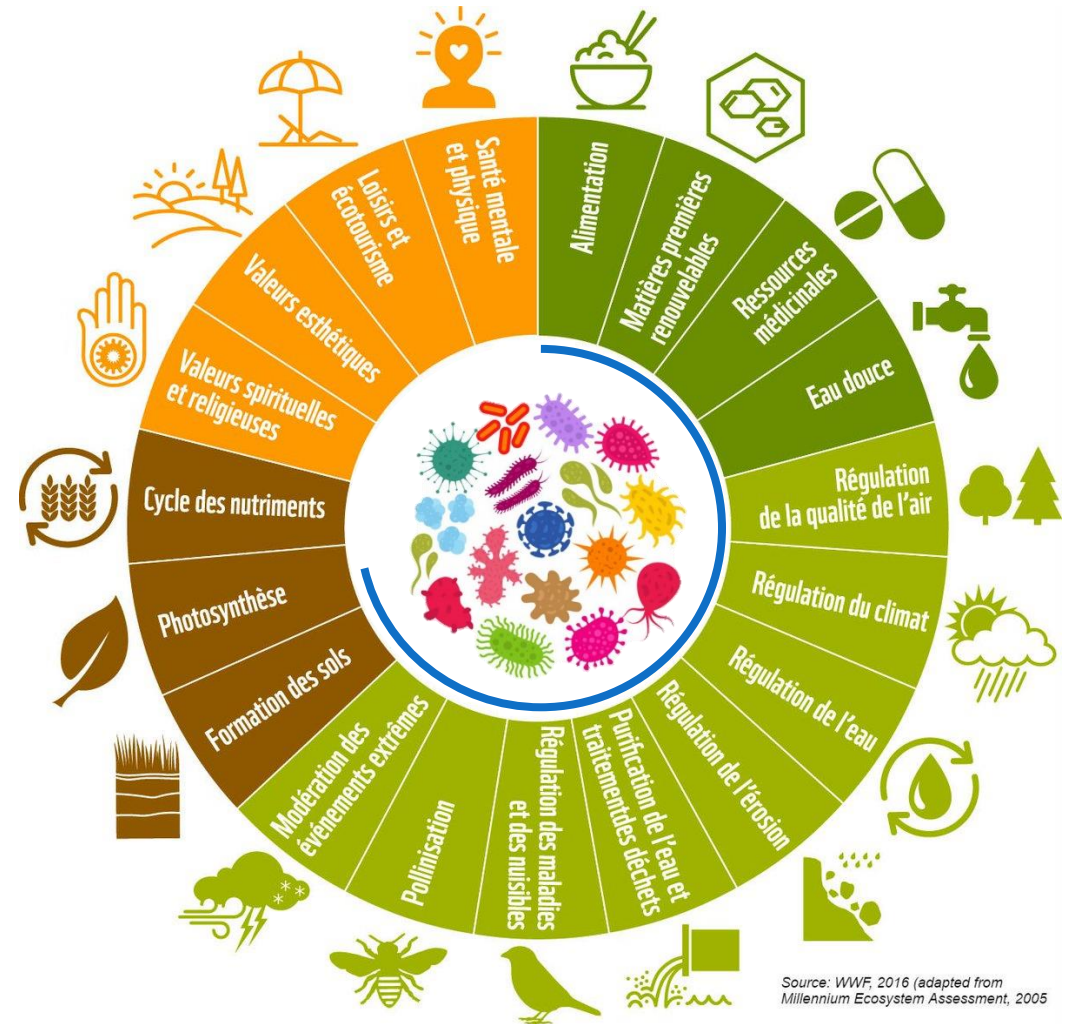
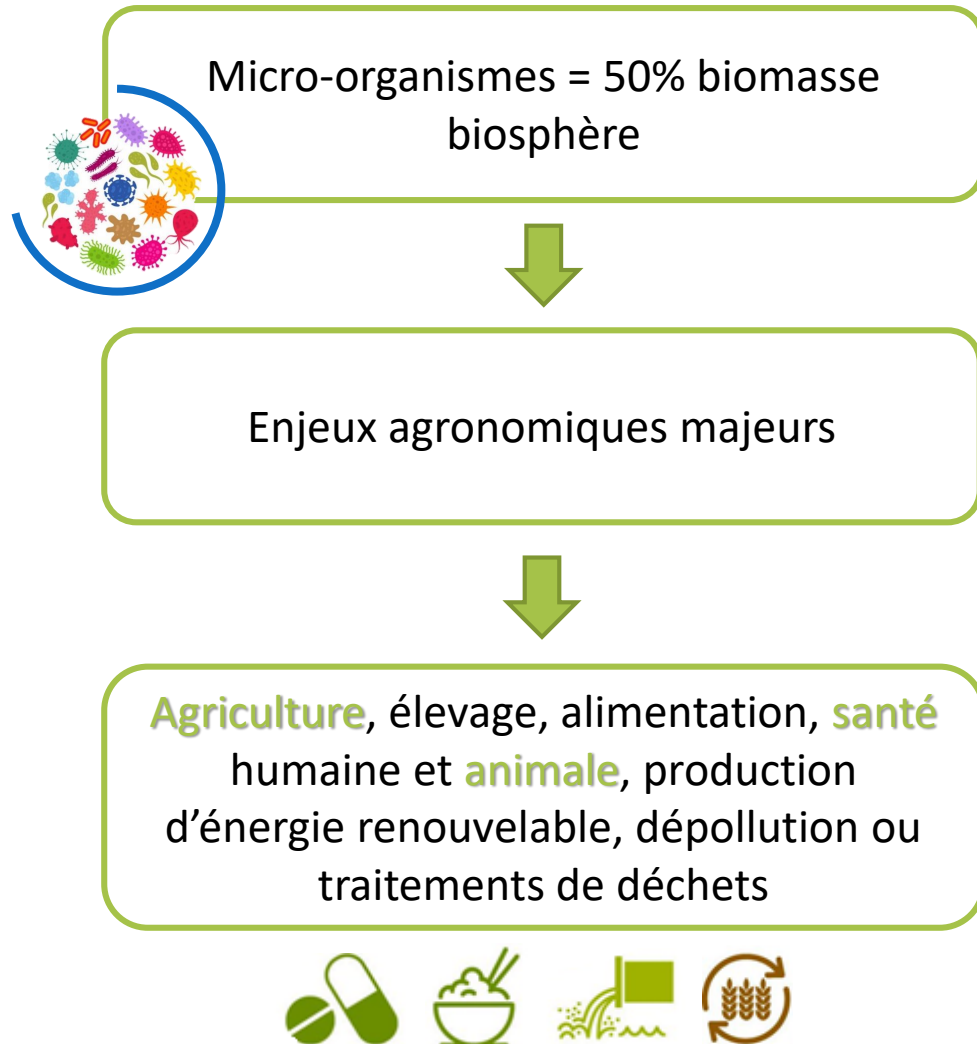


Composante dominante



Source: WWF, 2016 (adapted from Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

Activité de Recherche



Activité de Recherche



Deux écosystèmes microbiens



Etude de la diversité spécifique des bactéries attachées à la paroi du rumen : effet du régime alimentaire
(Resp. Cécile Martin et Diego Morgavi, UMR H / INRA Clermont Ferrand / Theix)



2005
2008

2008

Etude de différents facteurs impactant l'écosystème microbien du tractus digestif équin
Unité de Recherche sur les ANI maux d'Elevage (URANIE) / Nutrition du Cheval athlète (Resp. Véronique Julliand)



2014

Effet de l'apport de Produits Résiduaires Organiques sur la communauté microbienne des sols et la Qualité de l'air
UMR Agroécologie (INRA Dijon) / Equipe BIOCOM (Resp. Nicolas Chemidlin)

