



Carrefours de l'innovation
agronomique

INRAE



Données spatiales, qualité des sols & services
écosystémiques : questionnement et perspectives

**Isabelle Gattin, Romain Armand, Pierre-Yves Bernard, Elodie Cusset,
Nadia Laurent, Marc Legras, Wassila Riah, Karine Laval**

16 décembre 2020 | UniLaSalle - Campus de Beauvais | BEAUVAIS



Les sols, une ressource non renouvelable menacée



75 000 hectares de terres agricoles artificialisées chaque année en France

- ✓ **25m²/ seconde**
- ✓ **6 piscines olympiques/minute**
- ✓ **équivalent en superficie des Yvelines tous les trois ans**

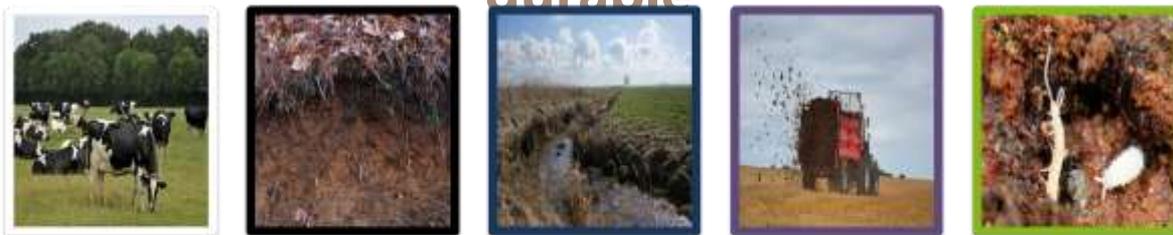
(Le nouvel observateur 25 septembre 2014)

En France, chaque semaine, 1.300 ha de terres sont bétonnés,

(Reporterre, 4 septembre 2017)

La dégradation des sols en France et dans le monde, une catastrophe écologique ignorée
(Clément Mathieu, 15 mai 2008)

