

Les organismes des sols, utiles ou futiles ?

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

www.umr-ecosols.fr
<http://umr-lstm.cirad.fr/>
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

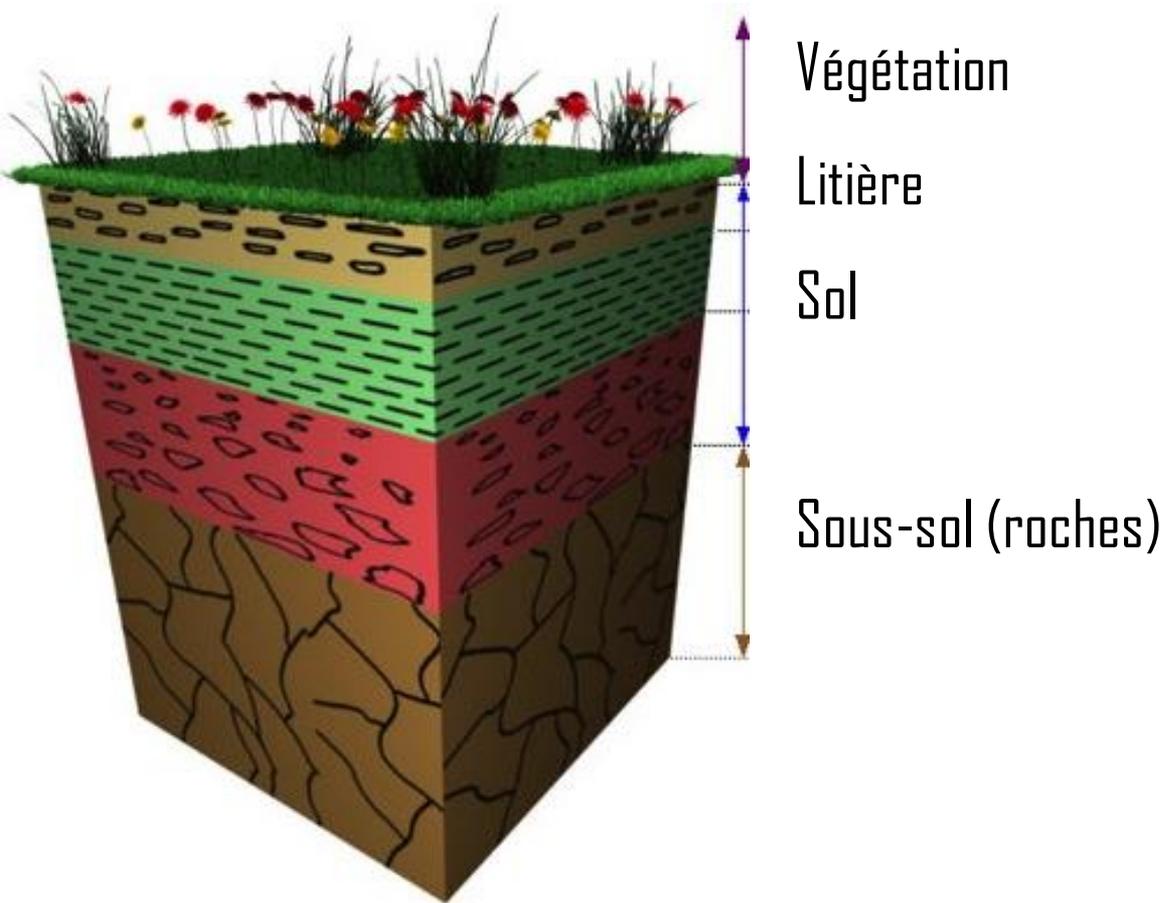
Des organismes du sol en symbiose avec les racines des plantes

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 ?