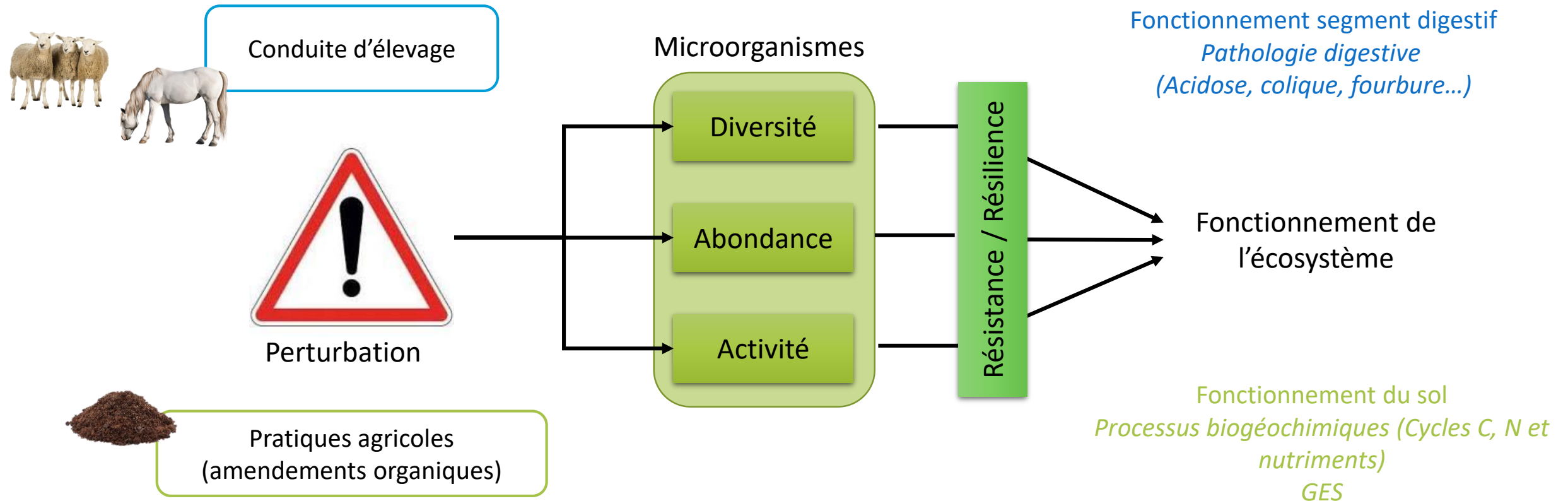


Agroécologie
Dijon
Unité de Recherche



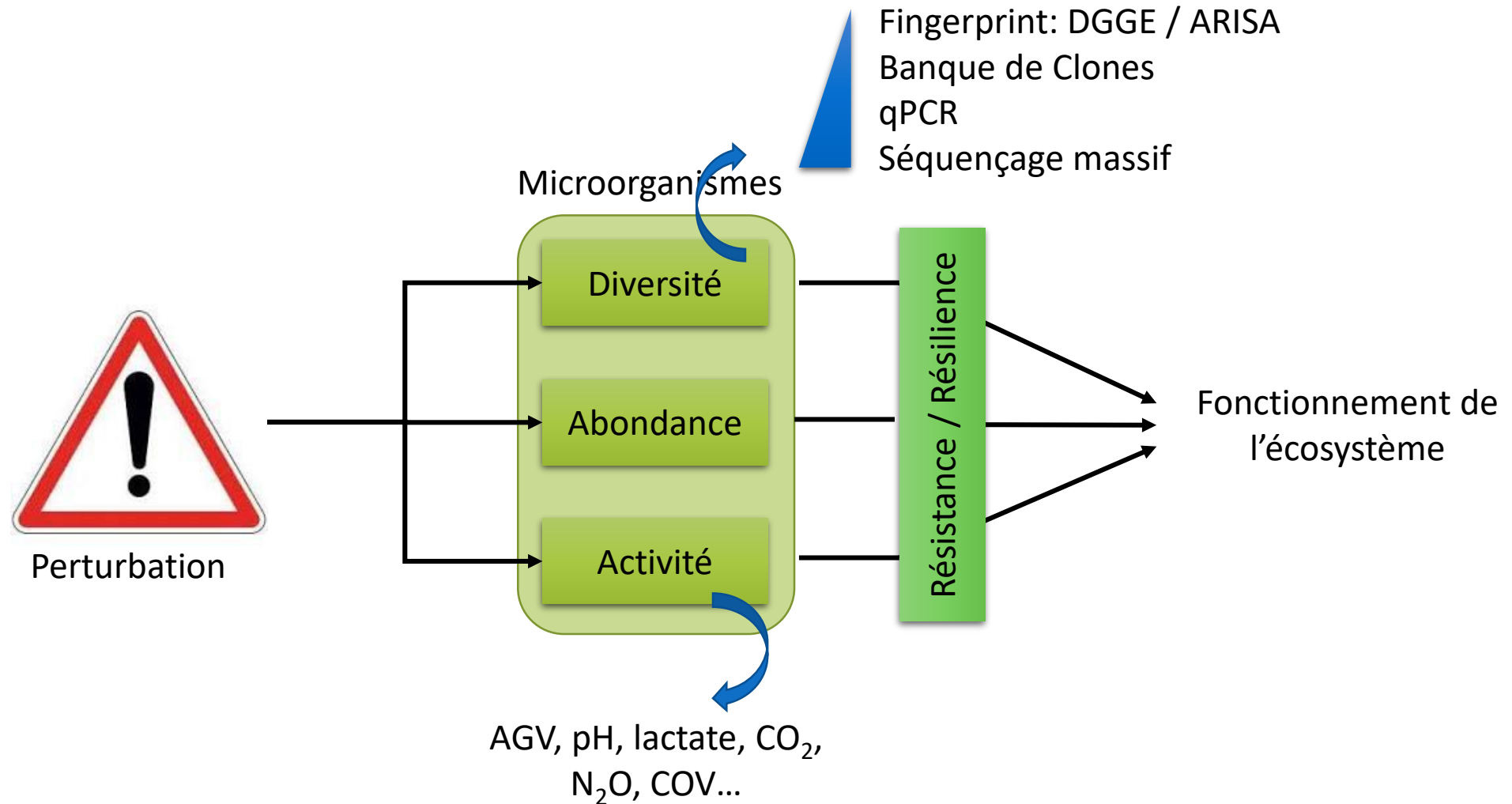
Activité de Recherche

Niveau d'approche: Ecologie des communautés

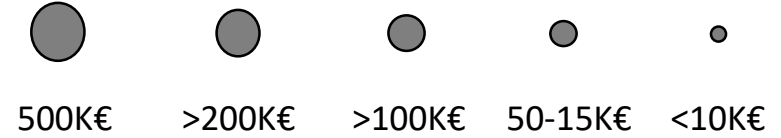


➔ La réponse des écosystèmes à une perturbation est influencée par la résistance et la résilience des communautés microbiennes

Activité de Recherche



Activité de Recherche



■ ■ CASDAR Innovation et Partenariat 2020-2024

■ ■ ADEME GRAINE 2020-2024

Prgm Interég FEDER Massif central 2018-2021

■ ■ ADEME GRAINE 2017-2020

■ ■ ADEME PRIMEQUAL 2016-2019

AO UMR Agroécologie 2018

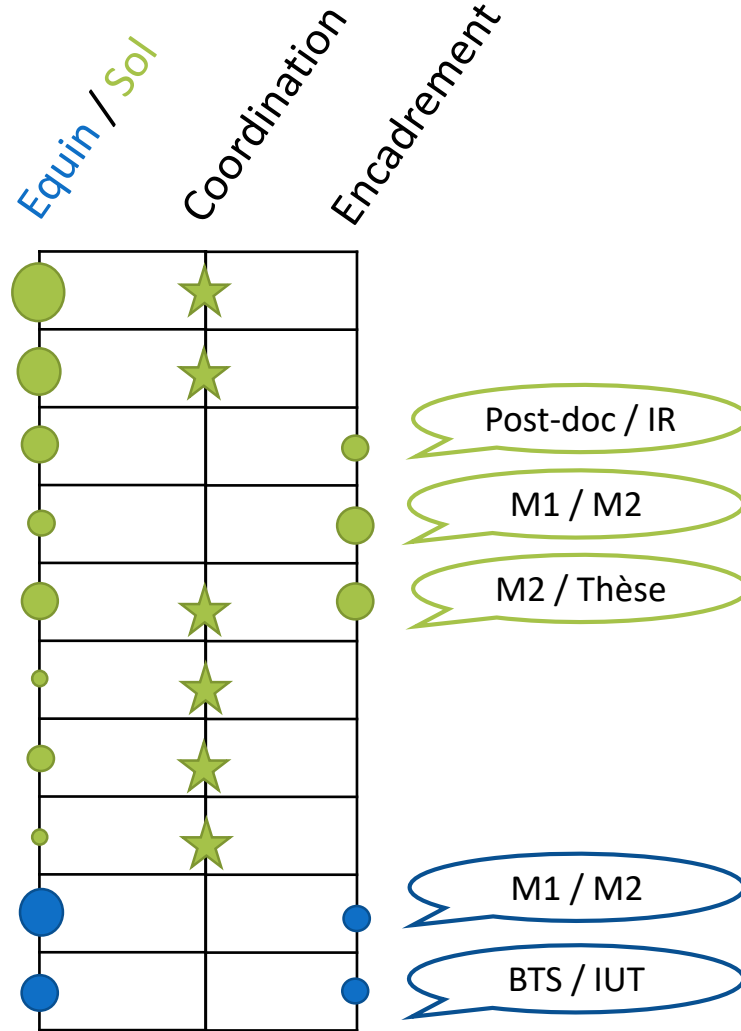
PARI 2016

BQR PRO 2014

PARI 2011

PARI 2010

■ ■ Programme national



Encadrement:

- 1 thèse et 1 post-doc
- 1 IR CDD
- 11 stages (BTS → M2)

Valorisation:

