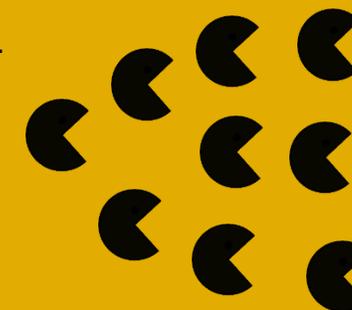


La biodiversité du sol dans le RMQS



Camille Imbert¹, Lucia Santorufo², Carole Ortega¹, Claudy Jolivet¹,
Nathalie Cheviron³, Daniel Cluzeau⁴, Jérôme Cortet⁵, Guénola Pérès⁶,
Lionel Ranjard⁷, Cécile Villenave⁸, Antonio Bispo¹



¹ Infosol, Orléans

² Département de Biologie, Naples

³ Ecosys, Versailles

⁴ EcoBioSol, Rennes

⁵ CEFE, Montpellier

⁶ SAS, Rennes

⁷ Agroécologie, Dijon

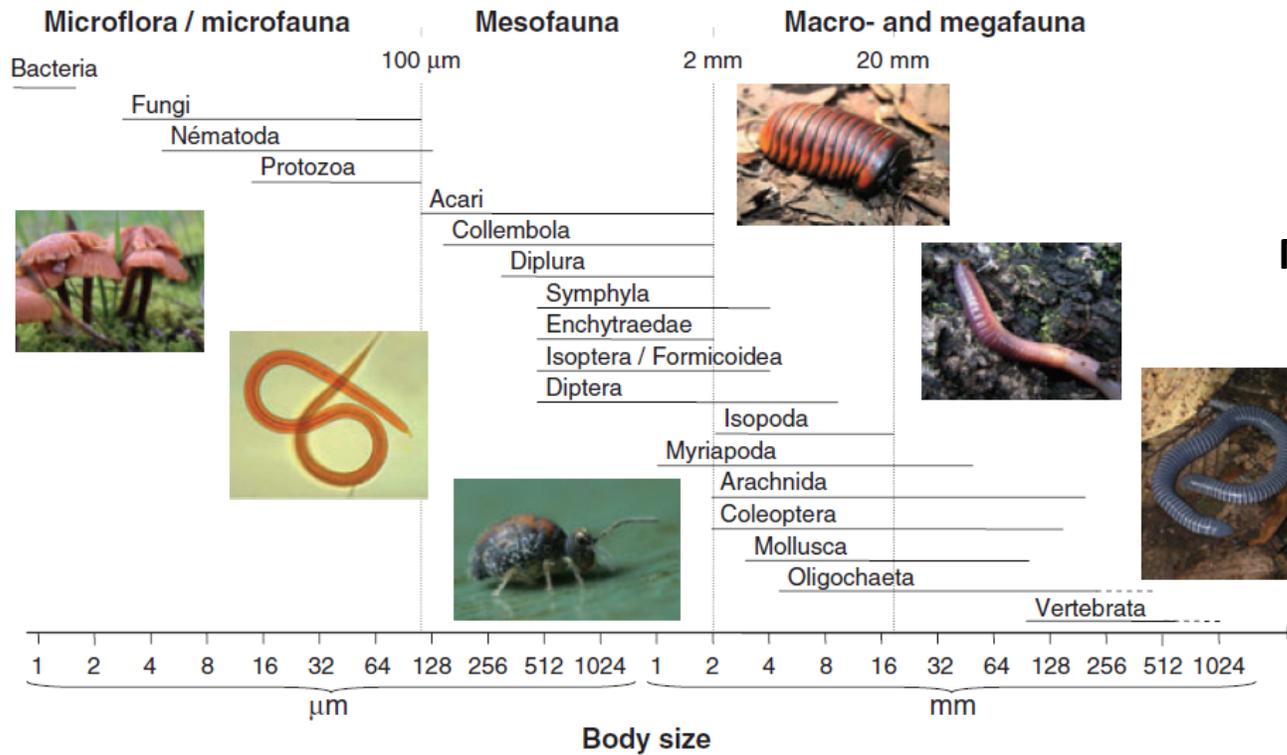
⁸ Elisol Environnement

Composition de la biodiversité du sol

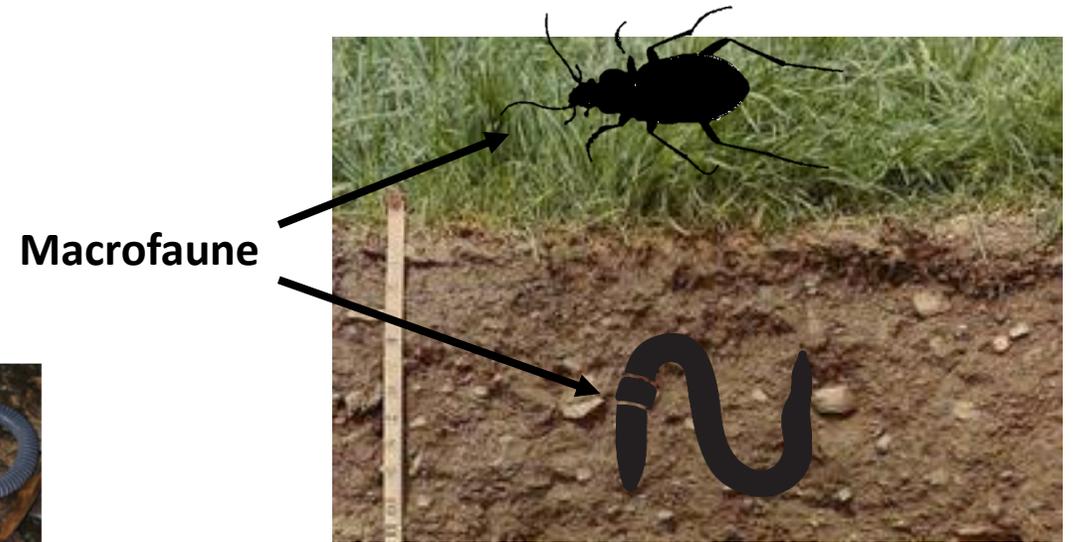
La biodiversité du sol :

