Dans le sol, la vie !

Biodiversité des sols, sa contribution aux fonctions des écosystèmes

&

focus sur les vers de terre !

OPVT

Daniel Cluzeau, Sarah Guillocheau, Jeanne Maréchal
Université de Rennes, UMR CNRS EcoBio
Observatoire des Sciences de Rennes

Vendredi 25 janvier 2019

sarah.guillocheau@univ-rennes1.fr

Le sol, un milieu menacé

Le sol, u

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

NOS SOLS COURENT UN GRAVE DANGER

11 HA DISPARAISSENT CHAQUE HEURE EN EUROPE EN RAISON DE L'EXPANSION URBAINE

2015 Année internationale des sols

www.fao.org/soils-2015/fr

OPVT

UNIVERSITÉ DE RENNES 1 OSUR

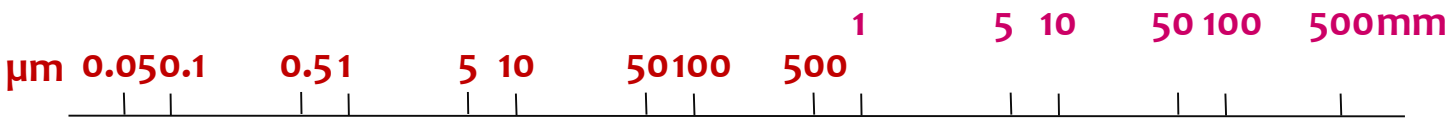
ECOBIO Rennes

Observatoire des Sciences de l'Univers de Rennes CNRS

Région BRETAGNE

Le sol, un système hétérogène

Le sol est constitué de compartiments de taille variable.



une texture, argile | limon | sable | galets-pierres | blocs

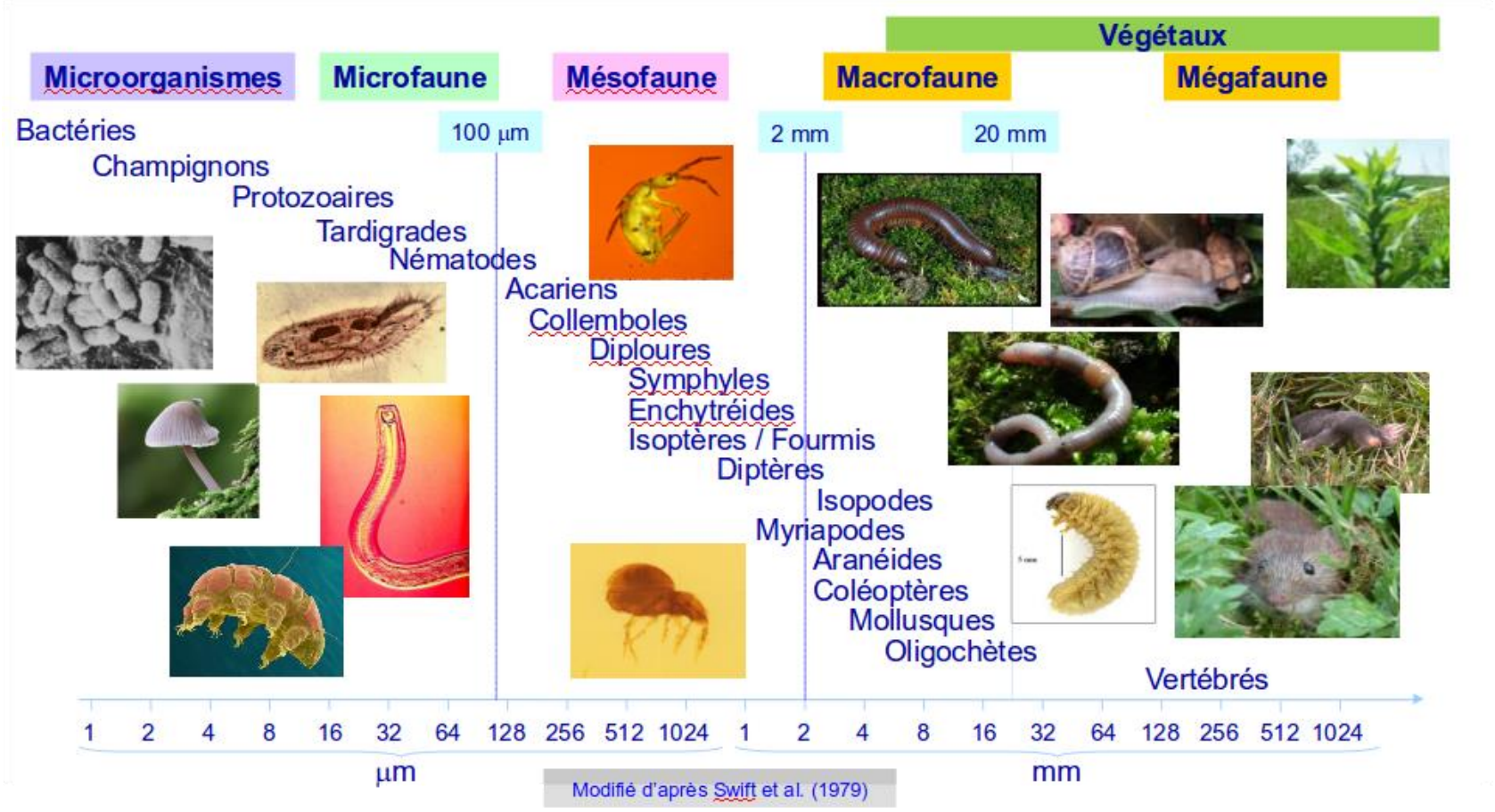
des porosités, micropores | mésopores | macropores, fissures, galeries (racines, vers, …)

de la vie

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

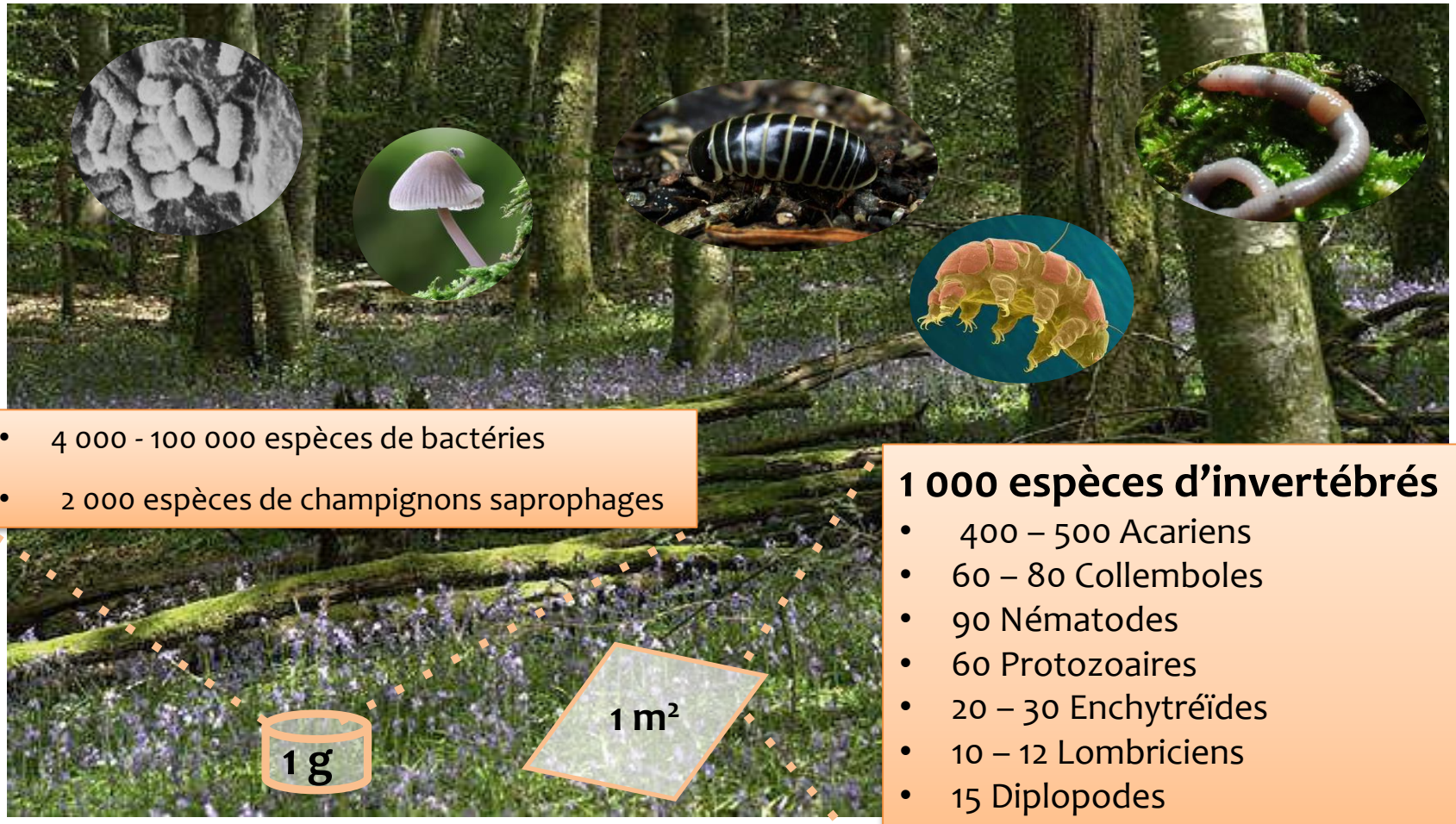
Le sol, support de la biodiversité

Des habitats de taille croissante
pour une biodiversité de taille croissante



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

Le sol, support de la biodiversité



- 4 000 - 100 000 espèces de bactéries
- 2 000 espèces de champignons saprophages

