



# Biodiversité de la faune du sol, sa contribution aux fonctions des écosystèmes & focus sur les vers de terre !

Daniel Cluzeau

Université de Rennes, UMR CNRS EcoBio  
Observatoire des Sciences de Rennes

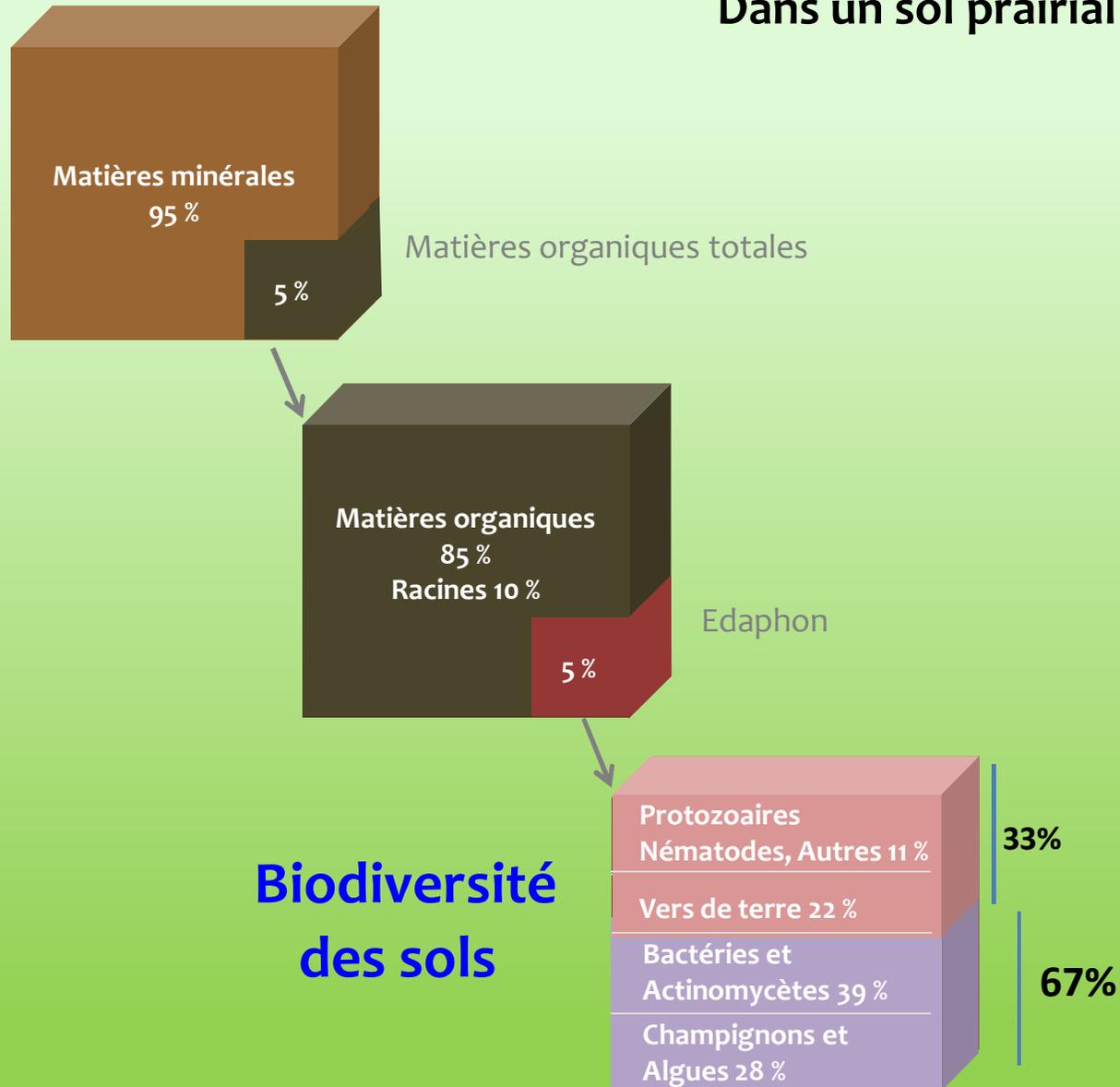


OPVVT

[ecobiosoil.univ-rennes1.fr](http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr)

# Que représente cette faune du sol au sein de la biodiversité des sols ?

## Dans un sol prairial



... une diversité  
spécifique et génétique

La composante biologique des sols  
= 0,25% de la masse  
d'un sol prairial

**La faune du sol (0,08)**

des centaines d'espèces,  
des millions d'individus,

**0.5 à 2 tonnes par ha**

**Les micro-organismes**

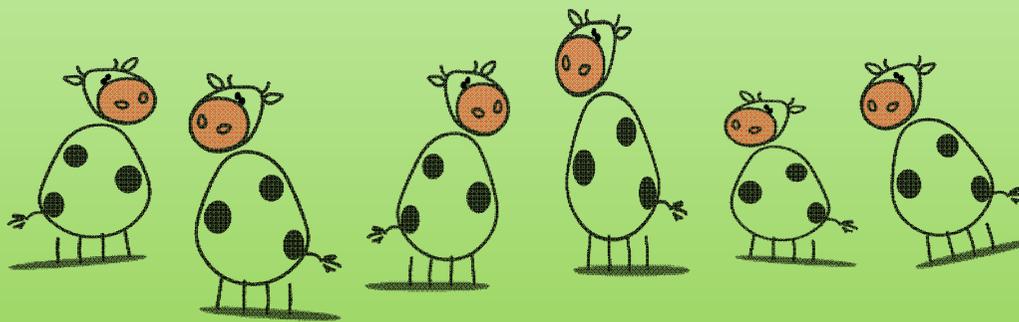
des millions d'espèces,  
des milliards d'individus,

**1 à 4 tonnes par ha**

# Que représente cette faune du sol au sein de la biodiversité des sols ?

En moyenne, sous un hectare de prairie,  
la biodiversité du sol correspond à ...

... **4,5 tonnes d'organismes**  
qui respirent, digèrent, excrètent  
soit l'équivalent de



**6 vaches**

... **une diversité  
spécifique et génétique**

La composante biologique des sols  
= **0,25% de la masse**  
d'un sol prairial

**La faune du sol (0,08)**

des centaines d'espèces,  
des millions d'individus,

**0.5 à 2 tonnes par ha**

**Les micro-organismes**

des millions d'espèces,  
des milliards d'individus,

**1 à 4 tonnes par ha**

# Le sol, support de la biodiversité

Le sol est constitué de compartiments de taille variable.



une texture,

argile limon sable galets-pierres blocs

des porosités,

micropores pores moyens macropores, fissures, galeries (racines, vers, ...)

de la biodiversité

Microorganismes & Microfaune



Méso-faune



Macro-faune



Méga-faune



Végétaux



→ des habitats de taille croissante pour une biodiversité de taille croissante

Agrégat  
(μm-mm)

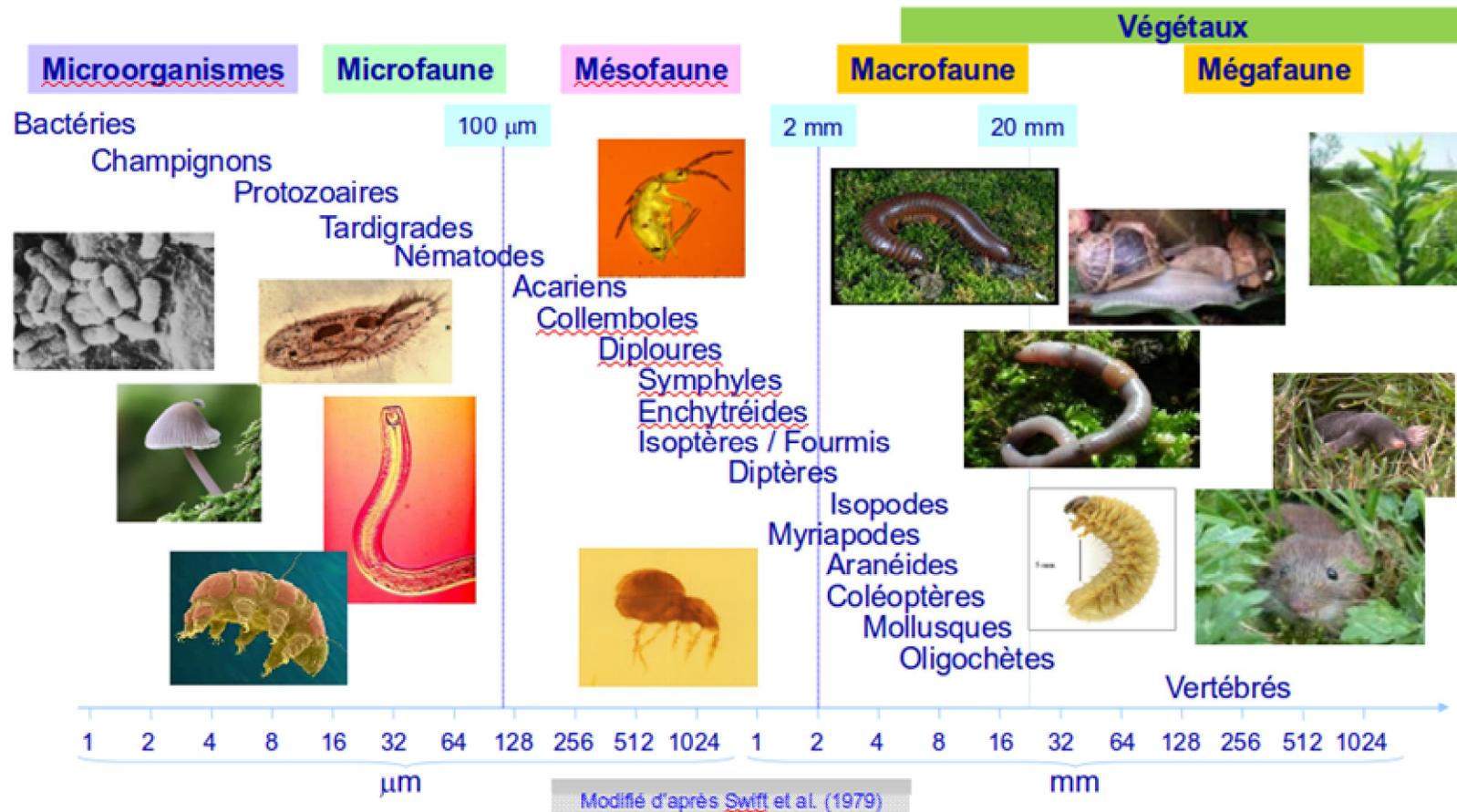
Motte  
(cm-dm)

Profil  
(m - dam)

→ des univers de vie de taille croissante pour une biodiversité de taille croissante

# Le sol, support de la biodiversité

Des habitats de taille croissante pour une biodiversité de taille croissante



Le sol serait-il vraiment un milieu « vivant » ?