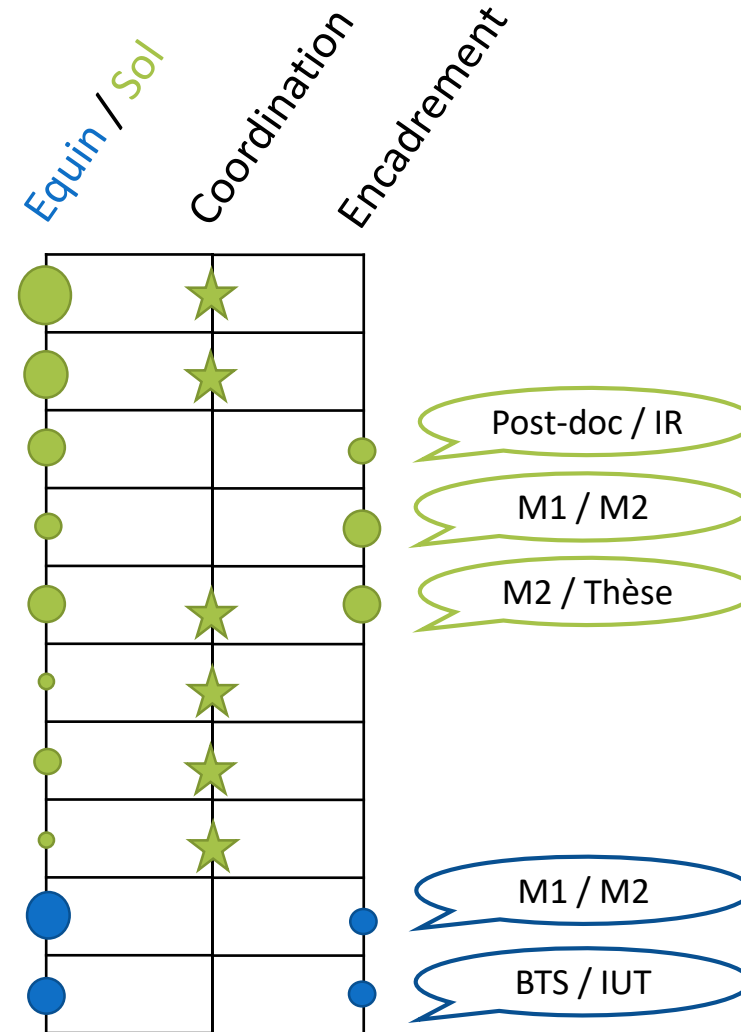
- 8 + 4 articles Rang A
- 1 article national
- 1 Chap d'ouvrage
- 24 communications

Mots clef:

Elevage / Santé digestive /
Ecosystème microbien
digestif
Amendement organique /
Environnement /
Ecosystème microbien
tellurique

Activité de Recherche

- CASDAR Innovation et Partenariat 2020-2024
- ADEME GRAINE 2020-2024
- Prgm Interég FEDER Massif central 2018-2021
- ADEME GRAINE 2017-2020
- 3/Projet « DICOV »** **ADEME PRIMEQUAL 2016-2019**
- AO UMR Agroécologie 2018
- 2/Projet « SOERE-PRO »** **PARI 2016**
- BQR PRO 2014
- 1/Projet « Représentativité fèces »** **PARI 2011**
- PARI 2010



Comment appréhender la diversité autrement que par des modèles canulés?

➔ **Objectif:** Identifier des pratiques à risque susceptibles de modifier le microbiote digestif et de générer l'apparition de pathologie digestive



Appréhension du microbiote *via*
Animaux canulés / Abattage


Difficulté pour accéder au contenu digestif ➔ Nécessite de modèle expérimentaux peu acceptables
➔ Nécessite de trouver d'autres moyens d'approcher cette communauté



Etude bibliographique: Fèces?
... pour une pathologie d'origine colique...

Comment appréhender la diversité autrement que par des modèles canulés?

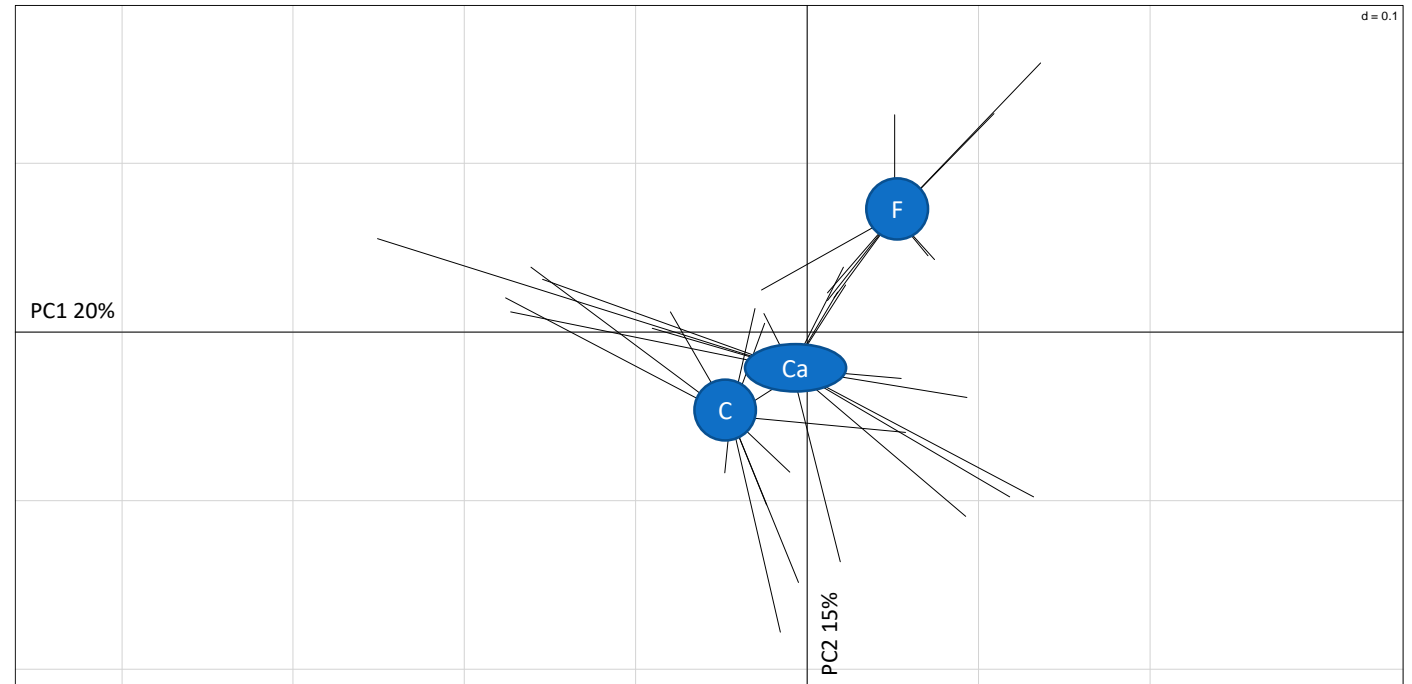
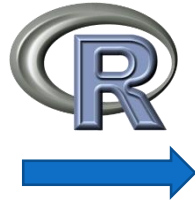
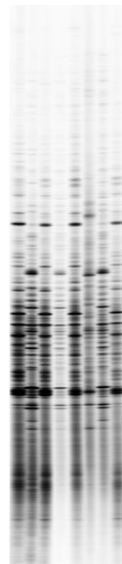
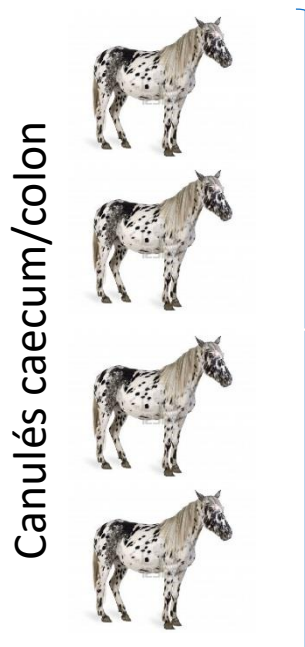
Projet « Représentativité fèces »

Collaborations:  GenoSol PLATEFORME

Financement:  Bourgogne Conseil régional



Encadrement C. Villot
Stagiaire IUT



Fingerprint (ARISA)



Fèces ≠ Caecum et colon

Comment appréhender la diversité autrement que par des modèles canulés?



Etudier la diversité pour dépister les pratiques à risque (santé digestive)



Fèces = Indicateur de santé digestive au terrain?