des taxons

Différentes tailles de taxons



Biodiversité souterraine et biodiversité de surface

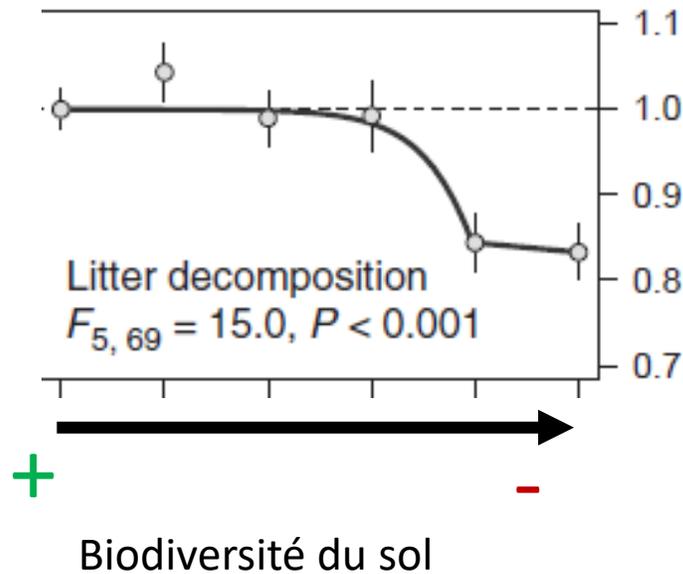


La biodiversité du sol est essentielle pour l'Homme

La biodiversité du sol est :