# Le sol, un système interactif



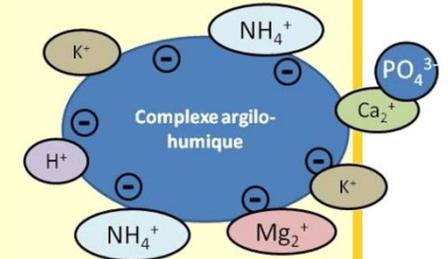
MATIERES ORGANIQUES

STRUCTURES DU SOL

Systeme interactif

SOLUTIONS DU SOL

μorganismes & Faune du SOL

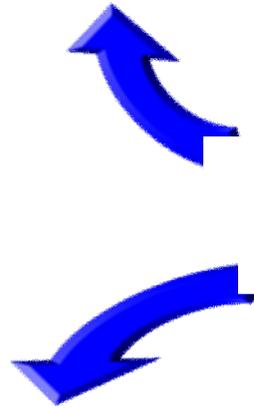


# Quelles contributions aux fonctions du sol ?

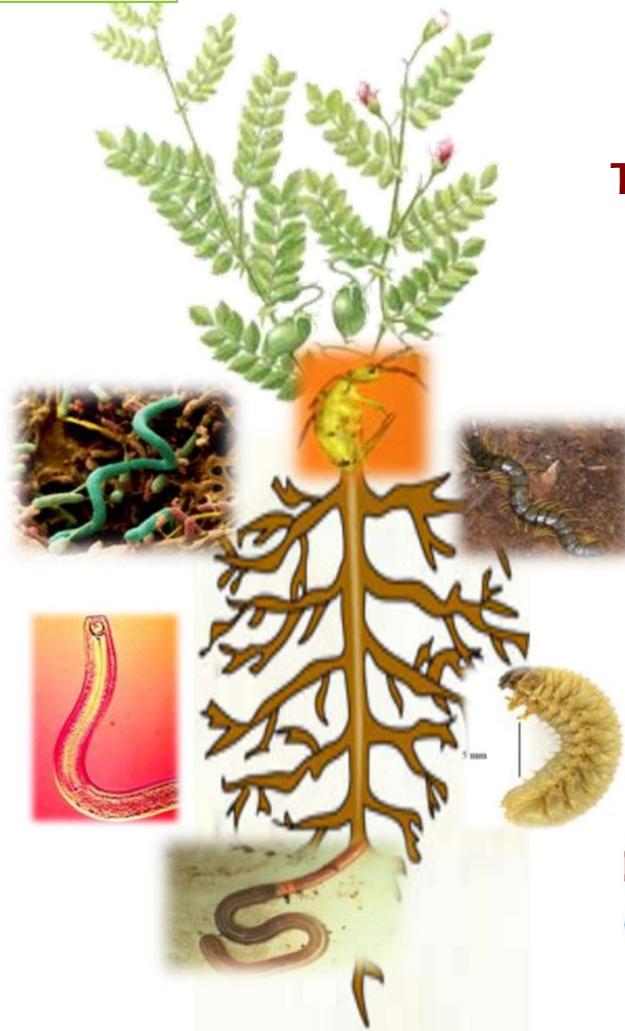
## Les 4 grandes fonctions écologiques

... une diversité  
fonctionnelle

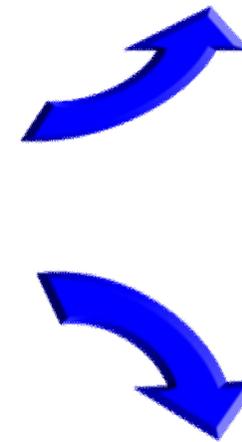
**Recyclage des nutriments**  
Capture  
Dynamique  
Biodisponibilité N et P



**Maintenance de la  
structure du sol**  
Rétention en eau  
Erosion  
Fourniture d'habitats

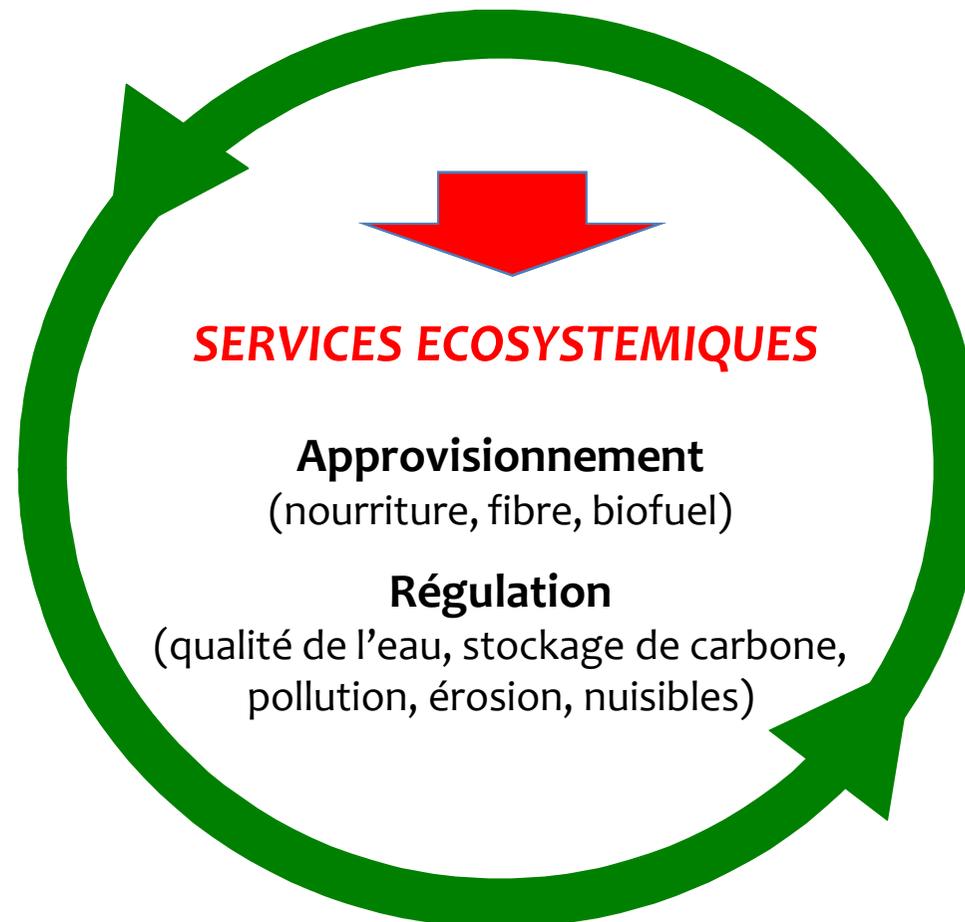


**Transformations du carbone**  
Décomposition  
Dynamique de la MO



**Régulation des populations**  
Contrôle des bioagresseurs

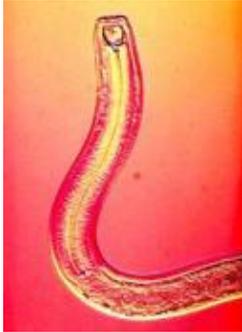
# Que représente cette biodiversité?



# Que représente cette biodiversité?

... une diversité fonctionnelle basée par ex. sur la décomposition des MO mortes

## Microfaune



Régulation  
(par prédation)  
des organismes

**Régulateurs  
biotiques**

## Méso- et Macro-faunes



Contrôle des  
populations  
d'invertébrés

**Prédateurs**

## Microorganismes



**Ingénieurs  
chimiques**

## Microfaune

## Méso- et Macro-faunes



**Bioagresseurs des plantes vivantes**

Phytophage  
Rhizophage  
Endo- & Ecto-  
parasites

## Macrofaune (et racines)



**eurs  
ol**

Cycle de  
Cycle du  
humificati  
Structure  
Croissanc  
Détoxifica  
Symbiotic

**Ces décom**

**& jouent a**

**interaction**

**space**

**mentaires**

ion,  
MO  
mes  
eau  
C et  
ents

## Pourquoi étudier les lombriciens dans les sols tempérés ?



# Groupes fonctionnels Lombriciens

## 1 Les épigés

Taille : petite (1 - 5 cm)  
Couleur : rouge sombre

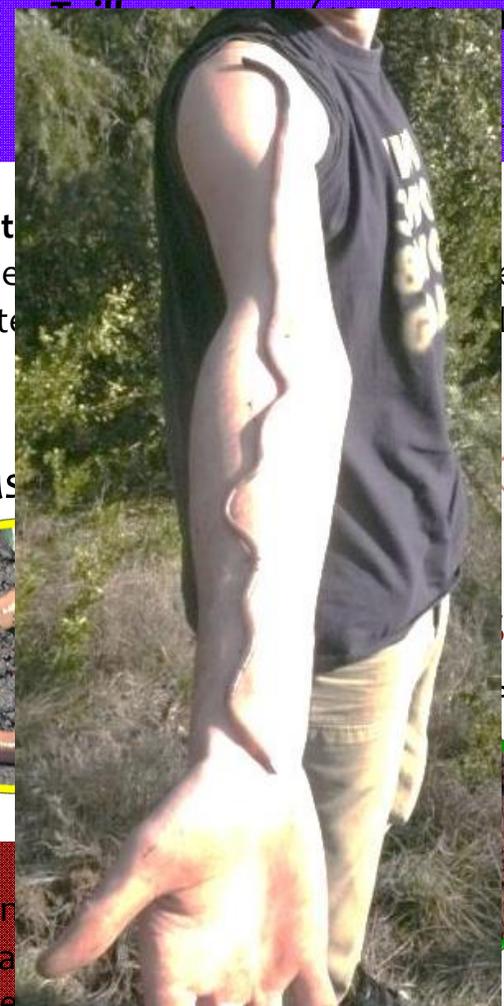


” Vivent en surface dans les amas organiques (compost, fumier, ...)  
” Creusent peu ou pas de galeries



## 2 Les anéciques

- Vivent
- Creuse
- Rejet



... brun  
... (jeune)  
... verticales  
... du sol

## 3 Les endogés

Taille : moyenne à grande (1 - 20 cm)  
Couleur : faiblement pigmentée (rose à gris-clair)

- Vivent dans le sol et remontent rarement à la surface
- Creusent des galeries temporaires horizontales



Régime alimentaire  
Ils mangent de la matière organique plus ou moins dégradée (racines mortes, humus ...)