Fonctions des sols agricoles & Objectifs de développement durable



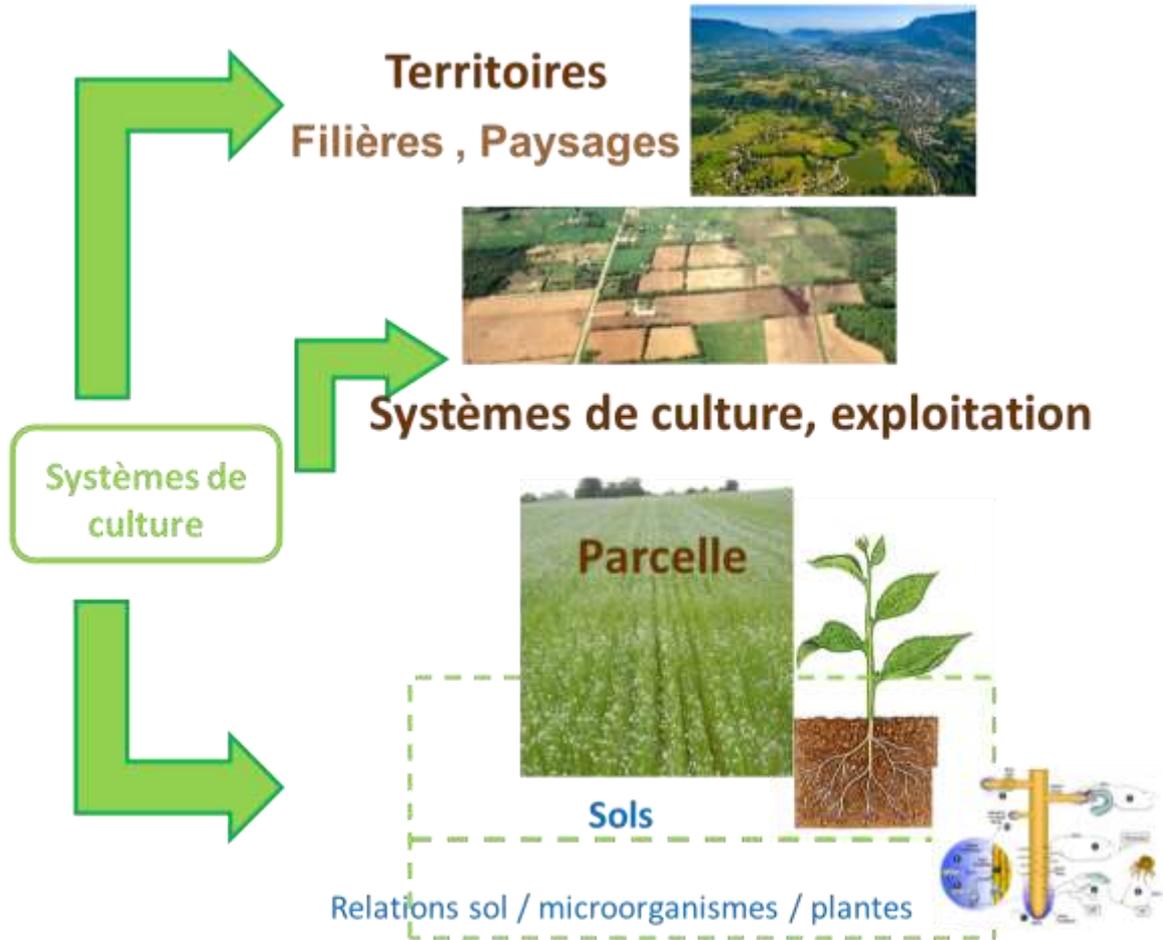
Les fonctions des sols agricoles



Schulte et al., 2014

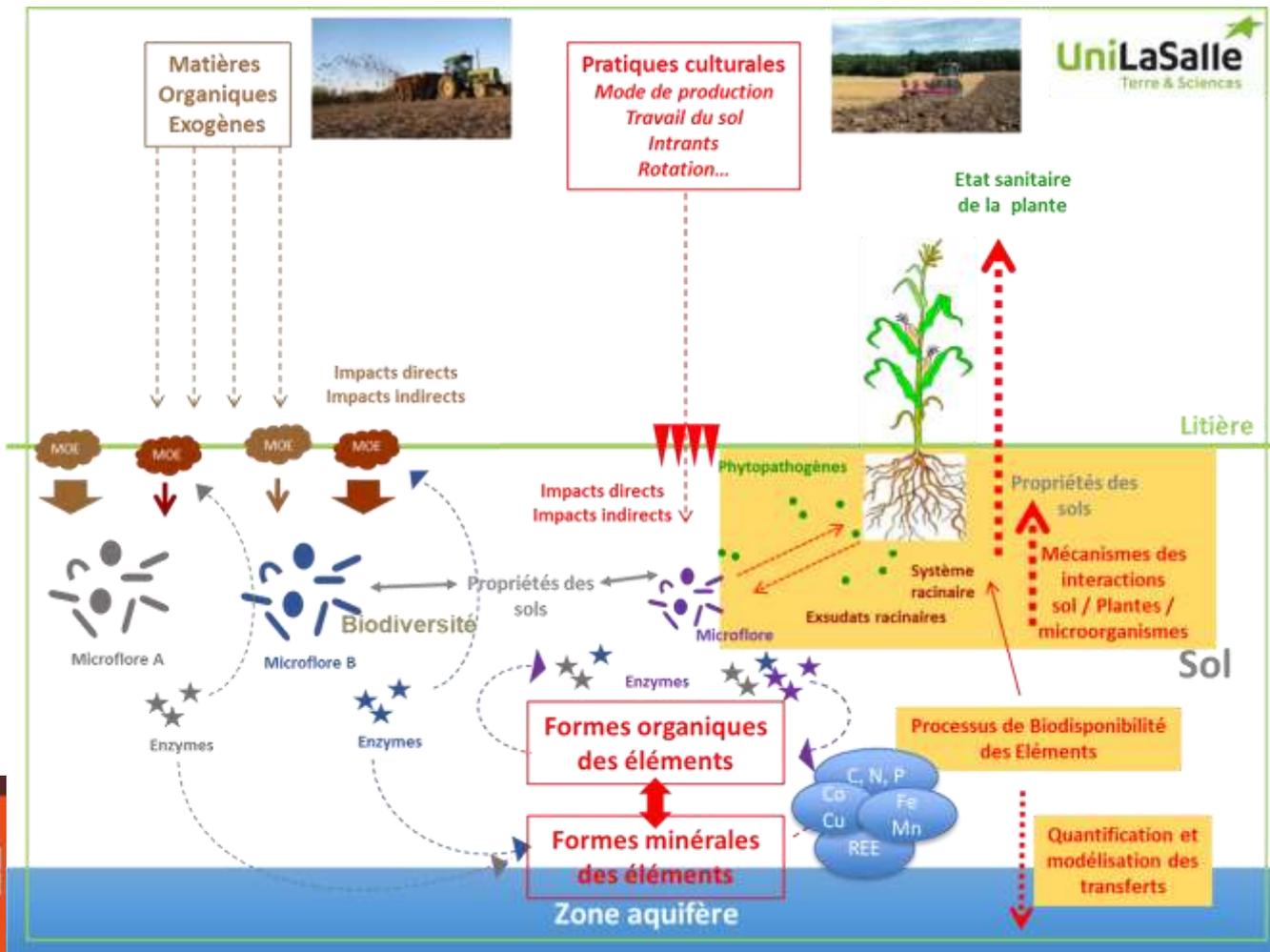


Différentes échelles d'étude



Connaissances /
Compréhension
des processus
élémentaires

Les fonctions des sols agricoles



Indicateurs de surveillance des sols

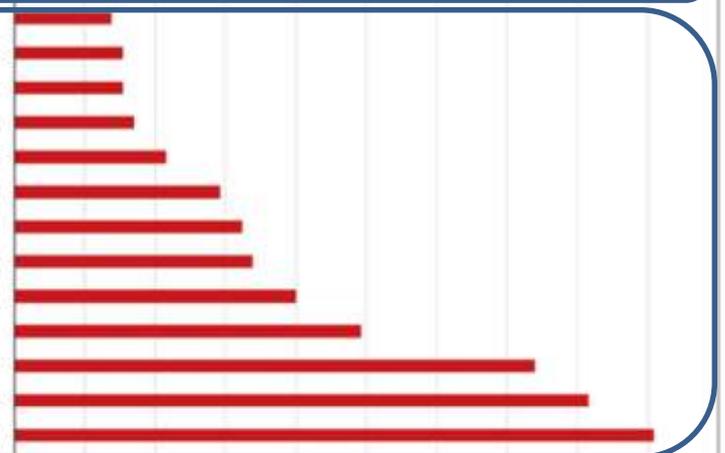
Caractéristiques biologiques

- earthworms
- N mineralisation
- microbial biomass
- soil respiration