et des fonctions

Changement
proportionnel de la
fonction de la
dégradation de la
litière



La biodiversité du sol est :
essentielle pour les activités humaines

notamment pour l'agriculture



La biodiversité du sol est méconnue

La biodiversité du sol est :
essentielle pour les activités humaines
méconnue

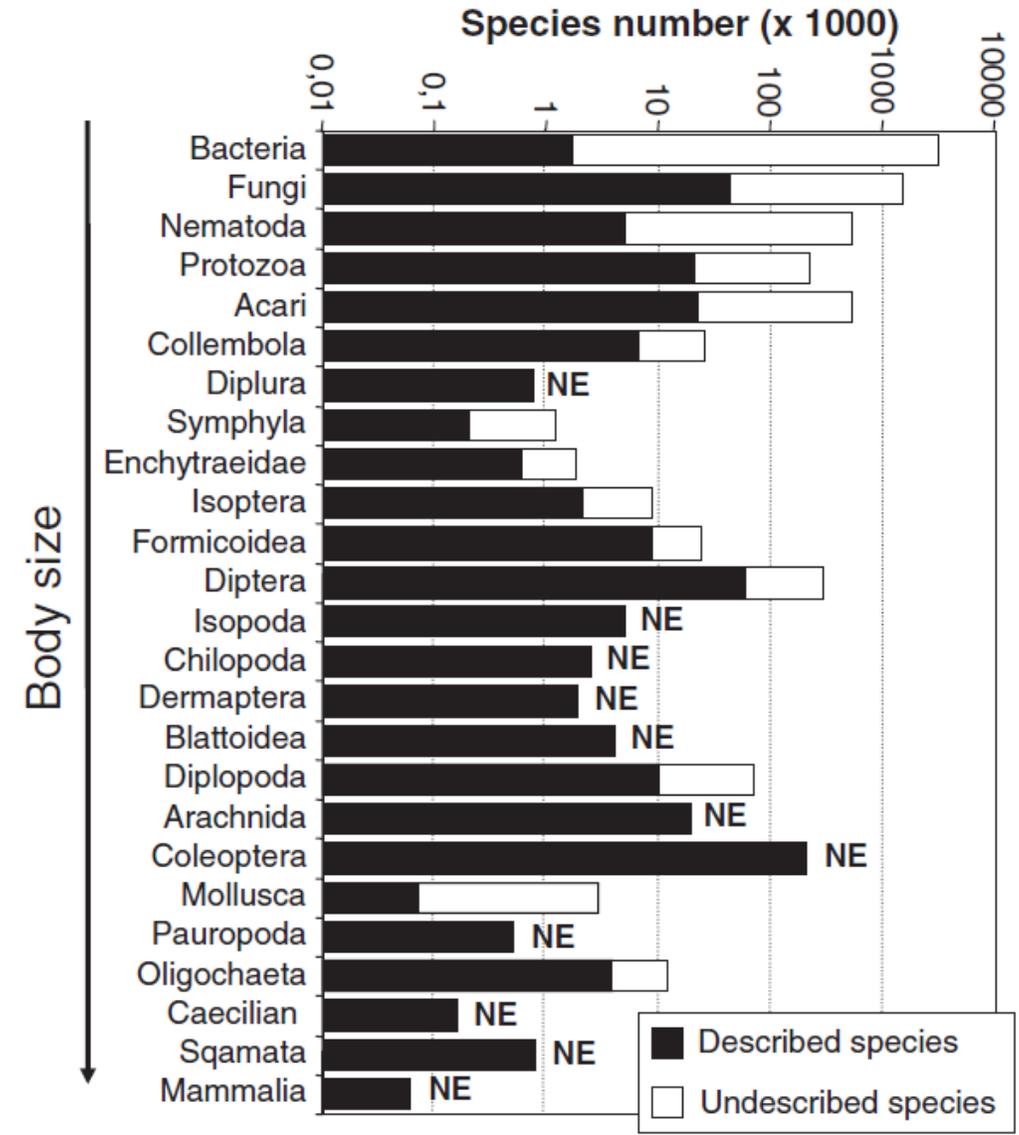


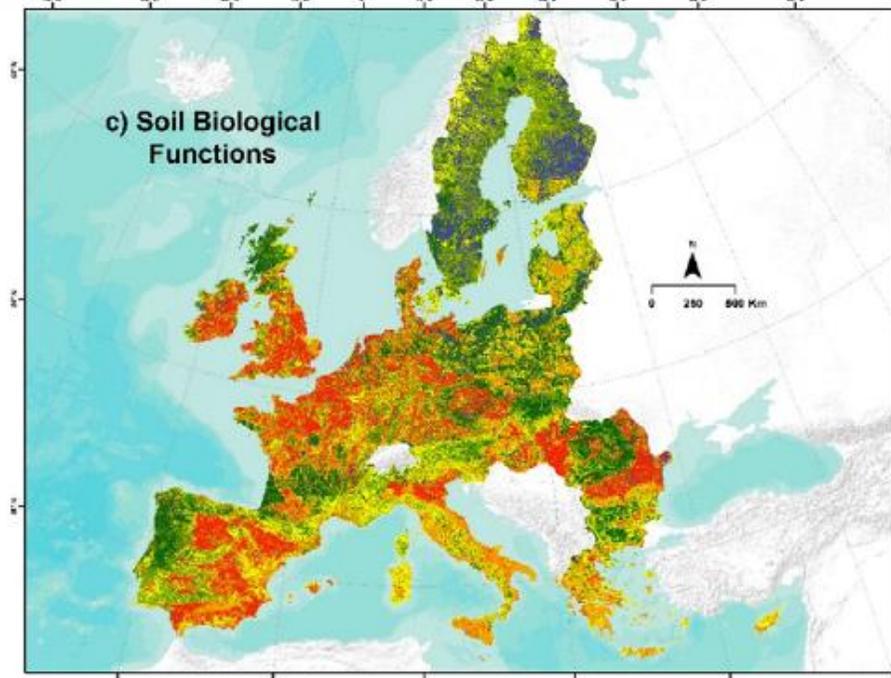
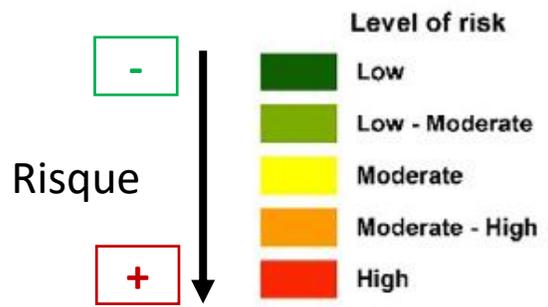
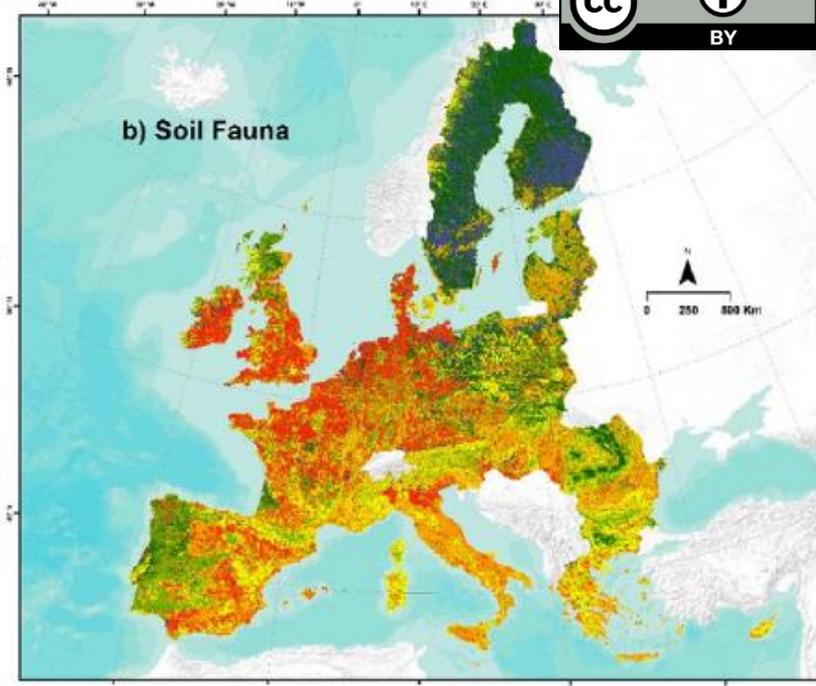
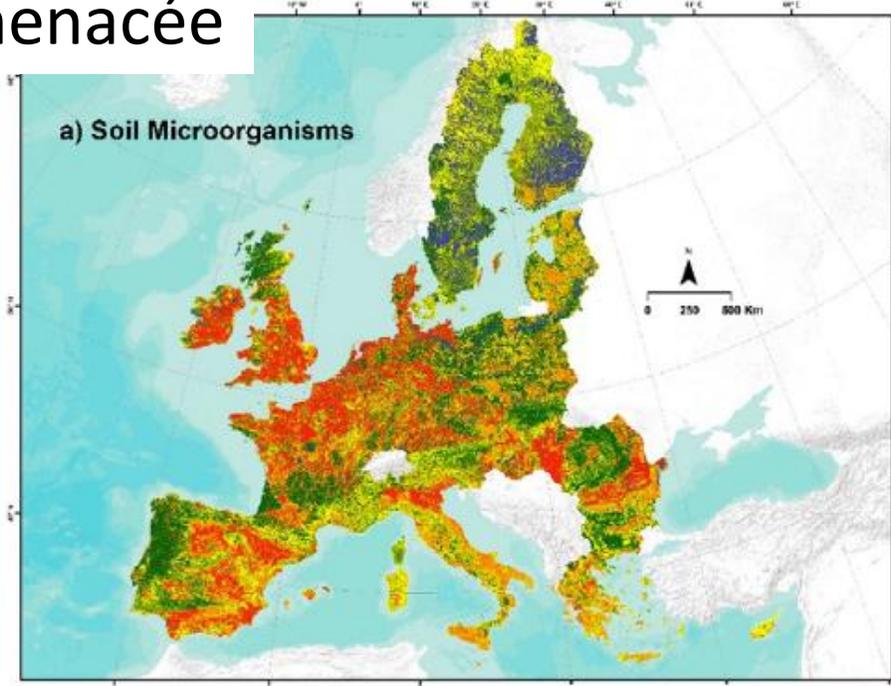
Figure 2 Numbers of described species and estimated numbers of existing species of the main taxonomic groups of soil organisms (after Decaëns *et al.*, 2006) (NE, not estimated).