... stricts  
... giardi

# Facteurs naturels

influençant les lombriciens



## pH

compris entre 4,7 et 11  
aucun lombricien en dessous de 3,7 (Bachelier, 1978)

## Profondeur de sol

**Composition minérale** (sables, limons, argiles)  
textures sableuses moins favorables aux vers de terre

## Teneur en éléments grossiers

## Humidité du sol

certaines espèces sont caractéristiques des milieux hydromorphes



Source : JM. Rivière



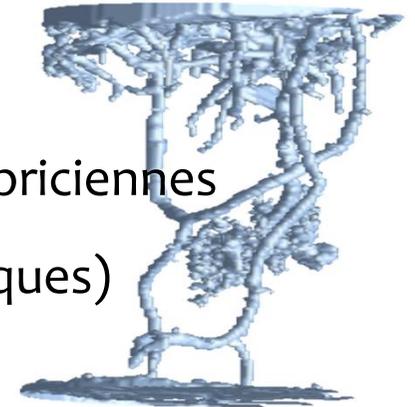
*Allolobophora chlorotica chlorotica*

# Pourquoi les étudier ?



## Espèces clés comme Ingénieurs des écosystèmes = groupes d'impacts fonctionnels

modifications des abondances ou structures des communautés lombriciennes  
peuvent modifier les propriétés du sol (biologiques, chimiques & physiques)



# Pourquoi les étudier ?

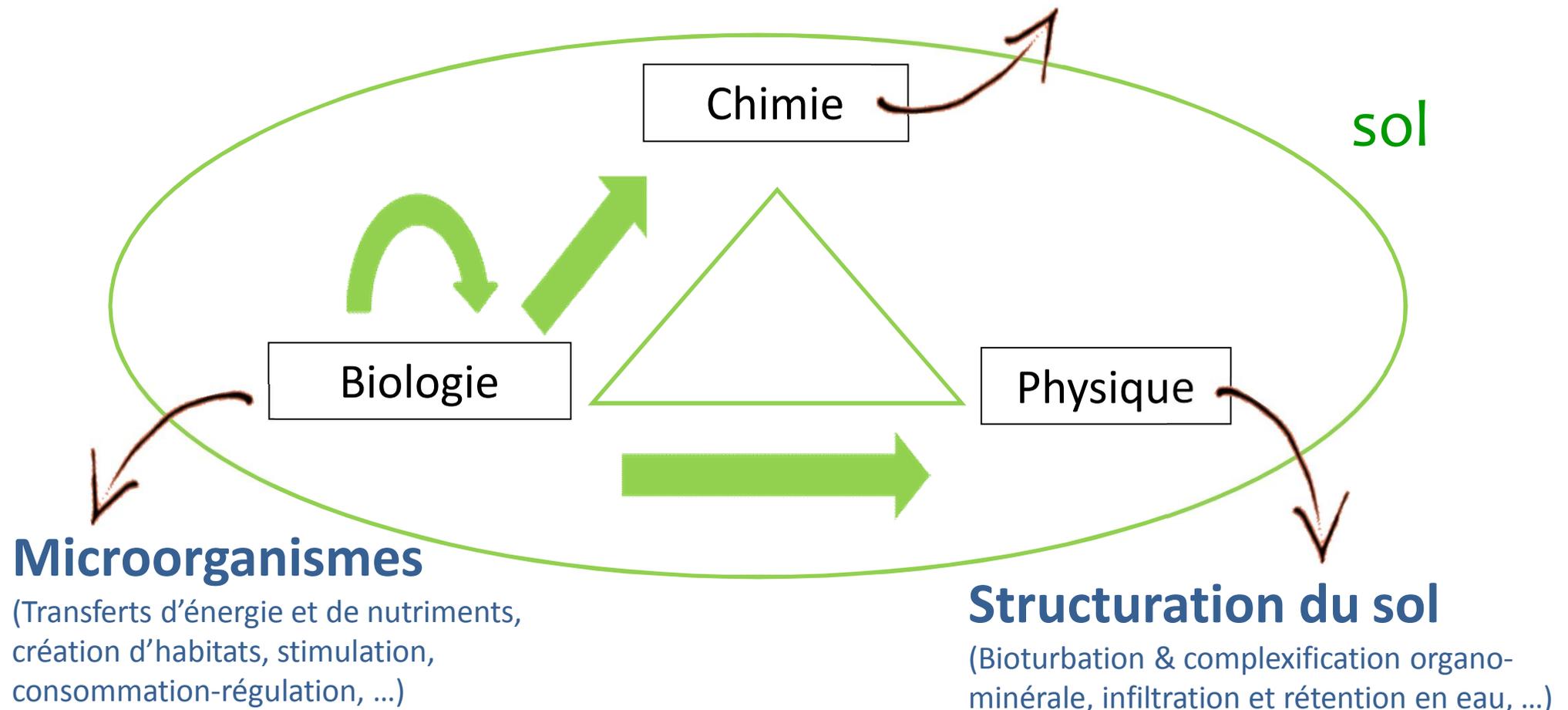
des ingénieurs des écosystèmes



## Dans les sols, les vers de terre influencent ...

### Cycle des matières organiques

(Fragmentation MOs, transfert C, Dynamique nutriments, ...)



# Pourquoi les étudier ?

des ingénieurs des écosystèmes



## 3a – Création de porosités et de rugosités de surface

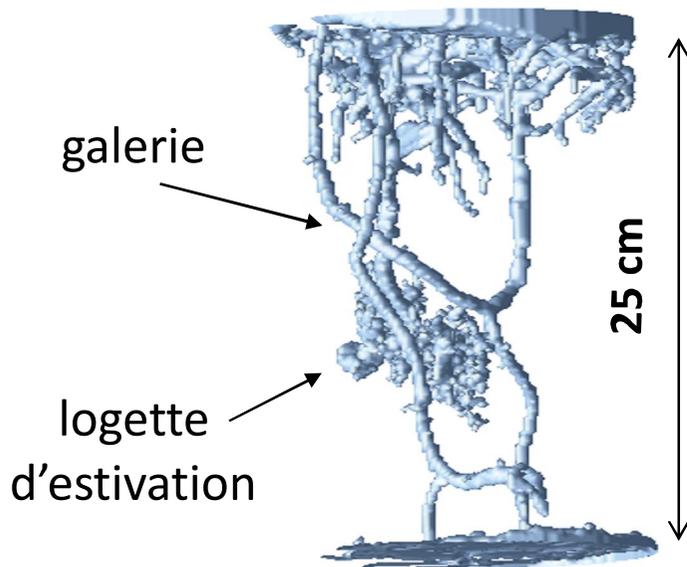
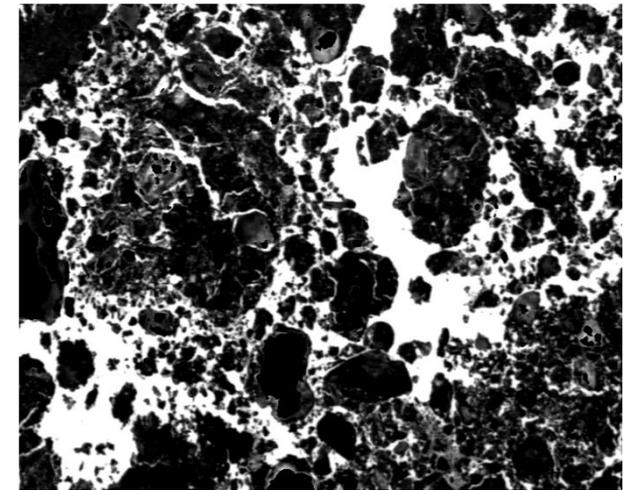


Image au scanner d'un réseau de galeries  
(Pérès, 2003)



**Mésoporosité**

(>1mm – 100 µm de diamètre)



**Infiltration  
et rétention d'eau**

**Microporosité**

(<100 µm de diamètre)



**Rétention d'eau**

**Macroporosité**

(>1mm de diamètre)