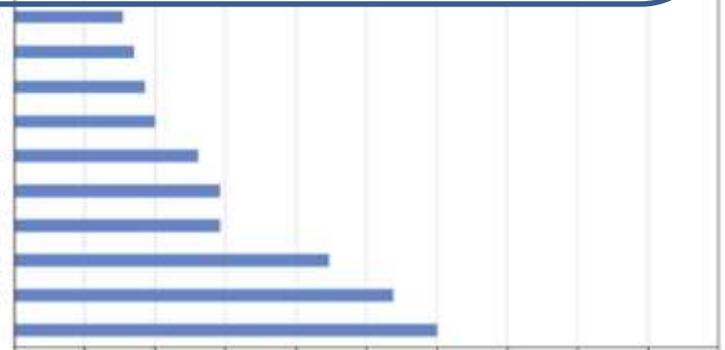
Caractéristiques physico-chimiques

- labile C and N
- micronutrients
- sodicity, salinity
- other macronutrients (Mg, S, Ca)
- heavy metals
- available N
- cation exchange capacity
- electrical conductivity
- total N
- available K
- available P
- pH
- total organic matter/carbon



Caractéristiques structurales des sols

- infiltration
- aggregation
- porosity
- hydraulic conductivity
- penetration resistance
- soil depth
- structural stability
- texture
- bulk density
- water storage