Decaëns *et al.* 2006,
Decaëns, 2010

La biodiversité du sol est menacée



La biodiversité du sol est :
essentielle pour les activités humaines
méconnue
menacée



Besoin d'un suivi à large échelle en France

mais :

- Coûts financiers
- Besoin d'équipes opérationnelles sur le terrain
- Besoin d'un réseau de partenaires experts d'un taxon/d'une fonction pour assurer le travail en laboratoire (analyse/taxonomie)

 **S'appuyer sur un suivi déjà existant : le RMQS** 

Le RMQS comme suivis de biodiversité passés, présents et futurs

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021



RMQS1

RMQS2

2017-2018

2006

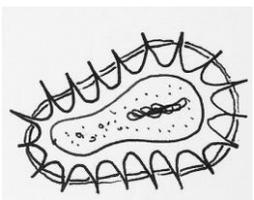
2011

2016- en cours

ECOMIC-RMQS

MetaTAXOMIC-RMQS

MetaOMIC-RMQS



2006-2007

RMQS-Biodiv

GéoTruffe-RMQS



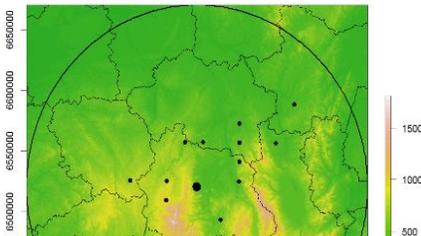
Tuber brumale

2017

FLORIS

Filtres Locaux et régiOnaux imposés à la biodiveRsité des pralries permanenteS

Sites FLORIS



2016- en cours

Activité enzymatique avec ECOSYS

à venir

Réseau de Mesures de la Biodiversité du Sol (RMBS)

Le RMQS comme suivis de biodiversité passés, présents et futurs

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021

RMQS1

RMQS2

2006

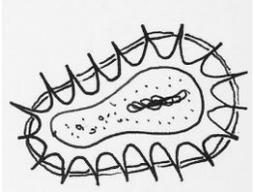
2011

2016- en cours

ECOMIC-RMQS

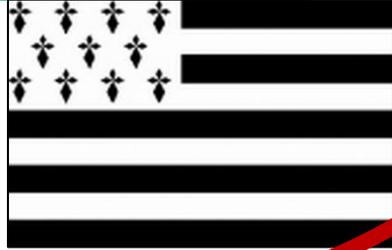
MetaTAXOMIC-RMQS

MetaOMIC-RMQS



2006-2007

RMQS-Biodiv



2017-2018

GéoTruffe-RMQS



Tuber brumale

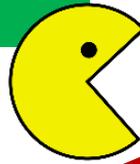
2017

FLORIS

Filtres Locaux et régiOnaux imposés à la biodiveRsité des prairies permanenteS

2016- en cours

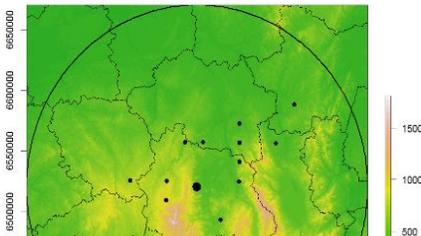
Activité enzymatique avec ECOSYS



à venir

Réseau de Mesures de la Biodiversité du Sol (RMBS)

Sites FLORIS



Bactéries et champignons ECOMIC-RMQS MetaTAXOMIC-RMQS MetaOMIC-RMQS

- Objectifs : Définir la distribution et les niches écologiques des phylums de bactéries en France (champignons en cours de séquençage)

INRAE Agroécologie (Dijon)



Bactéries et champignons ECOMIC-RMQS MetaTAXOMIC-RMQS MetaOMIC-RMQS

➤ **Objectifs :** Définir la distribution et les niches écologiques des phylums de bactéries en France

➤ **Méthodologie :**

Ensemble des sites RMQS, de 2006 à aujourd'hui

Aliquote de l'échantillon composite de sol de surface



Pyroséquençage pour identifier les taxons de bactéries présents



Bactéries et champignons ECOMIC-RMQS MetaTAXOMIC-RMQS MetaOMIC-RMQS

➤ Objectifs : Définir la distribution et les niches écologiques des phylums de bactéries en France

➤ Méthodologie :

Ensemble des sites RMQS1

Aliquote de l'échantillon composite de sol de surface



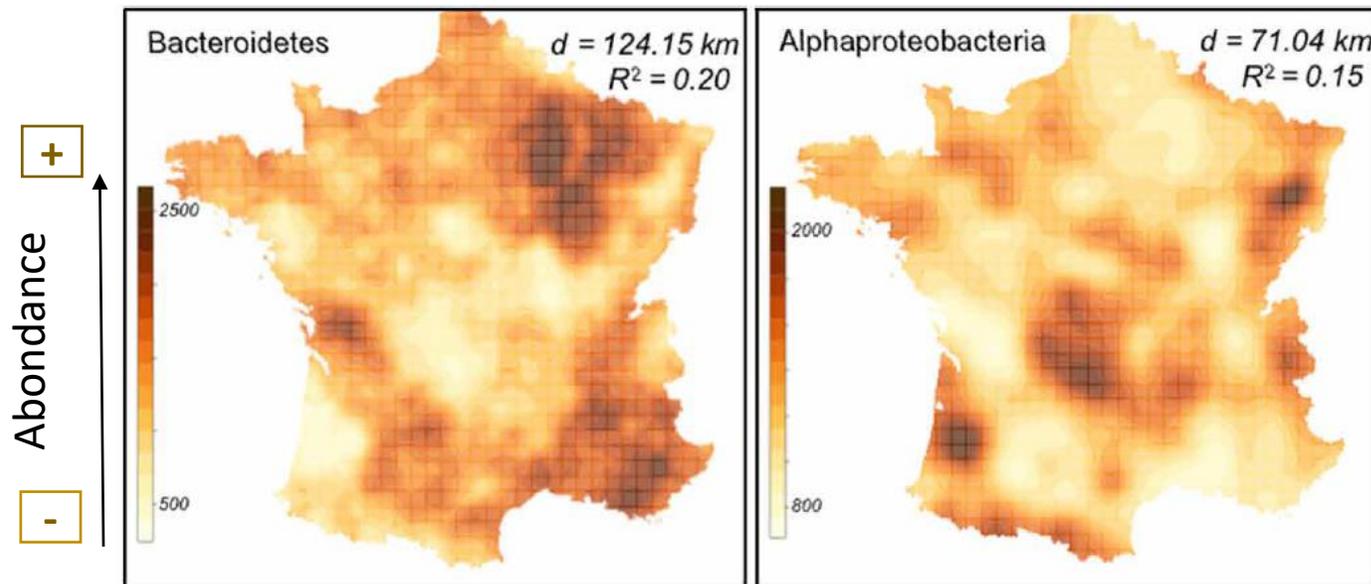
Pyroséquençage pour identifier les taxons de bactéries présents



➤ Résultats marquants :

Distribution sur le territoire français métropolitain de 35 phylums de bactéries et archées