Les sols, une ressource vivante à préserver

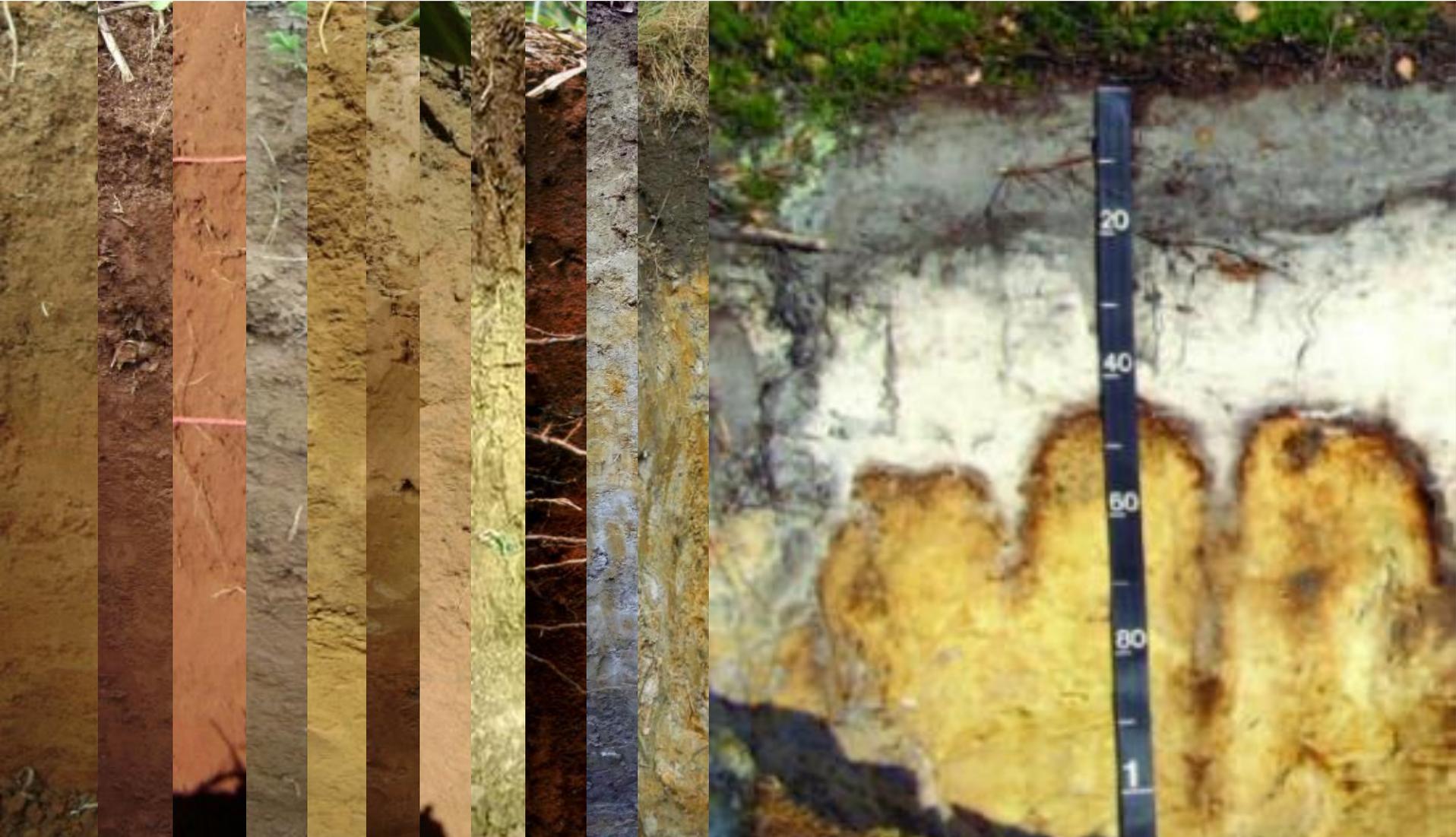
1. Qu'est-ce qu'un sol ?

Air et eau
porosité

Matières organiques

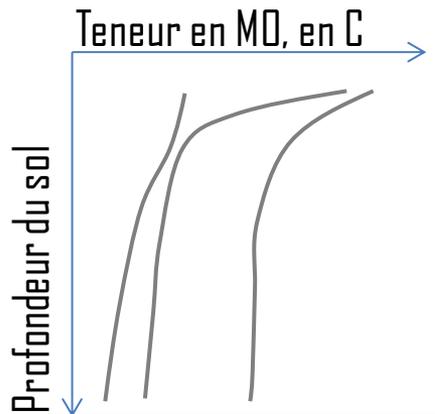
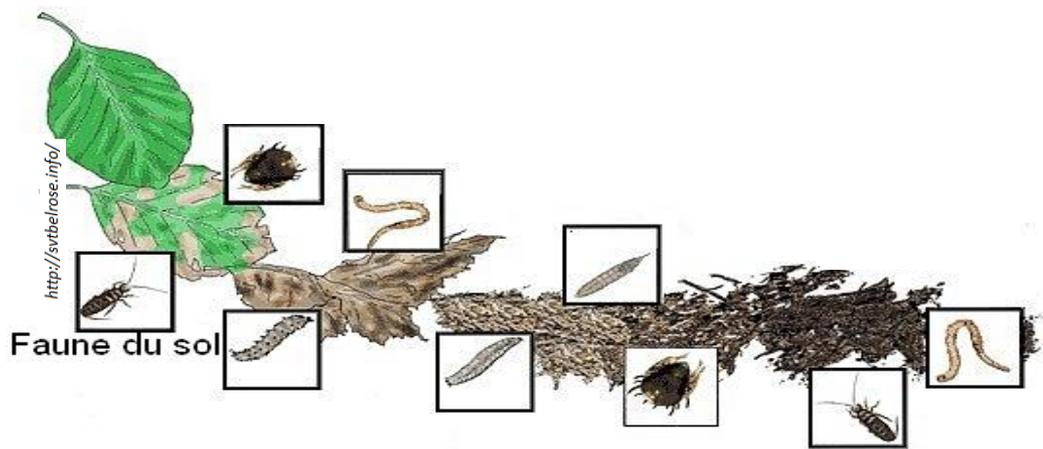
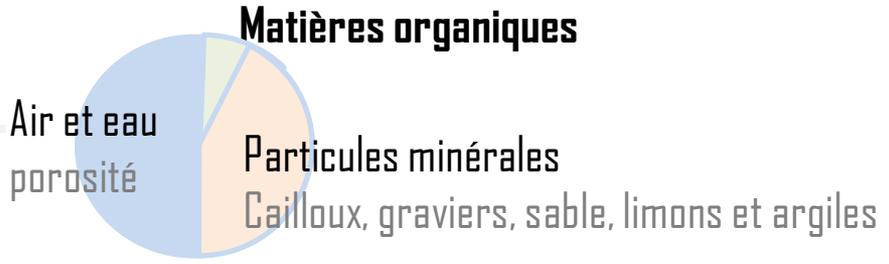
Particules minérales