1 000 espèces d'invertébrés

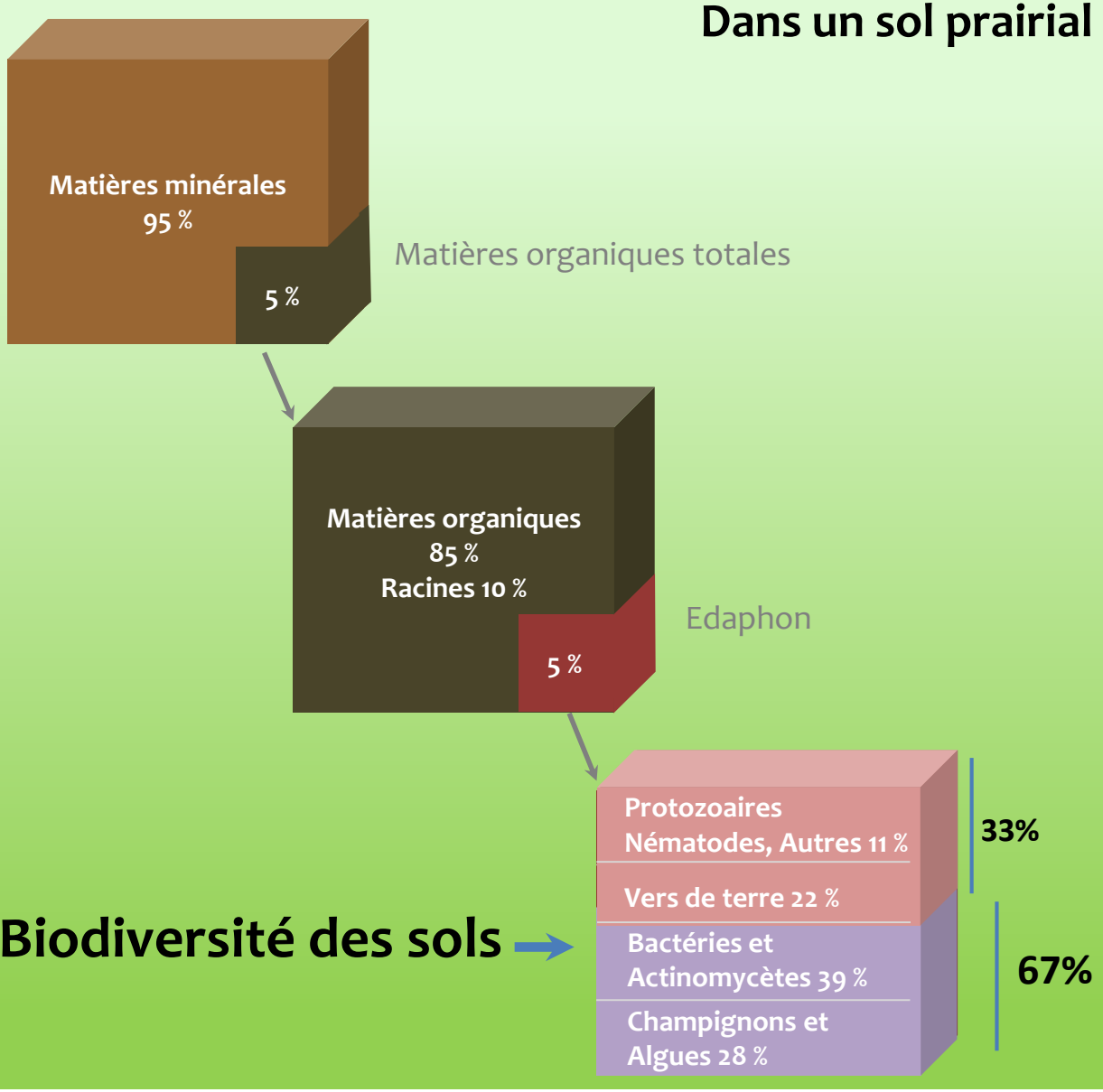
- 400 – 500 Acariens
- 60 – 80 Collemboles
- 90 Nématodes
- 60 Protozoaires
- 20 – 30 Enchytréïdes
- 10 – 12 Lombriciens
- 15 Diplopodes
- …

D'après Decaëns. Torsvick et al. (1994), Hawksworth (2001), Schaefer et Schauermann (1990)

→ Assemblages d'espèces adaptés aux climat & sol
(Texture, pH, Perméabilité, Hydromorphie …)

Que représente cette biodiversité?

Dans un sol prairial



D'après Bachelier (1978)

… une diversité spécifique et génétique

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

La faune du sol

des centaines d'espèces,
des millions d'individus,
0.5 à 2 tonnes par ha

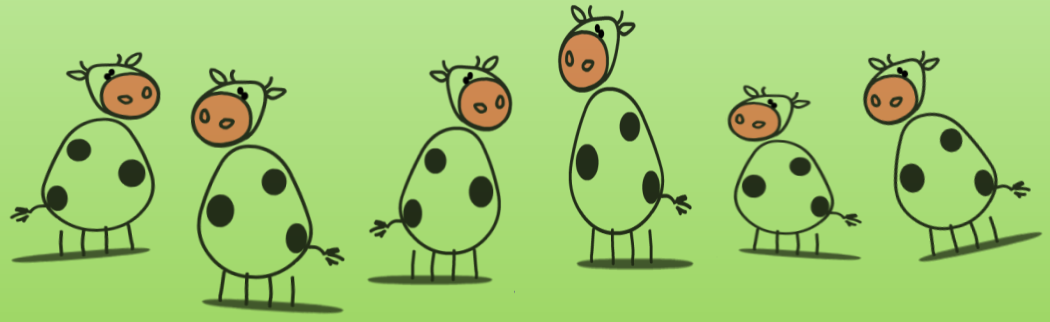
Les micro-organismes

des millions d'espèces,
des milliards d'individus,
1 à 4 tonnes par ha

Que représente cette biodiversité?

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

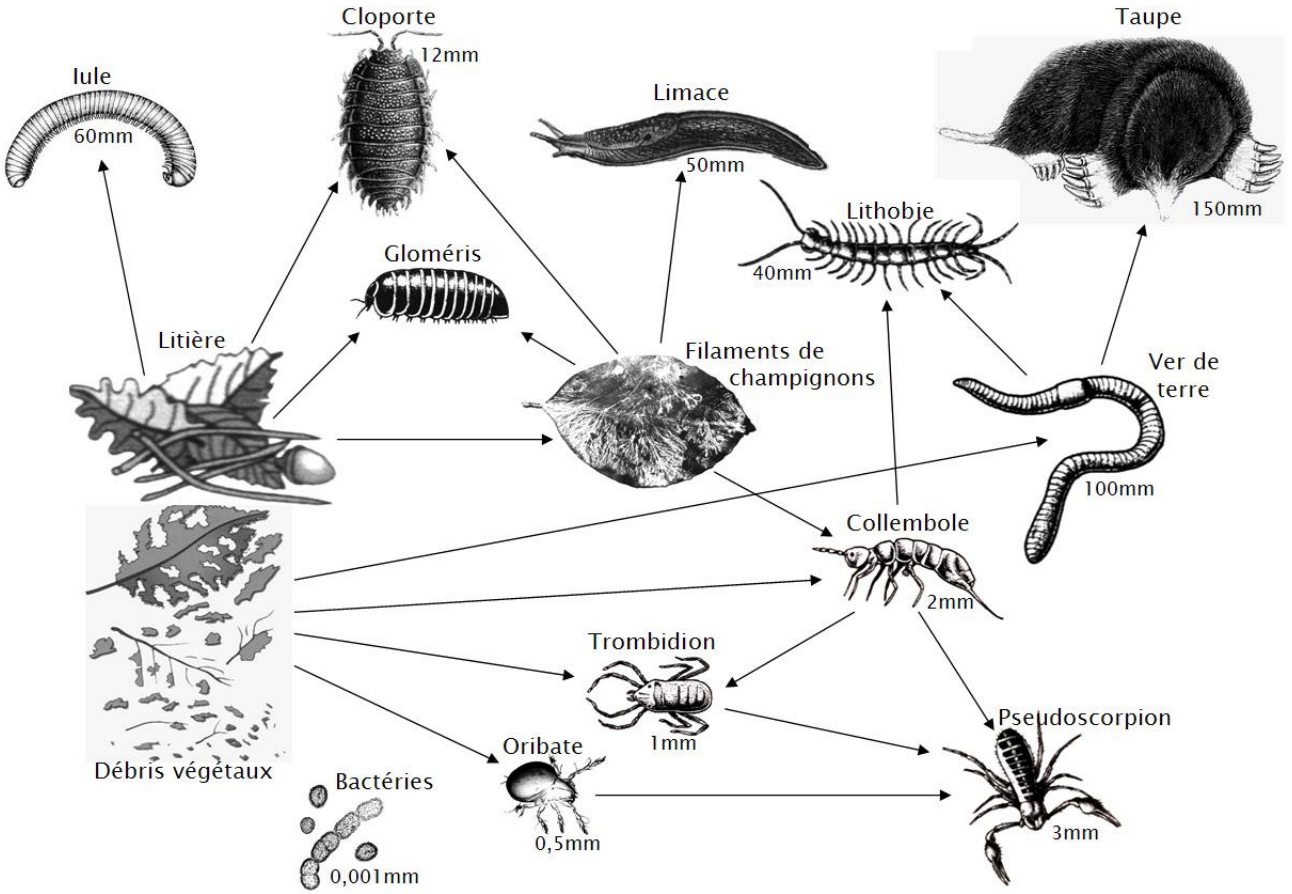
des centaines d'espèces,
des millions d'individus,
0.5 à 2 tonnes par ha

Les micro-organismes

des millions d'espèces,
des milliards d'individus,
1 à 4 tonnes par ha

Que représente cette biodiversité?

Toutes ces formes de vie sont reliées entre elles
par une diversité de réseaux trophiques.



http://www.cafe-sciences.org

→ **La faune et la microfaune du sol forment des systèmes complexes** interactifs dans le temps et l'espace

Que représente cette biodiversité?

