

# Les organismes des sols, utiles ou futiles ?

Tiphaine Chevallier, Eric Blanchart, Jean Trap, Lydie Lardy, UMR Eco&Sols  
Ezekiel Baudoin, UMR LSTM

[www.umd-ecosols.fr](http://www.umd-ecosols.fr)  
<http://umd-lstm.cirad.fr/>  
[www.ird.fr/](http://www.ird.fr/)

*Rectorat Montpellier, 9 nov. 2016*

# Première partie

## Les sols, une ressource vivante à préserver

1. Qu'est-ce qu'un sol ?
2. Les sols et les services écosystémiques
3. Les organismes du sol
4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols



# Seconde partie

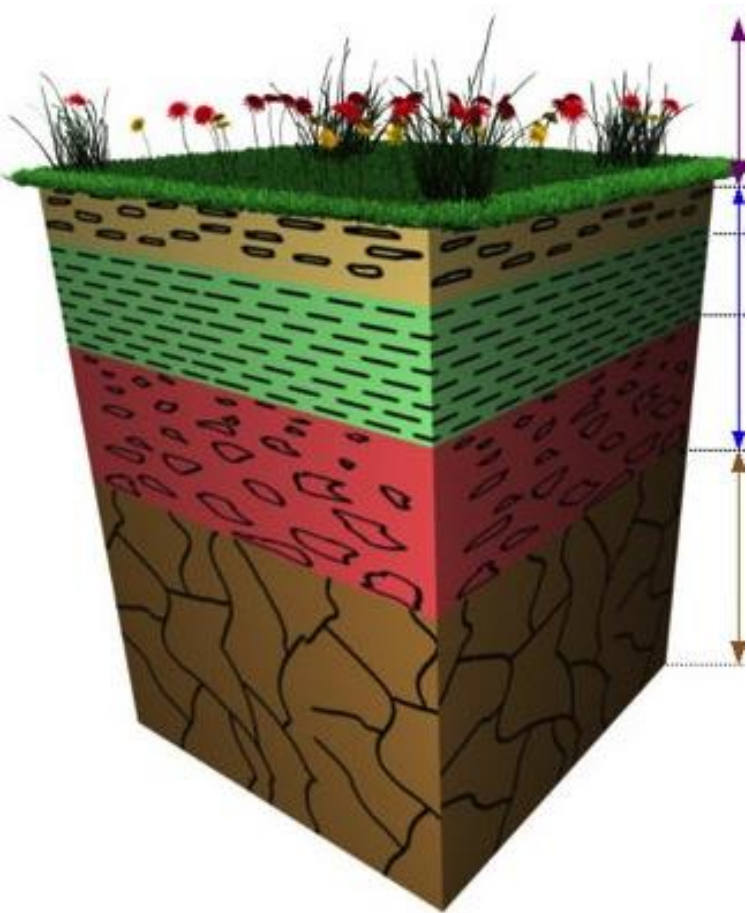
## Des organismes du sol en symbiose avec les racines des plantes

1. Symbiose mycorhizienne
2. Symbiose rhizobienne
3. Les légumineuses dans les systèmes de culture



# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 1. Qu'est-ce qu'un sol ?



Végétation

Litière

Sol

Sous-sol (roches)





# Les sols, une ressource vivante à préserver

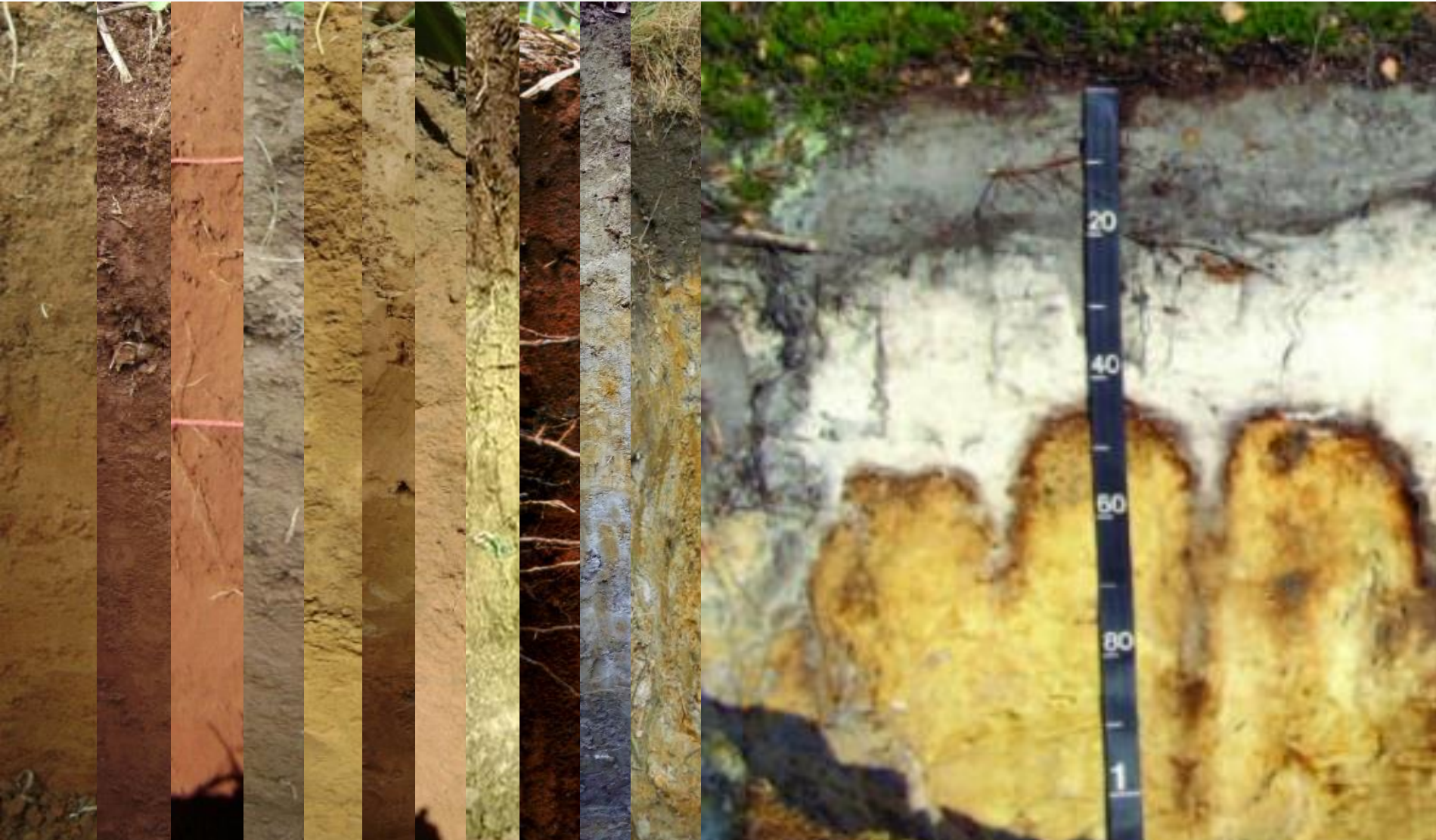
## 1. Qu'est-ce qu'un sol ?

Air et eau  
porosité

Matières organiques

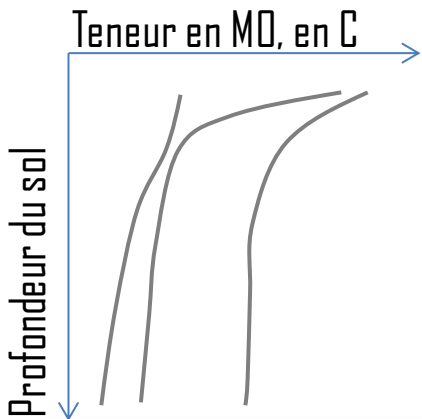
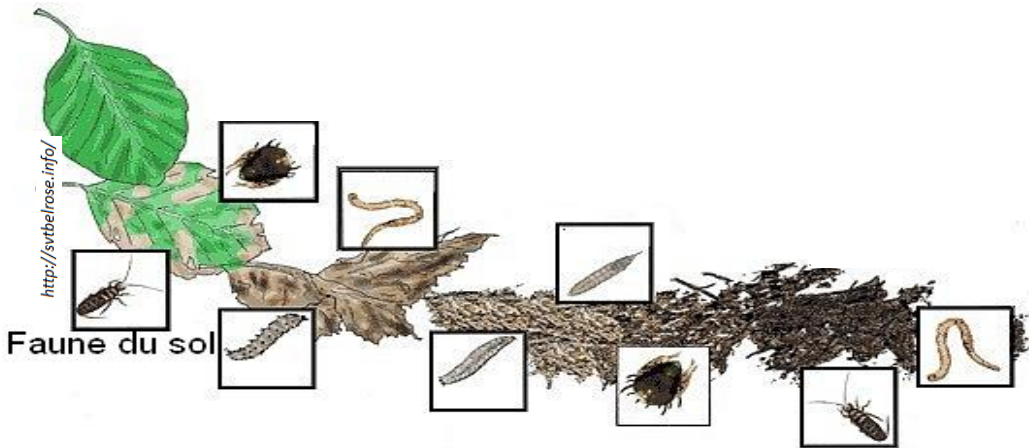
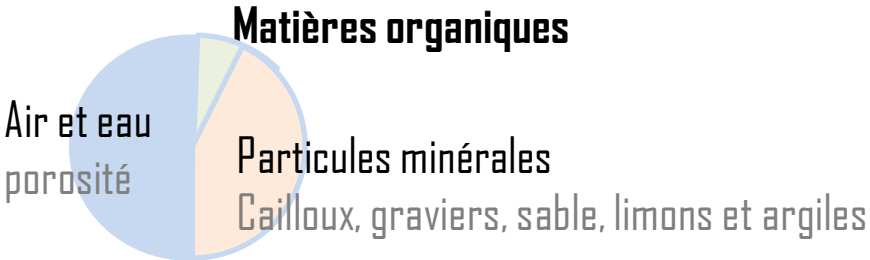
**Particules minérales**

Cailloux, graviers, sable, limons et argiles

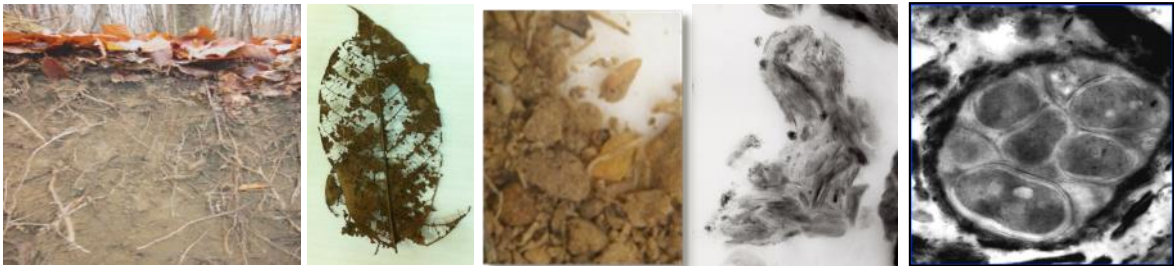


# Les sols, une ressource vivante à préserver

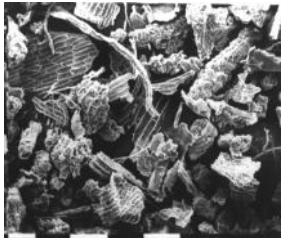
## 1. Qu'est-ce qu'un sol ?



Différentes formes, nature, taille

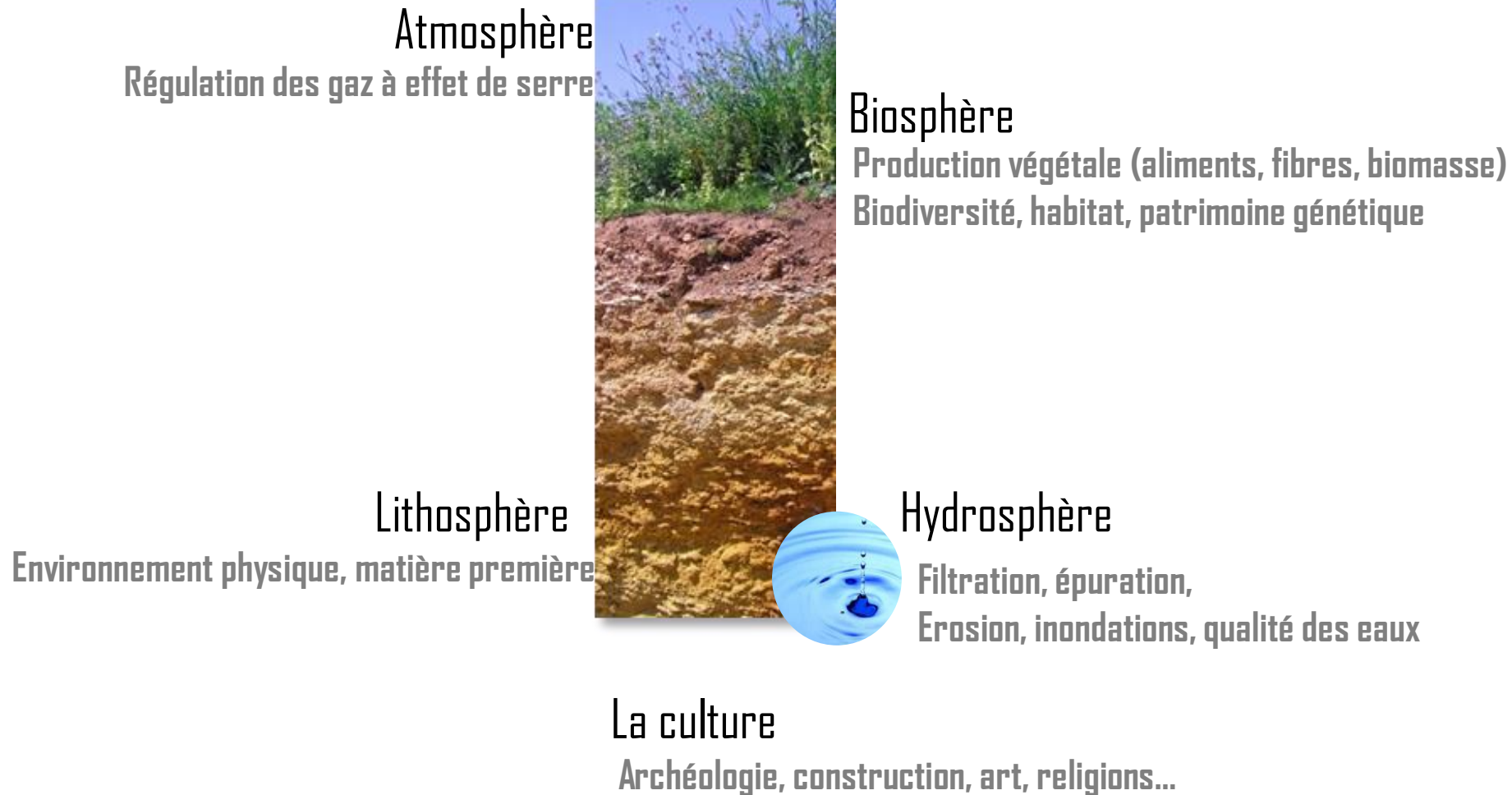


Les teneurs dépendent du type de sol et de son mode de gestion



# Les sols, une ressource vivante à préserver

1. Qu'est ce qu'un sol ?
  2. Les sols et les services écosystémiques
- 





# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 2. Les sols et les services écosystémiques

Sur l'ensemble des terres émergées (1/4 de la planète)