**Infiltration de l'eau**

## Diapositive 15

---

JS2

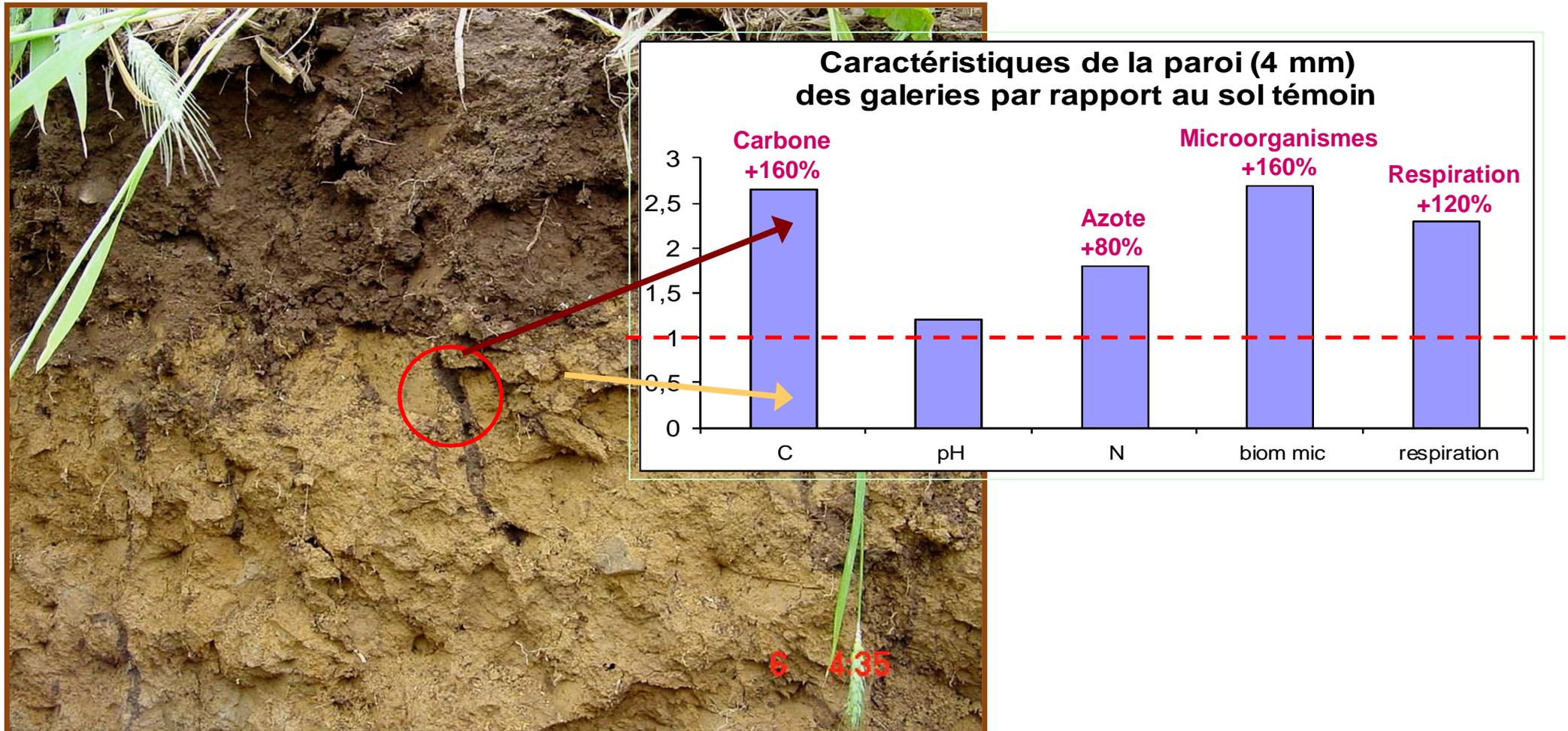
? rugosité

jscimia; 13/02/2016

# Pourquoi les étudier ?

des ingénieurs des écosystèmes

## 4 – Stimulation de l'activité des micro-organismes



# Pourquoi les étudier ?

des ingénieurs des écosystèmes



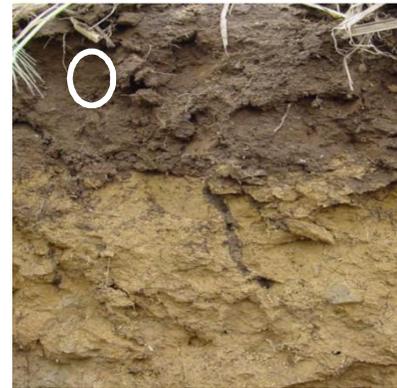
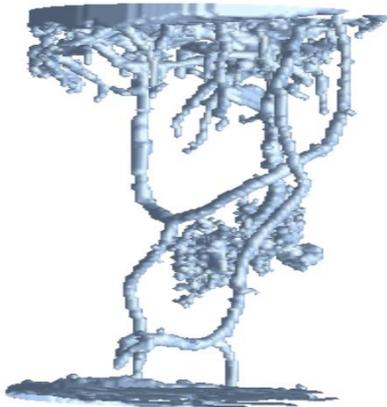
## 4 – Stimulation de l'activité des micro-organismes



Stimulation des activités microbiennes de minéralisation  
et de la production primaire des écosystèmes

# Activités lombriciennes

## et conséquences environnementales



↑ Macroporosité tubulaire



↑ Infiltration  
Echanges gazeux



↓ Ruissellement  
↓ Erosion

↑ Structure grumeleuse  
Méso- & Micro-porosités



↑ Réserve en Eau  
Rétention des éléments



↑ Potentiel de bio-épuration  
↓ Lessivage d'éléments nutritifs

↑ Rugosité de surface  
Stabilité structurale



↑ Résistance au splash  
Infiltration



↓ Ruissellement  
↓ Erosion



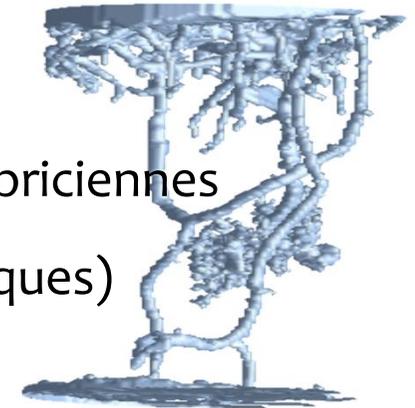
Limitation des pertes de sol (→ conservation du capital SOL)  
& des transferts de pollutions gérées par les Collectivités

# Pourquoi les étudier ?



## Espèces clés comme Ingénieurs des écosystèmes = groupes d'impacts fonctionnels

modifications des abondances ou structures des communautés lombriciennes  
peuvent modifier les propriétés du sol (biologiques, chimiques & physiques)



## Bio-indicateurs des sols et de ses usages

= groupes de réponses aux contraintes exercées sur les sols

- Sensibles aux modifications de leur environnement
- Faciles à observer & à prélever
- Méthodes de prélèvement transférables



➔ **Co-construction d'un référentiel national** (à initier en milieux urbains)

# Pourquoi les étudier ?

des bio-indicateurs des usages



**Quelle démarche mettre en Ê uvre  
pour identifier & promouvoir les BPA  
auprès TOUS les gestionnaires des sols ?**

**→ 3 axes de R&D possible à développer pour chaque grand  
type d'usage (agricole, domestique, récréatif, ....)**

2 - Comment stopper la disparition des lombriciens dans certains sols

↳ Identifier les pratiques de gestion les plus dégradantes

2 - Comment préserver & améliorer le statut des espèces encore présentes ?

↳ Identifier les pratiques permettant la restauration de ces populations

3 - Comment favoriser le retour des espèces les plus sensibles ?

(en favorisant la redondance et la complémentarité fonctionnelles des espèces)

↳ Identifier de nouvelles pratiques, peut-être très complexes à mettre en oeuvre

△ - Impossible à mettre en Ê uvre sans la mobilisation des professionnels & Services Techniques concernés - △

# Pourquoi les étudier ?

des bio-indicateurs des usages



**FACTEURS de  
DEGRADATION**

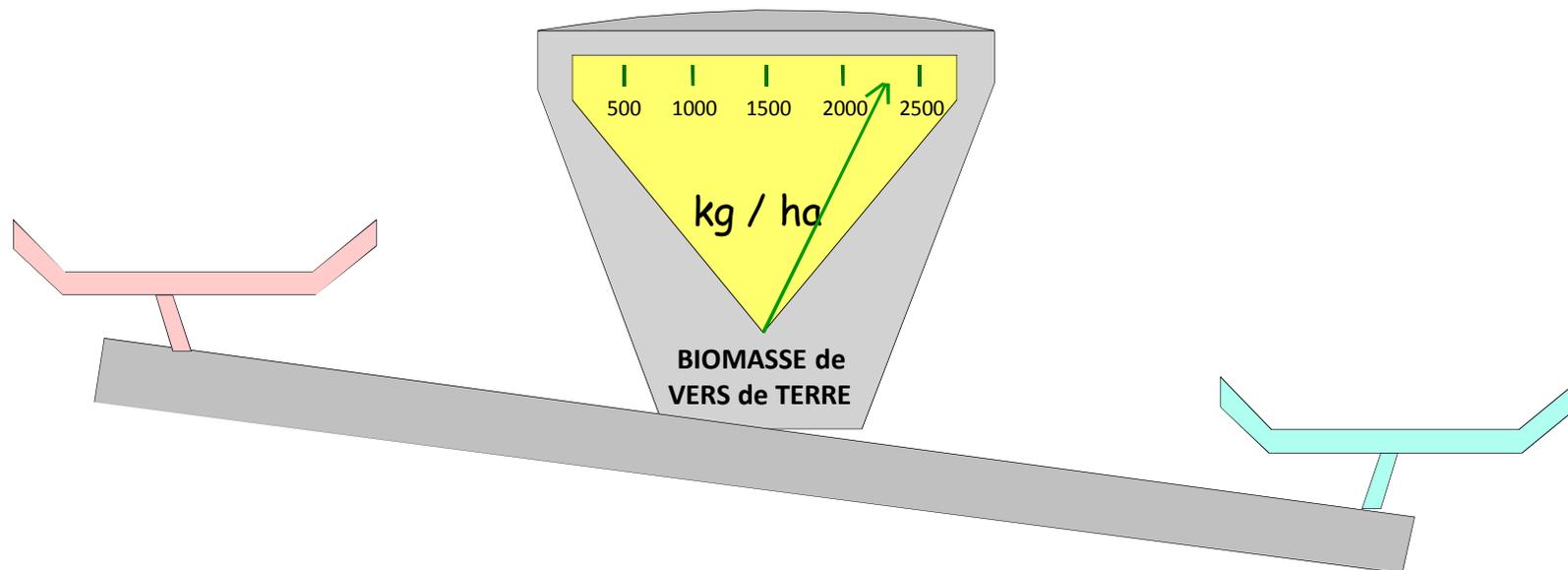
**Axe 1**

**Identifier les pratiques  
les plus dégradantes**

**FACTEURS de  
RESTAURATION**

**Axe 2**

**Identifier les pratiques permettant  
la restauration de ces populations**



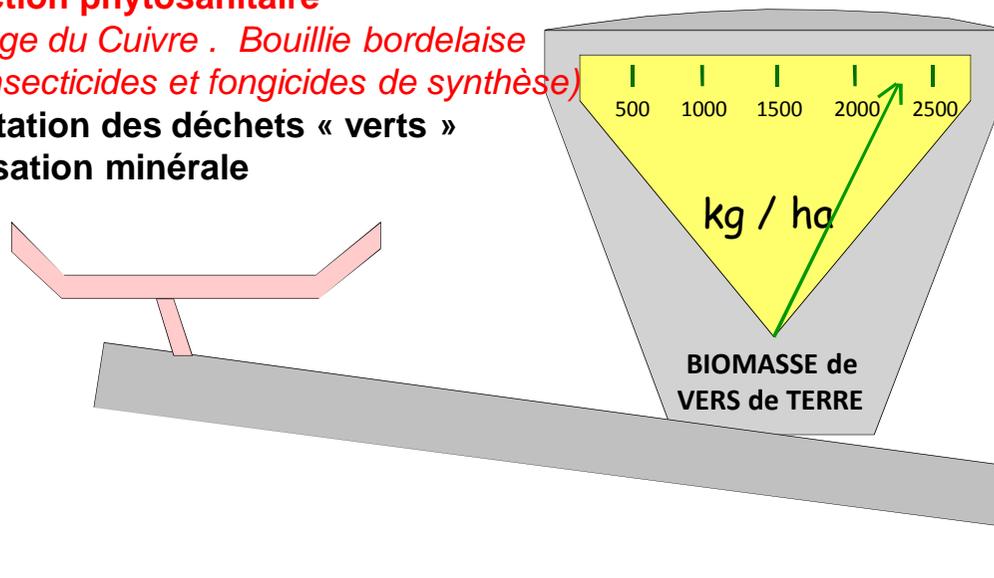
# Pourquoi les étudier ?