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

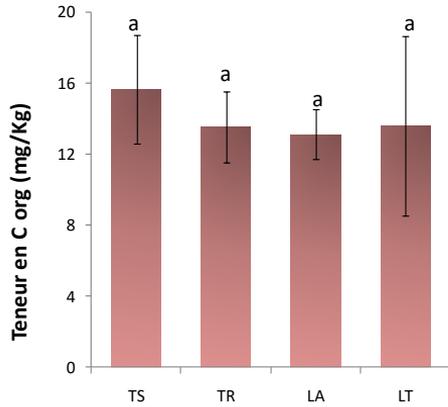
frequency of soil quality indicator (%)



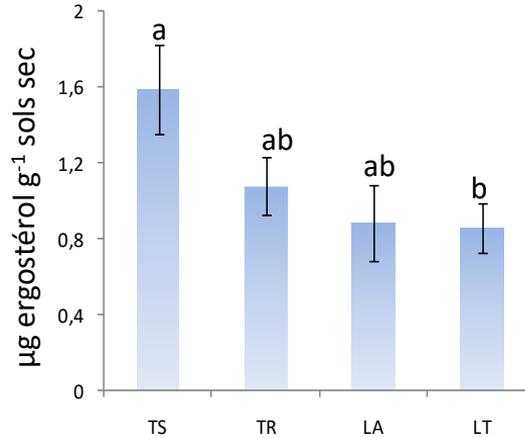
Indicateurs biologiques vs physico-chimiques

Effet du travail du sol

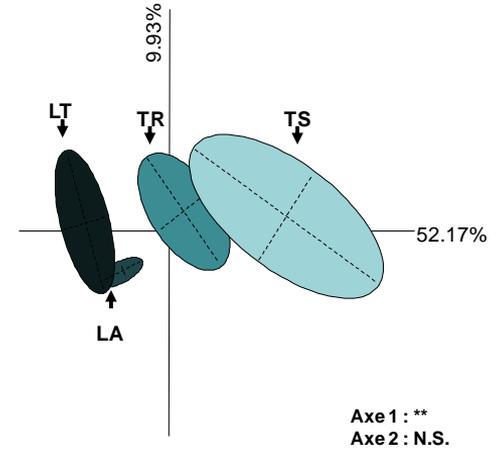
Teneur en carbone organique du sol



Abondance fongique (Ergostérol total)



Activités enzymatiques (13 activités enzymatiques)



Indicateurs biologiques : réponse plus précoce aux changements de pratiques agricoles

(Site de Thil)



Programme Bioindicateur Adème
Gattin et al., 2012



Carrefours de l'innovation
agronomique

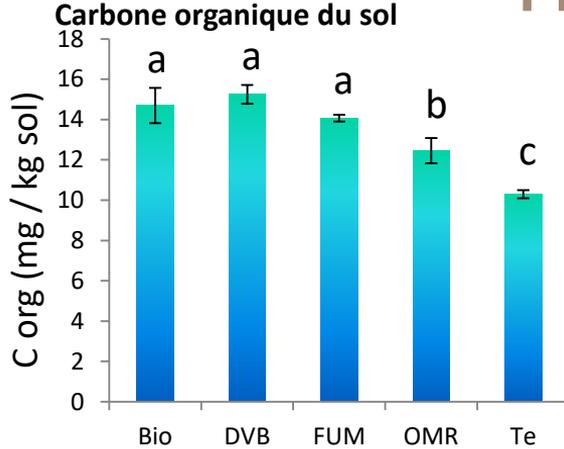
INRAE

16 décembre 2020

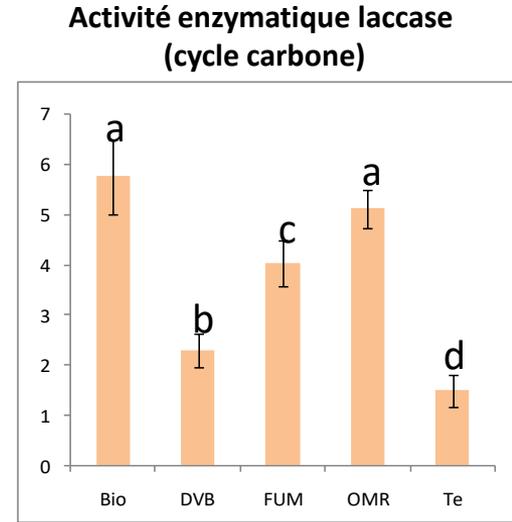
UniLaSalle - Campus de Beauvais | BEAUVAIS