Sols productifs 22 %, la moitié est cultivée

Sols non productifs 78 %

*Couverts de glace, Trop froids, Trop secs, Trop pentus,*

*Trop minces, Trop humides, Trop Pauvres*

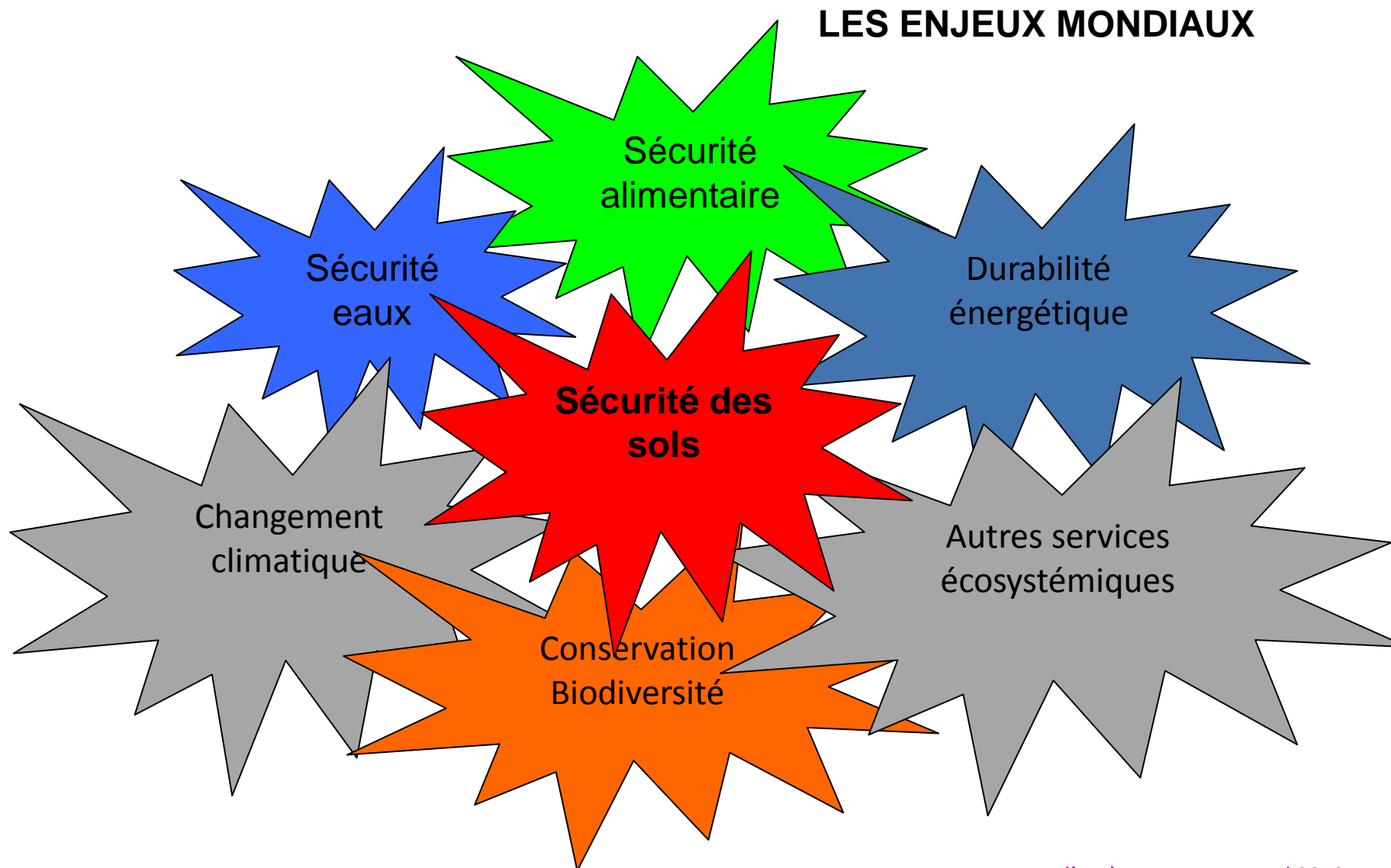


- Dégradation des sols (érosion, perte de MO, salinisation...)
- Urbanisation
- Changements climatiques

**Des ressources limitées à préserver**



## 2. Les sols et les services écosystémiques

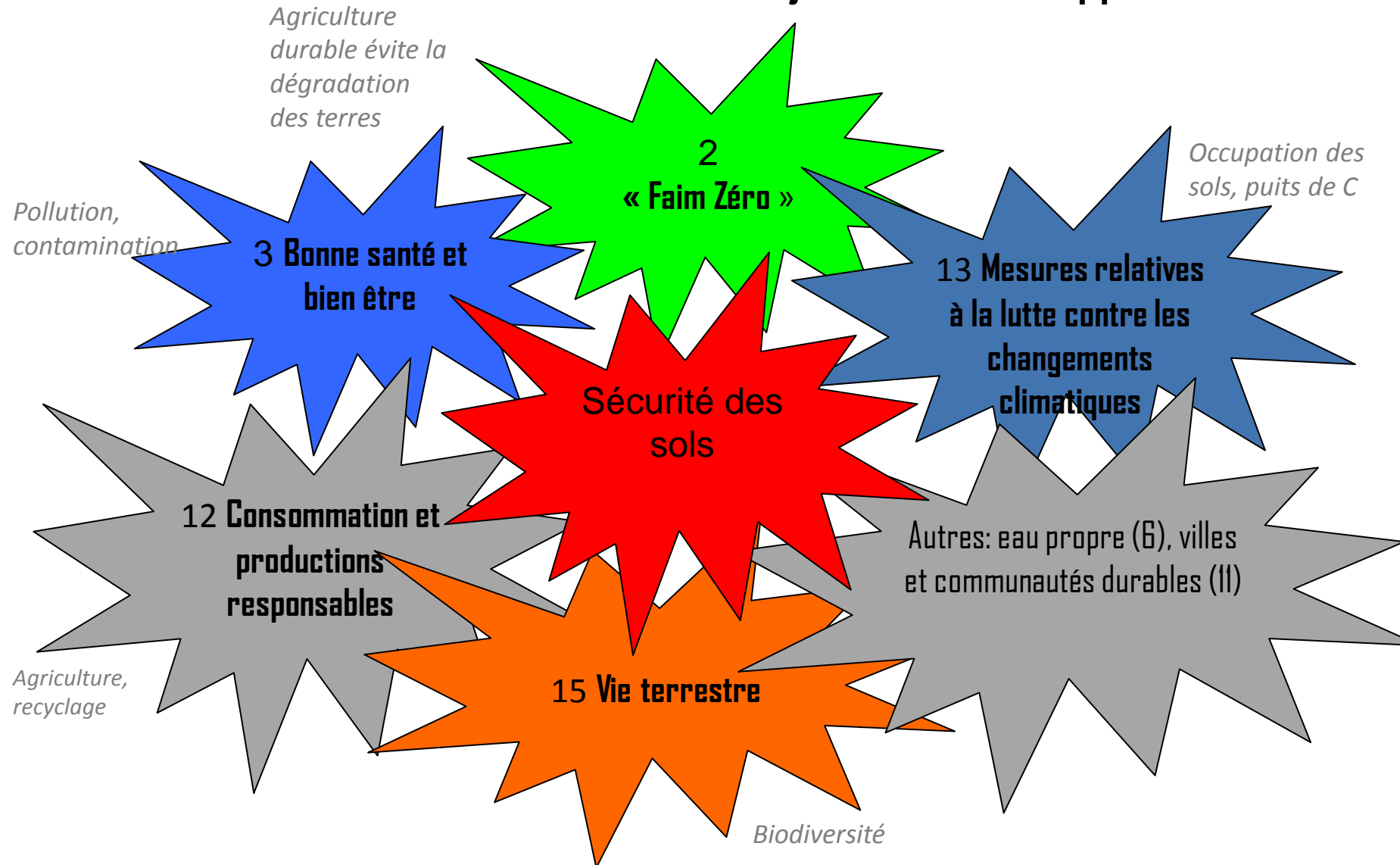




# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 1. Les sols et les services écosystémiques

### LES ODD – Objectifs du Développement Durable



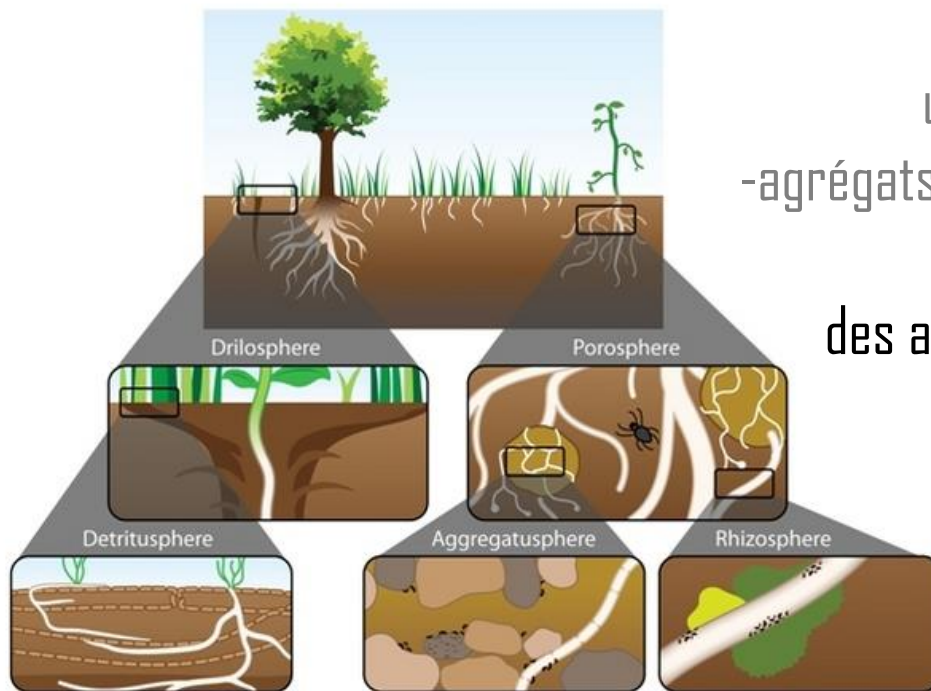
# Les sols, une ressource vivante à préserver

1. Qu'est-ce qu'un sol ?
2. Les sols et les services écosystémiques
- 3. Les organismes du sol**



# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 3. Les organismes du sol



Un milieu hétérogène,  
une mosaïque de différents habitats  
-agrégats, pores, répartition de la matière organique-  
des activités biologiques à toutes les échelles

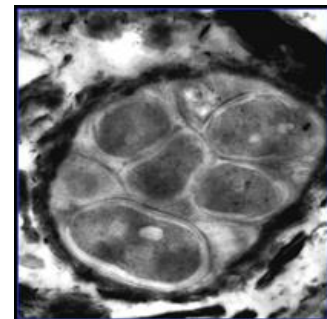
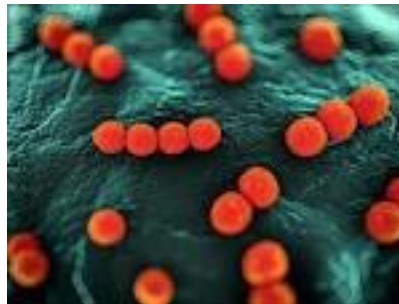


© 2012 Nature Education



Plusieurs millions d'organismes vivants répartis  
en plusieurs milliers d'espèces différentes

## Des procaryotes : bactéries et des archéobactéries



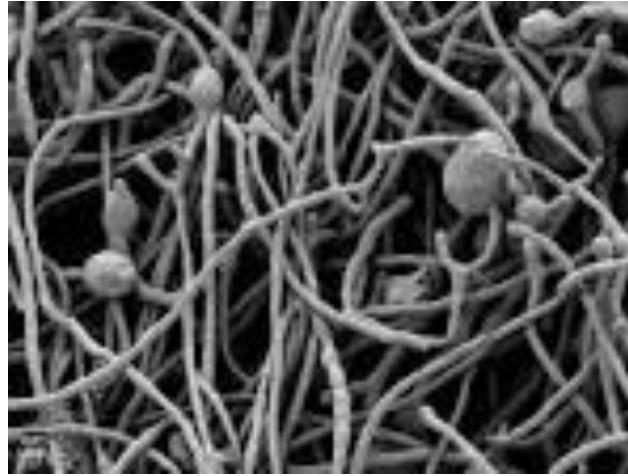
1 à 10  $\mu\text{m}$



## 3. Les organismes du sol

### Des champignons

(eucaryote)



*Le mycélium  
des km dans les sols*



**Environ 5  $\mu\text{m}$  diamètre**

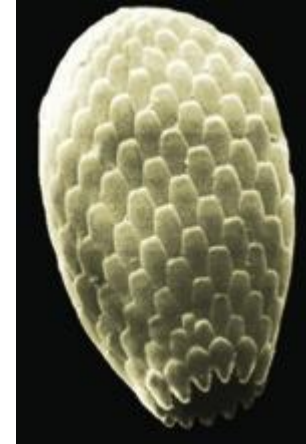
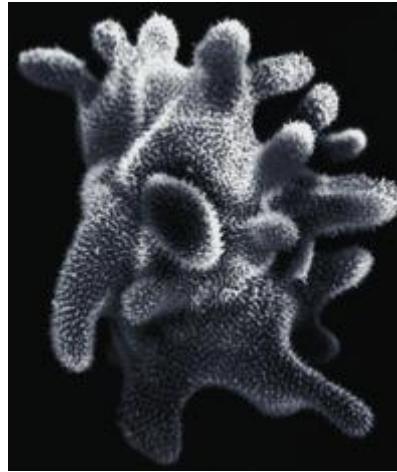
# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 3. Les organismes du sol

### Des protozoaires ou protistes



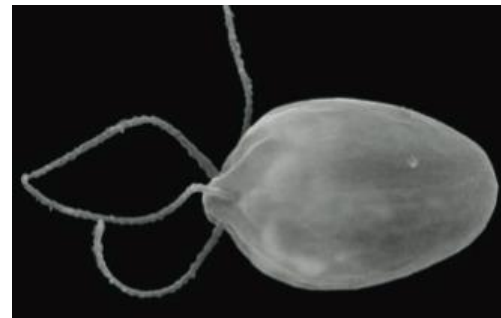
Ciliés



Flagellés



Amibes



*Une amibe passant au  
travers d'un pore*

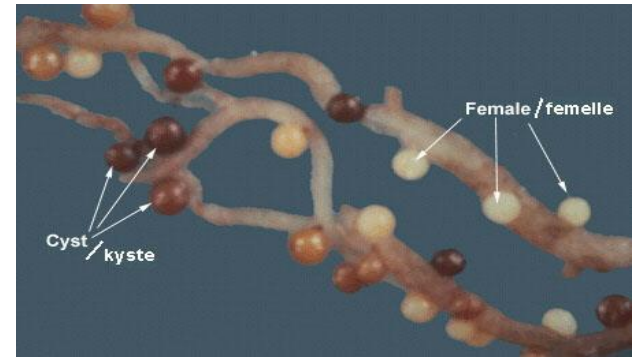


5 à 30  $\mu\text{m}$

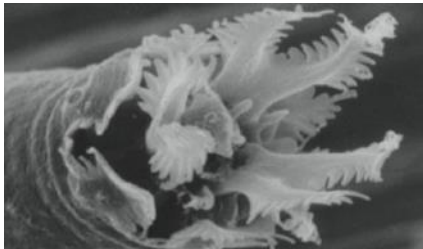
## Des nématodes (némathelminthes)



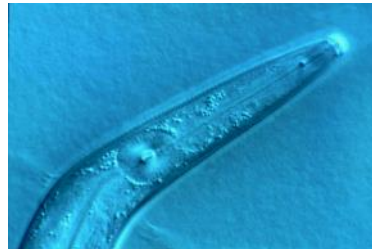
Les nématodes phytoparasites



### Les nématodes libres



Bacterivore



Fungivore



Carnivore

Omnivore

100 à 500  $\mu\text{m}$



### Des tardigrades



100 à 200  $\mu\text{m}$



## Des insectes sans ailes (Aptérygotes)



### Protoures



### Collemboles



### Diploures

1 à 2 mm

### Des insectes ailés (Ptérygotes)



Termites (Isoptères)



Fourmis (Hyménoptères)



Coléoptères



Diptères

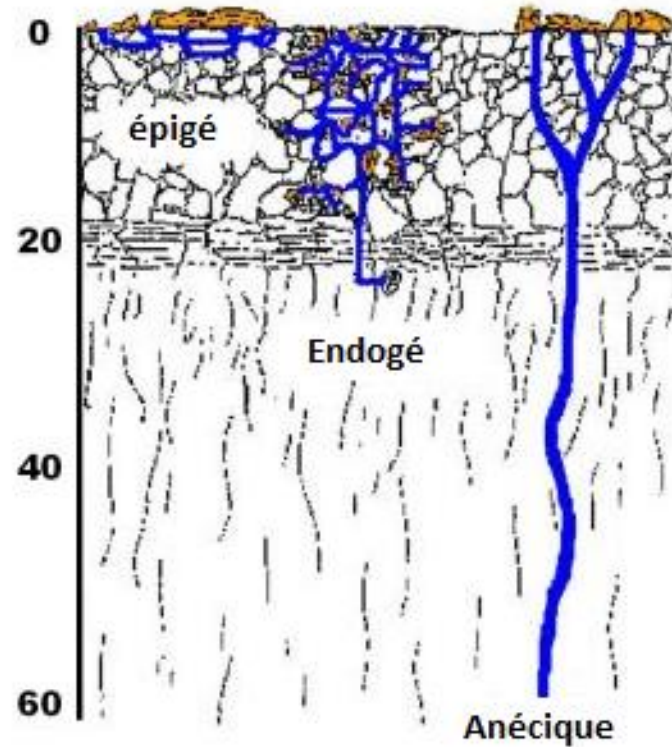
Dermaptères





## 3. Les organismes du sol

### Des vers de terre (Annélides)



5 cm à 3 m



## Des mille-pattes (Myriapodes)

Diplopodes  
(iules)



Gloméris

Chilopodes  
(scolopendres)





### Des arachnides

Acariens (oribates)