Variables environnementales influençant la distribution des phylums



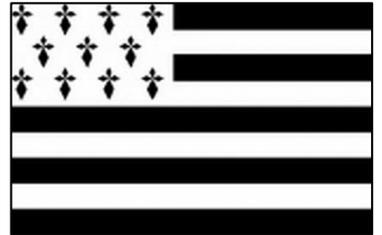
- Objectifs : 1) Référentiel de la biodiversité du sol breton, 2) Identifier des bioindicateurs des perturbations anthropiques
3) Déterminer si la biodiversité du sol varie en fonction des usages du sol

IRD, Biosol (Bondy)
CNRS, EcoBio (Rennes)
ENSAIA-INPL-INRA, Sols et Environnement (Nancy)
CNRS, MECADEV (Brunoy)
UMR Seq-Bio (Montpellier)
UMR CBGP (Montpellier)
UMR INRA Agroécologie (Dijon)

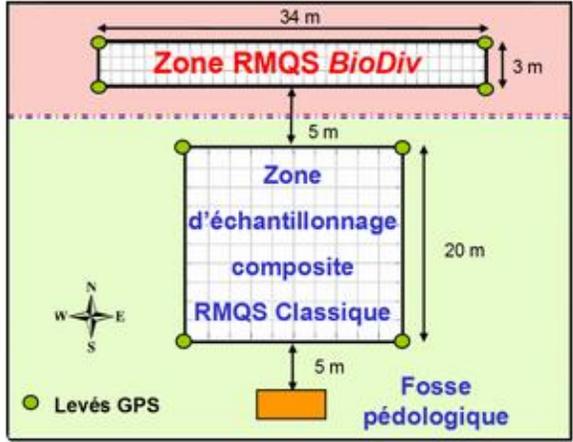
Biodiversité du sol en Bretagne RMQS-Biodiv

- Objectifs : 1) Référentiel de la biodiversité du sol breton, 2) Identifier des bioindicateurs des perturbations anthropiques 3) Déterminer si la biodiversité du sol varie en fonction des usages du sol

➤ Méthodologie :

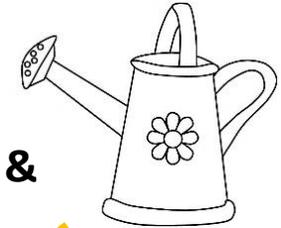


107 sites RMQS de Bretagne
En 2006 et 2007

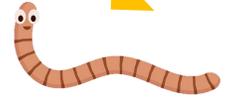
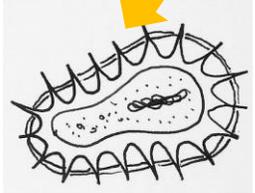


Suivis en dehors du site d'échantillonnage du RMQS

5 protocoles sur le terrain :



5 taxons et 1 fonction suivis :



Microorganismes

Nématodes

Lombriciens

Macrofaune endogée

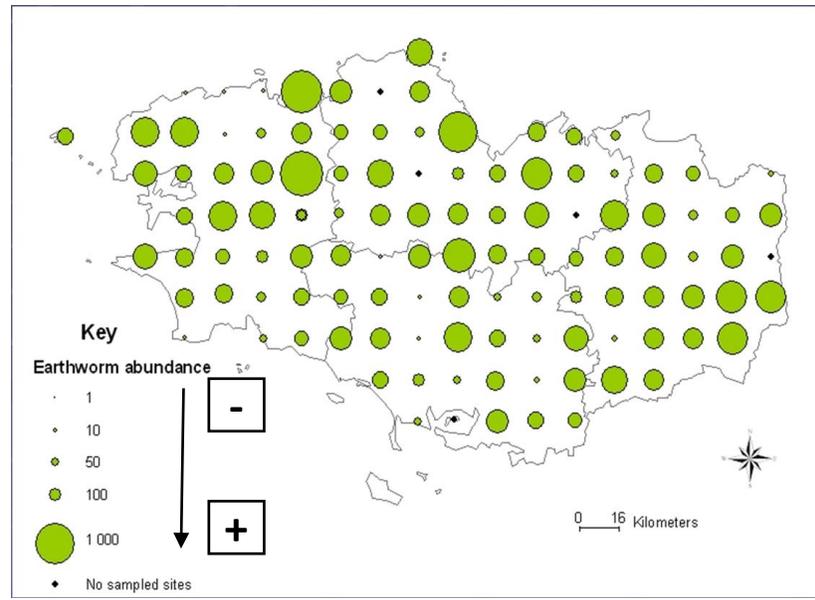
Collemboles et acariens

Dégradation de la matière organique

Biodiversité du sol en Bretagne RMQS-Biodiv

1) Référentiel de la biodiversité du sol breton

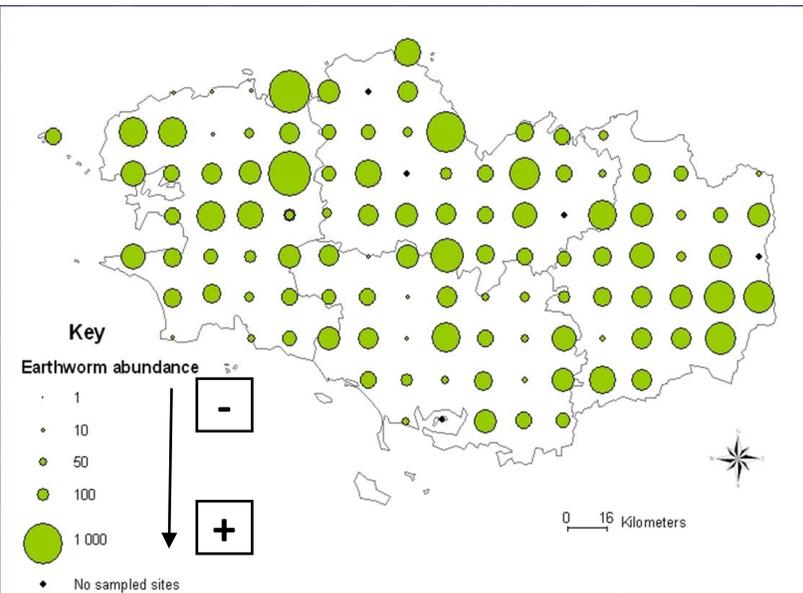
Grande hétérogénéité de la distribution des vers de terre