Indicateurs biologiques vs physico-chimiques

Effet de l'apport de Produits Résiduaux Organiques



Plus la MO apportée est stable, plus son effet sur la teneur en C organique est importante
(Peltre. 2010)



(Site QualiAgro, Feucherolles)



Programme
Bioindicateur Adème
Gattin et al., 2012

Les indicateurs biologiques apportent des informations qualitatives sur l'état et le fonctionnement du sol



Carrefours de l'innovation
agronomique

INRAE

16 décembre 2020

UniLaSalle - Campus de Beauvais | BEAUVAIS



BIOLOGICAL

Nematode diversity

Earthworm diversity

Fungal:Bacterial ratio

Fungal biomass

Bacterial biomass

Soil organic carbon (SOC)

Rooting depth

NPP (Yield)

NPP (Yield)

CHEMICAL

CEC

K

P

SOM

C:N

pH

pH

PHYSICAL

Silt and clay content

Clay content

Bulk Density

Soil depth

Groundwater Table
Depth

Field capacity days

Wilting point days

Soil drainage class

Infiltration Capacity

Annual precipitation

Annual Ave Temp

MANAGEMENT

Type of crops

No. of crops in
rotation

Crop diversity

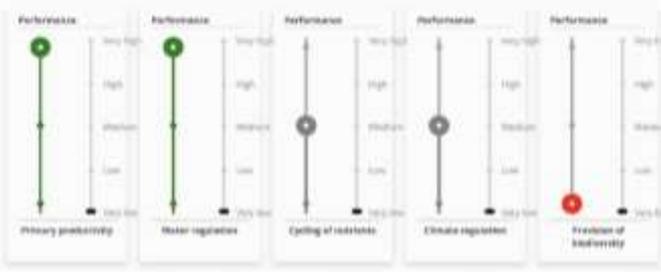
Tillage

Crop residues

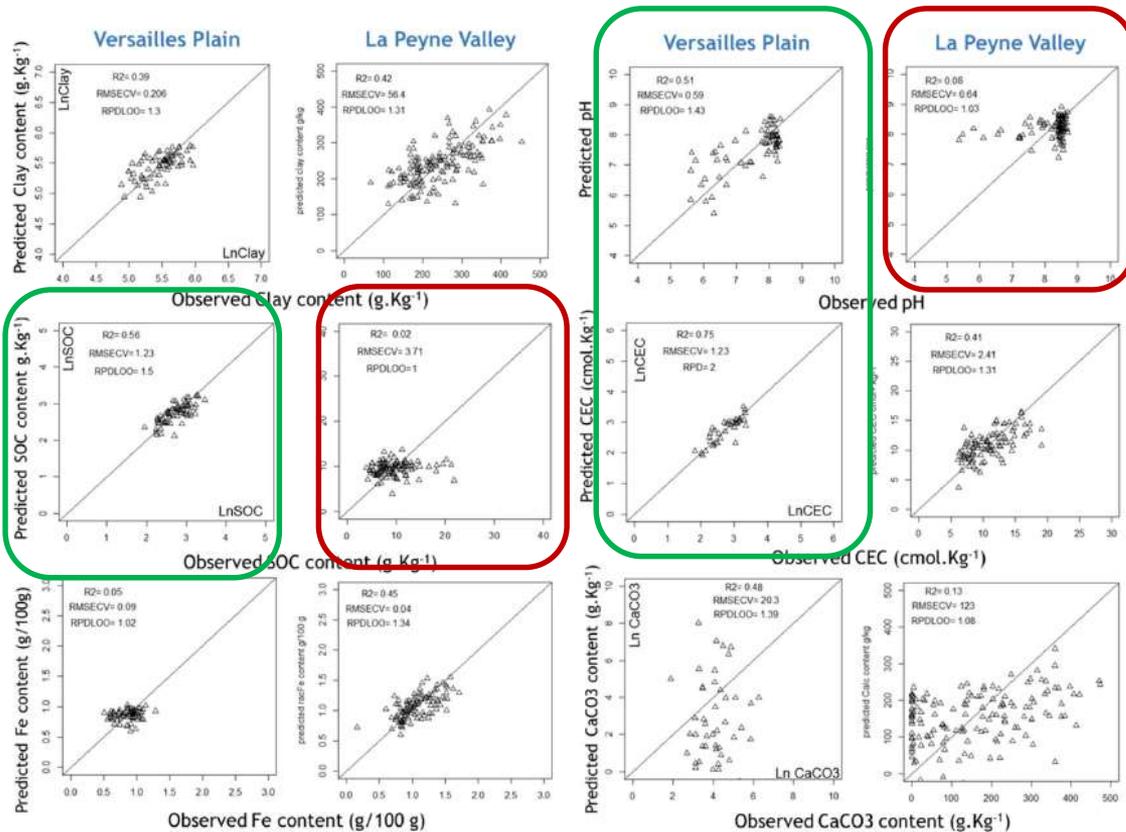
Attributes required to drive the function models and applicable for monitoring