➔ Perspectives de travail:

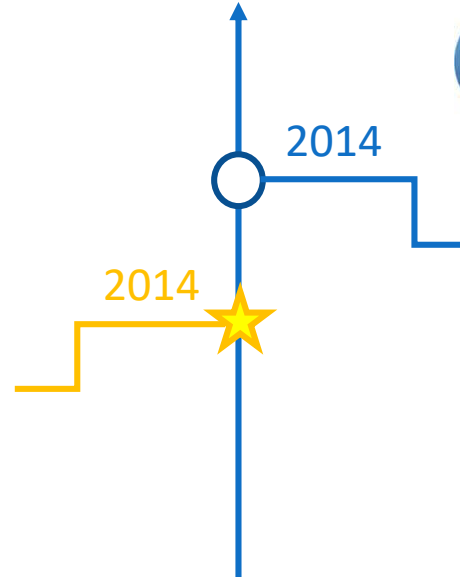
- Sang: marqueur de l'immunité (Lymphocytes, Globules blancs...)
- Mesure du comportement



Activité de Recherche

Ce qui a motivé mon choix:

Non labellisation de l'USC par la DGER
Reconversion thématique



Maître de Conférences
INRA Dijon / UMR Agroécologie



Equipe BIOCUM: Distribution spatiale, dynamique et traduction fonctionnelle de la biodiversité des communautés microbiennes telluriques

Ma signature: amendements organiques et communauté microbienne des sols

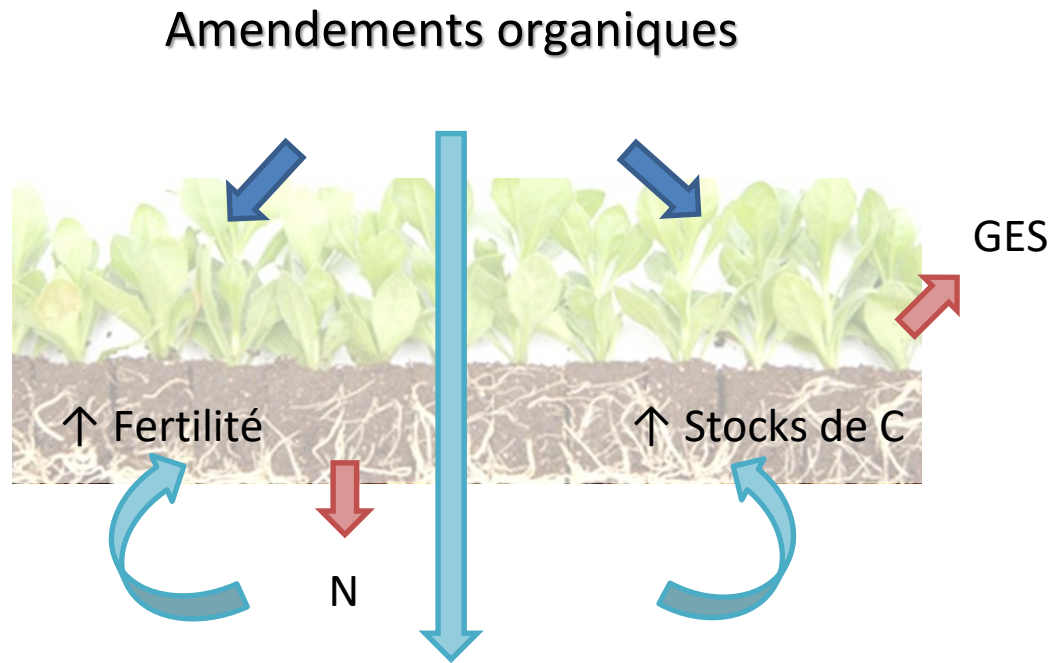


Reconversion thématique:

- En local
- Travailler sur les écosystèmes microbiens
- Conserver les Outils et Concepts d'écologie microbienne
- Garder un lien avec les production animales – Lien à l'enseignement



Effet du type de PRO associé au contexte pédoclimatique sur les communautés microbiennes



Modification Taille / Structure / Activité microbienne

Données ++

Peu de travaux prenant en compte :

L'effet du type de PRO associé au Contexte Pédoclimatique sur la réponse des communautés microbiennes du sol à un apport de PRO

Projet SOERE – PRO

Collaborations:

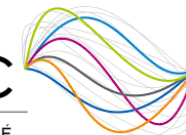
EcoSys



Financement:

UBFC

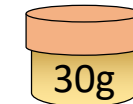
UNIVERSITÉ
BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ



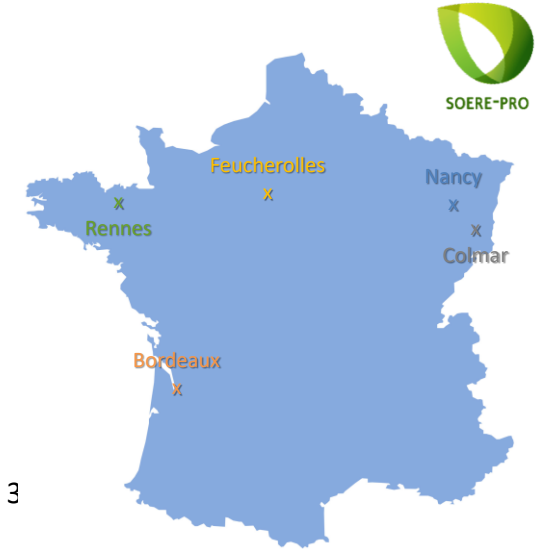
Effet du type de PRO associé au contexte pédoclimatique



5 Sols
(5 contextes pédoclimatiques différents)



30g
Microcosme



Pour 1 sol



Sans apport de PRO



Fumier séché
(équivalent 4TC/ha)



Déchets verts séchés
(équivalent 4TC/ha)



J0 J3 J7 J14 J21 J28

Mesures CO₂ et N₂O



X

X

X

X

X

X



CPG

Mesures Communauté



X

X

X

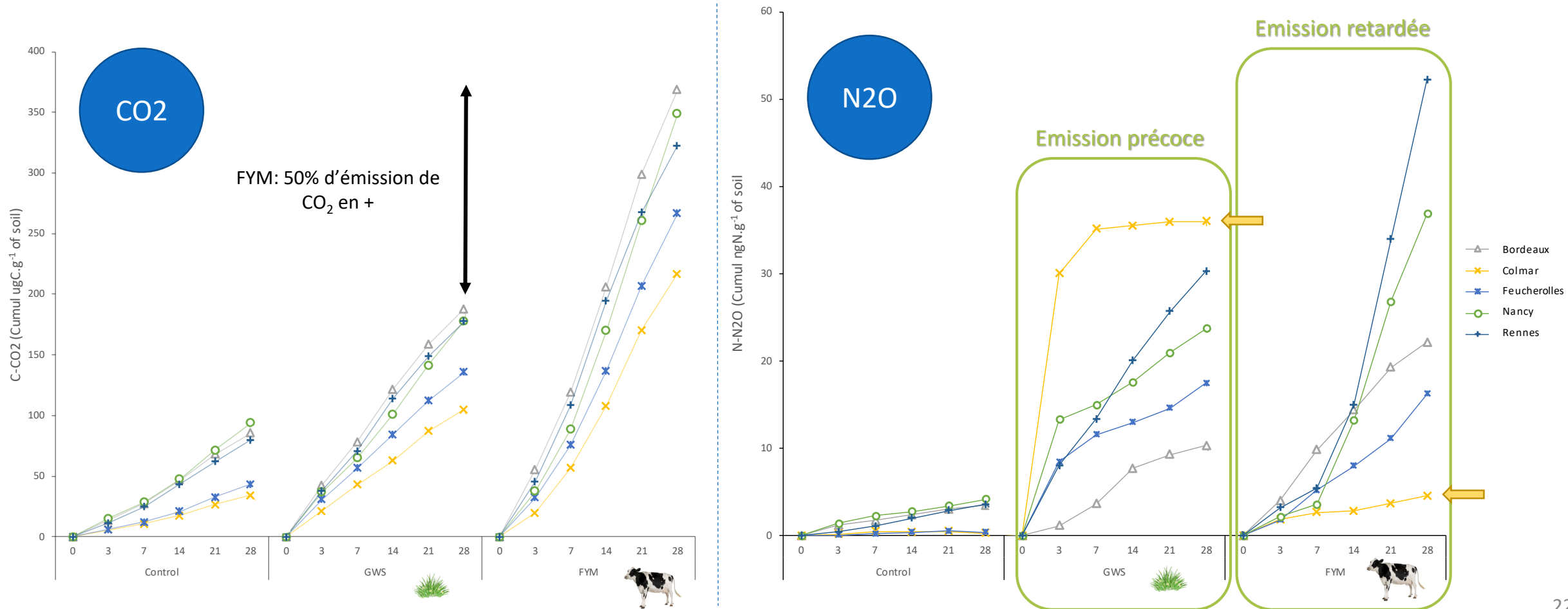


Séquencage Illumina



Effet du type de PRO associé au contexte pédoclimatique

- ➔ Apport de PRO ➔ Augmentation émissions CO₂ et N₂O
- ➔ Effet du type de PRO et du type de sol



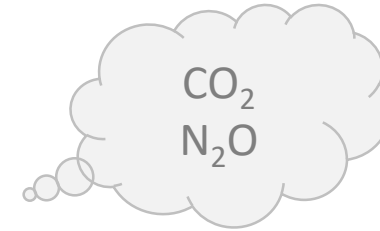
Effet du type de PRO associé au contexte pédoclimatique