Abondance

Biodiversité du sol en Bretagne RMQS-Biodiv

1) Référentiel de la biodiversité du sol breton



Abondance

Grande hétérogénéité de la distribution des vers de terre

2) Identifier des bioindicateurs des perturbations anthropiques

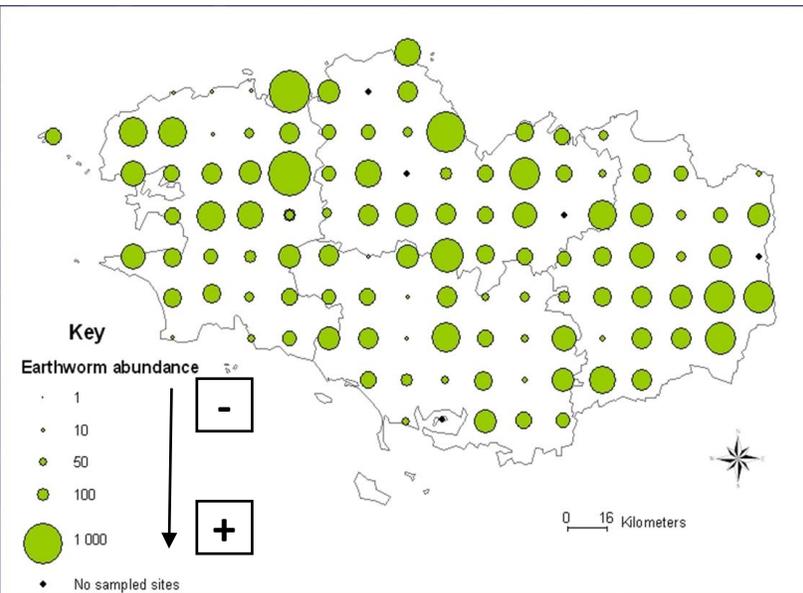
Abondances en macrofaune et en collemboles
Richesse spécifique en collemboles et nématodes



Indicateurs des pratiques agricoles (gestion, fertilisation)

Biodiversité du sol en Bretagne RMQS-Biodiv

1) Référentiel de la biodiversité du sol breton



Grande hétérogénéité de la distribution des vers de terre

2) Identifier des bioindicateurs des perturbations anthropiques

Abondances en macrofaune et en collemboles
Richesse spécifique en collemboles et nématodes



Indicateurs des pratiques agricoles (gestion, fertilisation)

Abondance

3) Déterminer si la biodiversité du sol varie en fonction des usages du sol

Abondances en vers de terre distinguent terres, nematodes, acariens et bactéries

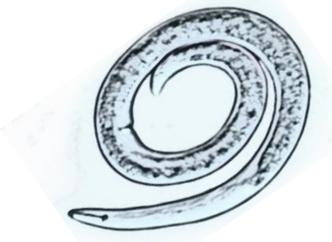


Usages du sol : Cultures, Forêt, Prairies

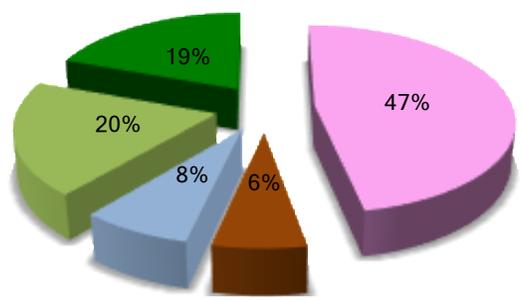
Biomasse en bactéries

- Bactérovores
- Fongivores
- Omnivores + carnivores
- Phytophages facultatifs
- Phytoparasites

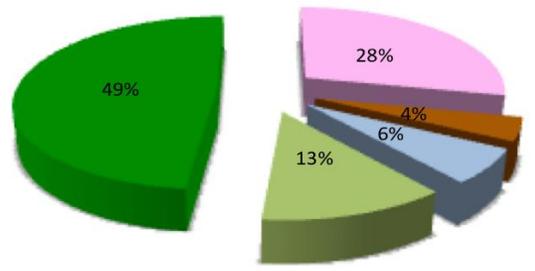
Exemple : les nématodes



Cultures (13 nématodes/g de sol sec)



Prairies (21 nématodes/g de sol sec)



Premiers résultats sur l'activité enzymatique

➤ Objectifs :

- 1) Distribution de l'activité enzymatique
- 2) Différences selon l'usage du sol
- 3) Bioindicateur pertinent ?
- 4) Redondance d'activité entre les enzymes

INRAE, ECOSYS-plateforme
BIOCHEMENV
(Versailles)

Premiers résultats sur l'activité enzymatique

➤ Objectifs :

- 1) Distribution de l'activité enzymatique
- 2) Différences selon l'usage du sol
- 3) Bioindicateur pertinent ?
- 4) Redondance d'activité entre les enzymes

➤ Méthodologie :

Ensemble des sites RMQS2

Sites de 2016 et 2017 : 5 enzymes

Sites de 2018 et 2019 : 10 enzymes

Premiers résultats sur l'activité enzymatique

➤ Objectifs :

- 1) Distribution de l'activité enzymatique
- 2) Différences selon l'usage du sol
- 3) Bioindicateur pertinent ?
- 4) Redondance d'activité entre les enzymes

➤ Méthodologie :