## des bio-indicateurs des usages



### Axe 1 FACTEURS de DEGRADATION

- " Origine et Usages historiques des sols
- " Travaux mécaniques des sols (en conditions humides)  
*Compactage progressif des sols*
- " Travail du sol avec retournement  
& Usage d'engins rotatifs type fraise, rotavator, Å
- " Stratégie de désherbage  
*Désherbage chimique "total" (herbicides de prélevées)*
- " Protection phytosanitaire  
*(Usage du Cuivre . Bouillie bordelaise  
Insecticides et fongicides de synthèse)*
- " Exportation des déchets « verts »
- " Fertilisation minérale
- " ...



### Axe 2 FACTEURS de RESTAURATION (Mesures compensatoires)

- " Retour des matières organiques au sol  
Déchets de tonte et délagage, compostés ou non  
Valorisation des feuilles mortes  
Effluents solides de méthanisation
- " ...
- " Couverture permanente des sols (morte (foin ò ) ou vivante (intercultures, ò ))
- " Travail du sol peu fréquent (dans l'année) et sans retournement
- " Fertilisation organique à partir de la valorisation des MO disponibles dans le quartier/parc  
*incluant compléments Fumures minérales*
- " Protection phytosanitaire à arrêter  
*(changement de « logiciel »)*  
*Utilisation raisonnée de stimulateurs des plantes*
- " Jachère tournante,
- " implantation de plantes refuges
- " ...

En guise de 1<sup>ère</sup> Conclusion ...



**Comment développer le référentiel national  
tout en réalisant un transfert de D<sup>2</sup>outil BioIndicateur  
à tous les utilisateurs  
des sols agricoles, naturels ou urbains?**

Mais comment faire + ...

... +vite ?

... + de territoires ?

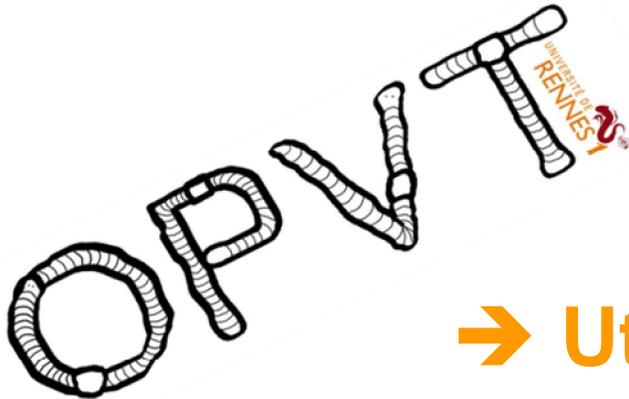
... + d'habitats ?

# Mais comment faire + ?

(+vite, +territoires, +habitats)



Comment développer le **référentiel national**  
tout en réalisant un transfert de **outil BioIndicateur**  
à tous les utilisateurs  
des sols agricoles, naturels ou urbains?



→ Utiliser comme levier,  
une démarche participative ou collaborative  
avec l'**O**bservatoire **P**articipatif des **V**ers de **T**erre

[https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT\\_accueil.php](https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php)

## ... de répondre aux objectifs suivants ...

-  Proposer un **outil d'auto-évaluation**, accessible pour tous publics, de la biodiversité des sols à l'aide des vers de terre
  - État des lieux d'un site ou d'un territoire
  - Impacts comparés des pratiques culturelles
  - Évaluation d'effets dépressifs à court terme
-  Établir progressivement des référentiels locaux, régionaux, ...  
(*Connaitre pour agir*)
-  Faire de la pédagogie sur l'importance du sol et de sa biodiversité

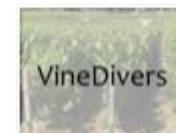
**Participatif**  
**Pédagogique**  
**Progressif**  
**& Collaboratif**

Répondre à la diversité  
des attentes et objectifs



EcoBioSoil est un site dédié à l'étude de la biodiversité des sols en milieu tempéré.

Il est développé dans le cadre de l'Observatoire des Sciences de l'Université de Rennes (**OSUR**).  
Vous y trouverez des informations concernant à la fois l'Observatoire Participatif des Vers de Terre et nos programmes de recherche scientifique.



Présentation



Participer



Foire Aux Questions



Quelques résultats



Saisir vos résultats



## Présentation des protocoles



Besoin d'aide pour choisir quel protocole appliquer sur votre terrain? [suivez nos conseils](#)

Présentation



Participer



Foire Aux Questions



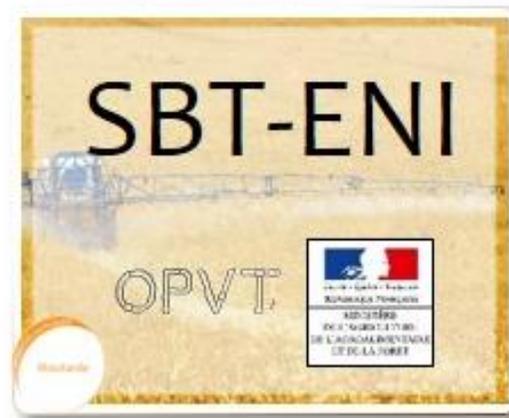
Quelques résultats



Saisir vos résultats



### Saisir vos données en ligne



Site web OPVT,

pour aller plus loin



## Nos propositions de collaboration



et d'analyses



# Démarche collaborative opérationnelle



**INFORMATIONS  
public**

**Mobilisation des Acteurs  
(gestionnaires des sols)  
FORMATION**

**Analyses participatives**  
**Analyses collaboratives avec l'OPVT**



**Acquisition de  
REFERENCES  
(ZA & JEVI)**

**Conservatoire  
National  
des Vers de Terre  
(CNVT)**

**EcoBioSoil**  
EcoBioSoil est un site dédié à l'étude de la biodiversité des sols en milieu tempéré.

J'explore la carte  
Je découvre les vers de terre  
Je participe à l'OPVT  
Je m'informe sur la recherche

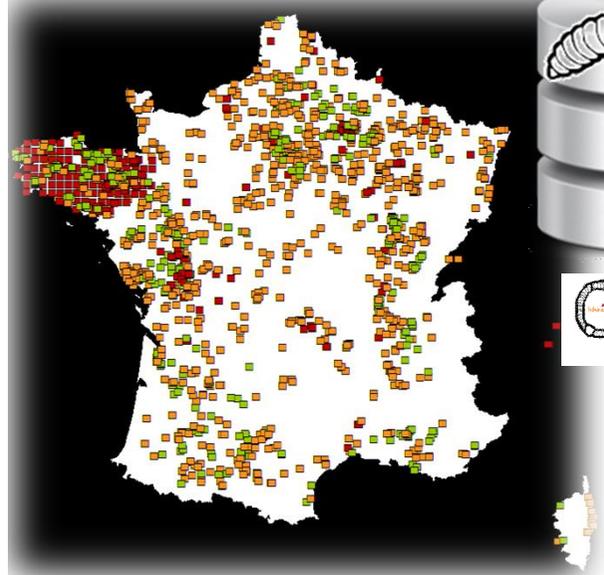
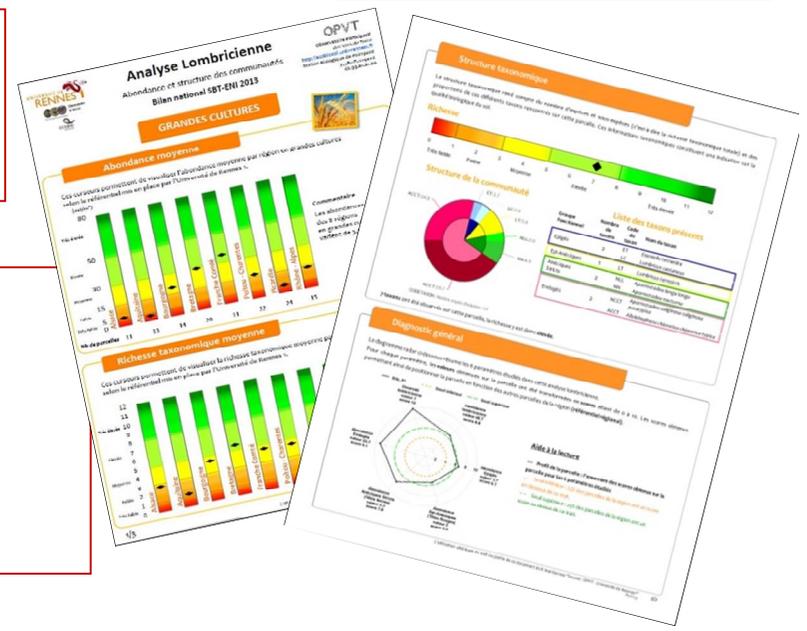
Présentation    Participer    Foire Aux Questions    Quelques résultats