Communauté microbienne différente



Réponse différente à un amendement
Dépend du type d'amendement



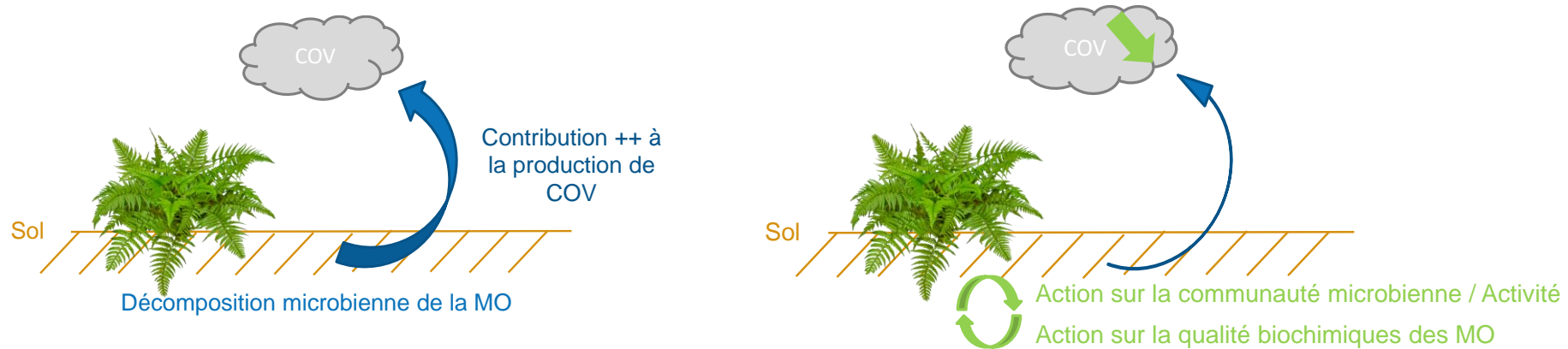
Possibilité de moduler les émissions de GES



Associations judicieuses entre Type de sol / Type d'amendement

Emissions de COV par les sols: Rôle de la diversité et du type de PRO

➔ Réduire la pollution atmosphérique



➔ Des modifications de la diversité de la composante microbienne, et/ou de la qualité biochimique des matières organiques des sols peuvent-elles expliquer les changements de l'aptitude des sols à émettre des COV ?

Emissions de COV par les sols: Rôle de la diversité et du type de PRO

Projet DICOV (Coordinatrice scientifique)

Collaborations:   

Financement:  

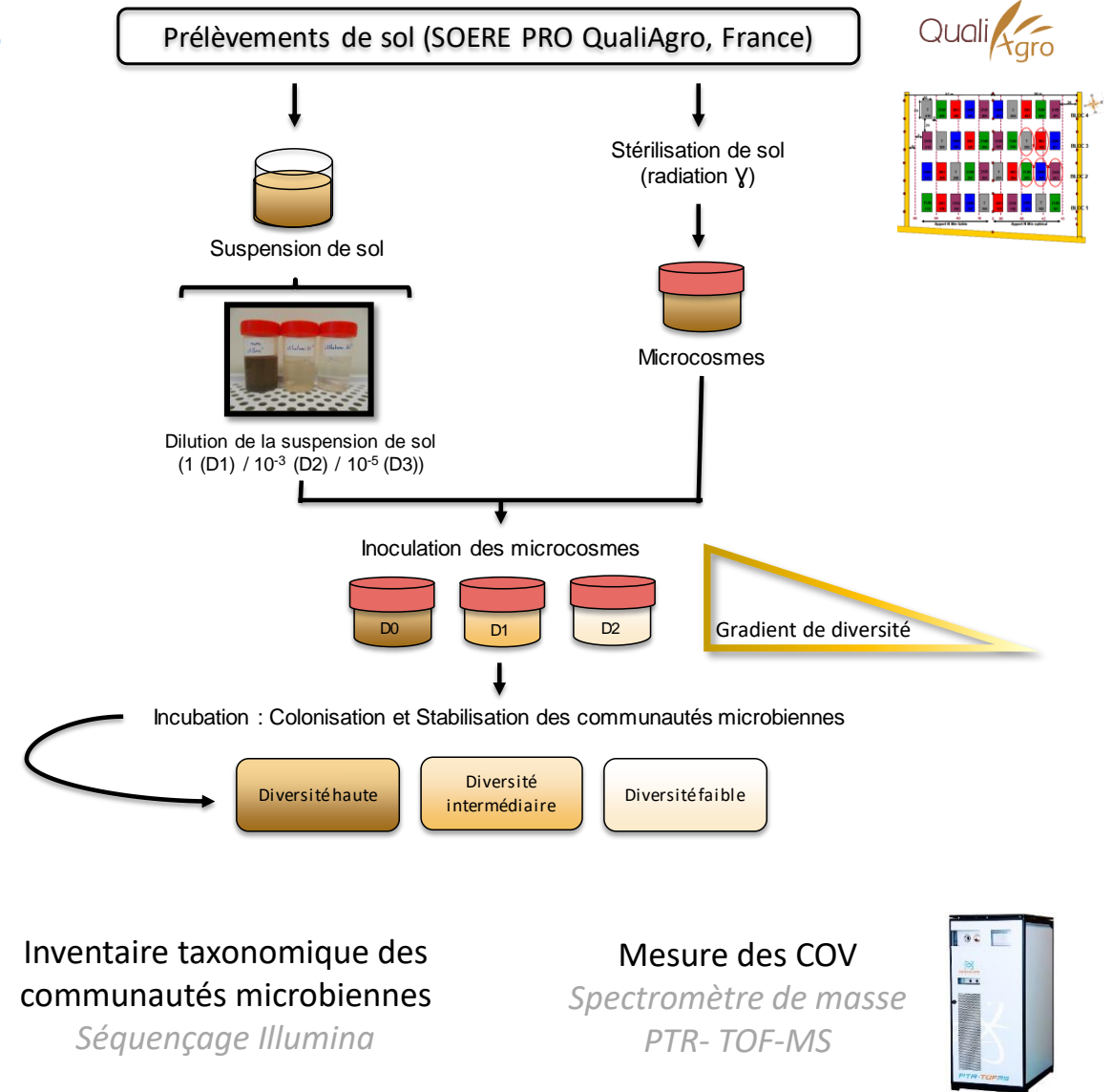
Support de thèse:



Letizia Abis



Co-encadrement
Benjamin Loubet



Activité de Recherche

Inoculation des microcosmes

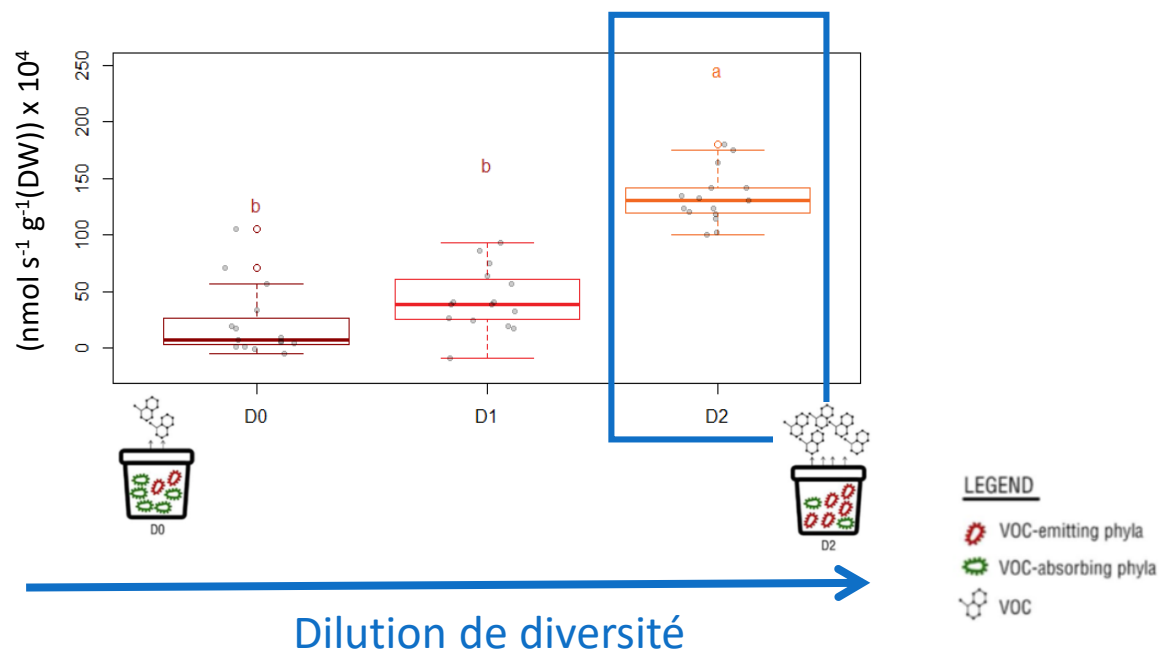


Gradient de diversité



Thèse Letizia Abis

Emission totale de COV



Des émissions de COV plus importantes pour un niveau de diversité microbienne plus faible dans le sol

➔ Diversité microbienne = une composante importante dans la régulation des COV émis par les sols

Bilan...