Les 4 grandes fonctions biologiques

… une diversité fonctionnelle

Recyclage des nutriments
Capture
Dynamique
Biodisponibilité N et P

Transformations du carbone
Décomposition
Dynamique de la MO

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

Régulation des populations
Contrôle des bioagresseurs

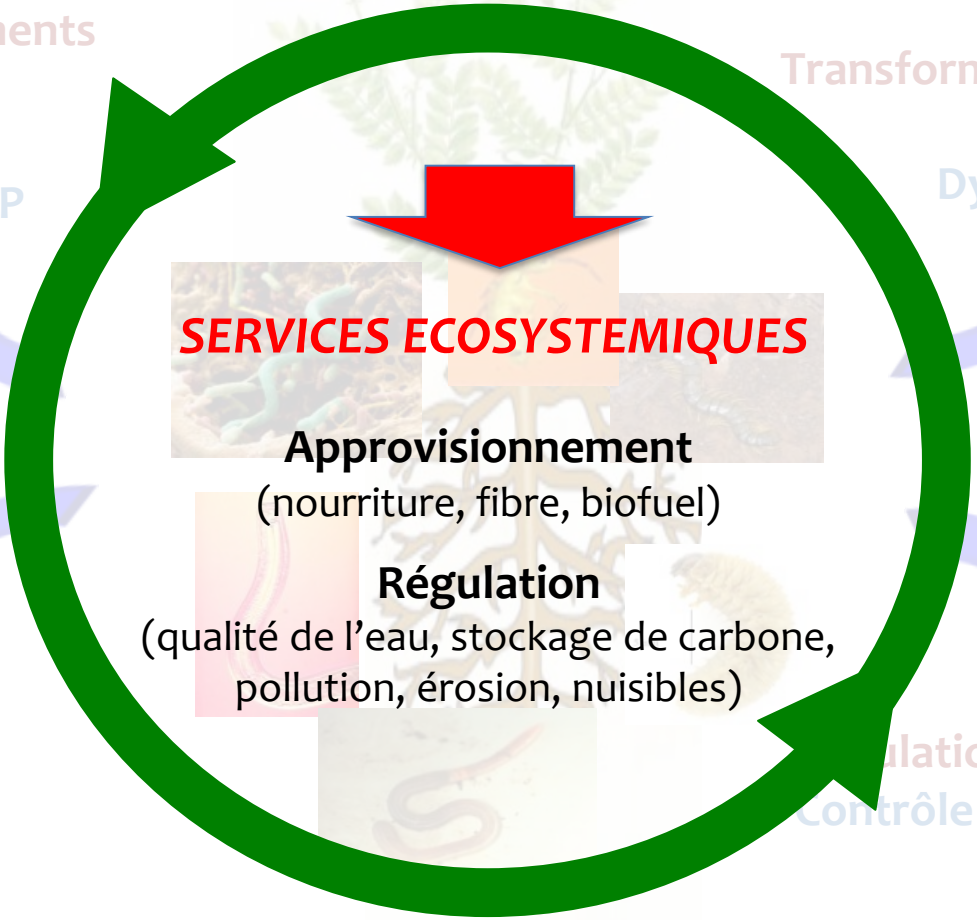
Que représente cette biodiversité?

Les 4 grandes fonctions biologiques

… une diversité fonctionnelle

Recyclage des nutriments
Capture
Dynamique
Biodisponibilité N et P

Transformations du carbone
Décomposition
Dynamique de la MO



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

…ulation des populations
Contrôle des bioagresseurs

Les lombriciens

Pourquoi étudier les 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**
- **Durée de vie : 6-9 mois**

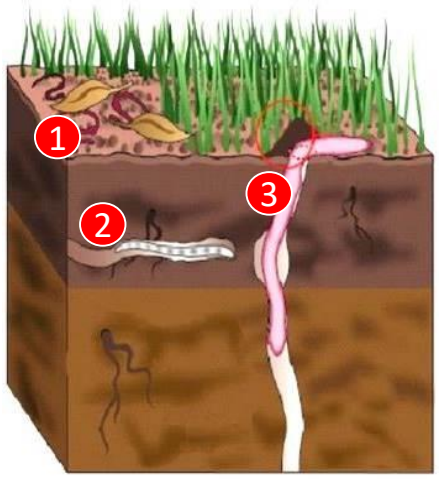
2 Les endogés

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

3 Les anéciques

Taille : grande (10 - 110 cm)
Couleur : rouge, gris clair, brun
(avec un gradient de la tête à la queue)



- **Vivent dans l'ensemble du sol**
- Creusent des **galeries permanentes** verticales
- Rejettent des déjections à la surface du sol

Turricule

Une centaine d'espèces en France

Diversité lombricienne

Les épigés

Eisenia eiseni

Lumbricus castaneus

Eisenia andrei

&

Eisenia fetida

(lombricompostage)

Diversité lombricienne

Les endogés

Allolobophora icterica

Octalasium cyaneum

Allolobophora chlorotica albanica

Aporrectodea caliginosa

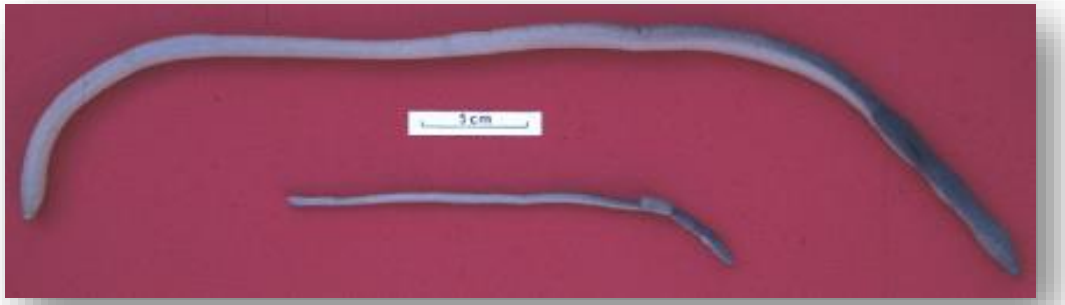
Allolobophora chlorotica chlorotica typica

Diversité lombricienne

Les anéciques

Aporrectodea giardi

Lumbricus terrestris



Diversité lombricienne

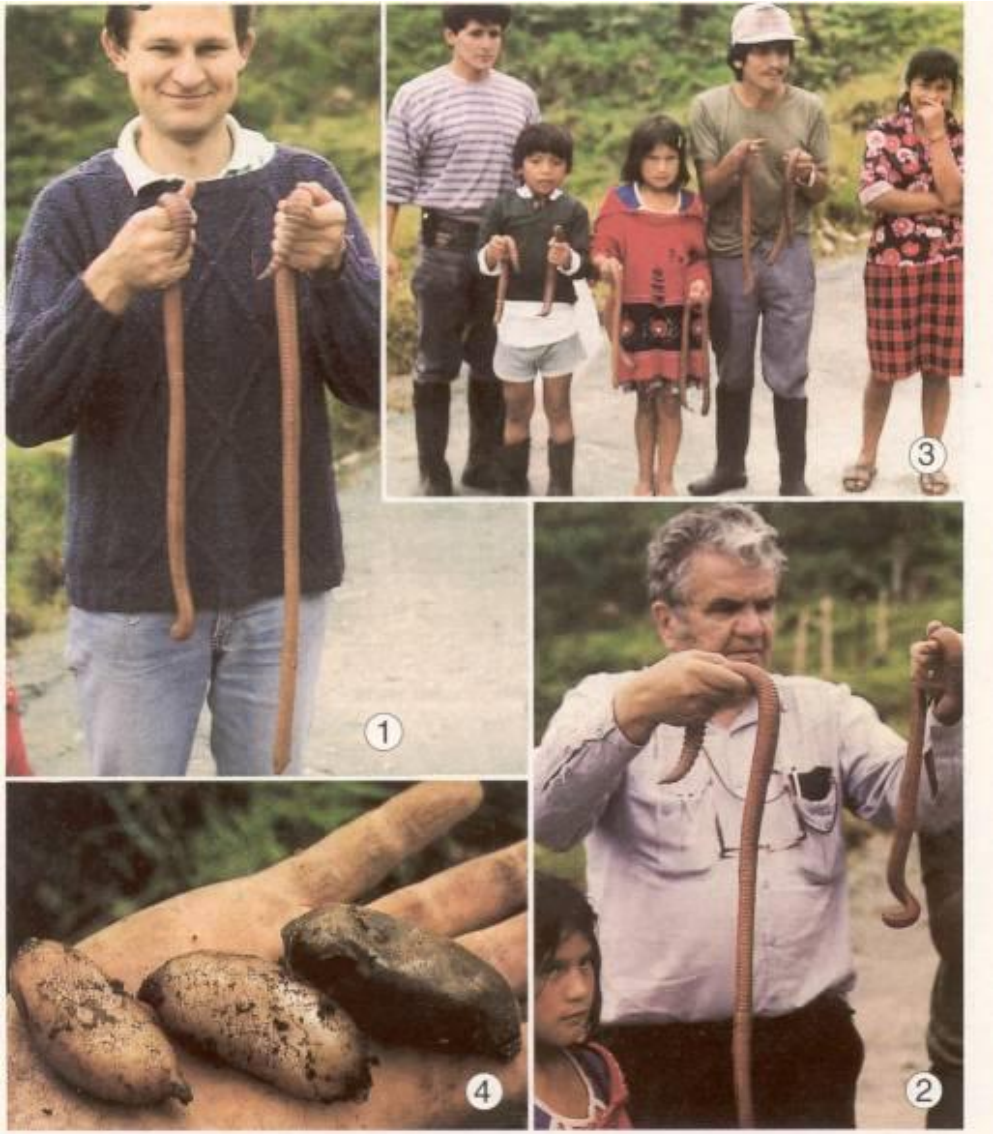


Abb. 1 und 2: Die Autoren mit dem Riesenregenwurm *M. (C.) ischuros* in Sta. Rosa der Provinz Pichincha, 19.4.1990.
Abb. 3: Familie Julio Iza, die die Sammler auf die richtige Spur brachten.
Abb. 4: Eier von *M. (C.) ischuros* in verschiedenen Entwicklungsstadien (Länge 6-7 cm, Dicke 2-3 cm).