OPVT    ? ? ?    Saisir vos résultats



**Base de Données  
européenne  
(EcoBioSoil)**

**Outils de  
Restitutions  
(Inventaire,  
Diagnostic,  
Conseils)**



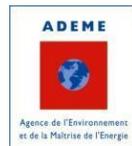
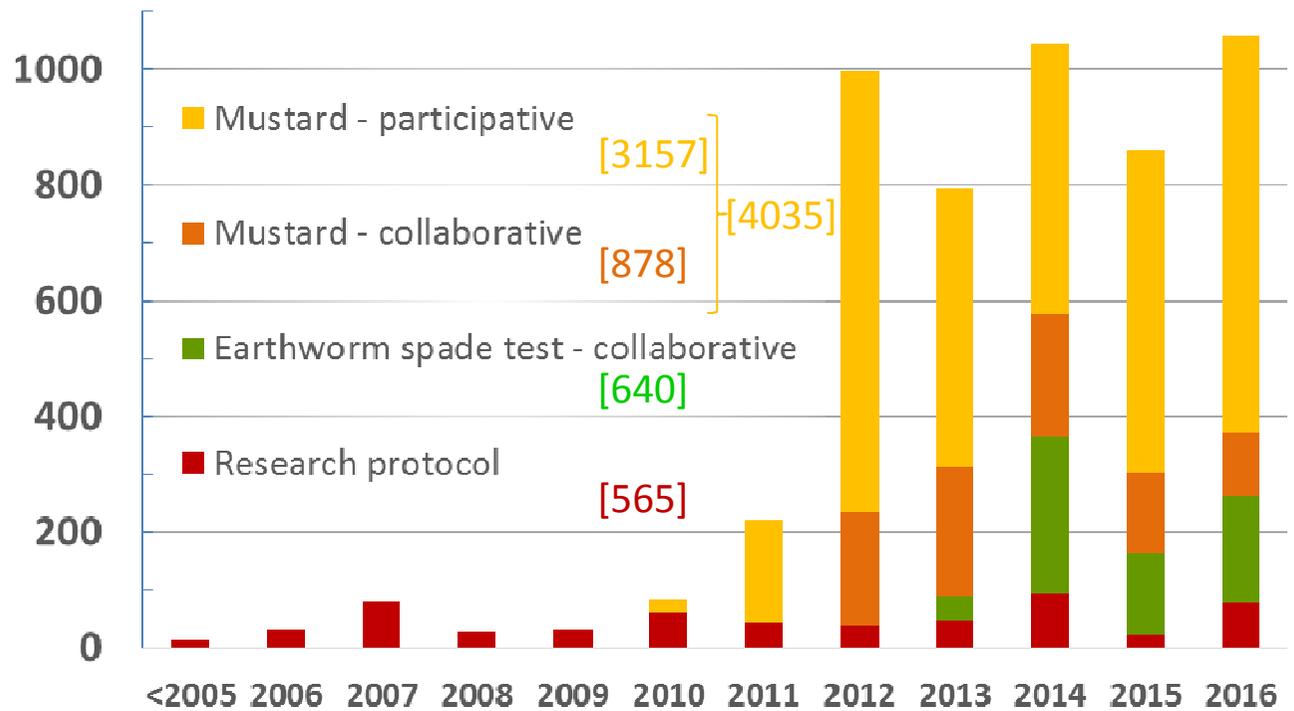
# Mais comment faire + ?

(+vite, +territoires, +habitats)



Program number: n > 13  
Network number: n > 80

## Observation number Earthworm observations



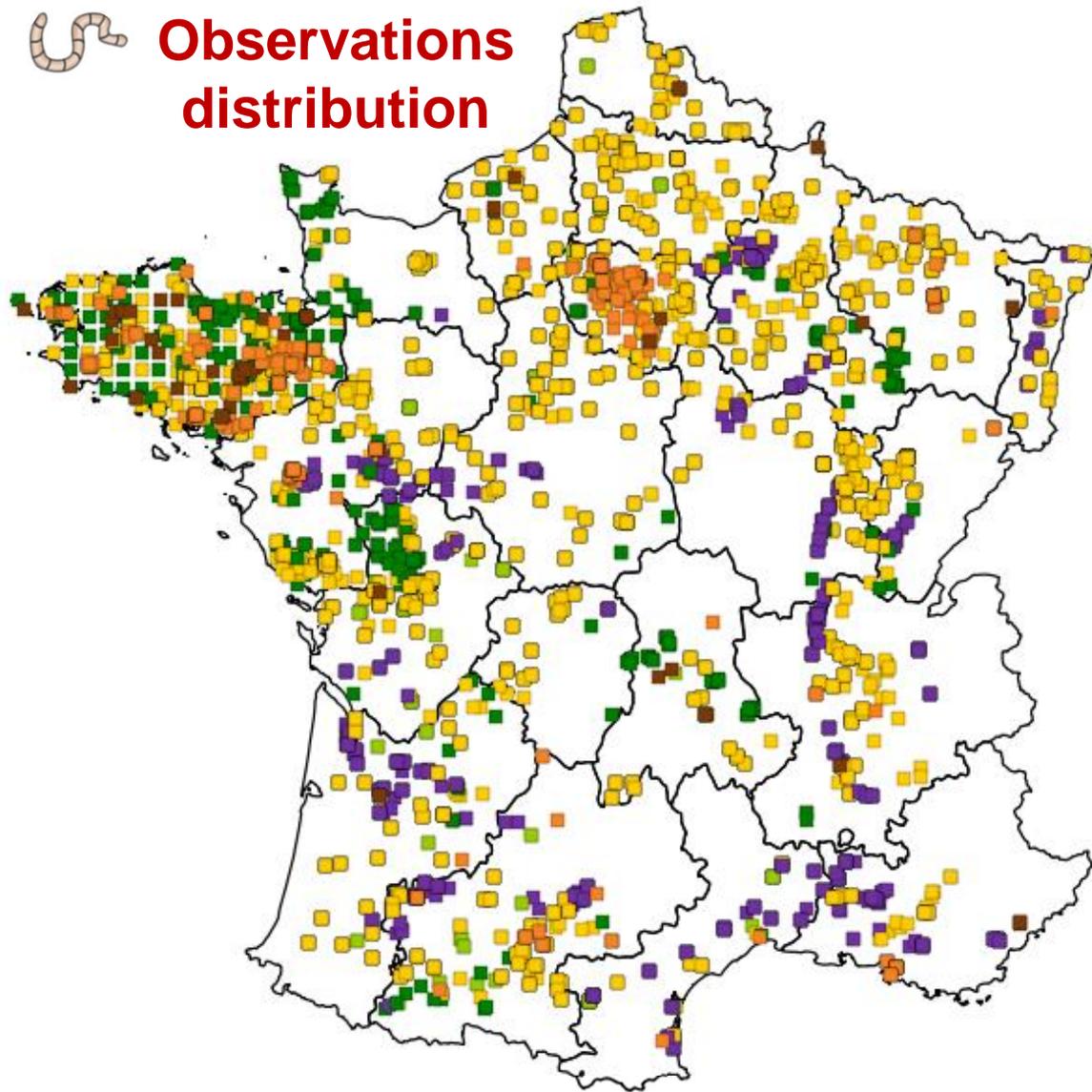
~ 3000 participative observations

~ 1500 collaborative observations

in 6 years



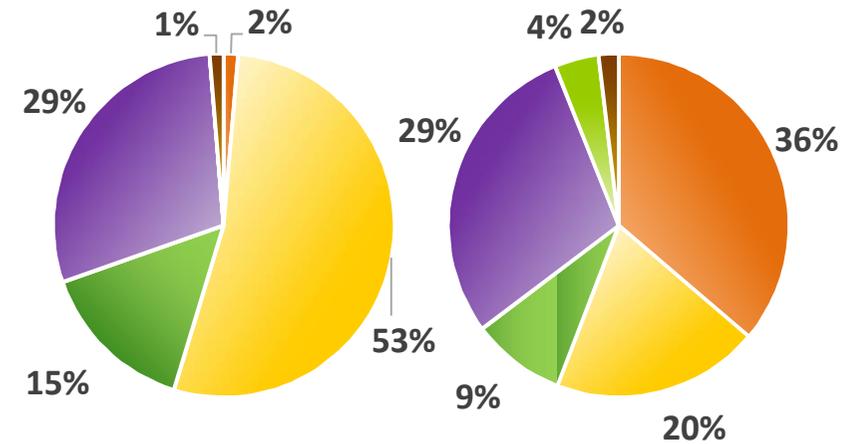
## Observations distribution



## Diversity of land uses

Mustard protocol

Earthworm Spade Test



- Artificial surface (gardens...)
- Arable land
- Grassland
- Perennial (vineyards...)
- Agroforestry
- Forest & Semi-natural area



Better spatial distribution of observations



Exploring more various habitat types  
(urban sites, airports, market gardening, arboriculture, cemetery...)