- Données de méta génomique ++
- **Lien diversité fonction ++**



- **Approche expérimentale**
- Difficulté d'appréhender la diversité en condition réelle / Echantillonnage réduit
- Manque d'un référentiel



- **Approche Opérationnelle**
- Echantillonnage plus grand (plus facile de prélever un sol!)
- Présence d'un référentiel
- Données de méta génomique + et Diversité +
- **Lien diversité fonction -**

Et après?



Projet de Recherche

➔ Dès les années 80, le terme « agroécologie » est apparu dans la littérature scientifique pour désigner une discipline scientifique au carrefour de l'écologie et de l'agronomie.

Aujourd'hui, l'agroécologie est considérée à la fois comme un ensemble de pratiques agricoles et comme un mouvement social en réaction à l'intensification de l'agriculture.

Trois dimensions:

Scientifique

Evaluation des
pratiques

Créer du réseau
social

Projet de Recherche

➔ Projet de recherche: « **Elevage et qualité des sols** »



Sols en prairies vs Sols en grandes cultures : ++ Biomasse microbienne, matière organique, etc...

Introduction des cultures fourragères dans les rotations : accroître la diversification / la résilience des systèmes culturaux

L'élevage peut contribuer à

Gestion durable des sols

Epandage des effluents d'élevages : plusieurs effets agronomiques bénéfiques, dont l'apport d'éléments nutritifs, de matière organique, etc...



Projet de Recherche

➔ **Projet de recherche: « Elevage et qualité des sols »**



Sols en prairies vs Sols en grandes cultures : ++ Biomasse microbienne, matière organique, etc...

Introduction des cultures fourragères dans les rotations : accroître la diversification / la résilience des systèmes culturaux

Gestion durable des sols



Epandage des effluents d'élevages : plusieurs effets agronomiques bénéfiques, dont l'apport d'éléments nutritifs, de matière organique, etc...



Projet de Recherche

➔ Cadre: UMR Agroécologie / Equipe BIOCOM / INRAE Dijon

Finalité de mon projet

Etudier les liens entre la présence des
élevages sur le territoire et la qualité des sols



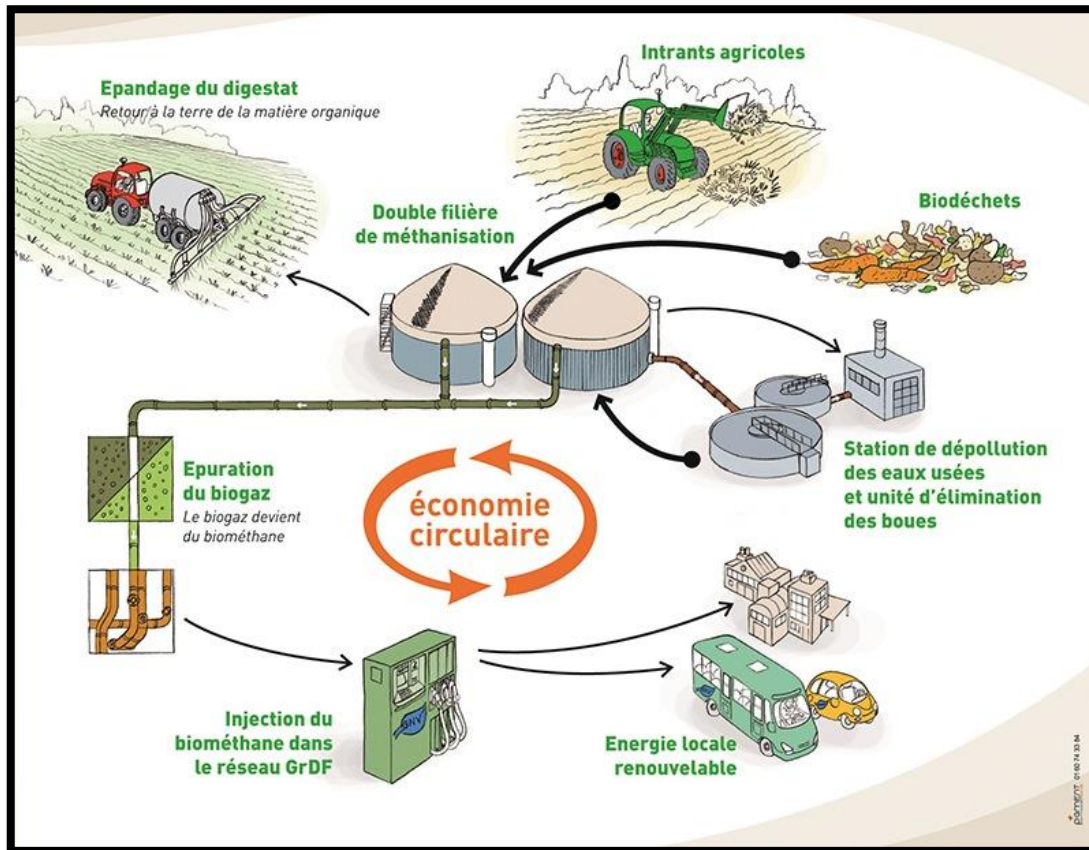
Porte d'entrée

Digestats de méthanisation / Contiennent une large part
d'effluents d'élevage dans leurs biomasses entrantes /
Amendements d'actualité
Débat sociétal



Projet de Recherche

La méthanisation un cycle vertueux permettant de faire de l'énergie à partir de déchets et de retourner au sol de la MO?



Agriculteurs
Citoyens



Impact sur la qualité biologique
des sols?



Peu de données pour objectiver
(conditions expérimentales particulières qui ne
permettent pas d'avoir des données génériques
pour statuer)

Projet de Recherche

Un objectif principal

Aider les agriculteurs à évaluer l'impact de leurs pratiques d'épandage de digestats de méthanisation sur la qualité biologique de leur sol *via* des outils opérationnels de type bio-indicateurs



Trois sous objectifs



Générer des données scientifiques
actuellement manquantes

Milieus contrôlés

Scientifique



Evaluer les pratiques d'épandage de
digestats de méthanisation sur le
terrain

Evaluation des
pratiques



Transférer et communiquer les résultats
obtenus aux différents acteurs en lien
avec la gestion des digestats

Créer du réseau social

Projet de Recherche



Projet ambitieux



Coordinatrice scientifique (Rédaction des appels à projet, Animation...)



Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



~ 1 000 000 euros

Projet de Recherche

➔ Un projet au partenariat multiple...



Acteurs de terrain



Porteurs d'indicateurs de la biologie des sols



Etablissements d'enseignement

Projet de Recherche

Un projet en 4 temps

Etape 1: Analyse des pratiques d'apport de digestats

Sur la base du
projet Concept-DIG
ADEME

Création d'une typologie de
digestats et des pratiques
d'épandage associées

4 régions



Référencer types de digestats +
pratiques d'épandage

Typo



Projet de Recherche



Etape 2

Définition d'un tableau de bord d'indicateurs permettant d'évaluer la qualité biologique des sols

Sur la base du CASDAR Agrinnov (2012-2015)

INRAE



Indicateurs sanitaires (présence et diversité des pathogènes microbiens humains)

Indicateurs de fonctionnement formes et quantité de carbone (RockEval), activité de dégradation de la matière organique (litterbag)



UNIVERSITÉ DE RENNES 1



Indicateurs globaux microorganismes (biomasse, ratio champignons/bactéries, diversité taxonomique), nématodes (abondance, diversité, phytoparasites, indice d'enrichissement et de structure), lombrics (abondance, densité, diversité taxonomique et fonctionnelle)



INRAE

Indicateurs de l'état physique et chimique du sol (pH, texture, Corg, C/N, teneur en N, P, K... en éléments polluants etc).

Projet de Recherche

Un projet en 4 temps

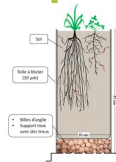
Etape 3: Impact des digestats de méthanisation sur la qualité biologique des sols



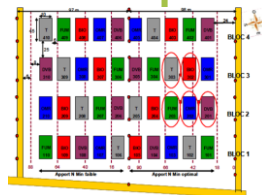
Définition d'un tableau de bord d'indicateurs permettant d'évaluer la qualité biologique des sols



Meso-microcosmes



Sites expérimentaux de longue durée



Hypothèses :

- 1) Les impacts sont différents en fonction du contexte pédoclimatique,
 - 2) Les impacts sont différents en fonction de la nature des digestats
-
- 3) Les impacts sont différents en fonction de l'historique de fertilisation/épandage de la parcelle

Projet de Recherche

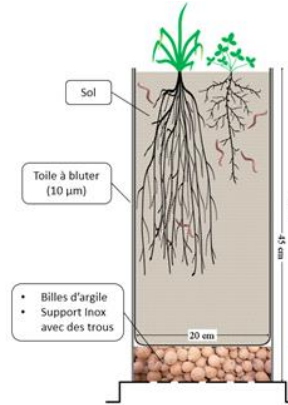
Impact d'un apport unique

Evaluation d'impact à court terme en conditions contrôlées (Meso-microcosmes)