INITIAL ASSESSMENT & IMPORTANCE

An evaluation of the current status for the five soil functions: Primary Productivity, Water Regulation, Matter Regulation, Climate Regulation and Erosion Regulation is shown in the graphics to the right. Please specify your focus elements by clicking the bars below to indicate your desired performance and priority. For each of three five soil functions. Afterwards, please press "Export" to see the results. If wanted to save the current preferences only, press "Save" button.



Application actuelle des données spatiales à l'agriculture



Prédiction de certains paramètres physico-chimiques peut être de bonne qualité

Succès variable (propriétés spectrales intrinsèques, conditions de surface, variances intra-régionales)

Vaudour et al., 2019

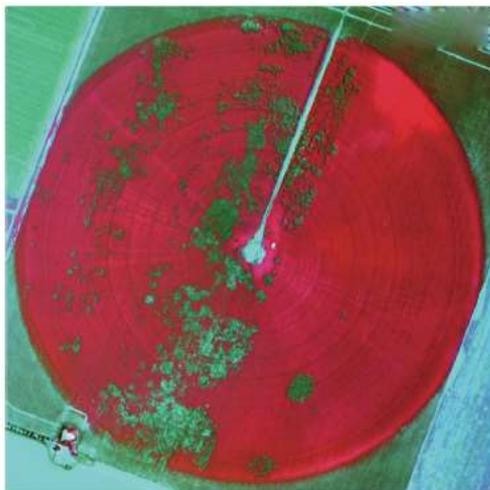
Validité des modèles prédictifs?

Echelle des observations ?

Construction des référentiels?

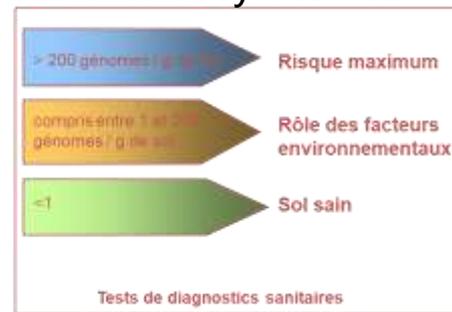
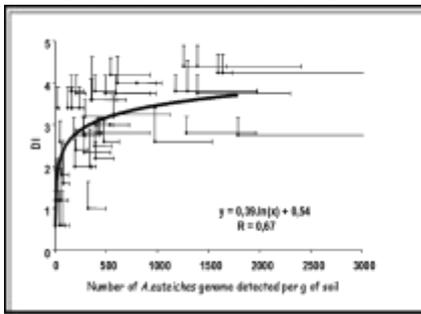
Application actuelle des données spatiales à l'agriculture

Imagerie aérienne et satellitaire utilisée pour cartographier l'infection du coton par l'agent de la pourriture racinaire

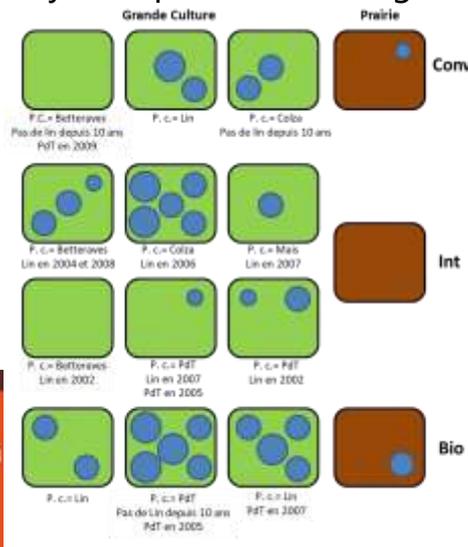


Yang, 2020

Relation inoculum A. euteiches et symptômes



Dynamique des microorganismes pathogènes dans le sol au cours de la rotation



Outil de diagnostic sanitaire?