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
-

Atmosphère
Régulation des gaz à effet de serre



Biosphère
Production végétale (aliments, fibres, biomasse)
Biodiversité, habitat, patrimoine génétique

Lithosphère
Environnement physique, matière première



Hydrosphère
Filtration, épuration,
Erosion, inondations, qualité des eaux

La culture
Archéologie, construction, art, religions...

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



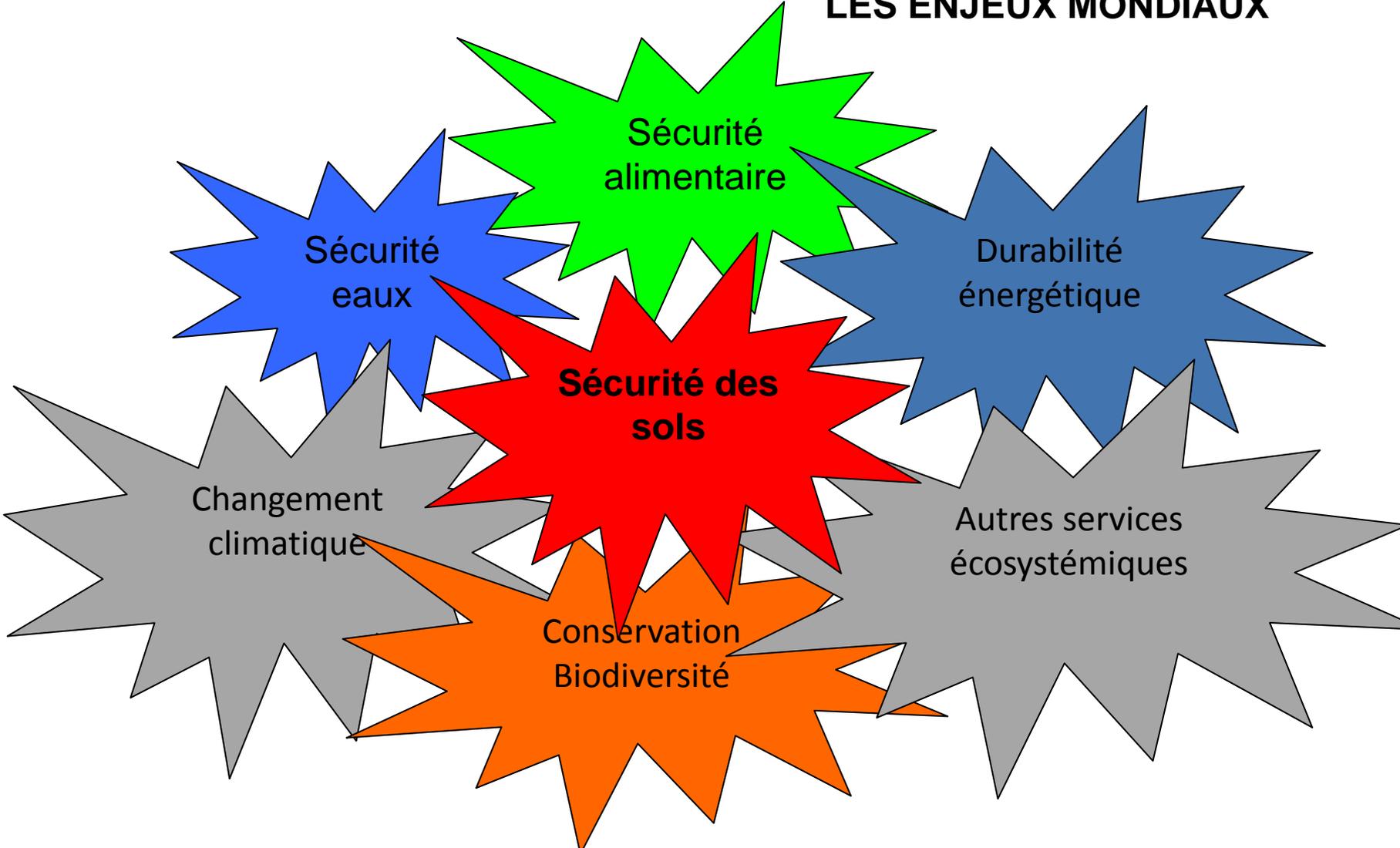
- Dégradation des sols (érosion, perte de MO, salinisation...)
- Urbanisation
- Changements climatiques