OPAALE
INRAE



Microcosme



Mesocosme

esa
ÉCOLE SUPÉRIEURE
D'AGRICULTURES
Angers Loire



Typo

Types de digestats
(Cf Typologie étape 2)

X

Types de sol / Pauvres MO
(Cf Régions)

Projet de Recherche

Impact
récurrence
des apports

Evaluation d'impact à moyen terme (Sites
expérimentaux de longue durée)



Trois sites expérimentaux :

- EFELE (INRAE Rennes)
- PROspective (INRAE Colmar)
- DIGE'O (Lycée Agricole d'Obernai)



Récurrence de différents types
d'apports (Digestat vs PRO vs Min)

X

Types de sol

Projet de Recherche

Un projet en 4 temps

Etape 4: Impact des pratiques agronomiques liées à l'épandage de digestats sur un réseau de fermes agricoles

Mise en place d'un réseau de fermes



Définition d'un tableau de bord d'indicateurs permettant d'évaluer la qualité biologique des sols

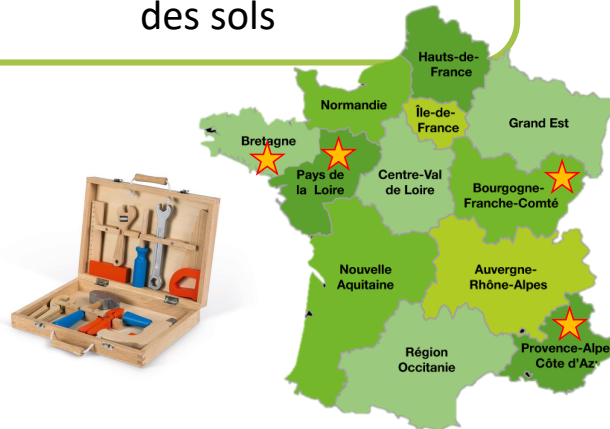
Typo

Suivi des fermes (n=80)
(au moins 3 campagnes d'épandage)

Synthèse et atelier d'analyse des pratiques

Hypothèses :

- 1) Les impacts sont différents en fonction des pratiques agronomiques mises en place
- 2) Les impacts sont différents en fonction de l'historique de la parcelle




Projet de Recherche

Agroécologie

Scientifique

Evaluation des pratiques

Créer du réseau social

	2021	2022	2023	2024	2025	...
	Labo					
		Site Exp				
			Réseau de fermes	Réseau de fermes		
			Valorisation			

Projet de Recherche



Un projet qui valide les efforts de la reconversion thématique

Scientifique

Construction
d'un réseau

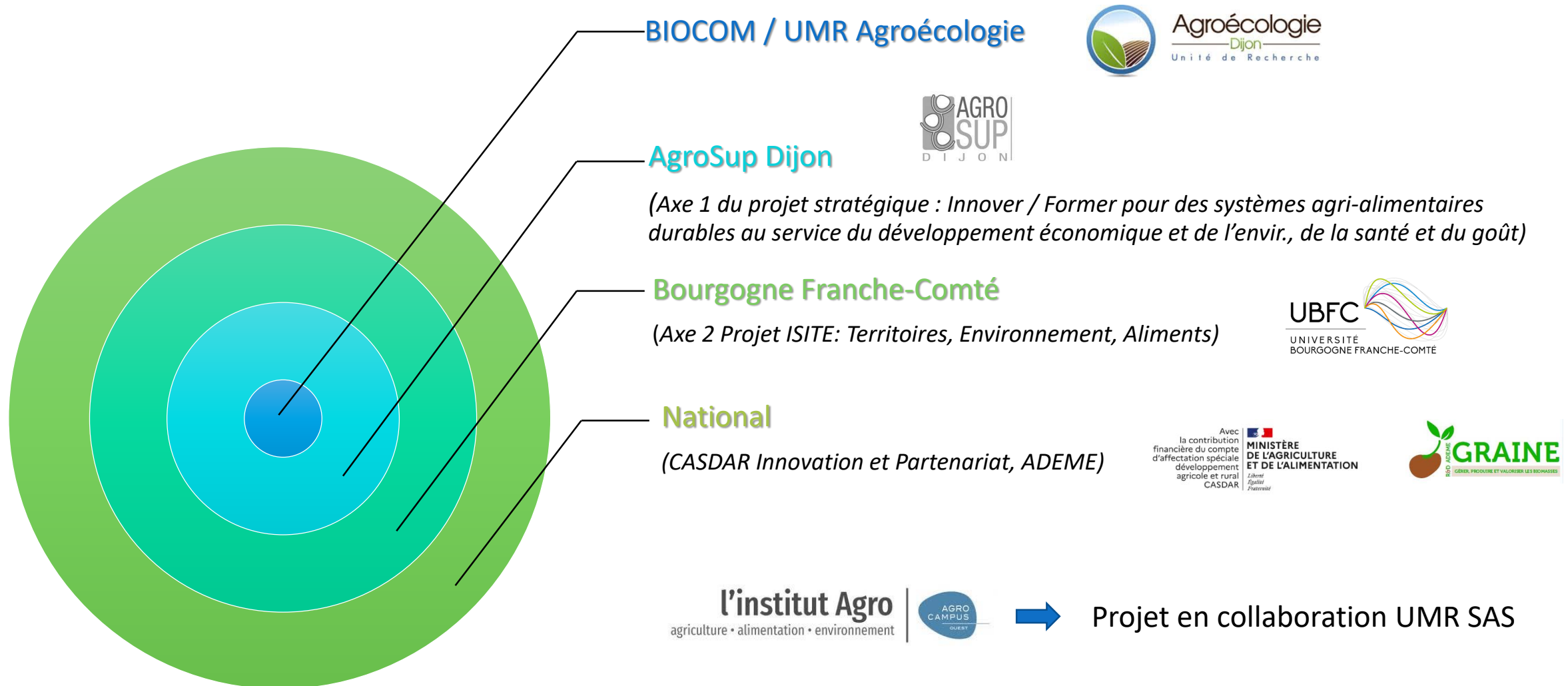
Changement d'échelle : De la microbiologie à la biologie

Thématique de recherche stabilisée → Vers un encadrement ++



→ Support d'un post-Doctorat (2021-2023) et d'une thèse (2022-2025)

Un projet bien inséré en local et au niveau national

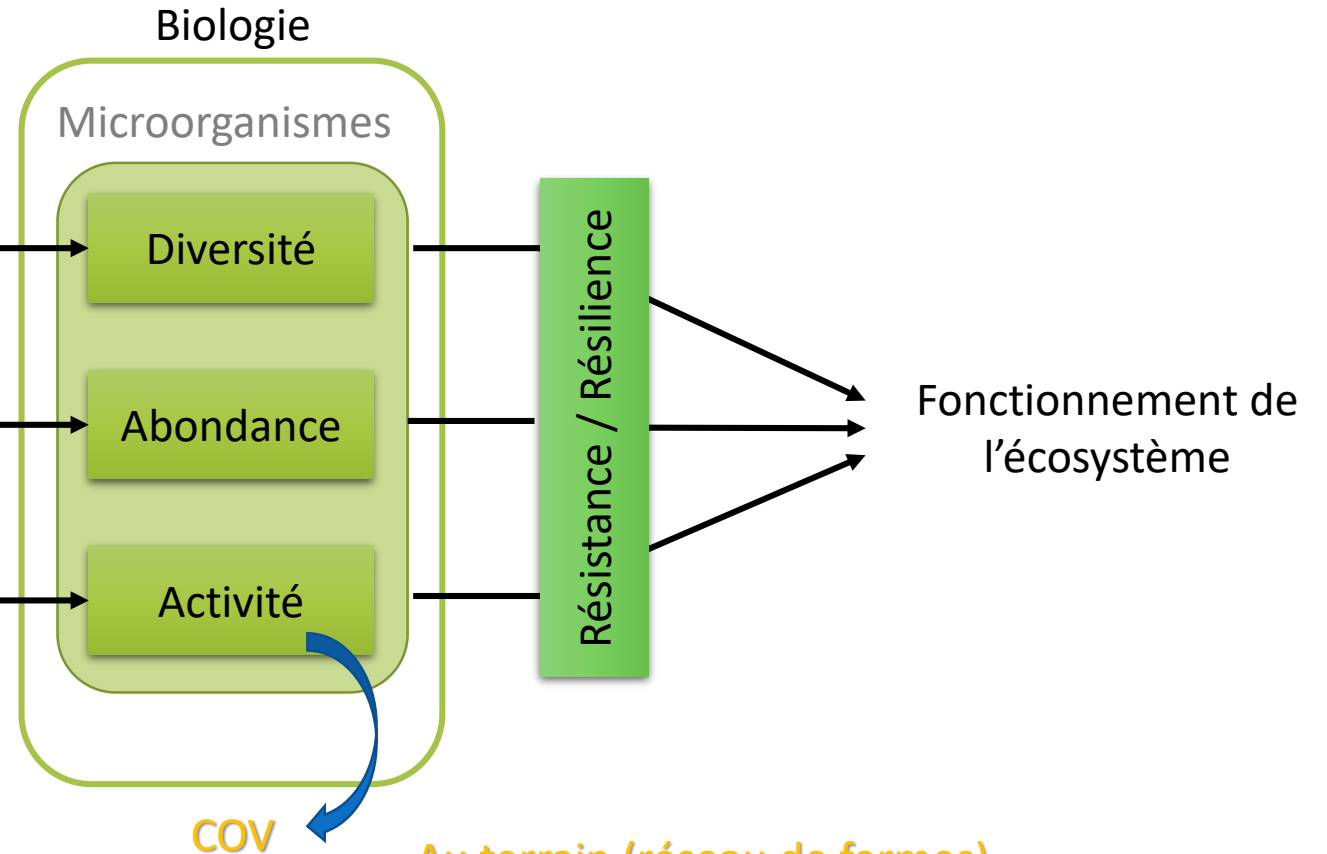


Projet de Recherche

Pour un peu plus tard...
Intégrer les COV dans mon projet



Digestats



Hypothèses :