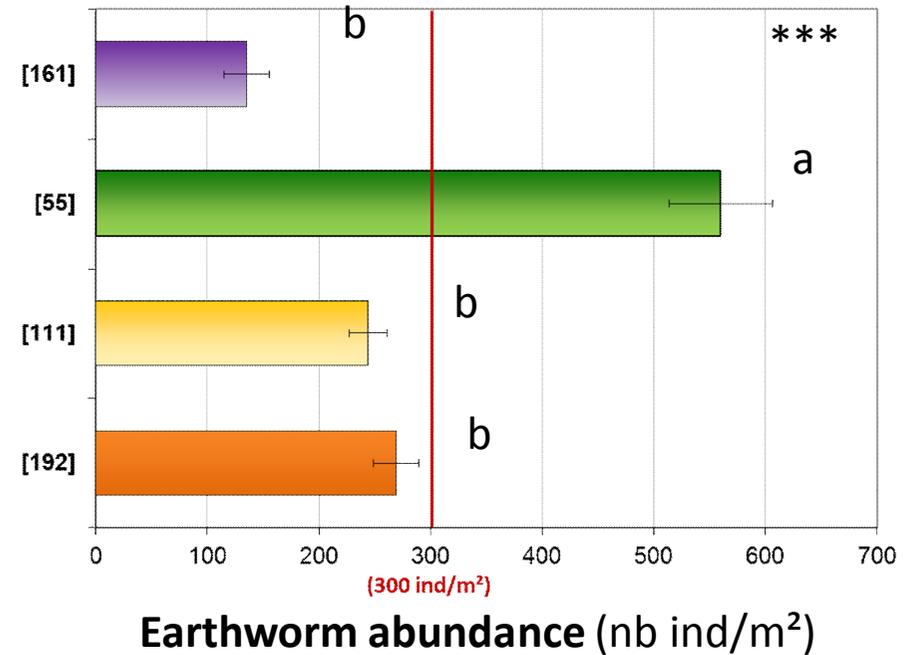
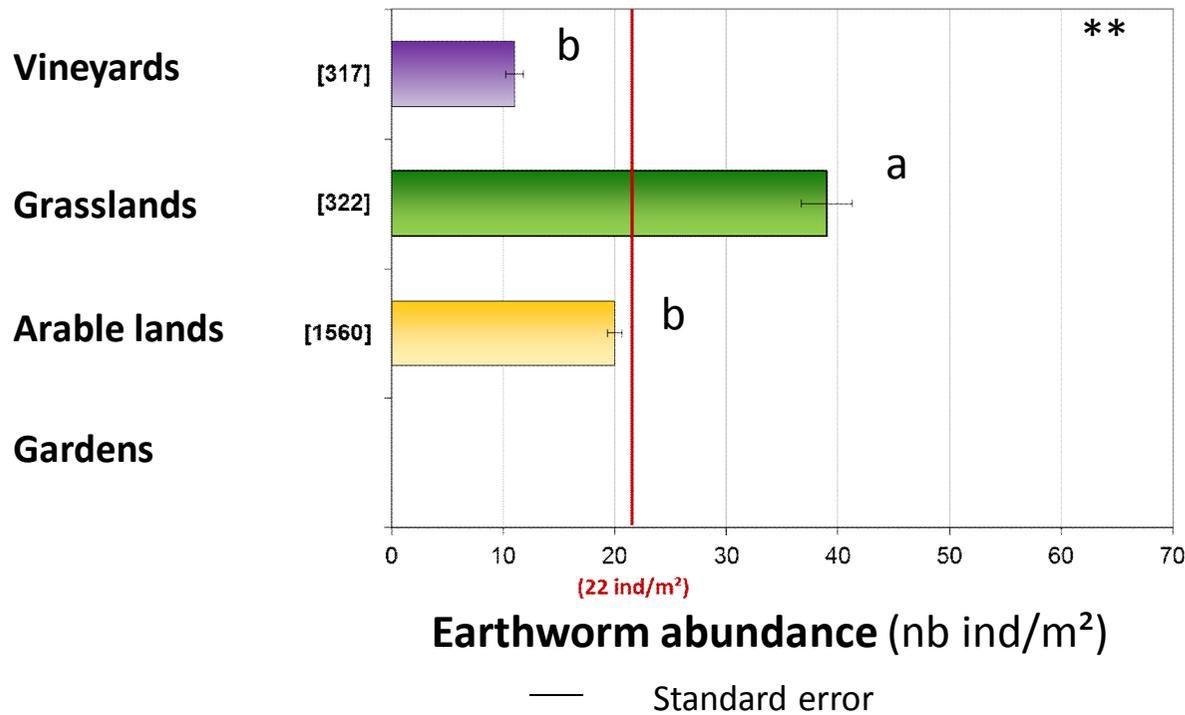
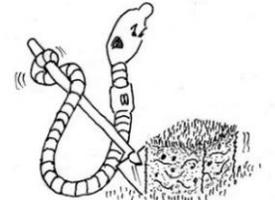
# Indicateur national

## Abondance par habitat

### Mustard protocol



### Earthworm Spade Test



**Collaboration avec l'ONB**  
(Observatoire National de la Biodiversité)



Similar patterns for land use  
even if mustard protocol underestimates population

# European Atlas of Soil Biodiversity distribution

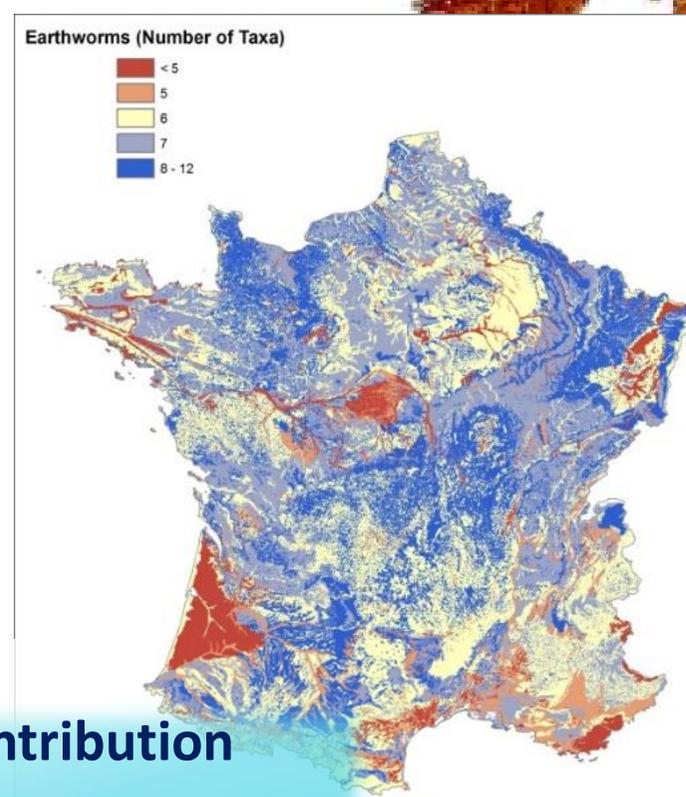
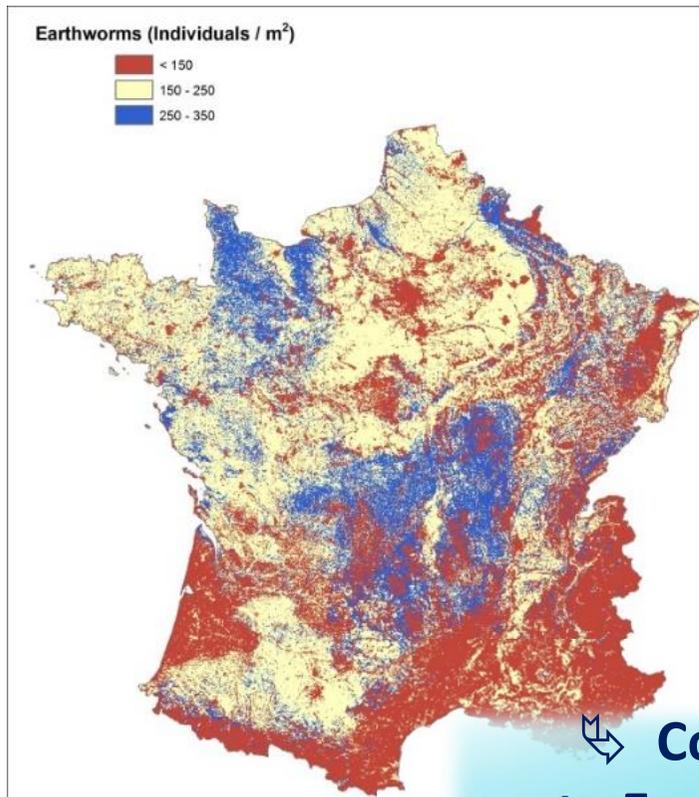
ecobiosoil

database



→ Construction de référentiels  
et de modèles prédictifs

Number of Taxa

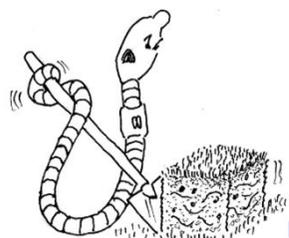


↪ Contribution  
to European maps

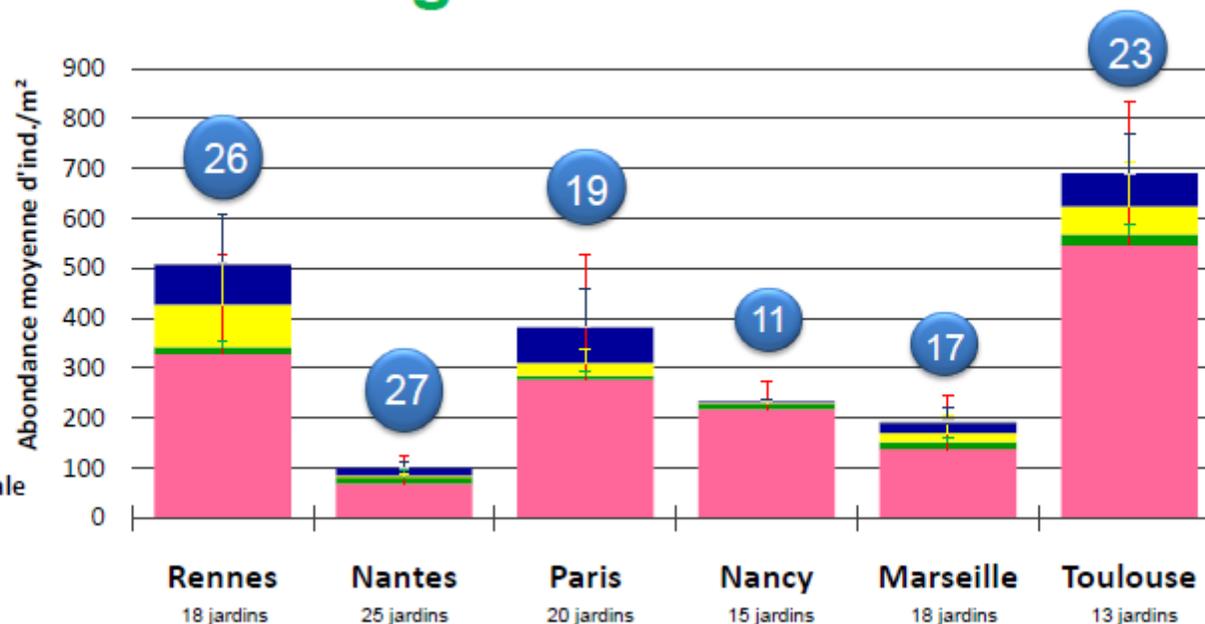
# Initiation de l'inventaire Lombrien

dans les jardins urbains (2014-2017)