Evaluation performance écologique des rotations?

Densité *Verticillium dahliae*



BEAUVAIS



Programmes de surveillance

Structure du système de surveillance européen des sols LUCAS et son évolution au fil des années

MODULE	Type of analysis	Year of survey				
		2009–2012	2015	2018	2021	→
MODULE 1 Physico-chemical properties	Coarse fragments (>2 mm)/% PSD ¹ : clay, silt, sand/% pH (CaCl ₂ , H ₂ O) Organic carbon/g kg ⁻¹ Carbonate content/g kg ⁻¹ Total nitrogen content/g kg ⁻¹ Extractable potassium content/mg kg ⁻¹ Phosphorous content/mg kg ⁻¹ Cation exchange capacity/cmol(+) kg ⁻¹ Electrical conductivity/mS m ⁻¹ Metals Multispectral properties Mineralogy	■	■	■	■	■
MODULE 2 Soil biodiversity	Bacteria and Archaea (16S rDNA) Fungi (ITS) Eukaryotes (18S rDNA) Microfauna (nematodes) Mesofauna (arthropods) Macrofauna (earthworms) Metagenomics			■	■	■
MODULE 3 Bulk density	Bulk density Soil moisture			■	■	■
MODULE 4 Field measurements	Soil erosion by water and wind Thickness of organic layer in Histosols Soil structure			■	■	■
MODULE 5 Pollution	Organic pollutants Pesticides residues				■	■

Possibility to include new modules

- Définir un/des états de référence (Etat, Etat souhaitable)
- Suivre les évolutions de l'état des sols
- Accompagner la gestion des sols.

Échelle de mesure ?
Fréquence d'acquisition des données ?
Quelle stratégie pour l'acquisition des métadonnées ?
Aide à la construction de référentiel ?

Conclusion (1/2)