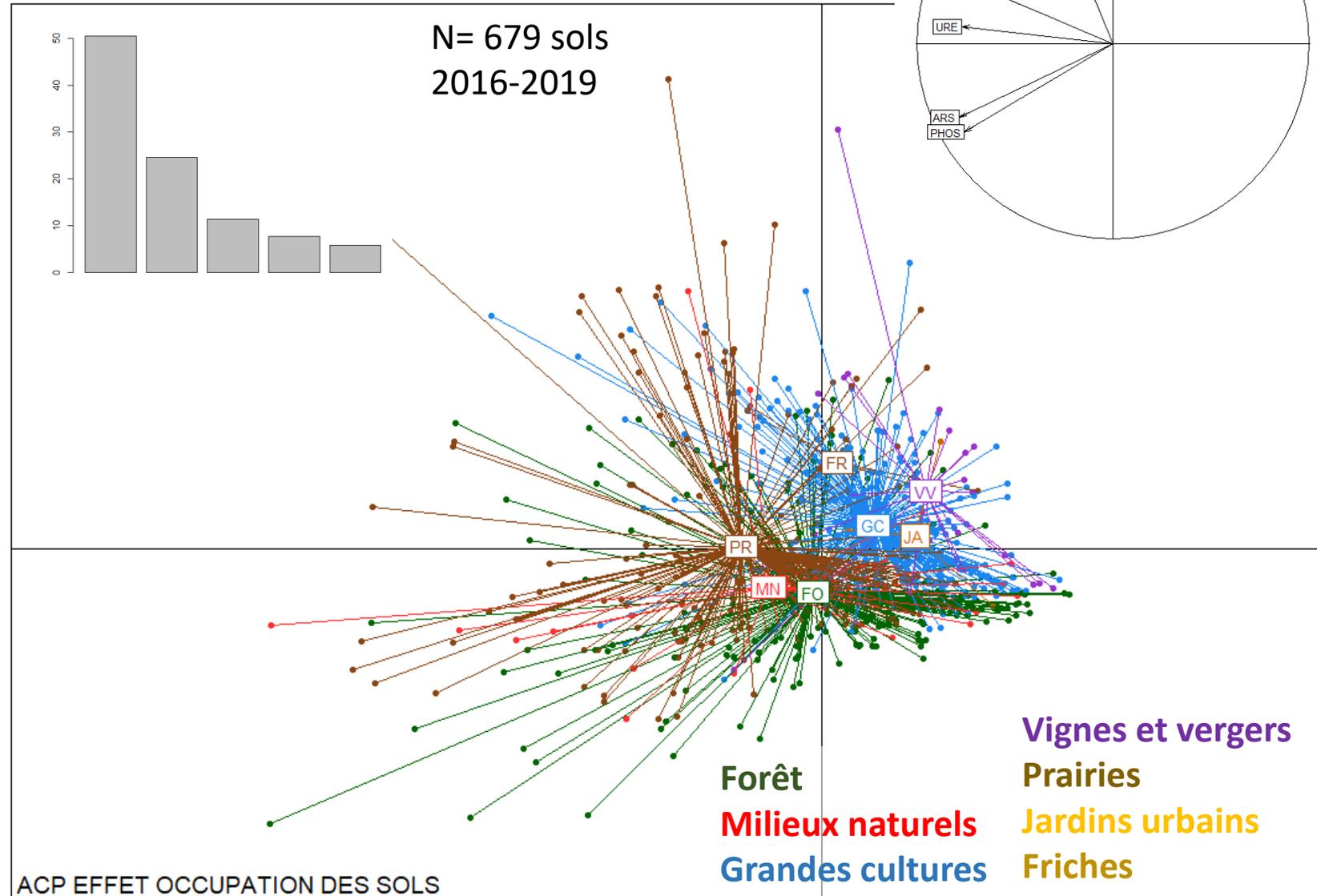
Ensemble des sites RMQS

Sites de 2016 et 2017 : 5 enzymes
 Sites de 2018 et 2019 : 10 enzymes

➤ Résultats :

Différences d'activité pour les 5 enzymes selon l'usage du sol

Activité enzymatique des 5 enzymes  Usages du sol



2018-2019 : Etude de faisabilité

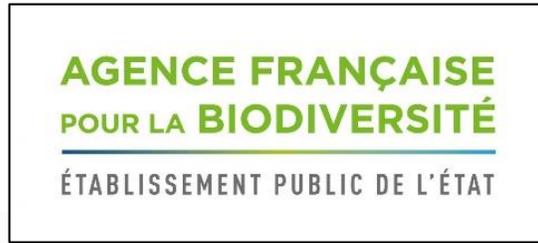
Est-ce possible d'adosser un réseau de mesures de la biodiversité du sol (RMBS) au RMQS ?

INRAE, ECOSYS-plateforme BIOCHEMENV (Versailles)
INRAE, EMMAH (Avignon)
Agrocampus Ouest-INRAE, SAS (Rennes)
CNRS, ECOBIO (Rennes)
CNRS, LES (Nancy)
CNRS-IRD-INRAE Eco&Sols (Montpellier)
INRAE, Agroécologie (Dijon)
MNHN, CESCO (Paris)
CNRS, CEFE (Montpellier)
CNRS, IEC (Metz)

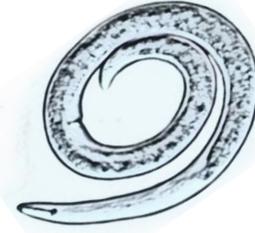
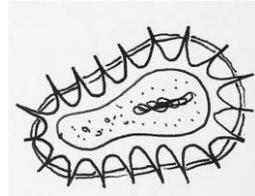
Le Réseau de Mesures de la Biodiversité du Sol (RMBS)

2018-2019 : Etude de faisabilité

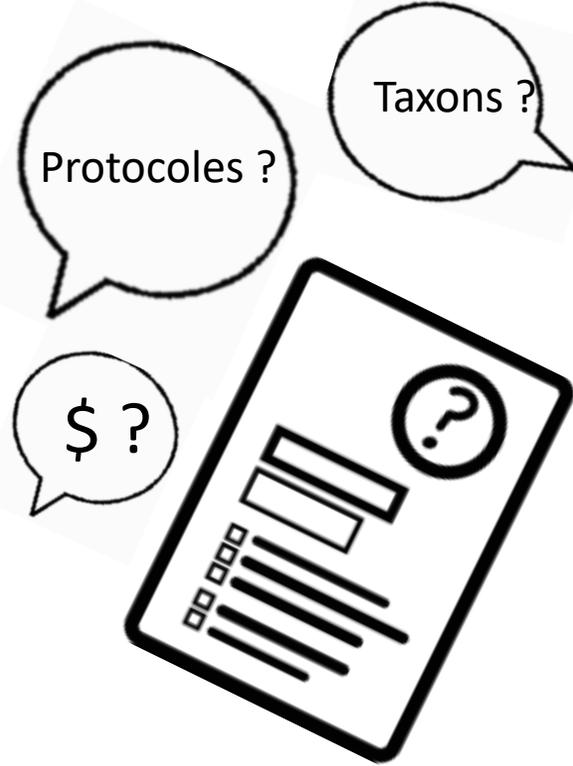
Est-ce possible d'adosser un réseau de mesures de la biodiversité du sol (RMBS) au RMQS ?