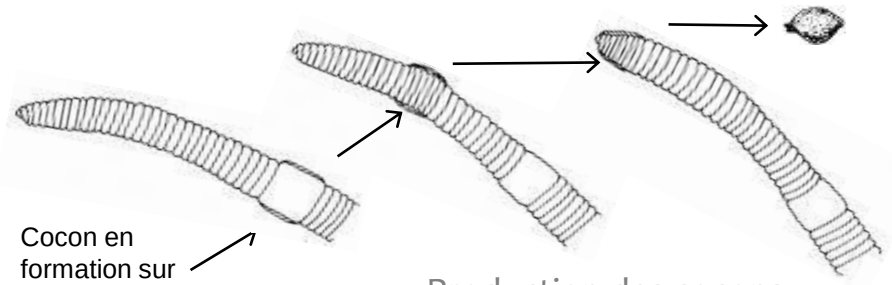
Reproduction

a) **2 mâles** se rencontrent et échangent leurs spermatozoïdes qu'ils stockent dans des poches (spermathèques)

b) ils se séparent et deviennent ensuite **femelles** : ils utilisent les spermatozoïdes de leur congénère pour féconder leurs propres ovules

c) ils produisent ensuite des **cocons** contenant un nombre variable de juvéniles

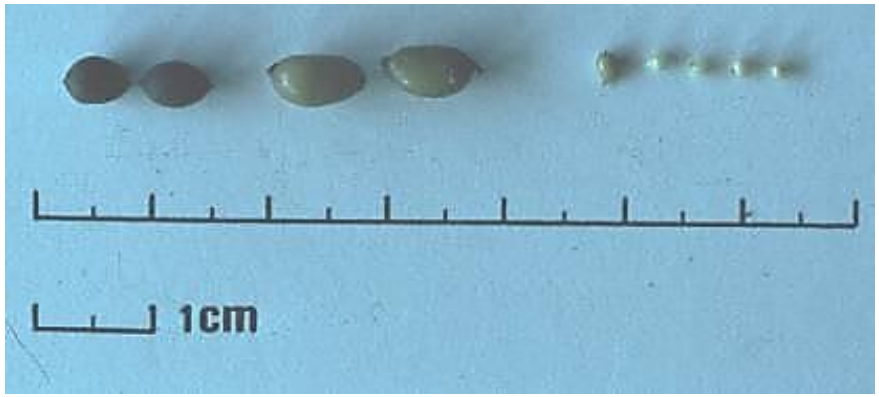
Ce sont des **hermaphrodytes protandres**.



Production des cocons
(d'après Edwards et Lofty, 1977)

Développement embryonnaire
(Nicodrilus giardi)

Accouplement *(Lumbricus terrestris)*



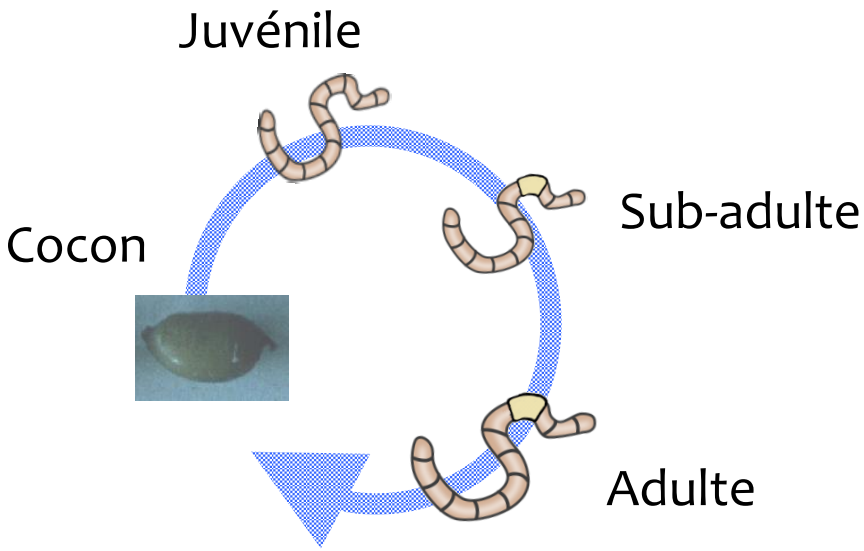
Cocons de taille variable, en relation avec la taille de l'espèce

Reproduction, différentes stratégies

Temps de génération

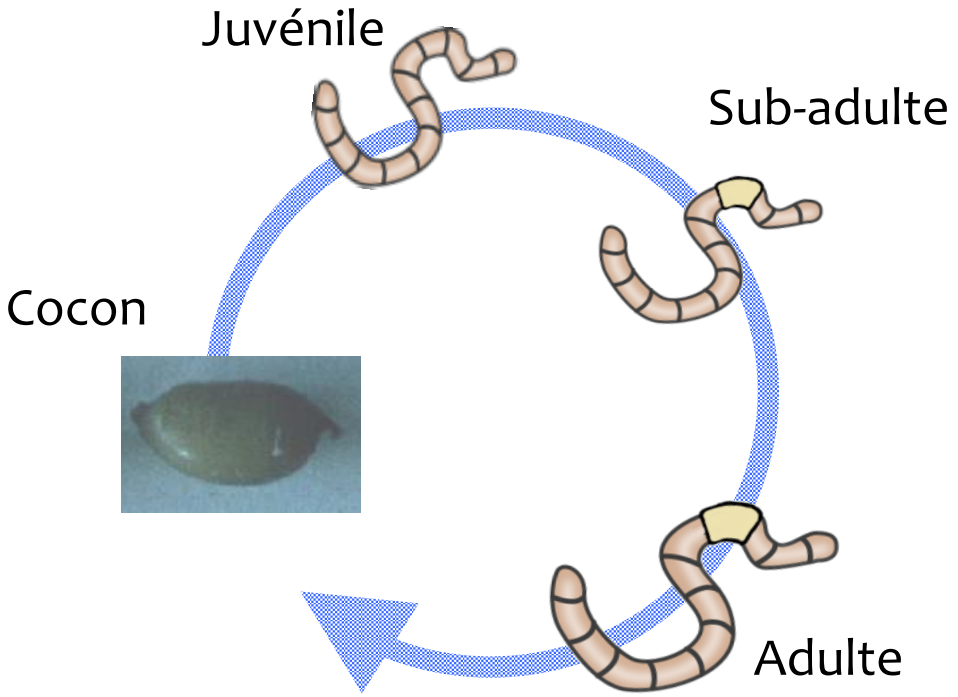
Epigés

= 2 à 3 mois



Epi-Anécique

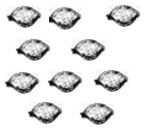
= 7 à 22 mois



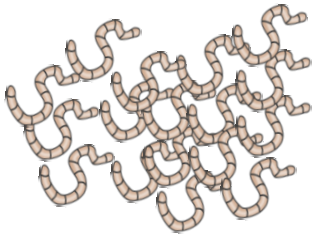
Reproduction, différentes stratégies

Prolificité

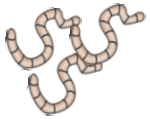
8 – 10 cocons



x 3-7 embryons =



27 – 70 juvéniles



= 288 à 840

1 mois

1 an

1 épigé adulte

1 cocon

x 1,1 embryon =

1,1 juvénile

= 12

1 mois

1 an

1 épi-anécique adulte

Modes de survie selon les groupes

Comment passer la mauvaise saison ?

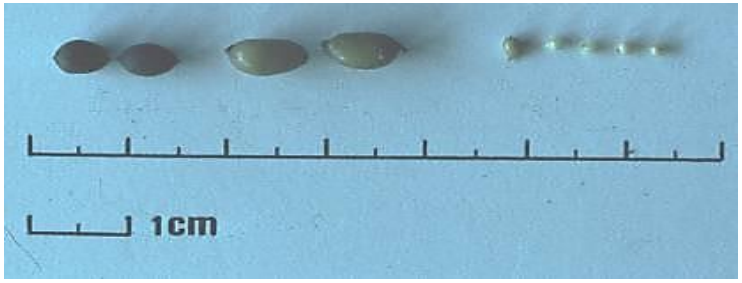
Mauvaise saison → sécheresse, gel

Différentes stratégies

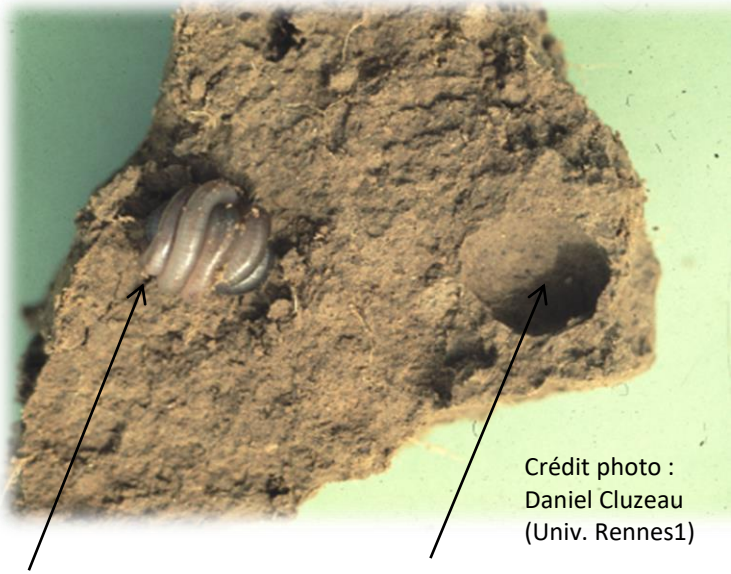
Épigés → survie sous forme de cocons

100 cocons/an

Maturité sexuelle : 45 jours



Cocons de taille variable, en relation avec la taille de l'espèce



Crédit photo : Daniel Cluzeau (Univ. Rennes1)

A. giardi

Logette d'estivation

Anéciques et endogés

→ survie en **léthargie** dans des logettes

Pourquoi étudier les Lombriciens ?

- **Ingénieurs** des écosystèmes (modification des abondance ou structures des communautés lombriciennes peuvent modifier les propriétés du sol)
- **Sensibles aux modifications** de leur environnement (intensivité du travail du sol, fertilisation organique)
- **Faciles à observer**, prélever et à déterminer
- Méthodes de prélèvement **standardisées**

Ce sont des bioindicateurs de la qualité des sols

Pourquoi étudier les Lombriciens ?

- **Fragmentation** et **incorporation** des matières organiques

Pourquoi étudier les Lombriciens ?

- **Fragmentation** et **incorporation** des matières organiques
- **Brassage** des matières organiques et minérales (favorisation de la minéralisation de la MO par les microorganismes du sol, transfert C et N via les galeries)

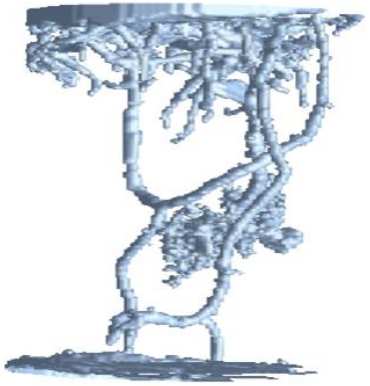
1 tonne de vers de terre /ha
=
30 tonnes déjections/ha/an

Déposées à la surface = TURRICULES

Déposées dans le sol

Pourquoi étudier les Lombriciens ?