0,2-0,8 mm



Scorpions



Arachnides



Pseudoscorpions

### Des crustacés

Isopodes



= cloportes



## Des Vertébrés

Mammifères, Amphibiens,  
Reptiles



Amphisbène



Cécilien



# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 3. Les organismes du sol

### Combien d'espèces ?



> 4000 espèces de bactéries  
> 2000 sp de champignons  
saprophages

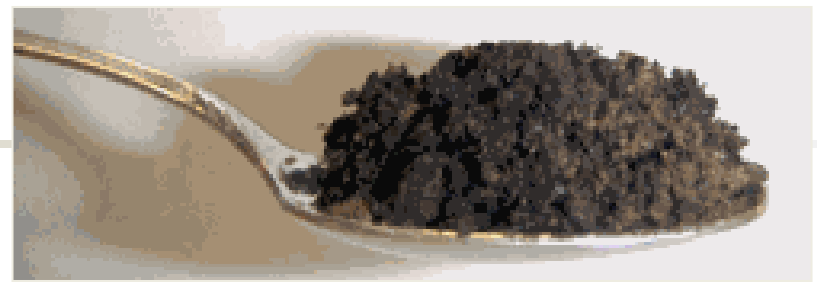
1000 espèces d'invertébrés:

- 400 – 500 Acariens
- 60 – 80 Collemboles
- 90 Nématodes
- 60 Protozoaires
- 20 – 30 Enchytraeidae
- 10 – 12 Lumbricidae
- 15 Diplopodes

1 g

1 m<sup>2</sup>





### Combien d'individus ?



❖ Bactéries 100 millions à 1 milliard



❖ Champignons Quelques mètres de mycélium



❖ Protozoaires Quelques millions



❖ Nématodes 1000 à 2000



❖ Arthropodes Jusqu' à 100

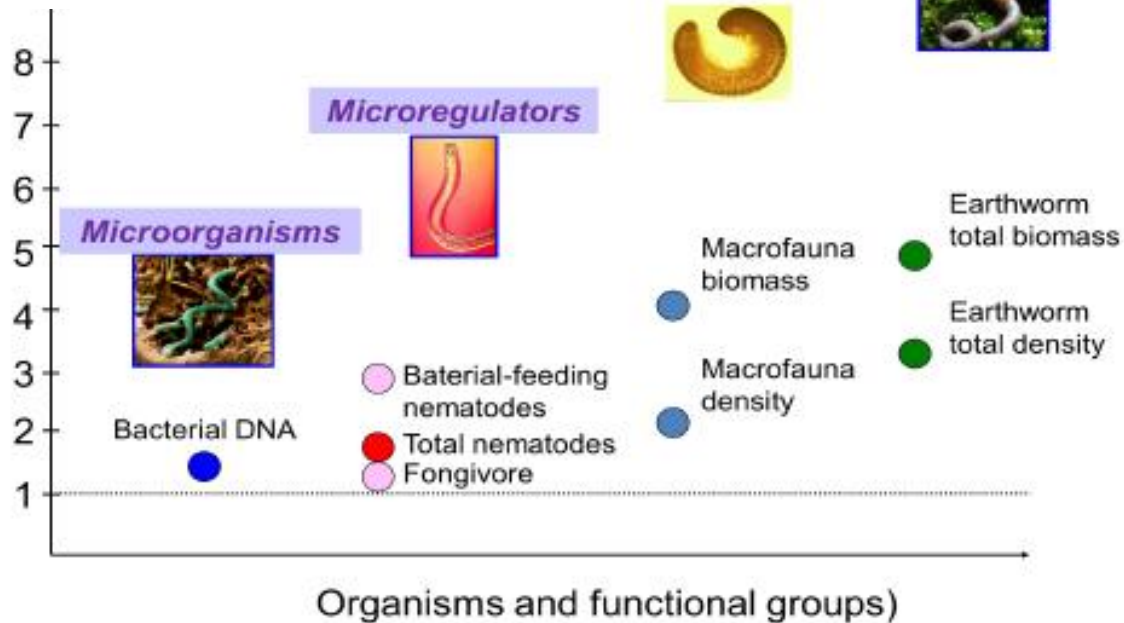


❖ Oligochètes 5

**± individus selon  
le mode d'occupation et  
de gestion des sols**

### Combien d'individus ?

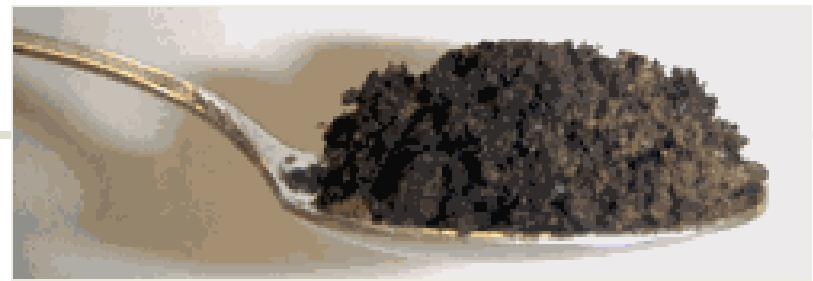
Rapport de densité entre agriculture de conservation et conventionnelle



Plus d'organismes sous culture de conservation

Mesures au Nord de la France

8 fois plus de vers de terre sous agriculture de conservation / conventionnelle mais à peine 1 fois et demi plus de bactérie



# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 3. Les organismes du sol

### Classification par la taille

Microorganismes

Microfaune

Mésafaune

Macrofaune

Mégafaune

200  $\mu\text{m}$

2 mm

20 mm

Bactéries

Champignons

Protozoaires

Nématodes

Acariens

Collemboles

Diploures

Symphyles

Enchytréides

Isoptères / Fourmis

Diptères

Isopodes

Myriapodes

Aranéides

Coléoptères

Mollusques

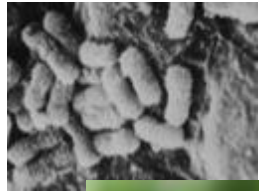
Oligochètes

Vertébrés

1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024

$\mu\text{m}$

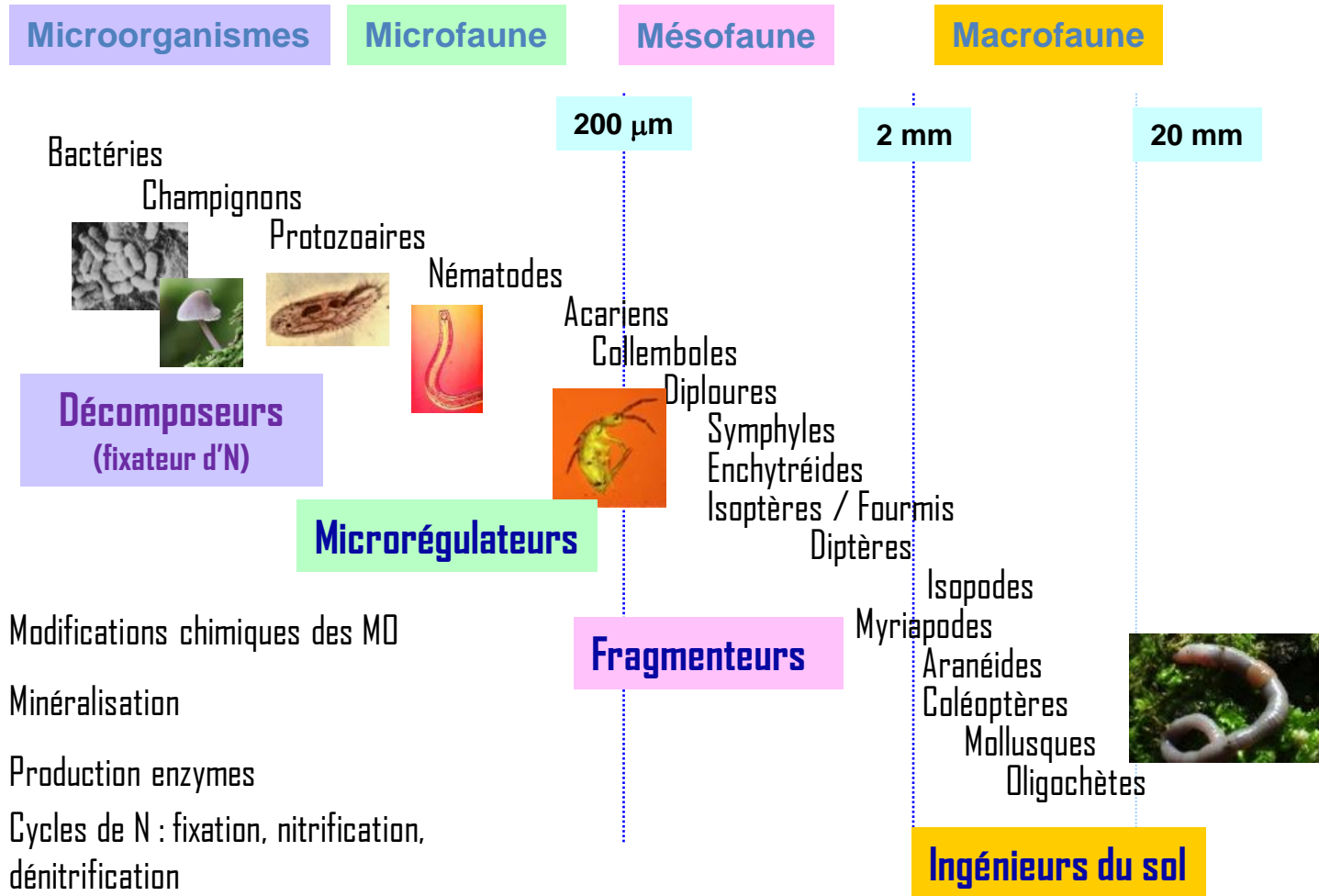
mm



# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 3. Les organismes du sol

### Les groupes fonctionnels

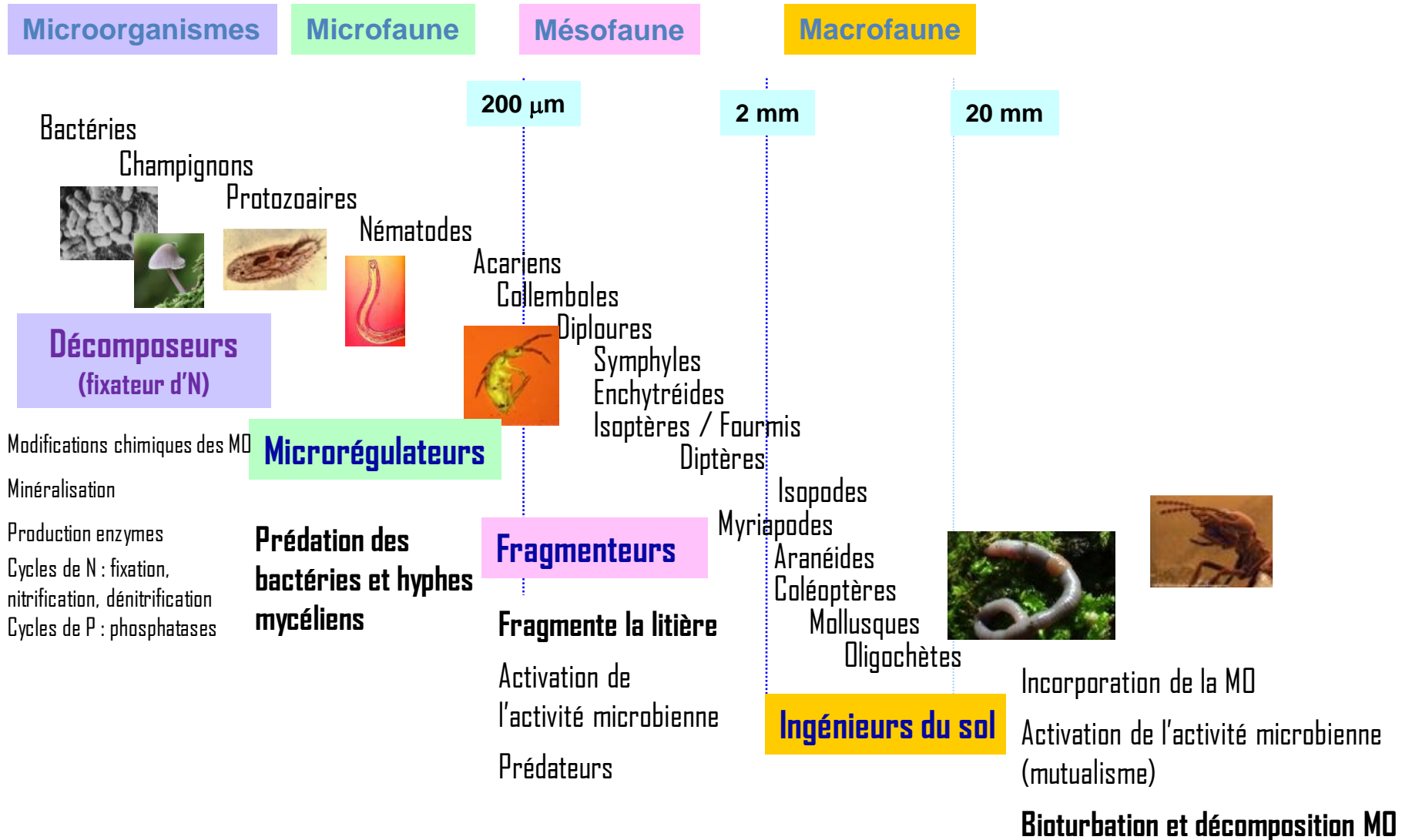




# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 3. Les organismes du sol

### Les groupes fonctionnels



## 3. Les organismes du sol

### Les 4 fonctions écologiques dans un agrosystème

#### Cycle des nutriments

Immobilisation  
Dynamique  
Disponibilité N et P

#### Transformation de la MO

Décomposition  
Dynamique de la Matière Organique  
Détox, biorémédiation

#### Structure du sol

Rétention  
Erosion  
Porosité  
Habitat

#### Régulation des populations

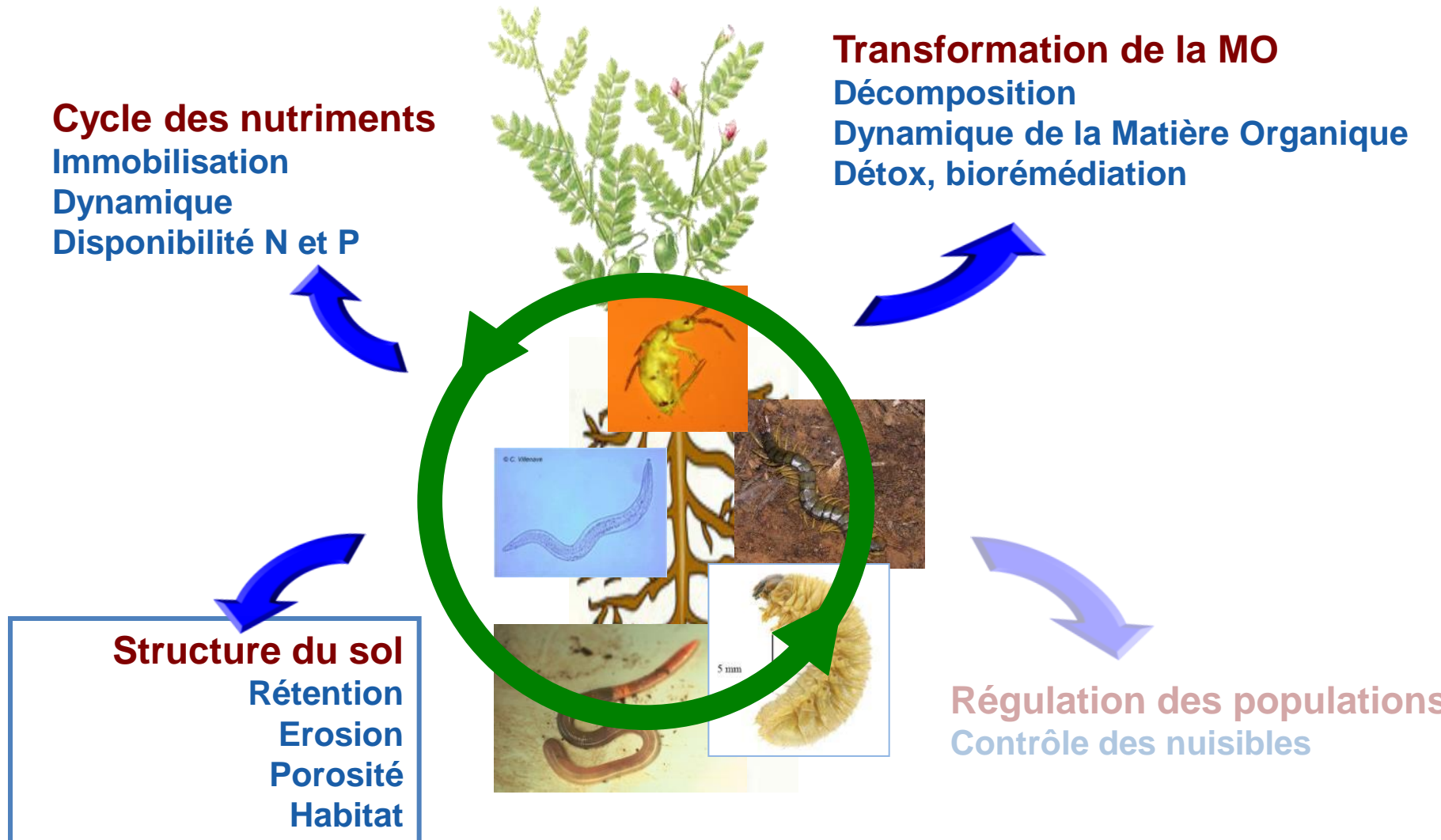
Contrôle des nuisibles



# Les sols, une ressource vivante à préserver

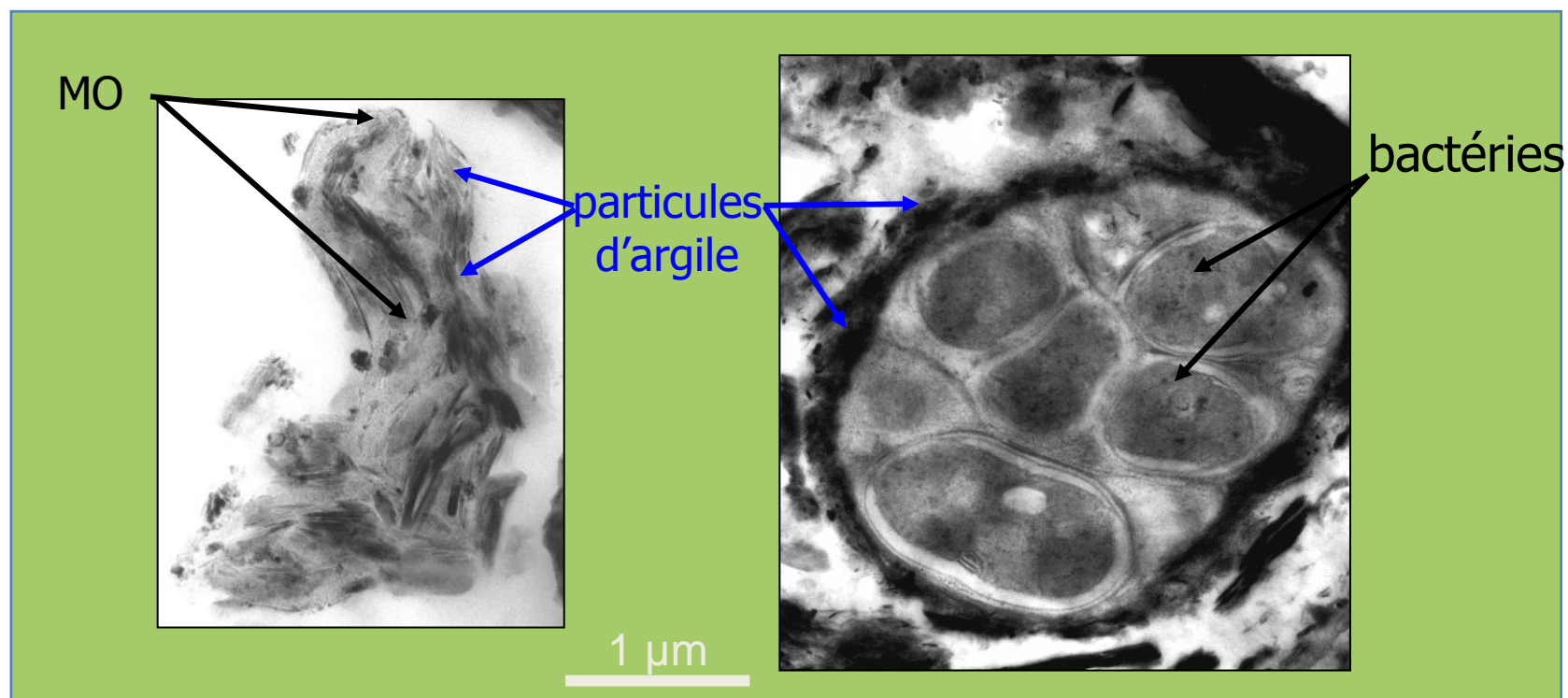
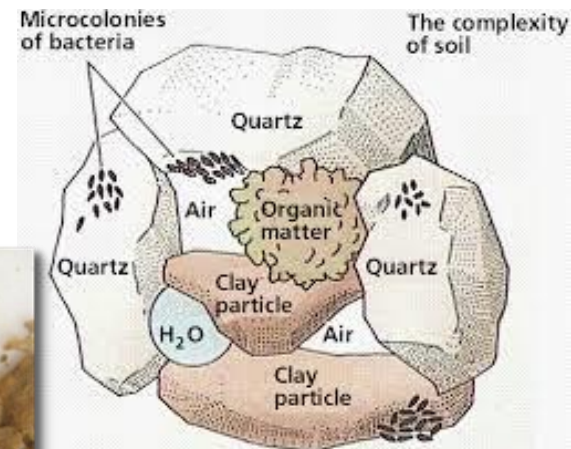
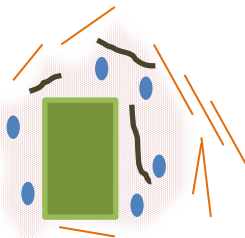
1. Qu'est-ce qu'un sol ?
2. Les sols et les services écosystémiques
3. Les organismes du sol
4. **Les organismes du sol et fonctionnement des sols**

## Les 4 fonctions écologiques dans un agrosystème





Bactérie, hyphes et exsudats microbiens  
et/ou racinaires  
+ matières organiques et particules d'argiles  
étroitement associés  
➔ agrégation





Hyphes de champignon emballant deux agrégats de sols. Les champignons ont un rôle important dans le maintien de la structure et la prévention des risques d'érosion



Galerie et turricules de *Martiodrilus* sp.  
(savanne , Colombie)





# Les sols, une ressource vivante à préserver

1. Qu'est-ce qu'un sol ?
2. Les sols et les services écosystémiques
3. Les organismes du sol
4. **Les organismes du sol et fonctionnement des sols**

## *Les 4 fonctions écologiques dans un agrosystème*

### **Cycle des nutriments**

Immobilisation

Dynamique

Disponibilité N et P

### **Transformation de la MO**

Décomposition

Dynamique de la Matière Organique

Détox, biorémédiation

### **Structure du sol**

Rétention

Erosion

Porosité

Habitat

### **Régulation des populations**

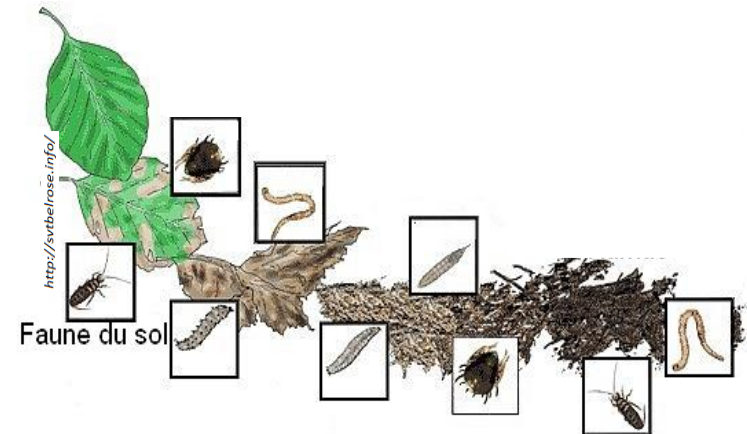
Contrôle des nuisibles



# Les sols, une ressource vivante à préserver

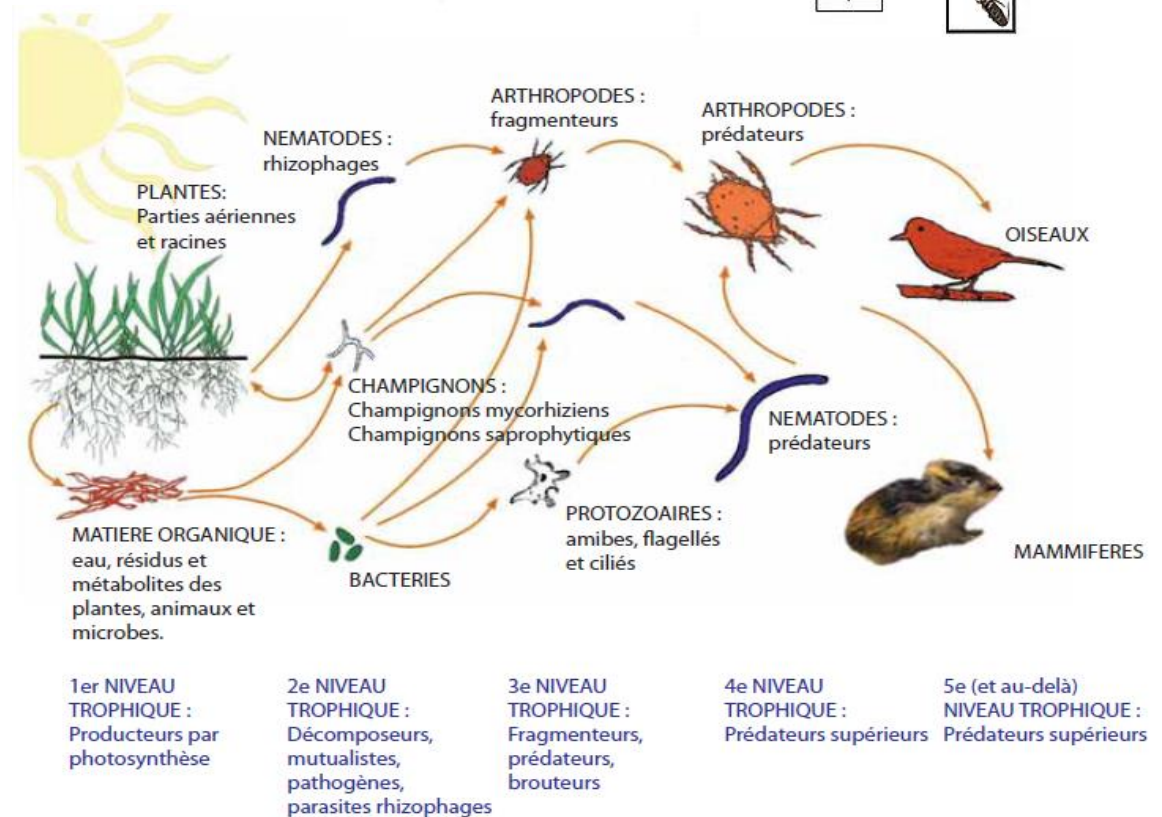
## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