- 1) Les émissions de COV sont différentes en fonction des pratiques agronomiques mises en place

Au terrain (réseau de fermes)
Mais difficulté liée au prélèvement

Projet de Recherche



3 à 5 campagnes d'épandage
Manque de vision des impacts à long termes



Allemagne: Expérience ++ sur Digestats de méthanisation

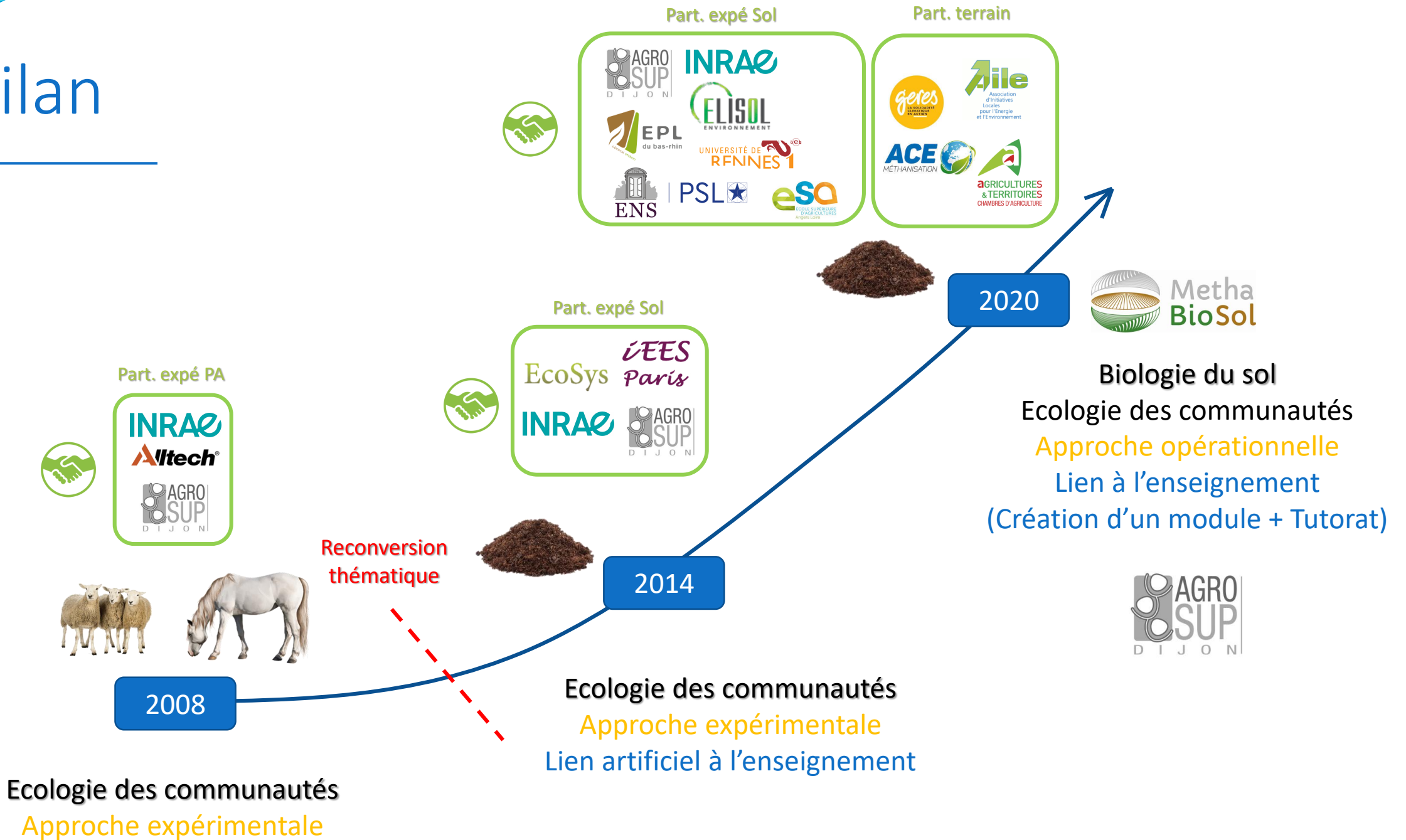
Créer un réseau de fermes ➡ Déploiement des bioindicateurs ➡ Recul sur les pratiques



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

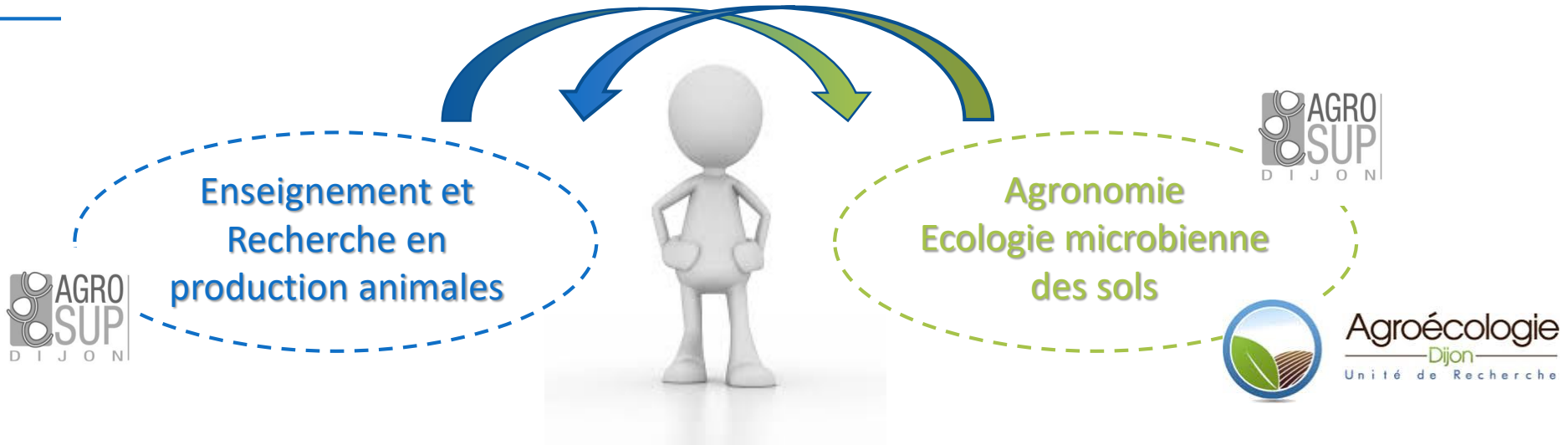
*Association d'ingénieurs pour l'agriculture et l'environnement
Université de Göttingen*

Bilan

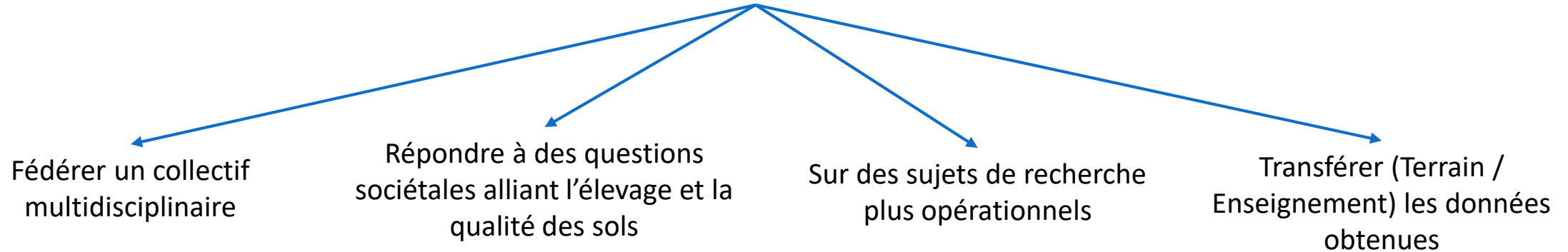


Bilan

A l'interface de la zootechnie et de l'agronomie



Une place originale en enseignement et en recherche pour...



Remerciements

➔ Partenariat et financeurs



Remerciements



INRAE