- **Fragmentation** et **incorporation** des matières organiques
- **Brassage** des matières organiques et minérales (favorisation de la minéralisation de la MO par les microorganismes du sol, transfert C et N via les galeries)
- Création de **porosités** et **rugosités** de surface



Macroporosités tubulaires
(diamètre > 1mm)

↓

Infiltration eau & air

Structure grumeleuse
Méso et Micro-porosités

↓

Réserve en Eau
Rétention des éléments

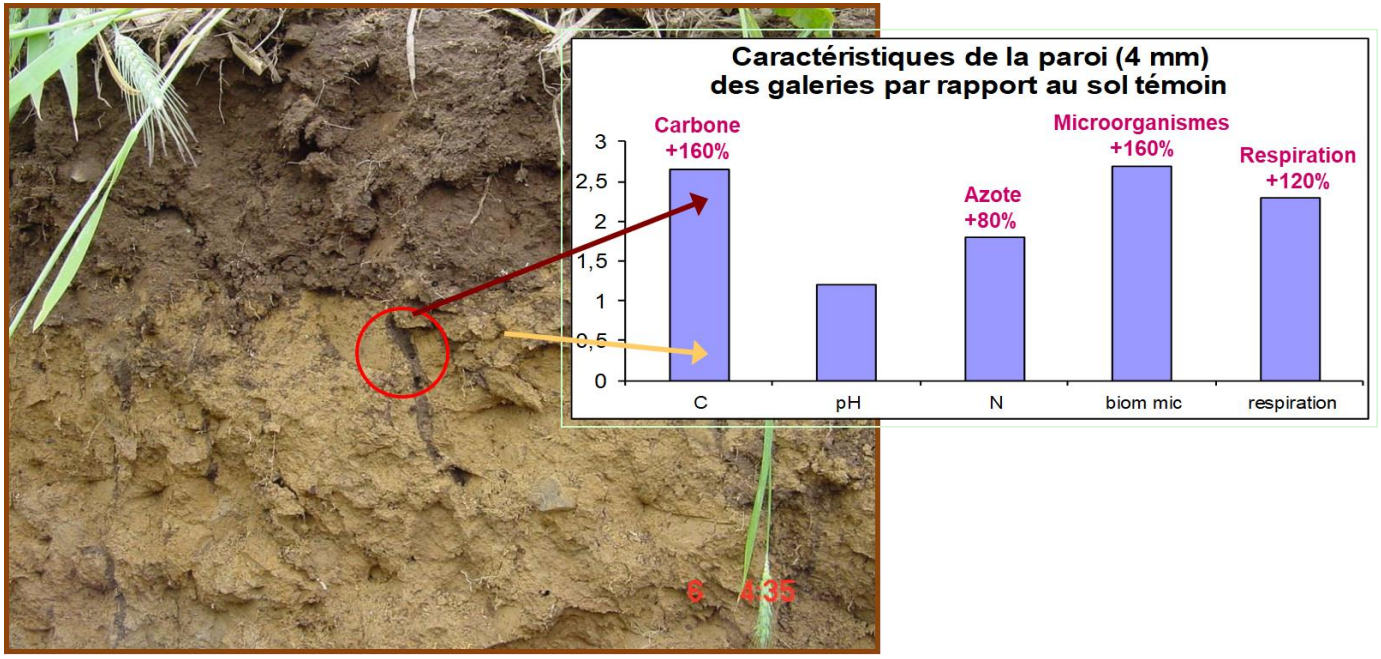
Rugosité de surface
Stabilité structurale

↓

Résistance au splash
Infiltration

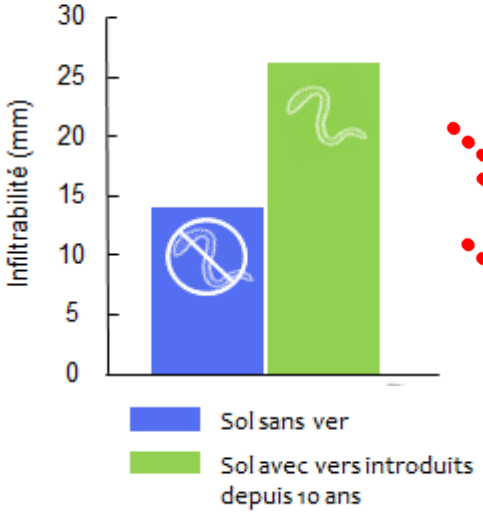
Pourquoi étudier les Lombriciens ?

- **Fragmentation** et **incorporation** des matières organiques
- **Brassage** des matières organiques et minérales (favorisation de la minéralisation de la MO par les microorganismes du sol, transfert C et N via les galeries)
- Création de **porosités** et **rugosités** de surface
- Stimulation de l'activité des **microorganismes**



Pourquoi étudier les Lombriciens ?

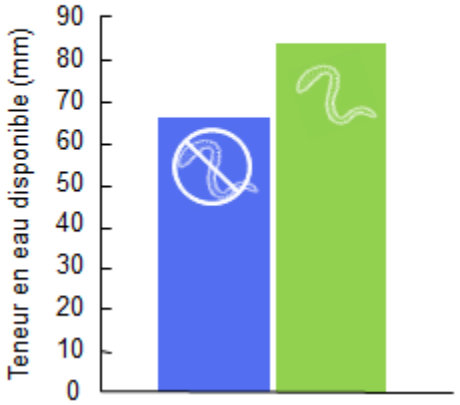
L'infiltration de l'eau



ruissellement

érosion

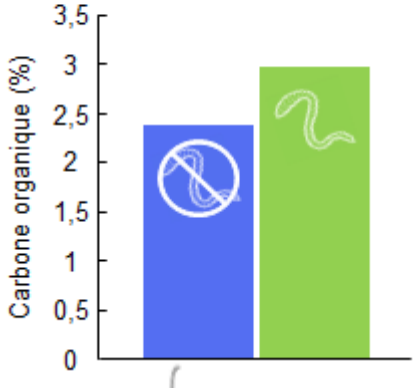
La quantité d'eau disponible pour les plantes



lessivage

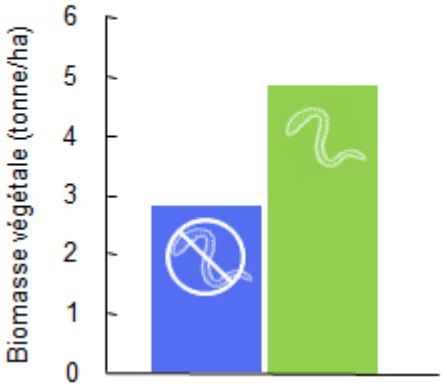
bio-épuration

Le stockage du carbone



régulation du climat

La production végétale



(Stockdill, 1959 et 1982)

production alimentaire

A quoi servent les données ?

Les paramètres d'analyse des communautés lombriciennes

- **Abondances totales, par groupe fonctionnel et par espèce**

- **Structuration des communautés**
  - Abondance relative (%) par Groupe fonctionnel et par espèce
  - Occurrence des espèces

- **Richesse taxonomique & Indices de diversité**
  - Richesse moyenne (par m²)
  - Richesse totale (pour une parcelle ou … par région …)

Le plus est le mieux !

- **Assurance écologique & redondance fonctionnelle**

A quoi servent les données ?

Les paramètres d'analyse des communautés lombriciennes

- **Abondances totales, par groupe fonctionnel et par espèce**
- **Structuration des communautés**
  - Abondance relative (%) par Groupe fonctionnel et par espèce
  - Occurrence des espèces
- **Richesse taxonomique & Indices de diversité**
  - Richesse moyenne (par m²)
  - Richesse totale (pour une parcelle ou … par région …)
- **Assurance écologique & redondance fonctionnelle**

Evaluation de l'impact des **pratiques de gestion** des sols et des **modes d'occupation**

Le plus est le mieux !

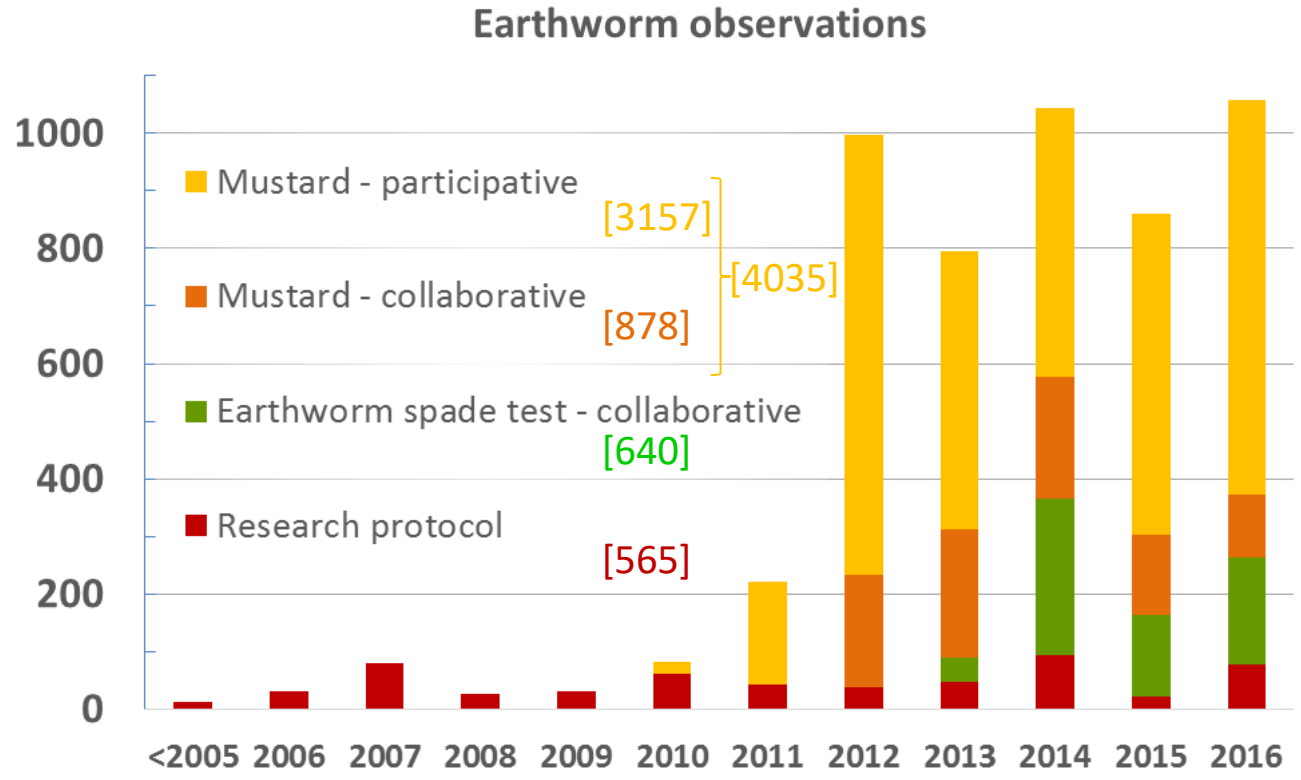
A quoi servent les données ?