### Le réseau trophique



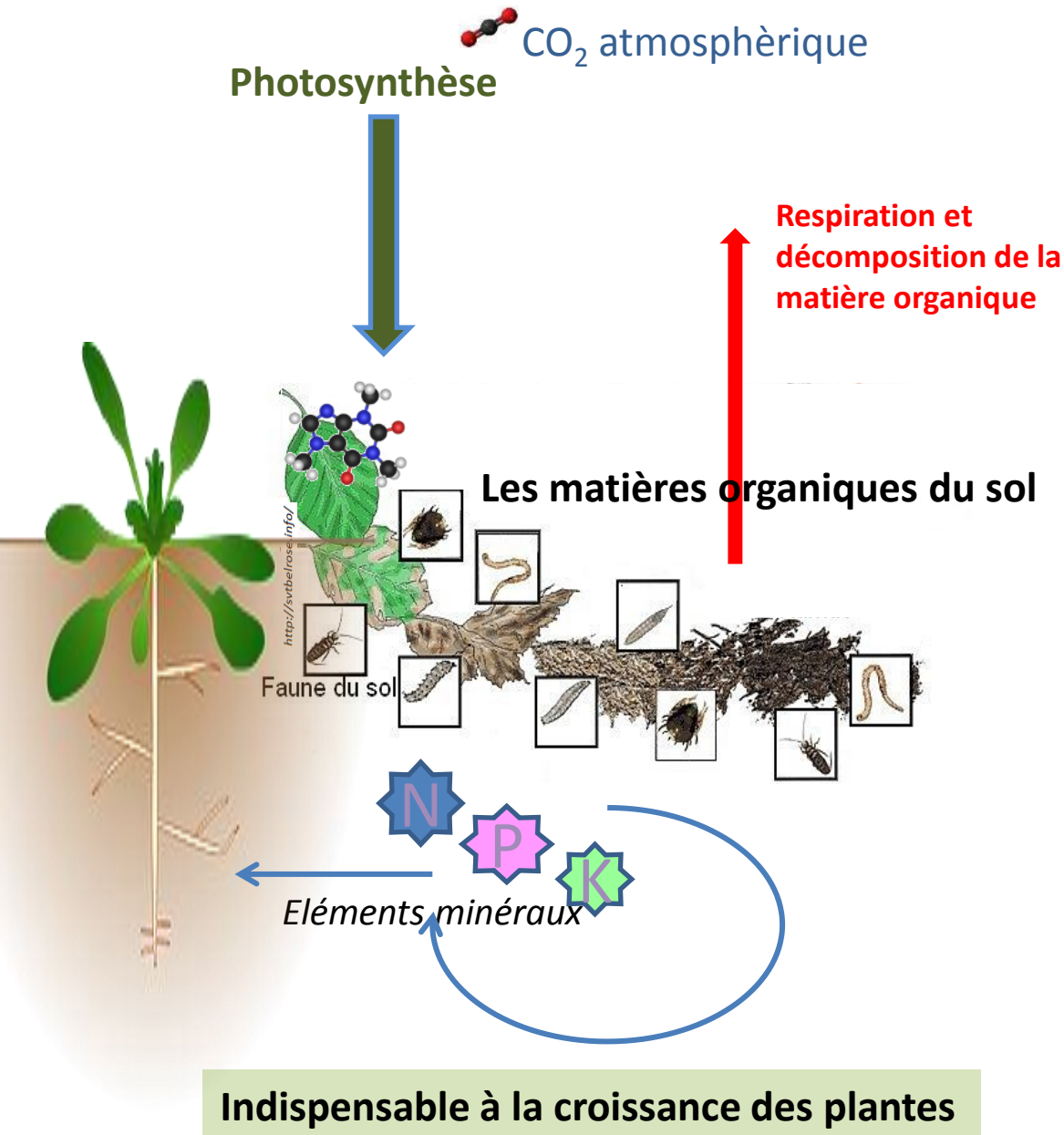
### CARBONE

Le carburant des microorganismes

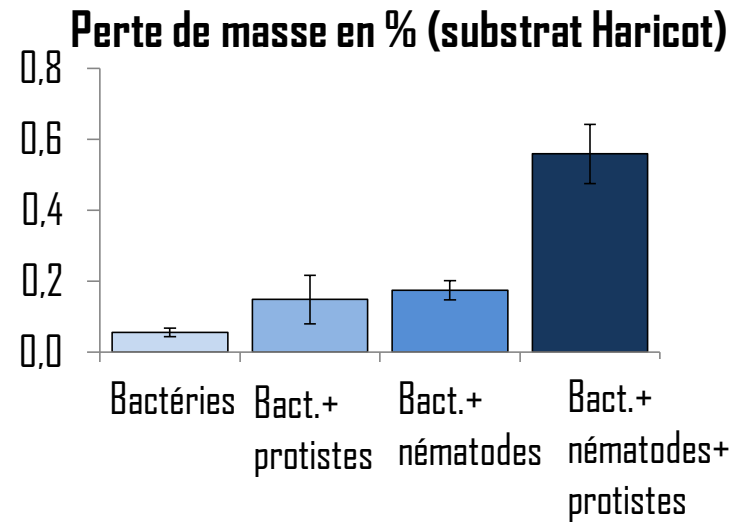


# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols



### Dynamique de la MO



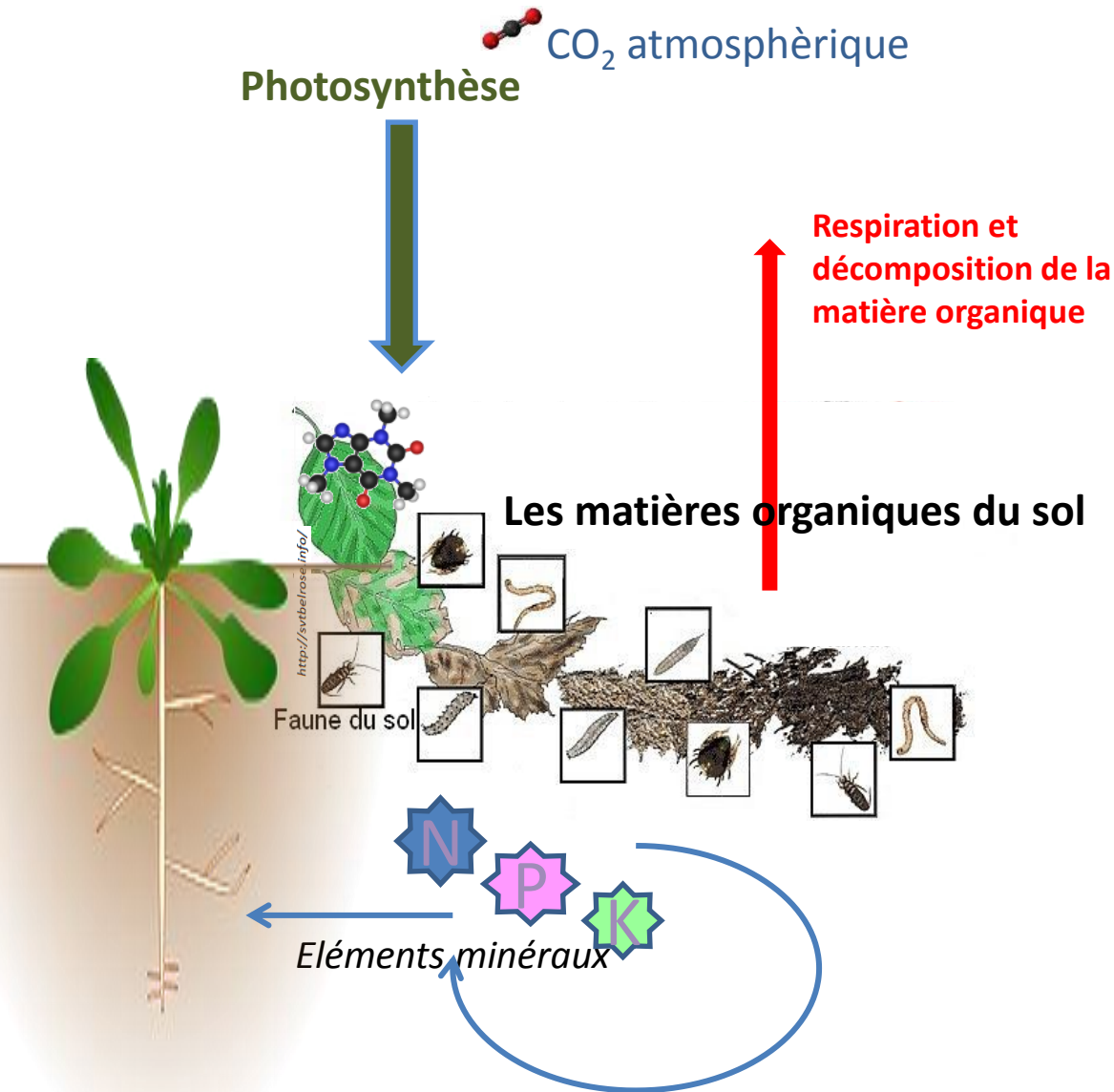
### + Activité biologique

- minéralisation stimulée
- Plus de nutriments ?



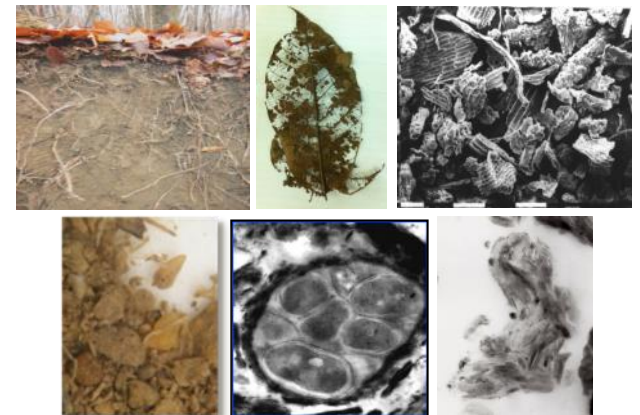
# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols



### Dynamique de la MO

Différentes formes, nature, taille



Incorporées à la matrice minérale  
grâce à l'activité biologique  
MO sont stabilisées dans les sols

**Le sol est un puits de C**

**Indispensable à la croissance des plantes**

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

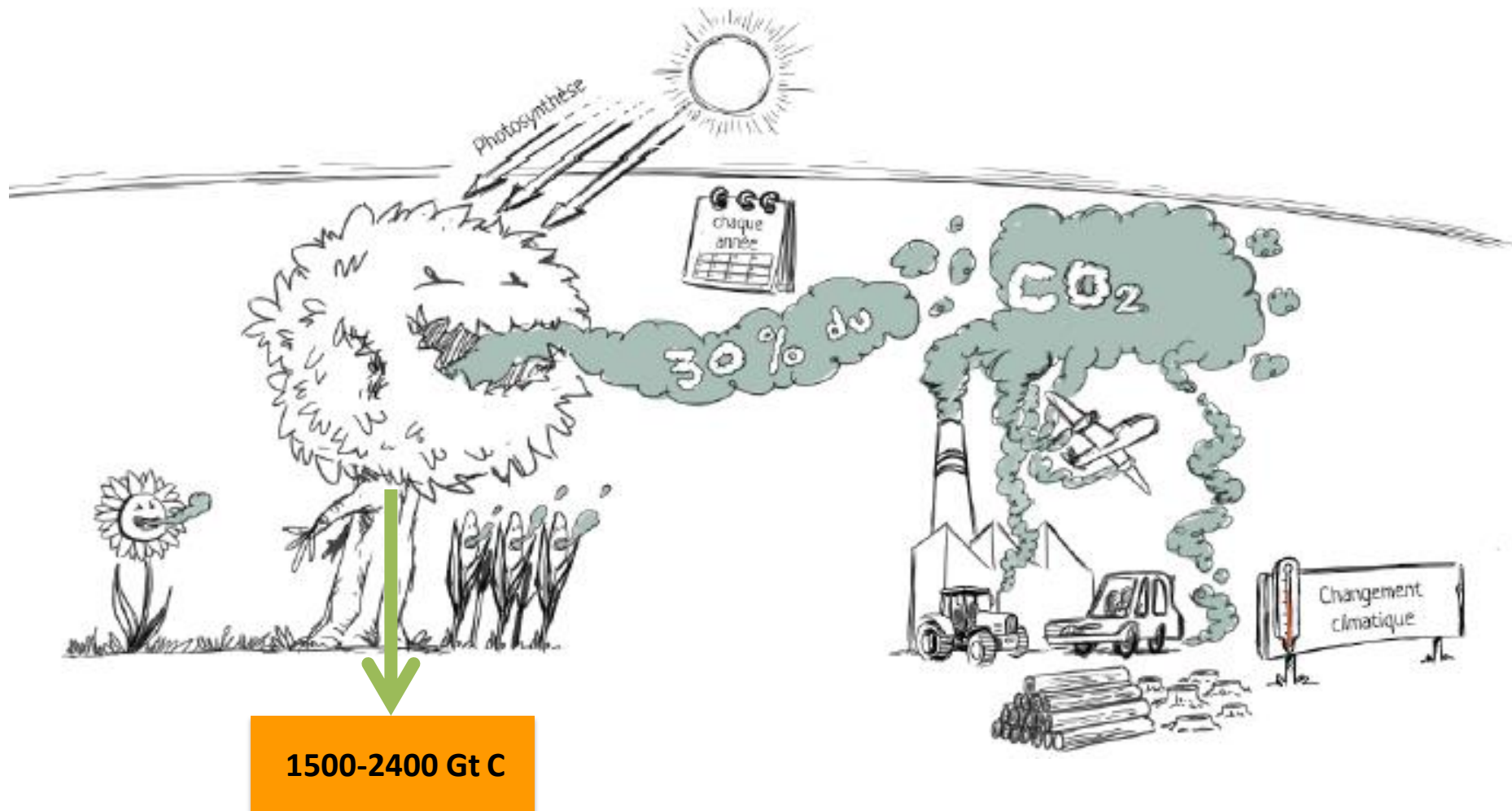
---

<https://youtu.be/CM2KcNUUEcQ>

3 min 30'

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

*La végétation et les sols sont-ils capables de « pomper » le CO<sub>2</sub> en trop de l'atmosphère ?*



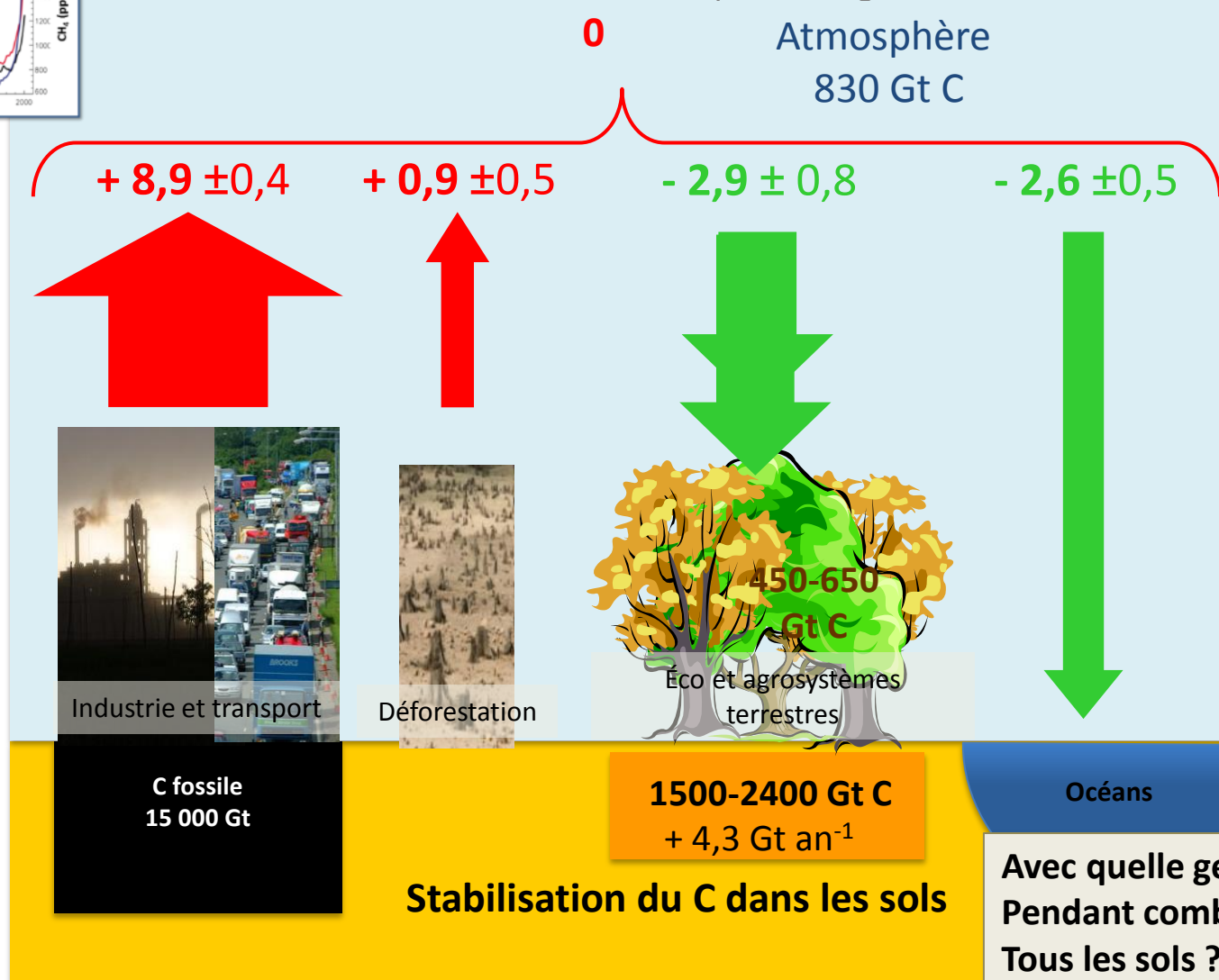
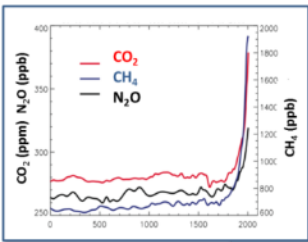


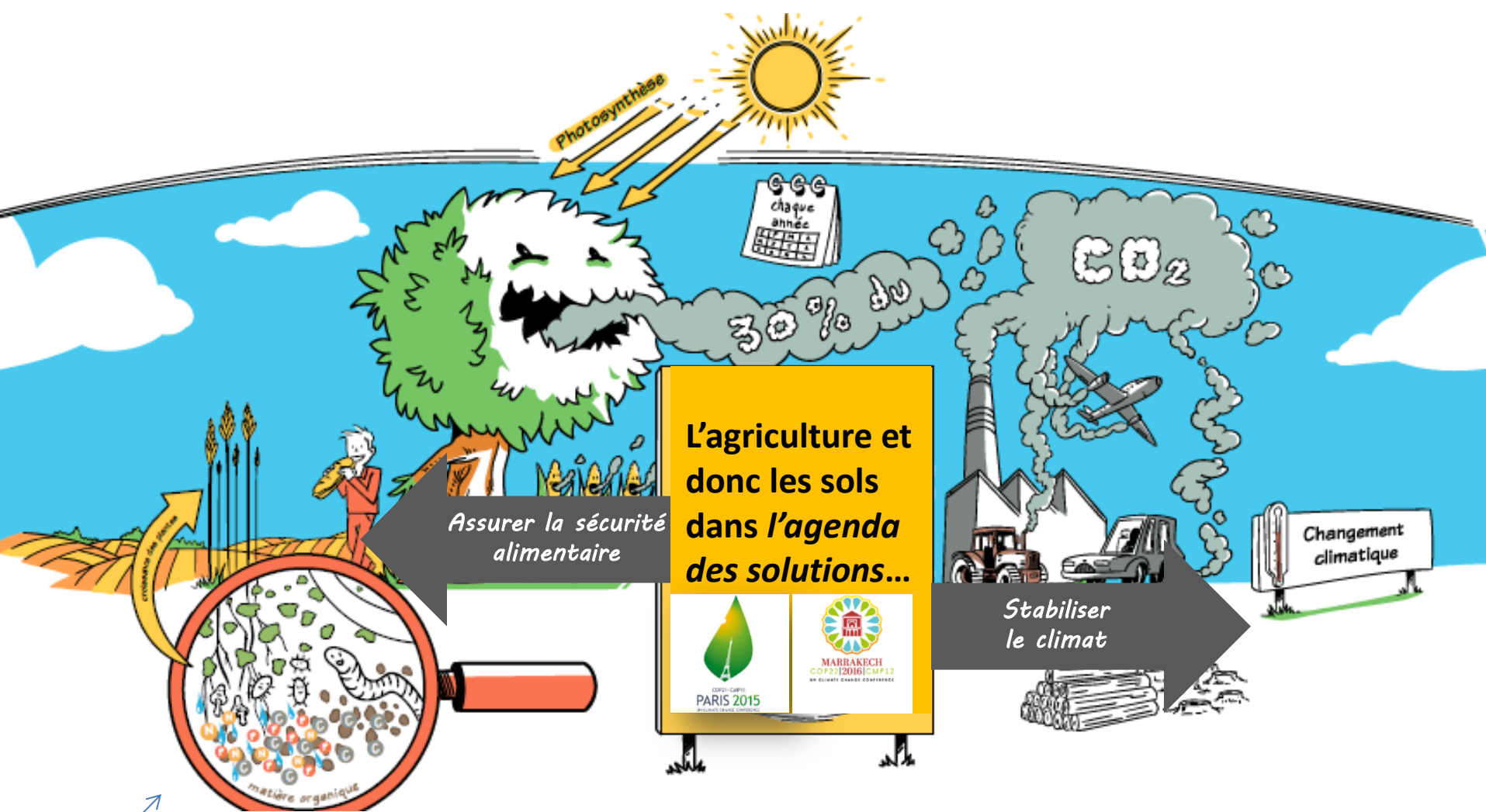
# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

### Les flux de C entre la terre et l'atmosphère

en Gt C par an (Giga tonnes ou milliards de tonnes de carbone)





Le film sur le lien entre Sol et climat

- à Madagascar : <https://youtu.be/eBDfgDLPhyw>
- au Togo: [https://youtu.be/EuM\\_SYw-EIY](https://youtu.be/EuM_SYw-EIY)
- « Moi Sékou, mon village mon combat »