Rôle majeur de la biodiversité des sols

Accompagner la transition agroécologique

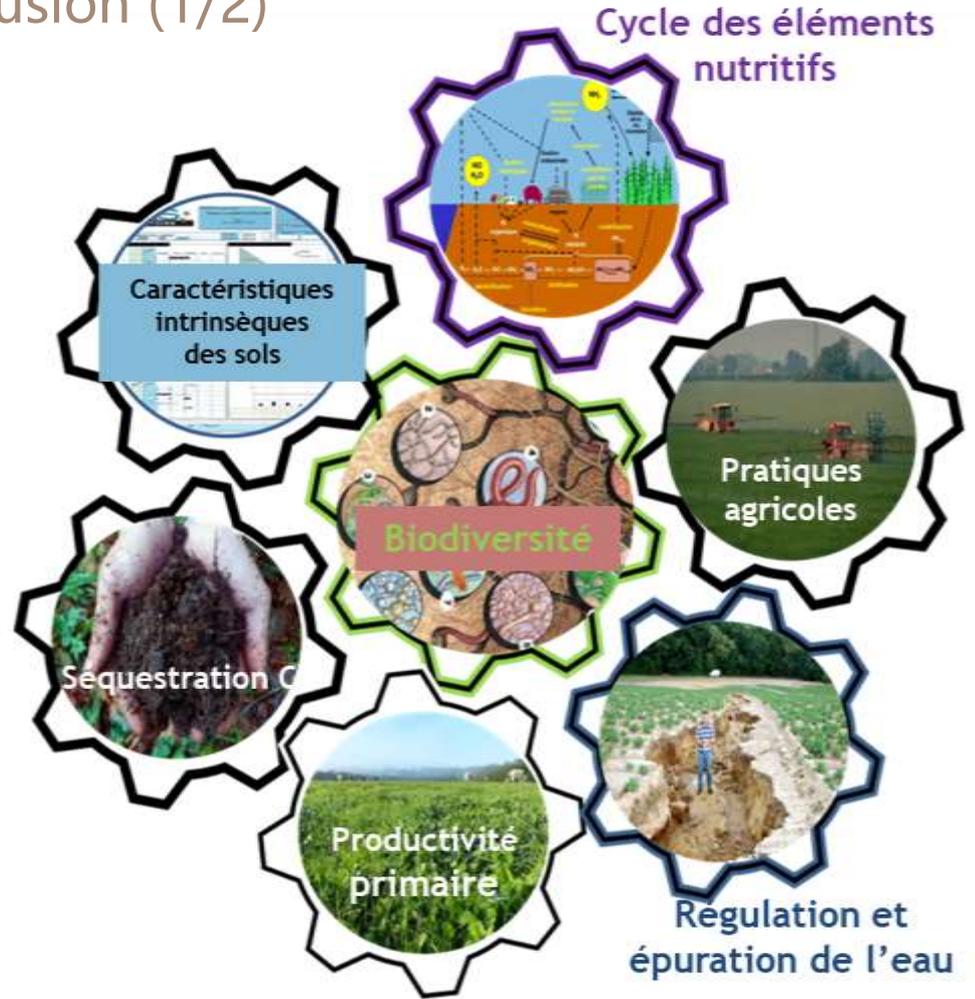
=

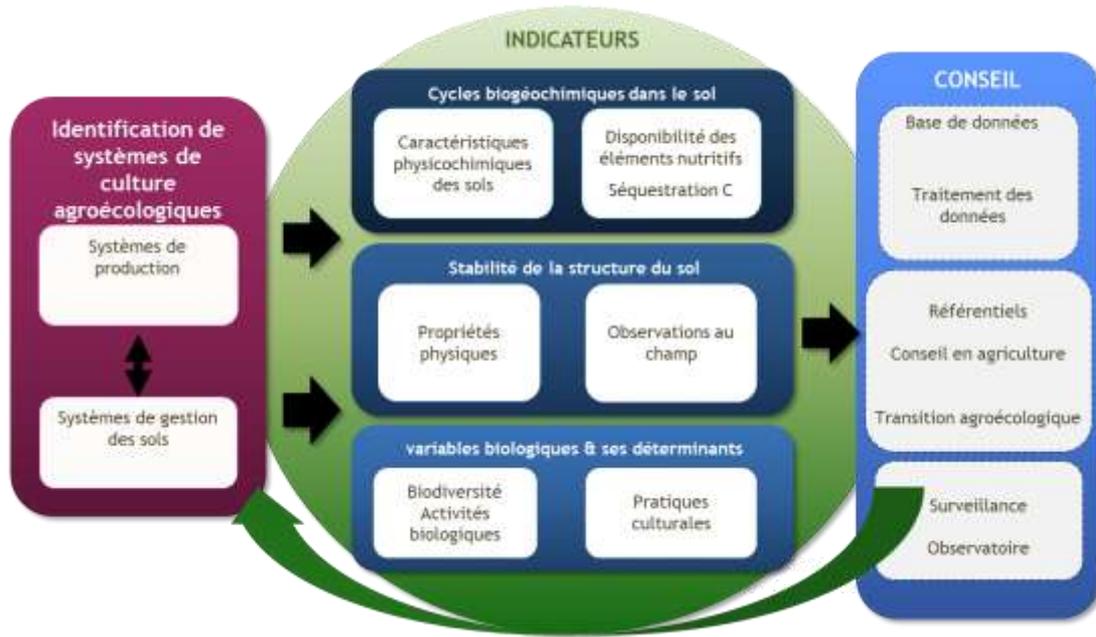
Prendre en compte la biodiversité des sols

Connaissances encore lacunaires

Manque de méthodes standardisées

Référentiels à consolider





- Echelle spatiale et temporelle des variables : variabilité dans le temps, l'espace, la profondeur
- Comment minimiser les incertitudes sur les données ?
- Acquisition de données de biologie des sols ?



Carrefours de l'innovation
agricole

INRAE



Merci de votre attention



16 décembre 2020 | UniLaSalle - Campus de Beauvais | BEAUVAIS