Ce que la dynamique OPVT a apporté …
Quelques exemples de valorisation
des données validées

A quoi servent les données ?

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

Observations number

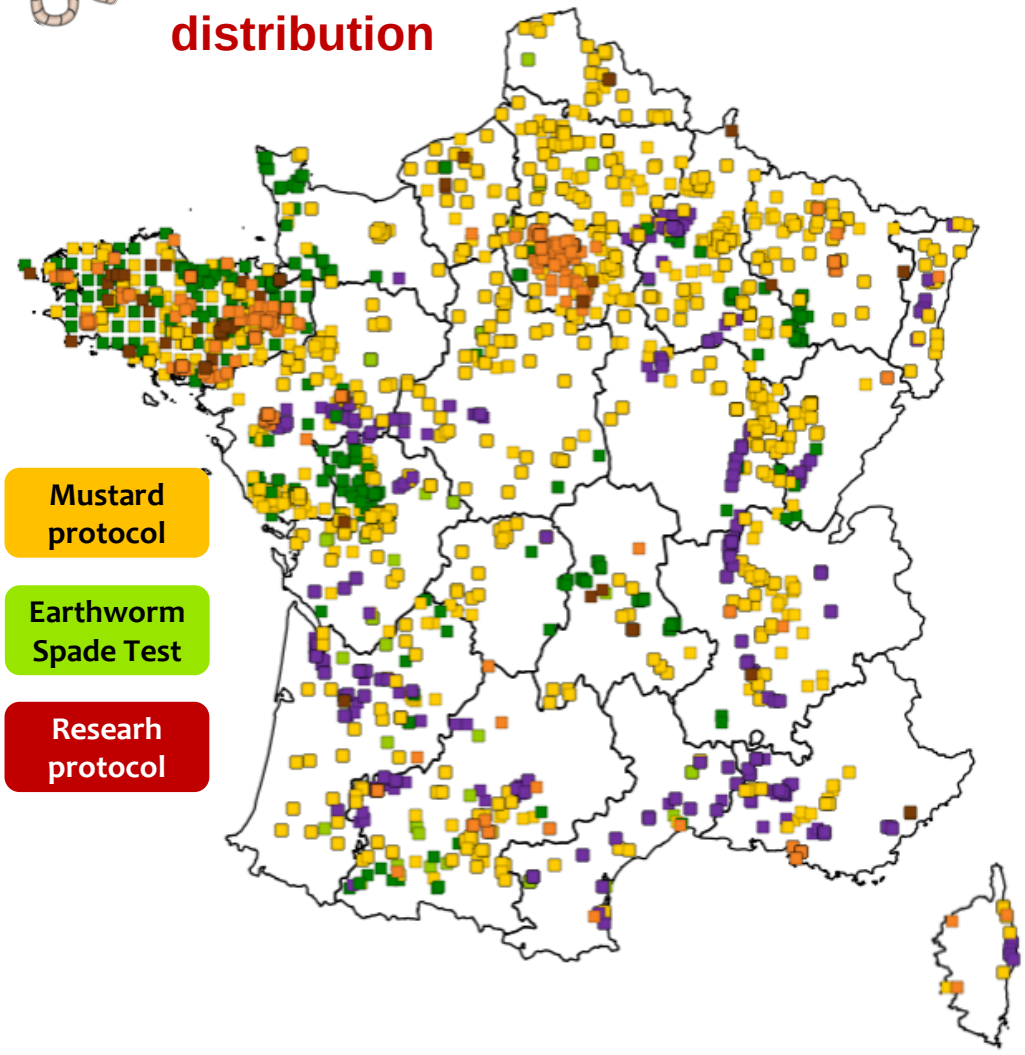


~ 3000 participative observations
~ 1500 collaborative observations

in 6 years

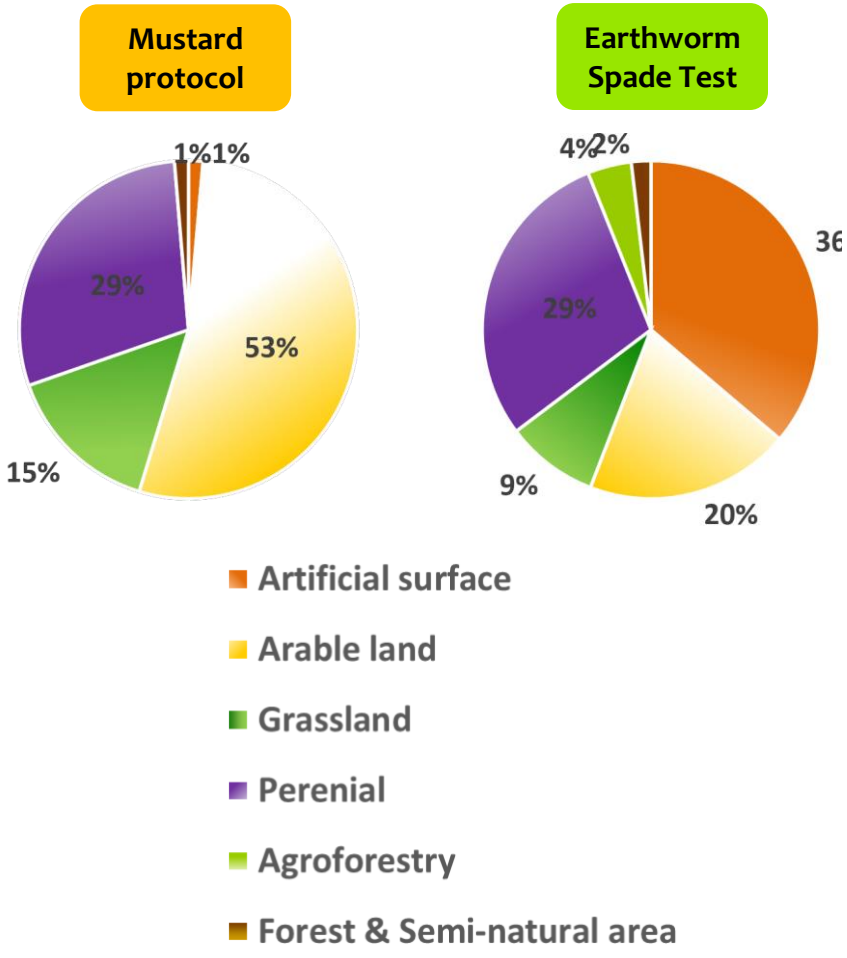
A quoi servent les données ?

Observations distribution



↳ **Better spatial distribution of observations**

Diversity of land uses

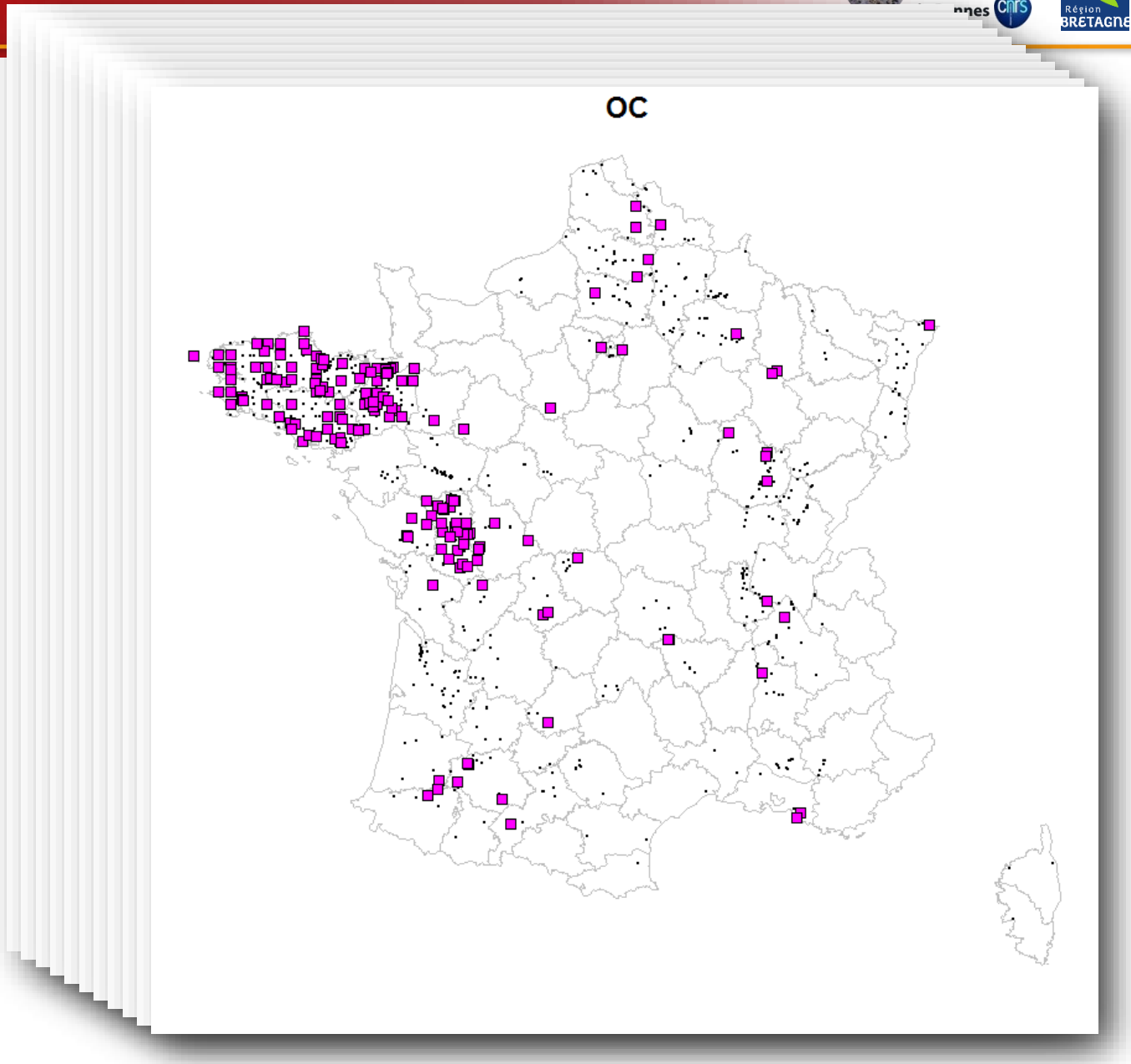


↳ **Exploring more various habitat types**
(urban sites, airports, market gardening, arboriculture, cemetery…)