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

### *Les 4 fonctions écologiques dans un agrosystème*

#### **Cycle des nutriments**

Immobilisation

Dynamique

Disponibilité N et P

#### **Transformation de la MO**

Décomposition

Dynamique de la Matière Organique

#### **Structure du sol**

Rétention

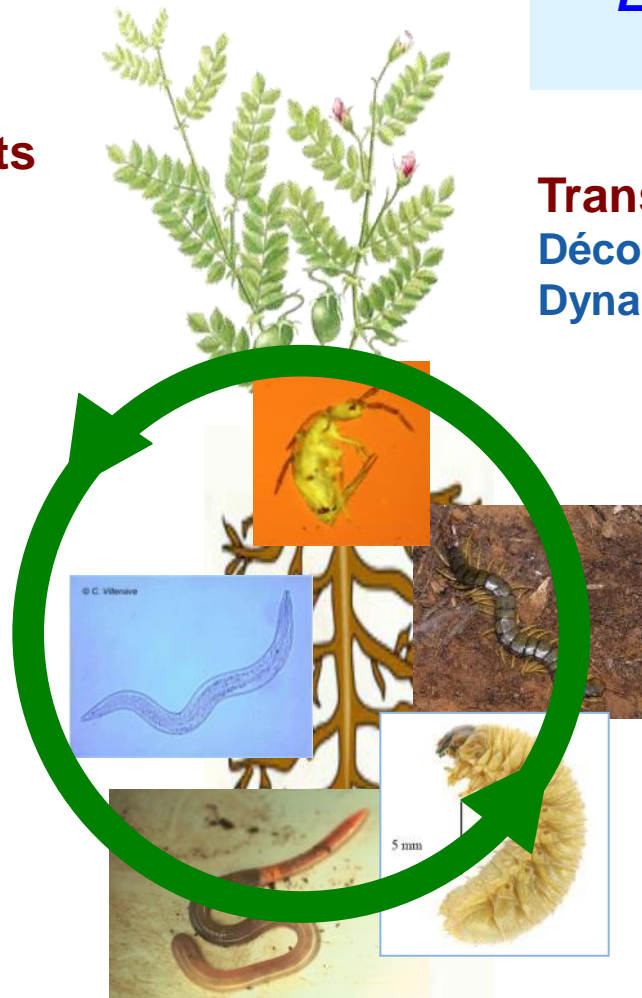
Porosité

Erosion

Habitat

#### **Régulation des populations**

Contrôle des nuisibles

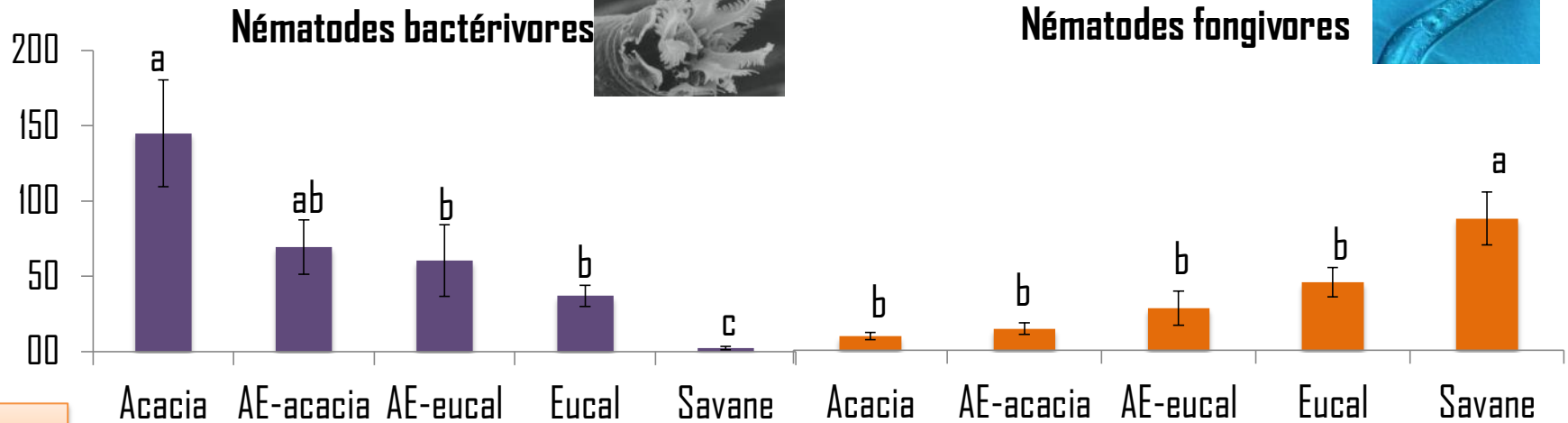




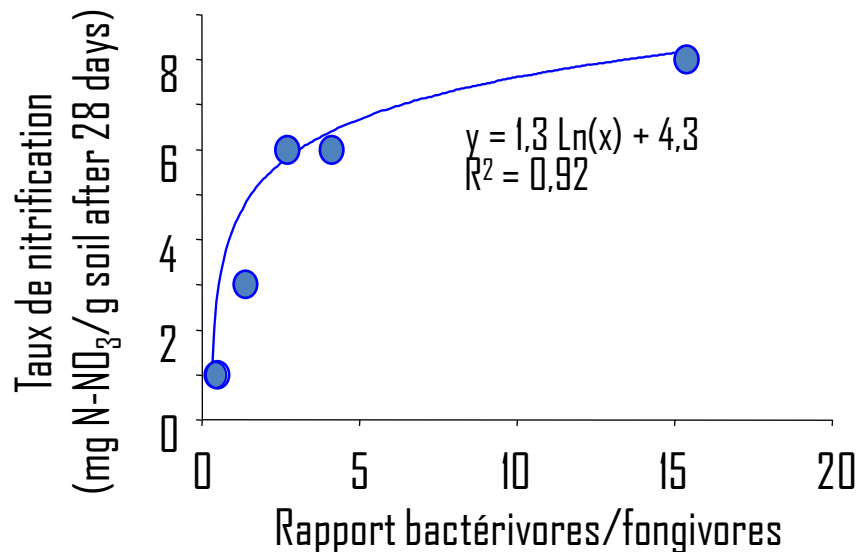
# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

Abondance de nématodes (ind. 100 g<sup>-1</sup> sol)



Congo



**Structure des populations différentes selon occupation des sols**

La structure de population différente est corrélée au taux de nitrification  
Cause ou effet ?

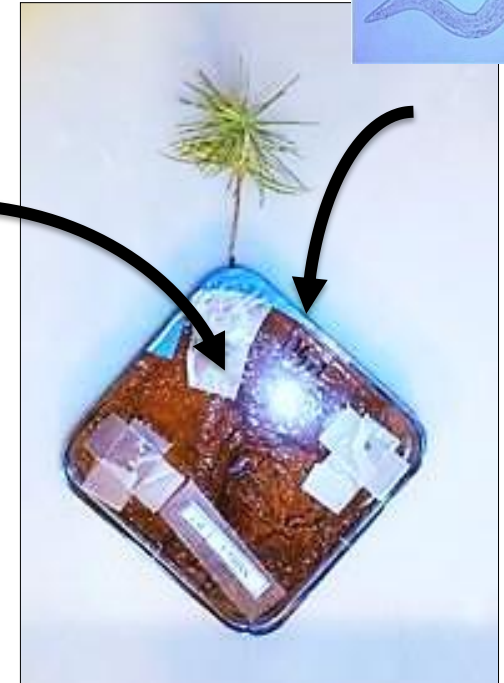
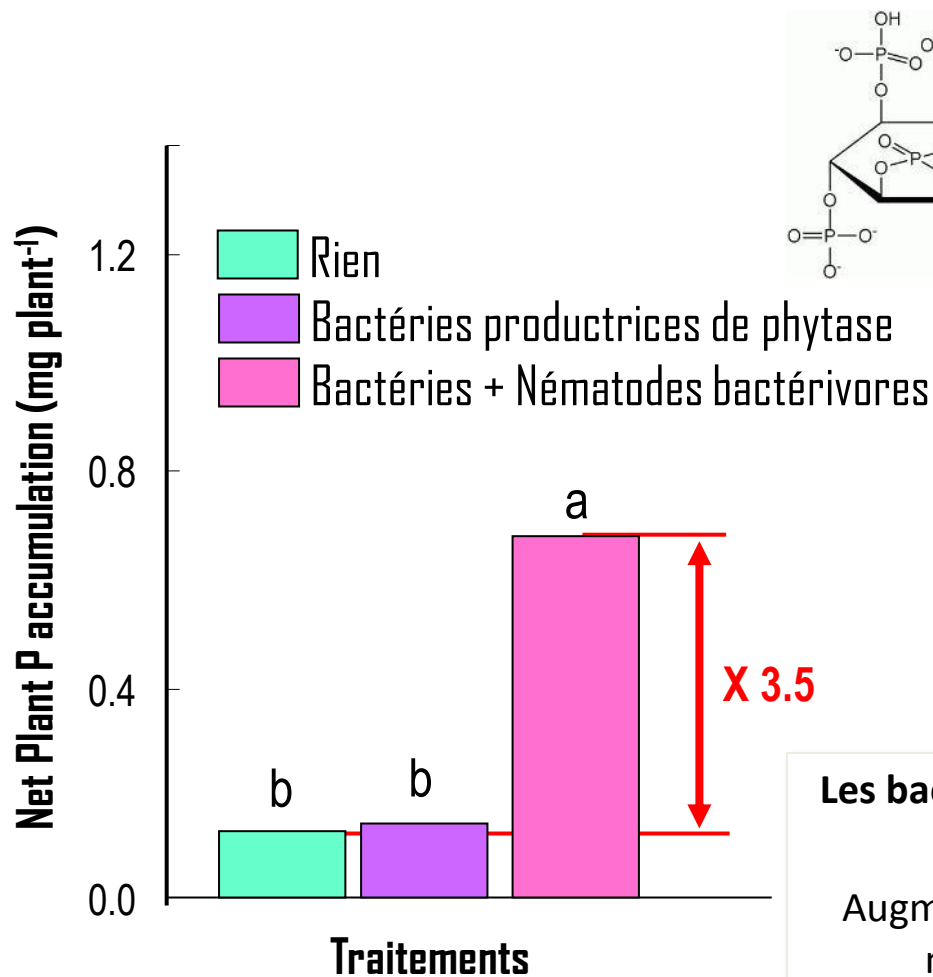
**Lien entre N dans le milieu et pop de nématodes**

**Bon indicateur du taux de nitrification**

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

### Expérimentation en boîte

### Bactéries et nématodes bactéricivores



**Les bactéries + nématodes bactéricivores favorisent l'utilisation du phytate par la plante.**

Augmentation de la minéralisation du phytate et meilleure acquisition par la plante de P

# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Zoom sur les cycles biogéochimiques (C, N, P)

### Expérimentation au champ

### Inoculation de nématodes bactéricivores



10 ind. g<sup>-1</sup>

Agroforesterie

P1



Résidus (*styloxanthes*)

P2

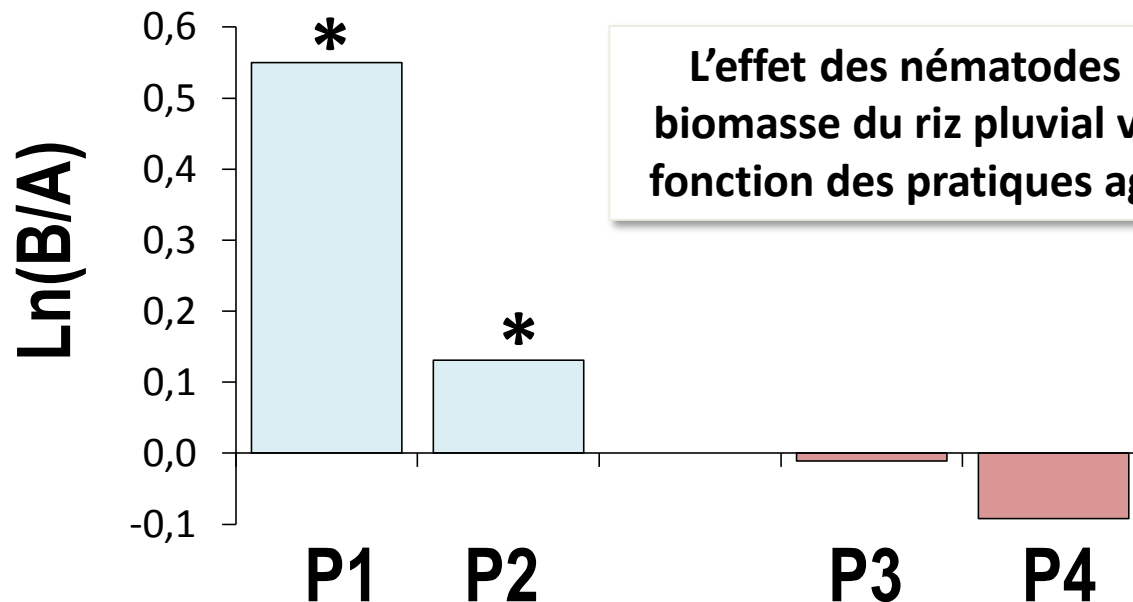
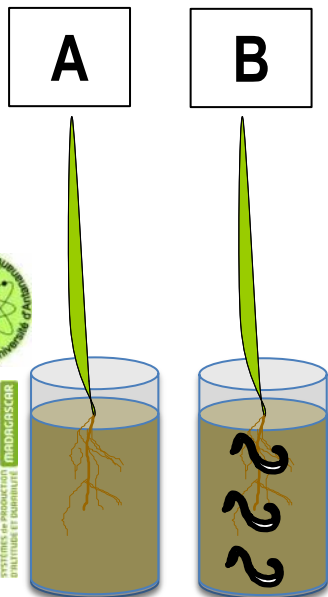


Monocultures (+ fumier en P4)

P3



P4




L'effet des nématodes sur la biomasse du riz pluvial varie en fonction des pratiques agricoles



# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

  $\text{CO}_2$  atmosphérique

Photosynthèse

Dynamique de la MO, cycle des nutriments

Respiration et  
décomposition de la  
matière organique

Les matières organiques du sol

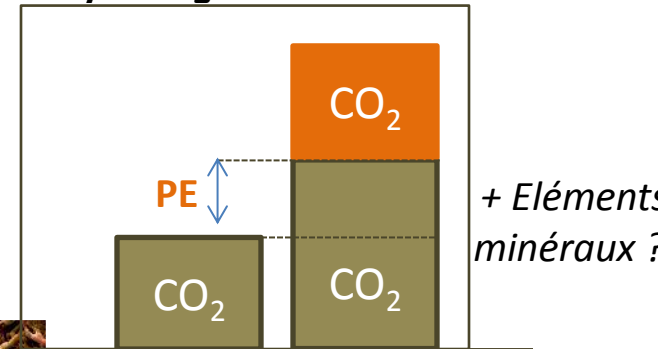
<http://svtbelrose.info/>

Faune du sol

Eléments minéraux

Indispensable à la croissance des plantes

*Le priming effect*



Apport de résidus de culture 


- + minéralisation
- + nutriments pour les plantes

Phénomène variable et mal compris

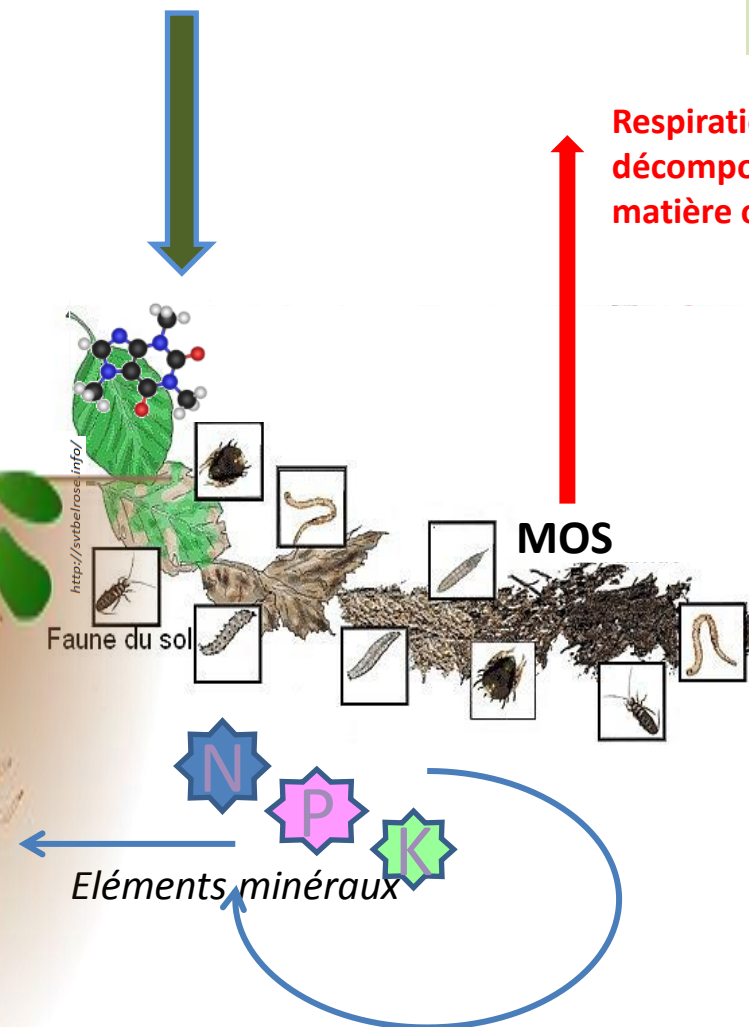
(qui, quand ? Tous les sols ?)

# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Zoom sur les cycles biogéochimiques (C, N, P)

  $\text{CO}_2$  atmosphérique

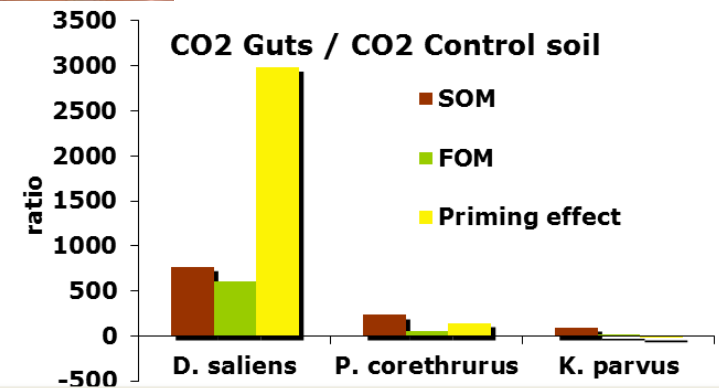
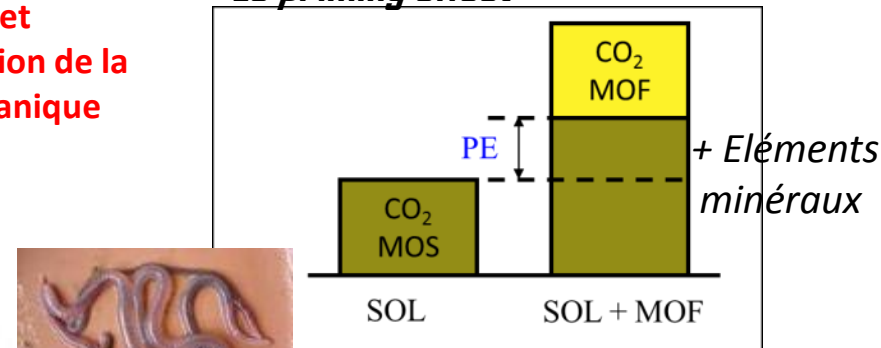
Photosynthèse



Indispensable à la croissance des plantes

### Dynamique de la MO, cycle des nutriments

#### *Le priming effect*



Effet vers de terre dépend de l'espèce

Effet positif sur la disponibilité du P  
et donc le rendement du riz ?

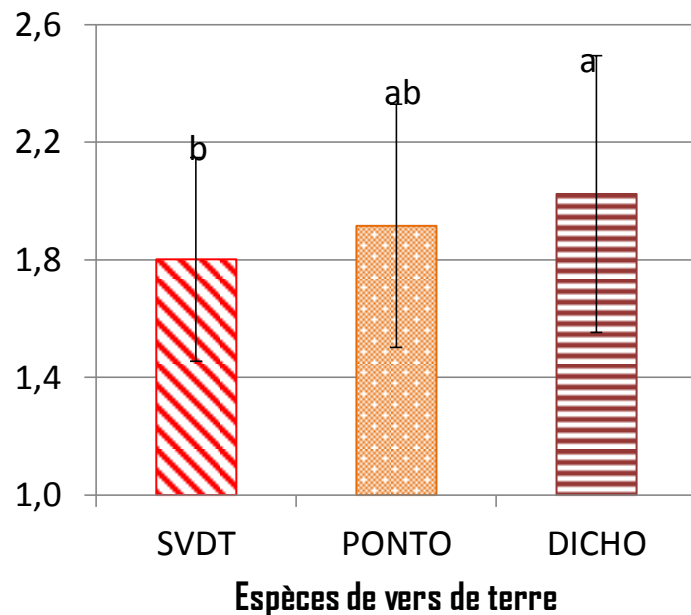
# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Zoom sur les cycles biogéochimiques (C, N, P)

### Expérimentation en pot

### Inoculation de vers de terre, ≠ espèces de vers de terre

Rapport de biomasse partie aérienne/racine



p-value = 0,045



**Allocation des ressources dans la partie aérienne ou racinaire de la plante différente selon l'espèce de vers de terre**

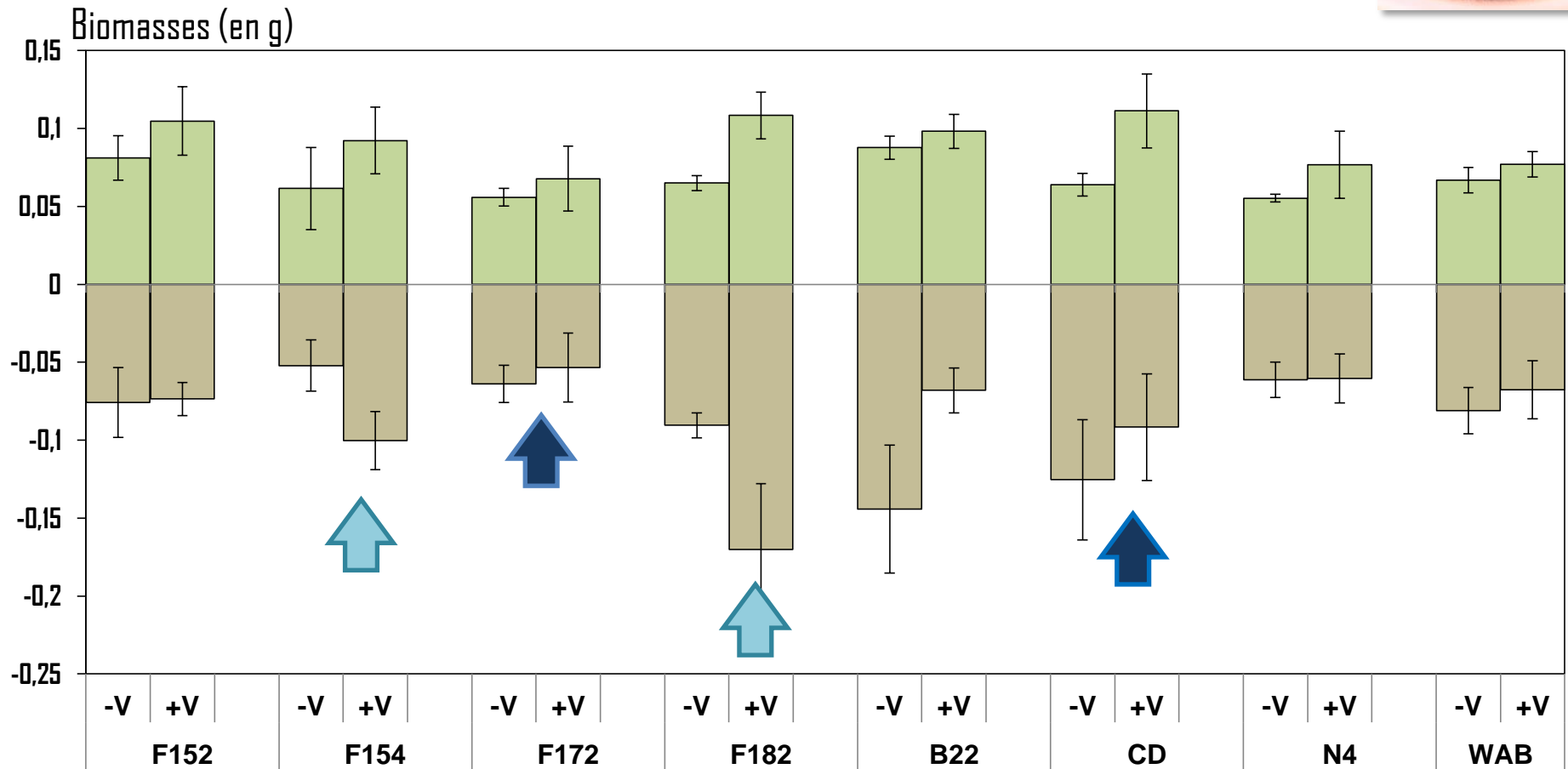


# Les sols, une ressource vivante à préserver

## 4. Zoom sur les cycles biogéochimiques (C, N, P)

### Expérimentation en pot

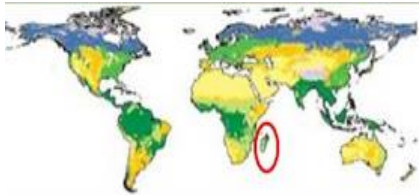
### Inoculation de vers de terre, ≠ variétés de riz



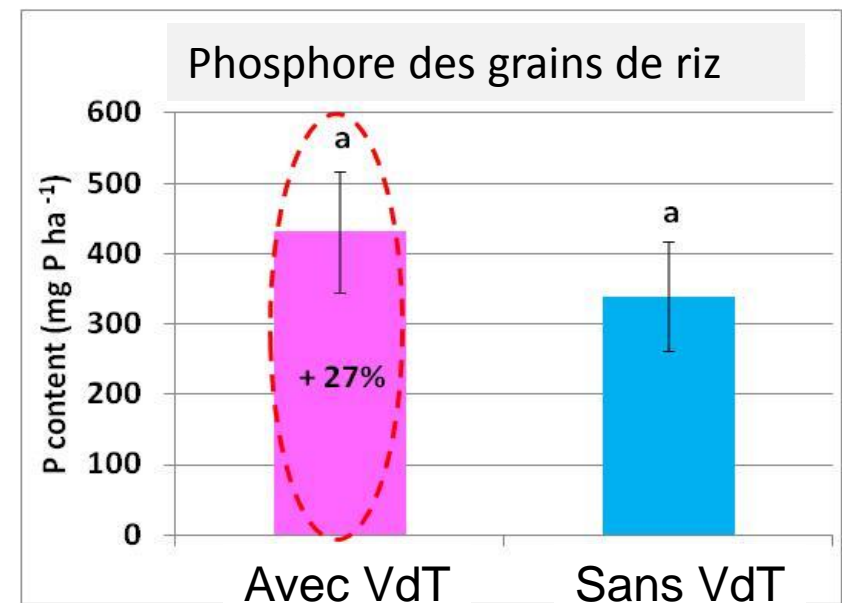
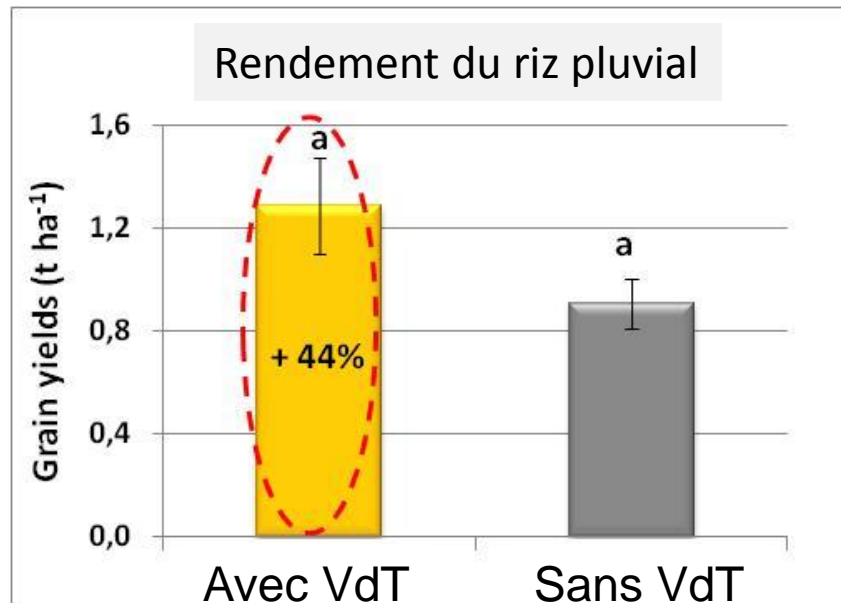
Effet de vers de terre +/- significatif selon la variété du riz

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

### Expérimentation au champs Inoculation de vers de terre



75 ind.m<sup>-2</sup>

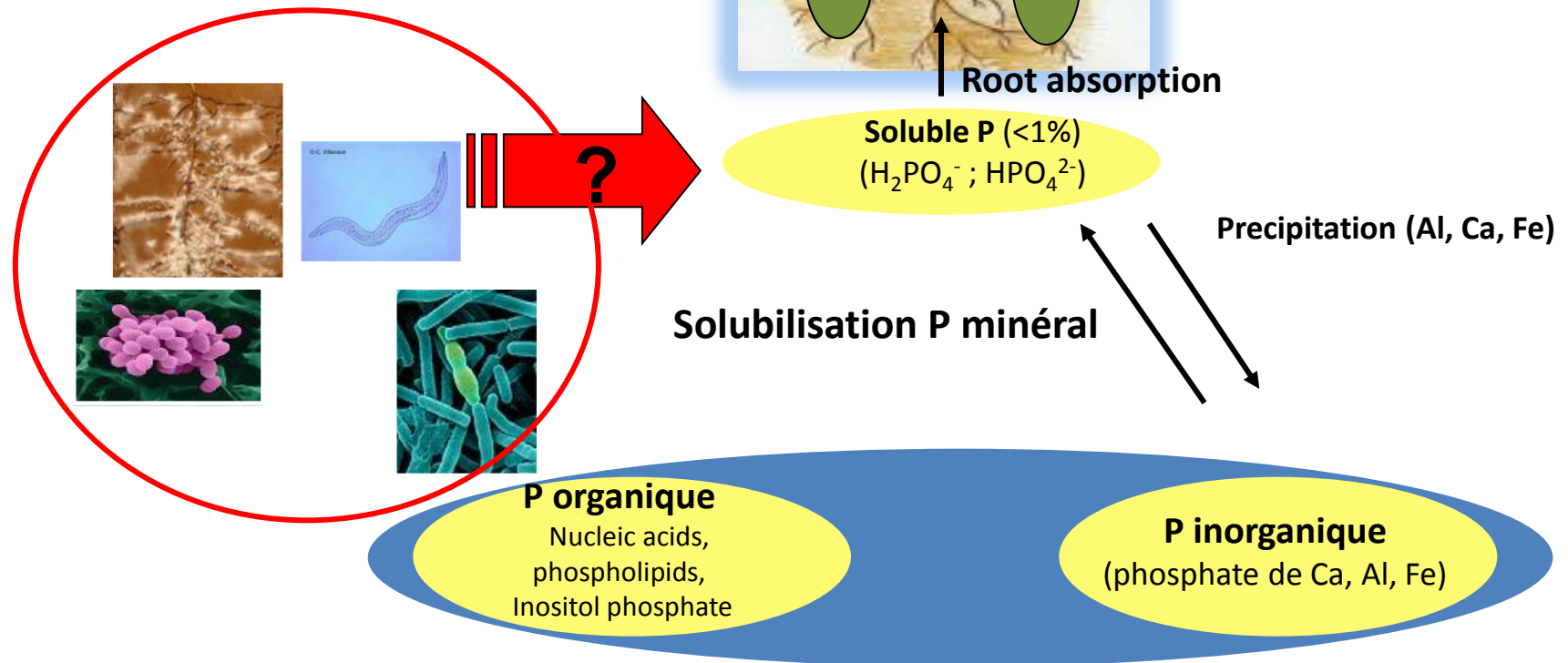


Effet + mais non significatif des vers de terre sur le rendement et la qualité des grains

## 4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

**Faible biodisponibilité du P**

**Facteur limitant croissance  
des plantes**



**L'activité biologique des organismes du sol favorise-t-elle l'absorption du P ?**



# Première partie

## Les sols, une ressource vivante à préserver

1. Qu'est-ce qu'un sol ?
2. Les sols et les services écosystémiques
3. Les organismes du sol
4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols



# Seconde partie

## Des organismes du sol en symbiose avec les racines des plantes

1. Symbiose mycorhizienne
2. Symbiose rhizobienne
3. Les légumineuses dans les systèmes de culture



[https://youtu.be/AE3v\\_JM2uHE](https://youtu.be/AE3v_JM2uHE)

4 min 37 ‘

# Légumineuses dans les systèmes de culture



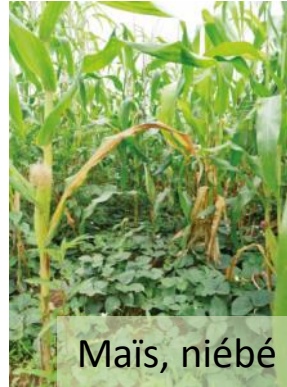
Adoption par les agriculteurs ?

$N_2$

$N_2O \dots$



Mucuna, couverture du sol



Maïs, niébé



Parc à faidherbia

*Diversification des cultures*  
*Production de biomasse*

*Alimentation*

Nutrition azotée (moins d'engrais minéraux)  
Fertilité des sols

Quantification ?

NPK

Compréhension des processus  
biogéochimiques ?

Emissions de Gaz à effet  
de Serre ?