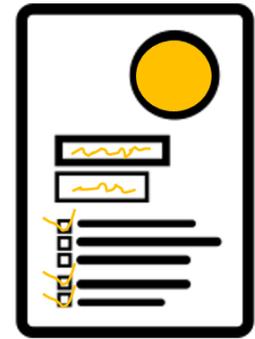
Demande de l'AFB



Constitution d'un groupe d'experts sur la biodiversité du sol



Rédaction d'un questionnaire en collaboration avec les experts



Collecte des informations (taxon et fonction à suivre, protocoles, besoins) et validation des avancées

Le Réseau de Mesures de la Biodiversité du Sol (RMBS)

Est-ce possible d'adosser un réseau de mesures de la biodiversité du sol (RMBS) au RMQS ?

oui

Les taxons et les fonctions choisis :

10 protocoles :

Taxons

Bactéries et champignons

Mésafaune endogée

Protistes

Macrofaune endogée

Nématodes

Macrofaune et mésafaune de surface

Banque de graines

Flore et Fonge encore à déterminer

Fonctions

Activité enzymatique

Porosité du sol

Dégradation de la matière organique



Echantillon composite



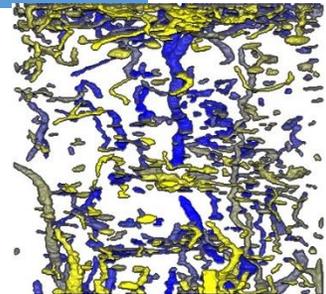
Pots-pièges

5 expérimentations sur le terrain :

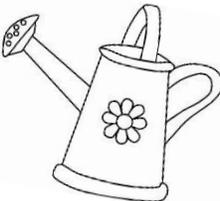
Carotte diamètre 5cm



Carotte diamètre 16cm



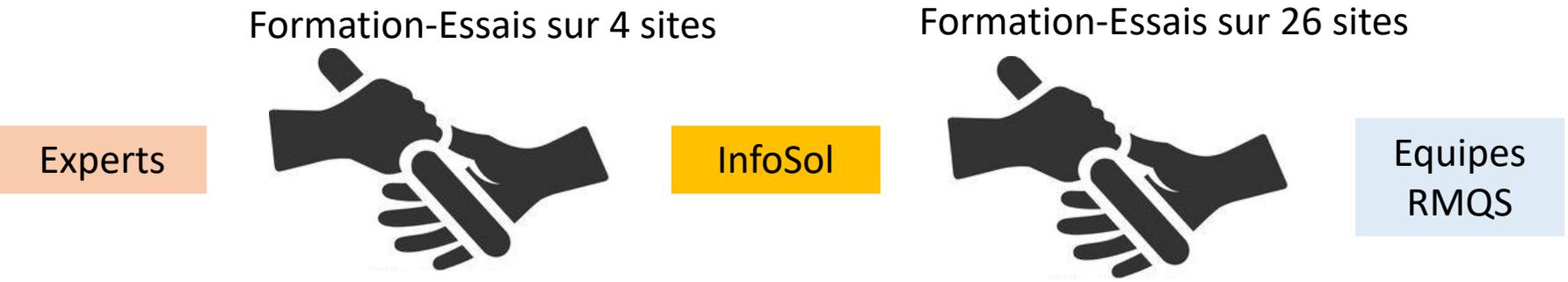
Test bêche et moutarde



Le Réseau de Mesures de la Biodiversité du Sol (RMBS)

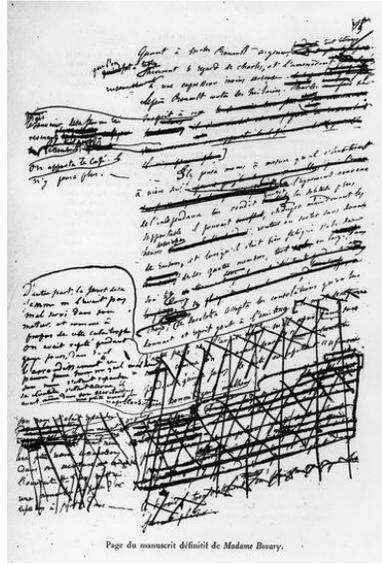
2018-2019 : Etude de faisabilité

2020-2021 : Ecrire le manuel RMBS et former les équipes RMQS



1^{ère} version du manuel RMBS

2^{ème} version du manuel RMBS



Page du manuscrit d'initié de Madame Bouary.

Les données sur la biodiversité du RMQS

➤ Analyses en attente

➤ Dynamiques temporelles

➤ Répondre au besoin de connaissances

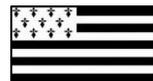
2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021

RMQS1

RMQS2



 Ensemble des sites RMQS de France métropolitaine

 107 sites RMQS en Bretagne

 30 sites RMQS répartis sur l'ensemble de la France métropolitaine



Merci pour votre attention

Bibliographie :

Cluzeau, D., Guernion, M., Chaussod, R., Martin-Laurent, F., Villenave, C., Cortet, J., ... & Bellido, A. (2012). Integration of biodiversity in soil quality monitoring: Baselines for microbial and soil fauna parameters for different land-use types. *European Journal of Soil Biology*, *49*, 63-72.

Decaëns, T., Jiménez, J.J., Gioia, C., Measey, G.J. & Lavelle, P.

(2006) The values of soil animals for conservation biology.

European Journal of Soil Biology, **42**, S23–S38.

Decaëns, T. (2010). Macroecological patterns in soil communities. *Global Ecology and Biogeography*, *19*(3), 287-302.

Karimi, B., Terrat, S., Dequiedt, S., Saby, N.P.A., Horrigue, W., Lelièvre, M., Nowak, V., Jolivet, C., Arrouays, D., Wincker, P., Cruaud, C., Bispo, A., Maron, P.-A., Bouré, N.C.P., Ranjard, L., 2018. Biogeography of soil bacteria and archaea across France. *Sci. Adv.* *4*, eaat1808. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1808>

Orgiazzi, A., Panagos, P., Yigini, Y., Dunbar, M. B., Gardi, C., Montanarella, L., & Ballabio, C. (2016). A knowledge-based approach to estimating the magnitude and spatial patterns of potential threats to soil biodiversity. *Science of the Total Environment*, *545*, 11-20.

Pérès, G., Chaussod, R., Cortet, J., Fargette, M., Mateille, T., Ponge, J. F., ... & Bispo, A. (2008). Relevance of different soil fauna and microflora groups in the monitoring of soil biodiversity: RMQS-Biodiv, a French pilot area experience. In *15th International Colloquium on Soil Zoology*.

Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F., & van der Heijden, M. G. (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(14), 5266-5270.

ecobiosoil.univ-rennes1.fr/page/programme-rmq-s-biodiv