A quoi servent les données ?

ecobiosoil database

Contribution aux Atlas de la biodiversité communaux, régionaux & national

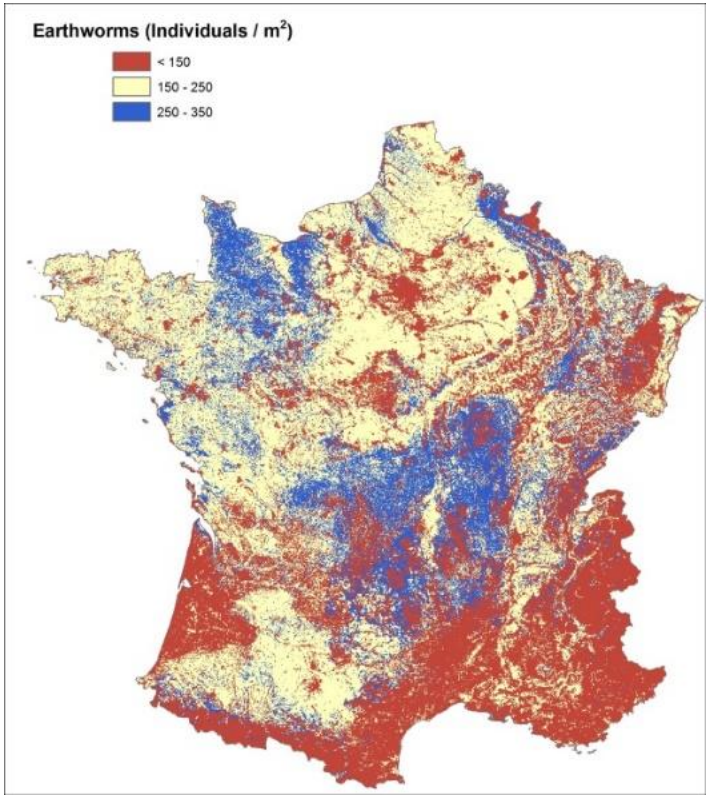


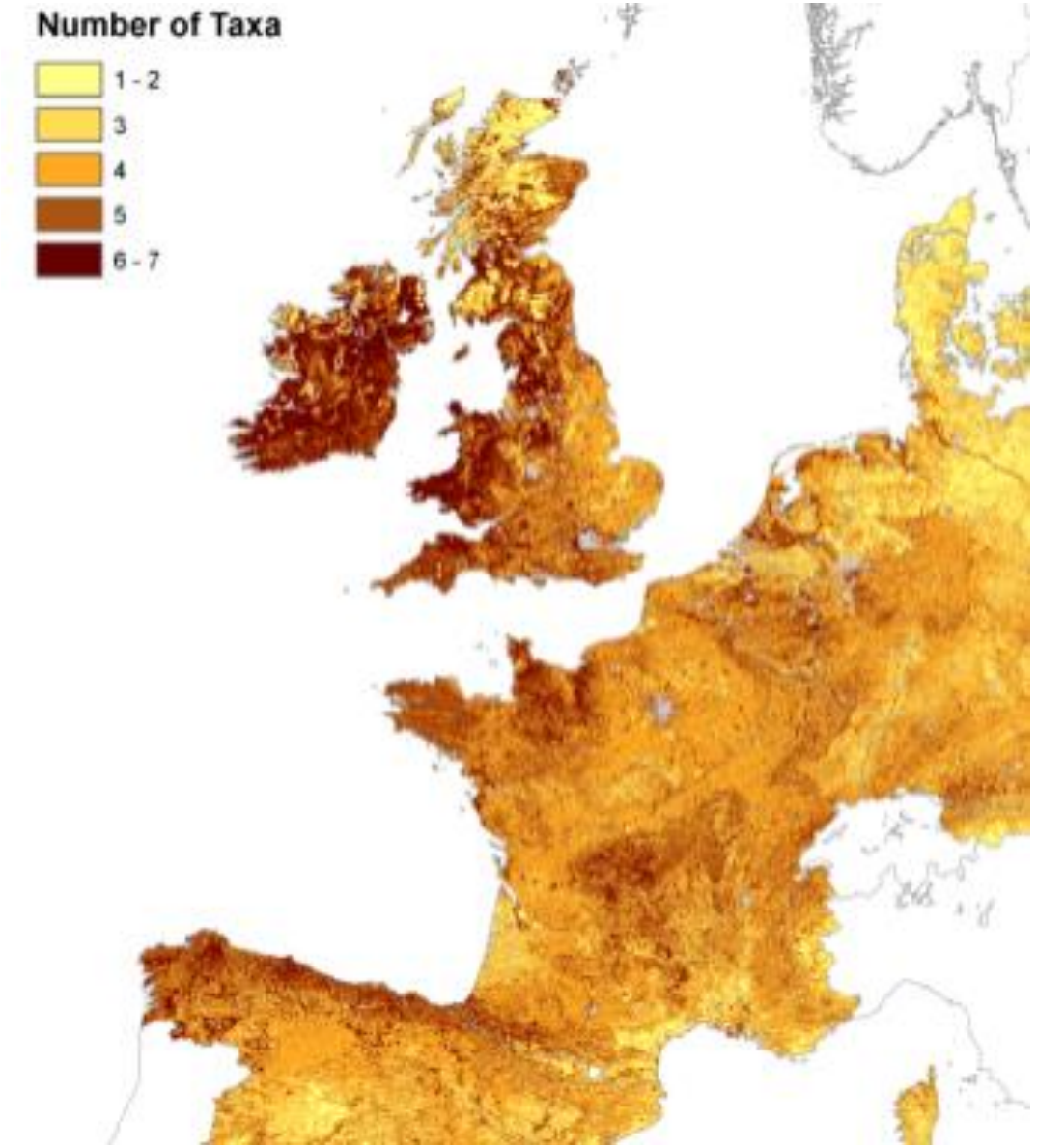
Source: ecobiosoil database, Cluzeau & al

A quoi servent les données ?

European Atlas of Soil Biodiversity distribution

Construction de référentiel et de modèles prédictifs





Source: Rutgers & al, 2015

Exemples de programmes partenaires

- **Réseau national de surveillance biologique du territoire : Réseau SBT-ENI**

  Suivi des effets non intentionnels (ENI) des pratiques agricoles
  sur des espèces indicatrices de biodiversité
  en milieu agricole (500 parcelles pendant 10 ans)

Exemples de programmes partenaires

- **Réseau national de surveillance biologique du territoire : Réseau SBT-ENI**

  Suivi des effets non intentionnels (ENI) des pratiques agricoles
  sur des espèces indicatrices de biodiversité
  en milieu agricole (500 parcelles pendant 10 ans)

- **Programme JASSUR et Sols de Bretagne**

  106 jardins échantillonnés entre 2014 et 2016 (Paris, Nancy, Toulouse, Marseille, Rennes, Vannes, Quimper, Brest, St Brieuc, Carlhais, Louréac)

Exemples de programmes partenaires

- **Réseau national de surveillance biologique du territoire : Réseau SBT-ENI**

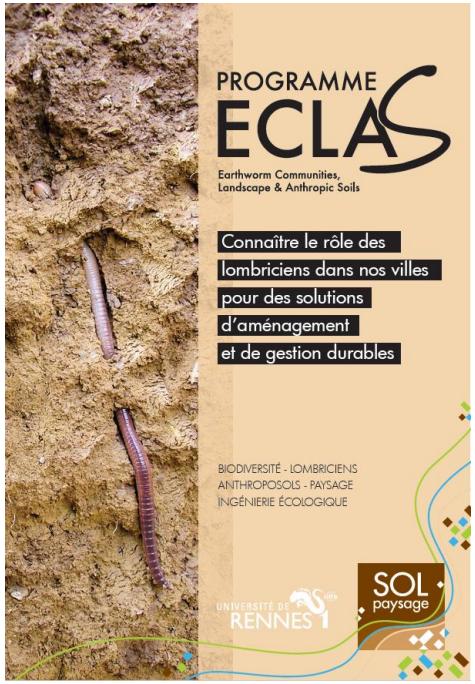
  Suivi des effets non intentionnels (ENI) des pratiques agricoles sur des espèces indicatrices de biodiversité en milieu agricole (500 parcelles pendant 10 ans)

- **Programme JASSUR et Sols de Bretagne**

  106 jardins échantillonnés entre 2014 et 2016 (Paris, Nancy, Toulouse, Marseille, Rennes, Vannes, Quimper, Brest, St Brieuc, Carlhais, Louréac)

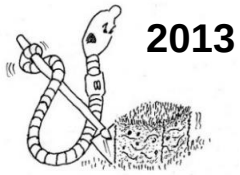
- **Naturparif et programme ECLAS (Ile-De-France)**

  170 parcelles échantillonnées avec NaturParif
  45 parcelles échantillonnées avec le programme ECLAS (Cerema et Sol Paysage)