## Des abondances hétérogènes à l'échelle de la France

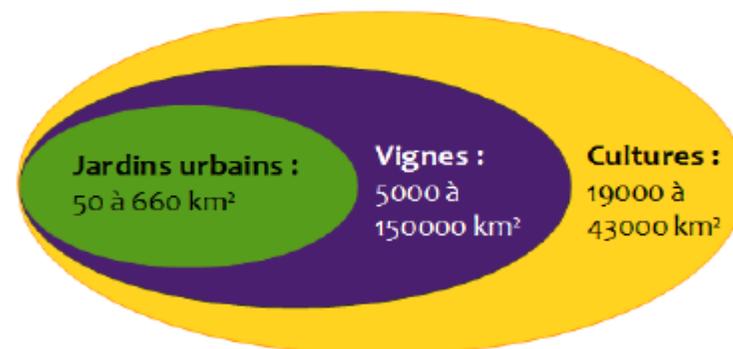
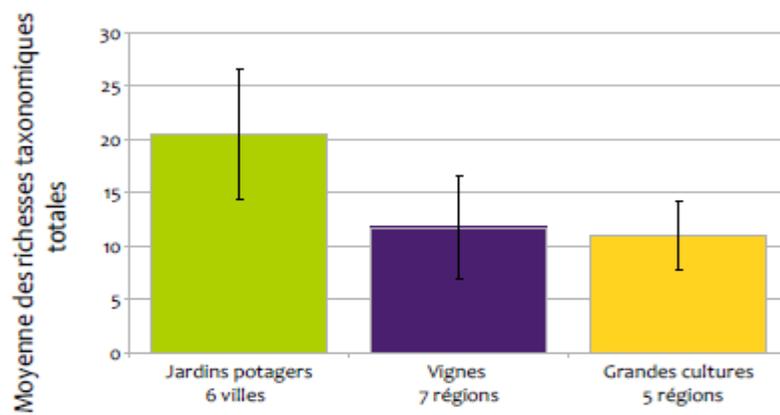


- Epigés
- Epi-anéciques
- Anéciques stricts
- Endogés
- ① Richesse taxonomique totale



Protocole TB(S)VT

## Une diversité importante sur des surfaces restreintes en comparaison avec d'autres systèmes



# Bilan de l'inventaire Lombricien dans les sols de France

Structure des communautés lombriciennes (2014,2015 – en présence/absence – méthode TRSVT)

Groupe fonctionnel	Groupe taxonomique	RENNES 18 jardins	NANTES 25 jardins	PARIS 20 jardins	NANCY 18 jardins	MARSEILLE 18 jardins	TOULOUSE 13 jardins	JARDINS URBAINS Synthèse des 6 sites	VIGNES 7 régions	CULTURES 6 régions
Epi-gé	Eisenia sp1									
	Eisenia sp2									
	Eisenia sp3									
	Eisenia indéterminée									
	Eisenia sp1									
	Dendrobates sp1									
	Dendrobates sp2									
	Dendrobates sp3									
	Dendrobates sp4									
	Dendrobates									
	Dendrobates									
	Dendrobates									
	Dendrobates									
	Dendrobates									
Epi-anéctique	Lumbricus									
	Lumbricus									
	Lumbricus									
	Lumbricus									
	Lumbricus									
	Lumbricus									
Anéctique strict	Agaricostelea									
	Agaricostelea									
	Agaricostelea									
	Agaricostelea									
Endogé	Schizotheca									
	Schizotheca sp2									
	Agaricostelea sp5									
	Agaricostelea sp6									
	Octolasion sp1									
	Agaricostelea sp7									
	Agaricostelea sp8									
	Agaricostelea sp9									
	Allaoboa sp1									
	Allaoboa sp2									
	Allaoboa indéterminée									
	Allaoboa sp3									
	Allaoboa sp4									
	Allaoboa sp5									
	Allaoboa sp6									
	Allaoboa sp7									
	Allaoboa sp8									
	Allaoboa sp9									
Allaoboa sp10										
Octolasion sp1										
Octolasion sp2										
Octolasion indéterminée										
Micronis coléx sp1										
Micronis coléx sp2										
Fractolasion sp1										
Fractolasion sp2										
Fractolasion sp3										
Fractolasion sp4										
Fractolasion sp5										
Fractolasion sp6										
Fractolasion sp7										
Fractolasion sp8										
Fractolasion sp9										
Fractolasion sp10										
Fractolasion sp11										
Fractolasion sp12										
Fractolasion sp13										
Fractolasion sp14										
Fractolasion sp15										
Fractolasion sp16										
Fractolasion sp17										
Fractolasion sp18										
Fractolasion sp19										
Fractolasion sp20										
Fractolasion sp21										
Fractolasion sp22										
Fractolasion sp23										
Fractolasion sp24										
Fractolasion sp25										
Fractolasion sp26										
Fractolasion sp27										
Fractolasion sp28										
Fractolasion sp29										
Fractolasion sp30										
Fractolasion sp31										
Fractolasion sp32										
Fractolasion sp33										
Fractolasion sp34										
Fractolasion sp35										
Fractolasion sp36										
Fractolasion sp37										
Fractolasion sp38										
Fractolasion sp39										
Fractolasion sp40										
Fractolasion sp41										
Fractolasion sp42										
Fractolasion sp43										
Fractolasion sp44										
Fractolasion sp45										
Fractolasion sp46										
Fractolasion sp47										
Fractolasion sp48										
Fractolasion sp49										
Fractolasion sp50										
Fractolasion sp51										
Fractolasion sp52										
Fractolasion sp53										
Fractolasion sp54										
Fractolasion sp55										
Fractolasion sp56										
Fractolasion sp57										
Fractolasion sp58										
Fractolasion sp59										
Fractolasion sp60										
Fractolasion sp61										
Fractolasion sp62										
Fractolasion sp63										
Fractolasion sp64										
Fractolasion sp65										
Fractolasion sp66										
Fractolasion sp67										
Fractolasion sp68										
Fractolasion sp69										
Fractolasion sp70										
Fractolasion sp71										
Fractolasion sp72										
Fractolasion sp73										
Fractolasion sp74										
Fractolasion sp75										
Fractolasion sp76										
Fractolasion sp77										
Fractolasion sp78										
Fractolasion sp79										
Fractolasion sp80										
Fractolasion sp81										
Fractolasion sp82										
Fractolasion sp83										
Fractolasion sp84										
Fractolasion sp85										
Fractolasion sp86										
Fractolasion sp87										
Fractolasion sp88										
Fractolasion sp89										
Fractolasion sp90										
Fractolasion sp91										
Fractolasion sp92										
Fractolasion sp93										
Fractolasion sp94										
Fractolasion sp95										
Fractolasion sp96										
Fractolasion sp97										
Fractolasion sp98										
Fractolasion sp99										
Fractolasion sp100										
Fractolasion sp101										
Fractolasion sp102										
Fractolasion sp103										
Fractolasion sp104										
Fractolasion sp105										
Fractolasion sp106										
Fractolasion sp107										
Fractolasion sp108										
Fractolasion sp109										
Fractolasion sp110										
Fractolasion sp111										
Fractolasion sp112										
Fractolasion sp113										
Fractolasion sp114										
Fractolasion sp115										
Fractolasion sp116										
Fractolasion sp117										
Fractolasion sp118										
Fractolasion sp119										
Fractolasion sp120										
Fractolasion sp121										
Fractolasion sp122										
Fractolasion sp123										
Fractolasion sp124										
Fractolasion sp125										
Fractolasion sp126										
Fractolasion sp127										
Fractolasion sp128										
Fractolasion sp129										
Fractolasion sp130										
Fractolasion sp131										
Fractolasion sp132										
Fractolasion sp133										
Fractolasion sp134										
Fractolasion sp135										
Fractolasion sp136										
Fractolasion sp137										
Fractolasion sp138										
Fractolasion sp139										
Fractolasion sp140										
Fractolasion sp141										
Fractolasion sp142										
Fractolasion sp143										
Fractolasion sp144										
Fractolasion sp145										
Fractolasion sp146										
Fractolasion sp147										
Fractolasion sp148										
Fractolasion sp149										
Fractolasion sp150										
Fractolasion sp151										
Fractolasion sp152										
Fractolasion sp153										
Fractolasion sp154										
Fractolasion sp155										
Fractolasion sp156										
Fractolasion sp157										
Fractolasion sp158										
Fractolasion sp159										
Fractolasion sp160										
Fractolasion sp161										
Fractolasion sp162										
Fractolasion sp163										
Fractolasion sp164										
Fractolasion sp165										
Fractolasion sp166										
Fractolasion sp167										
Fractolasion sp168										
Fractolasion sp169										
Fractolasion sp170										
Fractolasion sp171										
Fractolasion sp172										
Fractolasion sp173										
Fractolasion sp174										
Fractolasion sp175										
Fractolasion sp176										
Fractolasion sp177										
Fractolasion sp178										
Fractolasion sp179										

# Inventaire-Diagnostic Lombricien

dans les habitats urbains et ruraux



## 2017 suite

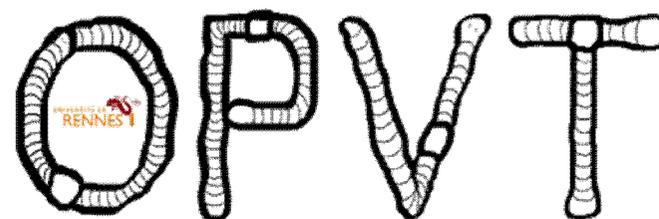
- Déploiement de l'OPVT en Ile de France (avec NaturParif)
- Inventaire dans des parcs urbains en Bretagne (Brest, Quimper, ...)
- Inventaire dans les terrains de foot (avec le BE Proxalis Envirt)
- Continuité dans les écoles avec Vigie-Nature Ecole (pilotee par le MNHN)
- Prise de contact avec les Services compétents des Métropoles et Agglo



## 2018

- Déploiement de l'OPVT dans les « villes » (en collaboration)
- (jardins divers, pelouses, parcs, terrains sportifs, ...)
- selon un gradient d'urbanisation (du périphérique au centre-ville)

→ Nous sommes à la recherche de contacts  
dans les Collectivités locales et territoriales  
et les associations



<https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/>

[opvt@univ-rennes1.fr](mailto:opvt@univ-rennes1.fr)



# OPVT

[ecobiosoil.univ-rennes1.fr](http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr)



Pour tout renseignement sur l'OPVT  
[daniel.cluzeau@univ-rennes1.fr](mailto:daniel.cluzeau@univ-rennes1.fr)