*Lutte contre l'érosion*



# Les organismes du sol, utiles ou futiles ?

## Cycle des nutriments

Immobilisation

Dynamique

Disponibilité 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

**SERVICES ECOSYSTEMIQUES**

# Les organismes du sol, utiles ou futiles ?



- Biodiversité
- Différentes échelles et localisation
- Coupe, minéralise, facilite, mélange,
- modifie la structure du sol

**Il y a ± de la redondance fonctionnelle  
selon les fonctions.**

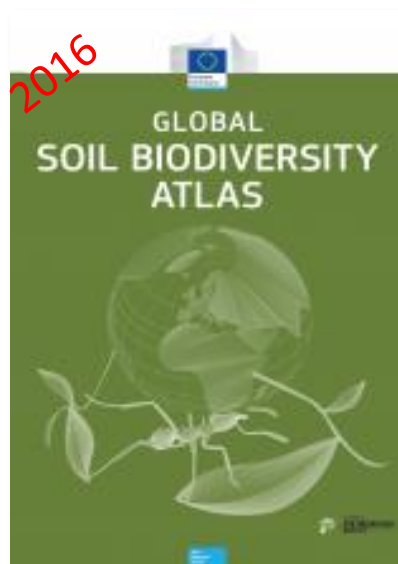
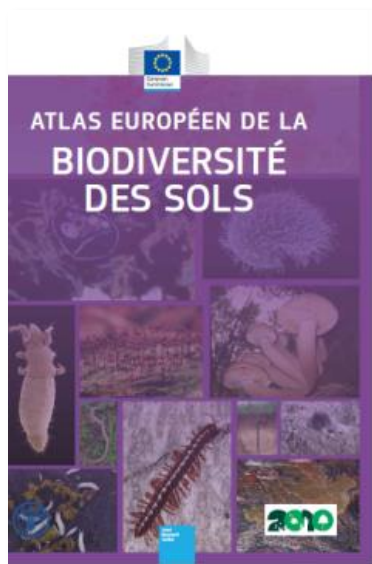
Par ex. Biodégradation de certaines formes  
de matières organiques par de nombreuses  
espèces de bactéries, de champignons ou  
d'invertébrés

**Le maintien d'une plus grande  
biodiversité dans le sol**

**➔ le meilleur gage de conserver les  
fonctions rendues par le sol**

## **Troisième partie**

**Ressources pédagogiques autour des sols**



## Sur la biodiversité des organismes du sol

<http://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-soil-biodiversity-atlas>

<http://bookshop.europa.eu/fr/atlas-europ-en-de-la-biodiversit-des-sols-pbLBN24375/>



Ce jeu est très bien, car ça nous apprend des mots,  
et les images sont bien faites et on voit bien les  
petits détails. C'est trop bien j'ai trouvé ça super. J'ai appris  
de nouveaux mots, je me suis bien amusé.



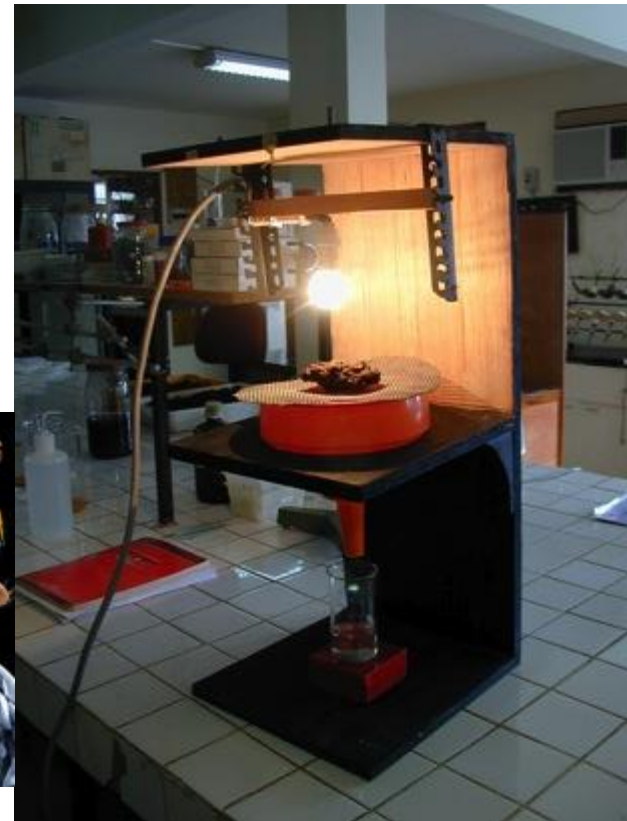
<http://www.gessol.fr/content/le-jeu-de-7-familles-la-vie-cach-e-des-sols>





## Appareil de Berlèse

extraction de la mésofaune du sol (acariens, collemboles, petites fourmis, larves, petites mille-pattes, etc.)





## **Le lombri composteur**

Vers de terre mais aussi  
collemboles....



Haut :

Taupe

Vers de terre

Insectes

Tardigrades

Collemboles

Acariens

Nématodes

Protozoaires

Champignons

Bactéries

Bas :





Sol respire, Émissions de  $\text{CO}_2$

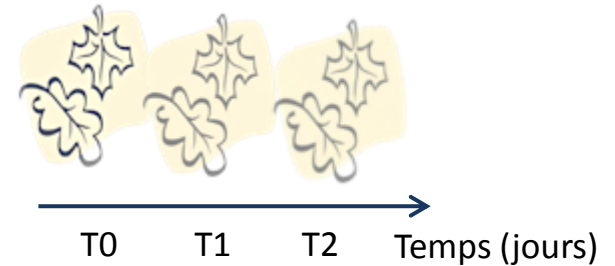
## Décomposition des matières organiques (biodégradables)

Différents substrats (biodégradables ou pas) et différents habitats

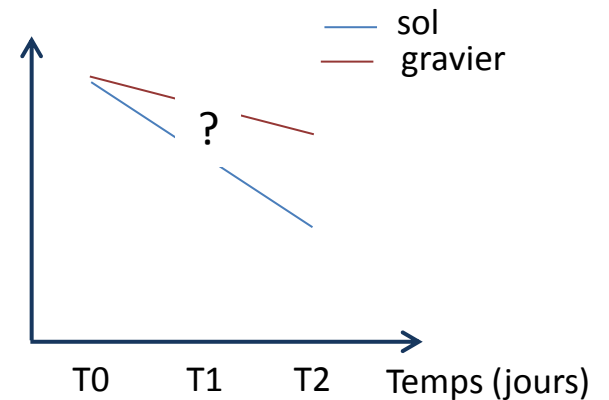


Sac à litière (litter bag)

Des photos, ou observations



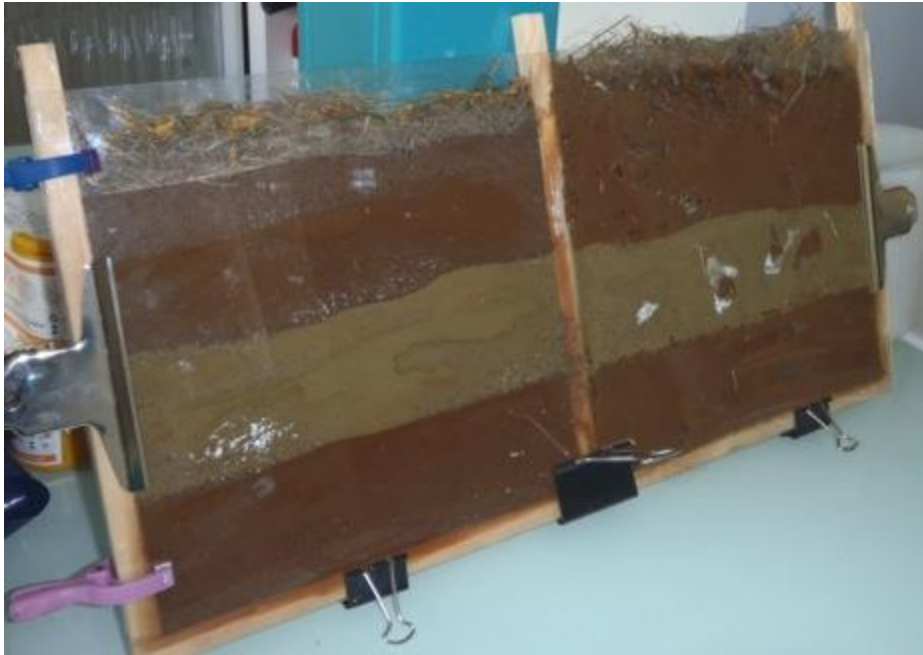
Poids des feuilles  
ou autre.. (g)



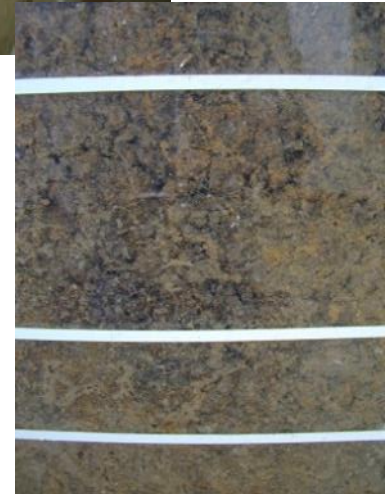


## « Vérodrôme »

étudier l'effet des vers de terre sur le  
mélange du sol (bioturbation)



Au bout de 10 jours.



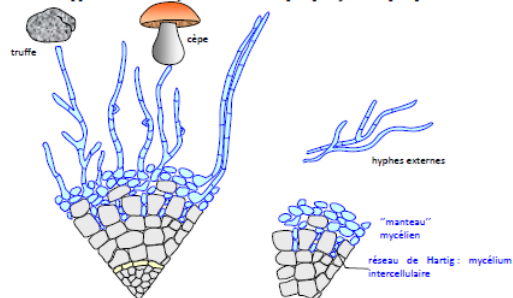
Les mycorhizes (du grec *mukes* = champignon et de *Rhiza* = racine) sont des organes mixtes résultant de l'association entre les racines d'une plante et les filaments mycéliens d'un champignon. Entre 80% et 90% des espèces de plantes sont mycorhizées. Cette association est décrite comme une symbiose c'est-à-dire que le bénéfice est aussi bien pour la plante que pour le champignon. Les capacités d'absorption eau et en éléments minéraux des racines sont améliorées grâce au réseau d'hyphes (filaments du champignon) qui augmente leur zone de prospection et grâce aux capacités d'altération des matières organiques du champignon. La présence du champignon permet également de protéger les plantes (polluants, parasites...) et d'une manière générale, contribue à une amélioration de la santé et de la croissance des plantes. En retour, le champignon bénéficie des nutriments exsudés par les racines (sucres, acides aminés, acides gras, facteurs de croissance...).

Il existe plusieurs types de mycorhizes en fonction du couple plante/champignon. Selon le type de mycorhization, une transformation morphologique de la racine est observée ou non.

## Détection d'ectomycorhizes

Source : UMR Eco&Sols

Dans le cas de l'ectomycorhization, il y a modification morphologique de la racine qui peut être observées à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire. La plupart des ligneux (angio et gymnospermes) sont mycorhizés. Les ectomycorhizes sont facilement observables sur les racines de pin et d'épicéa par exemple. Les modifications morphologiques sont variées selon les espèces d'arbre et de champignons : formation d'un épais manteau fongique qui entoure les radicelles, disparition des poils absorbants... Les champignons impliqués dans ce type de mycorhizes ont souvent des fructifications (organe de production des spores) bien connues en forêt, dont certains sont comestibles et très appréciés. Ce sont souvent des Basidiomycètes (*Boletus*, *Pisolithus*, *Laccaria*, *Rhizopogon*, *Amanita*, *Lactarius*, *Russula*) ou des Ascomycètes (*Tuber*, *Elaphomyces*). L'échange des éléments entre le champignon et l'arbre passe par une zone spécifique appelée le réseau de Hartig (d'après T. Hartig, botaniste forestier allemand). Ce réseau est composé d'un épais tissu fongique qui s'installe entre les cellules racinaires et les radicelles, assurant ainsi un contact étroit entre les deux partenaires. Le développement d'une mycorhize dure de quelques jours à quelques semaines.



Source : modifié d'après de F. Le Tacon, INRA Nancy-La Recherche n° 166 mai 1985  
répris dans l'excellent livre de F. HALLÉ *AUX ORIGINES DES PLANTES* éditions Fayard 2008

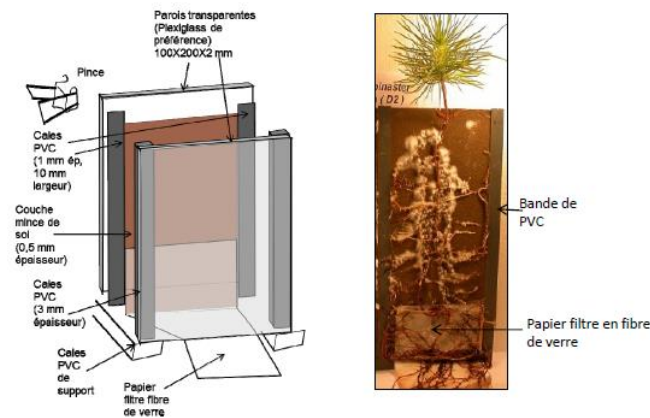
Source et photos, Eco&Sols (C. Plassard)

La RhizoBox est un dispositif permettant d'observer les racines des plantes, de suivre leur développement éventuellement en association avec des champignons (mycorhizes).

## Principe

1. Environ 20g d'une solution de sol (sol/eau de 50/50) sont déposés sur une première plaque de verre ou de plexiglass qui comporte des bandes de PVC de 1 mm d'épaisseur. Laisser sécher un peu la solution avant de mettre le filtre.
2. Le papier filtre est déposé dans la partie inférieure de la RhizoBox.
3. Un plant (ici de pin) est déposé sur le sol.
4. La RhizoBox est ensuite fermée par la deuxième plaque de plexiglass, le tout est maintenu par des pinces, et les rhizoboxs sont déposées dans un bac sur un bloc de PVC.
5. Le filtre dépose de la rhizobox et baigne dans une solution nutritive pendant toute la durée de l'expérimentation.
6. La RhizoBox est placée à la lumière (ou chambre de culture).

## Le dispositif général



Le schéma (à droite) illustre les composants utilisés pour faire la rhizobox (source Gérard Souche, Inra, UMR Eco&Sols). La photo (à gauche) est une rhizobox contenant un pin mycorhizé (source Claude Plassard, Inra, UMR Eco&Sols)

<http://www.france-sud.ird.fr/toute-l-actualite/l-actualite/annee-internationale/2015-annee-internationale-des-sols>

# Nombreuses ressources sur internet sur les sols

[http://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/sol/sol\\_et\\_eau](http://eduterre.ens-lyon.fr/thematiques/sol/sol_et_eau)

ADEME : Programme Indicateurs biologiques de la qualité des sols

(<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=15113>)

FAO : portail sur les sols (nombreuses ressources)

<http://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/fr/>

<http://www.fao.org/soils-2015/resources/audio-video/fr/>



Commission européenne

([http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/biodiversity\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/biodiversity_report.pdf))

([http://www.europeanlandowners.org/files/pdf/soil\\_bio\\_and\\_ag\\_009.pdf](http://www.europeanlandowners.org/files/pdf/soil_bio_and_ag_009.pdf))

SupAgro

- <http://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/>
- Jeu pour les élèves: <http://www.supagro.fr/ress-tice/PEI/> <http://www.soil-net.com/>
- <https://www.fun-mooc.fr/courses/Agreenium/66001/session01/about>

Assoc Française Etude des Sols <http://www.afes.fr/>



Sur les sols et le climat

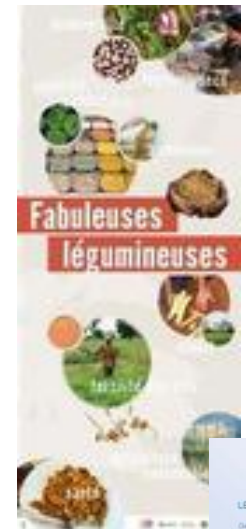
<http://www.lespritsorcier.org/dossier-semaine/sol-et-climat/>

A l'IRD

Exposition sur les légumineuses, <https://www.ird.fr/la-mediatheque/expositions/expositions-disponibles-en-pre>

[www.umr-ecosols.fr](http://www.umr-ecosols.fr) <http://umr-ecosols.fr/index.php/fr/recherche/animation-scientifique>

Dossier du CSFD



- ... Suite des ressources
- **Exposition *Fabuleuses légumineuses* + dossier « En savoir plus » associé à l'exposition**
- [www.france-sud.ird.fr/la-science-en-partage/culture-scientifique/expositions/fabuleuses-legumineuses](http://www.france-sud.ird.fr/la-science-en-partage/culture-scientifique/expositions/fabuleuses-legumineuses)
- **Vidéo et interview d'Ezékiel Baudoin : *La revanche du pois chiche en Occitanie***
- **Vidéo *Les légumineuses, ces mal aimées***
- <http://umr-lstm.cirad.fr/actualites/legumineuse-midi-libre>
- **Toutes les ressources de culture scientifique de l'IRD**
- [www.ird.fr/la-mediatheque](http://www.ird.fr/la-mediatheque)
- **Service éducatif de l'IRD Montpellier**
- Dominique Chirpaz – Muriel Tapiou – [serviceducatif.france-sud@ird.fr](mailto:serviceducatif.france-sud@ird.fr)
- [www.france-sud.ird.fr/jeunes-et-scolaires](http://www.france-sud.ird.fr/jeunes-et-scolaires)



# Merci de votre attention