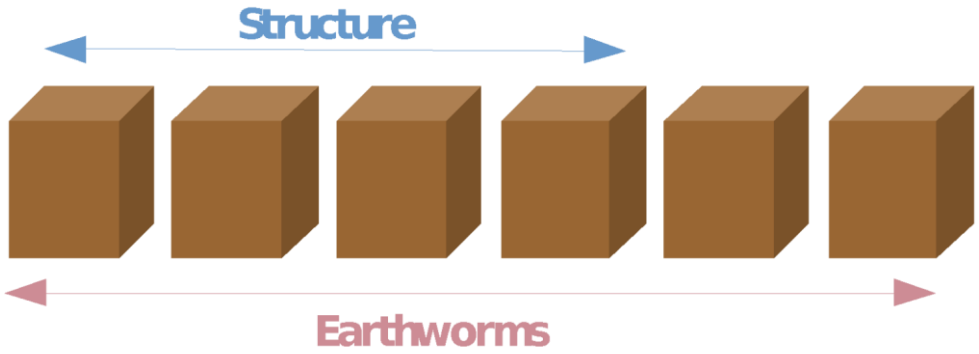
Le protocole de terrain

Le test-bêche structure



2013

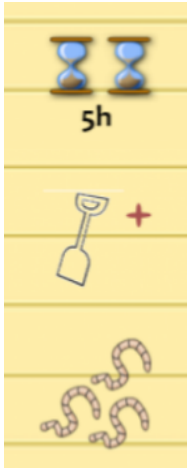
- Extraction de 6 blocs de sol de 20x20x25 cm de profondeur à l'aide d'une bêche
- Observation de la structure (compaction, mottes)
- Echantillonnage des vers de terre par tri manuel de la terre



Temps (1 pers)

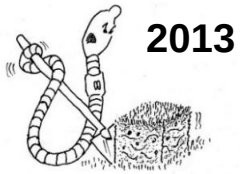
Equipement

Abondance vers de terre



Le protocole de terrain

Le test-bêche structure



2013

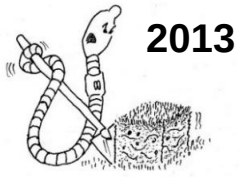
Motte gamma (Γ)

Motte delta o (Δo)

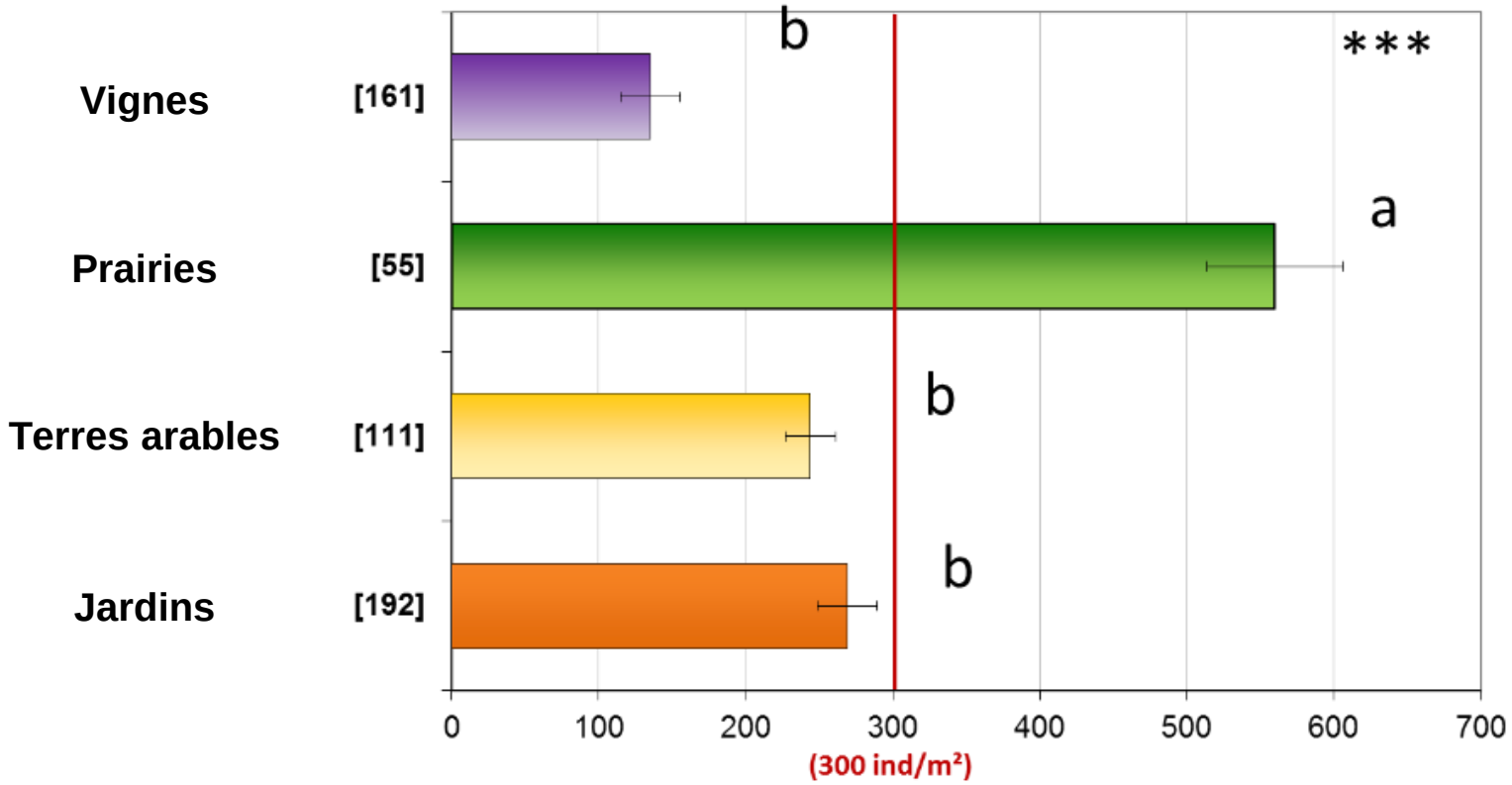
Motte delta (Δ)

Le protocole de terrain

Le test-bêche structure



2013

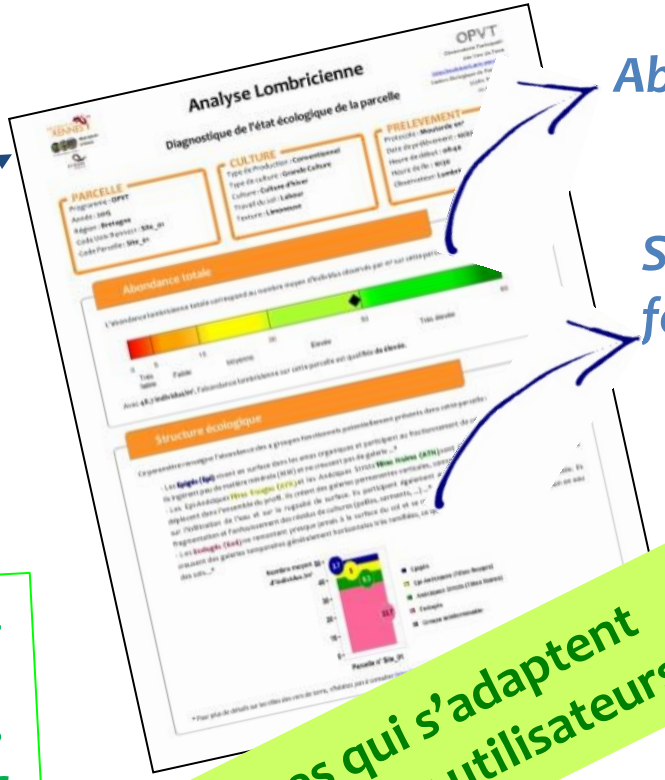


Collaboration avec l'ONB
(Observatoire National de la Biodiversité)

Quels retours pour les utilisateurs?

Compte-rendu des résultats à la parcelle individuelle

EcoBioSoil database

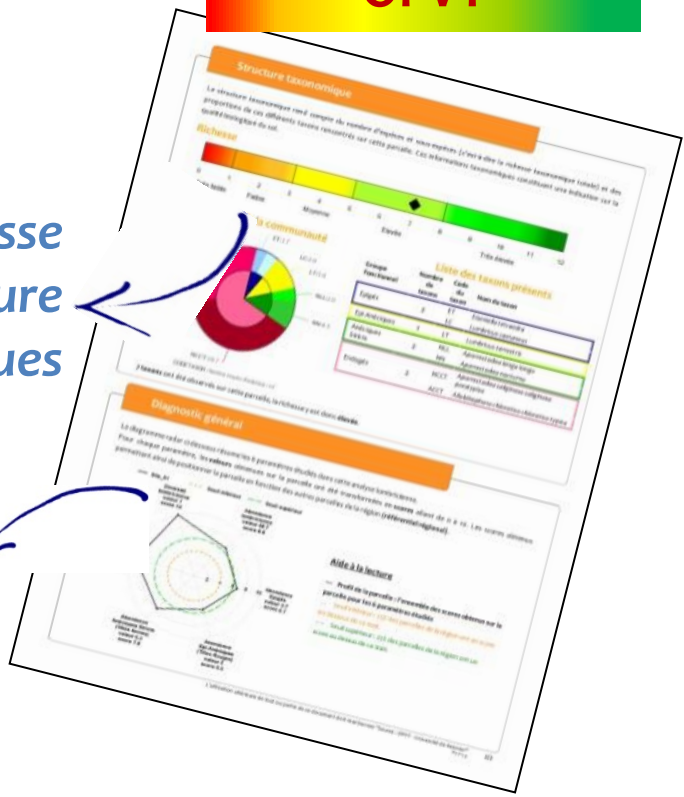


Abondance totale

Structure fonctionnelle

Richesse & Structure taxonomiques

Exemple de diagnostic thématique



Référentiel OPVT

Uniquement pour les participants collaboratifs

Une gamme de services qui s'adaptent aux attentes et objectifs des utilisateurs

A la demande, Rapport à l'échelle d'un groupe
(par thème, par pratique, par lien géographique, …)

Démarche participative ou collaborative ?

Regroupement global /m²

Diversité taxonomique
(détermination morpho-anatomique)

Répartition en 4 groupes écologiques

Diversité génétique
(détermination par marqueurs moléculaires)

OPVT

Analyses participatives

Analyses collaboratives avec l'OPVT

Abondance totale

Abondances totale & fonctionnelle
(mais non certifiée)

Abondance totale, fonctionnelle *(certifiée)* & taxonomique.
Richesse et Indices de diversité
Occurrence et assurance écologiques, …

Qualité de l'inventaire et du diagnostic

…?

Site web OPVT, pour aller plus loin

Nos propositions de collaboration

et d'analyses

https://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/page.php?65

Merci pour votre attention

OPVT

Daniel Cluzeau, Sarah Guillocheau, Jeanne Maréchal

Vendredi 25 janvier 2019

sarah.guillocheau@univ-rennes1.fr