Des ressources limitées à préserver



2. Les sols et les services écosystémiques

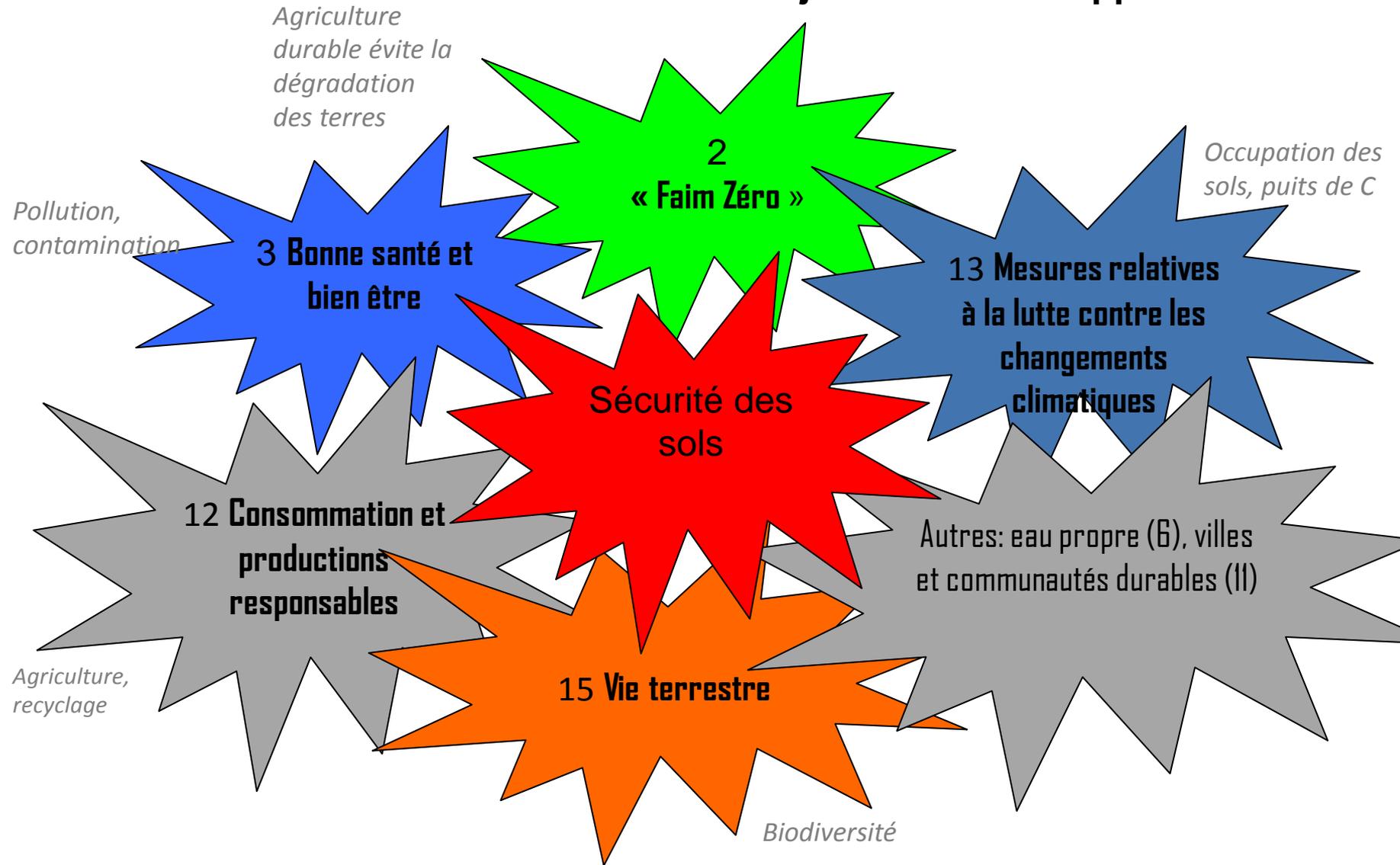
LES ENJEUX MONDIAUX



Les sols, une ressource vivante à préserver

1. Les sols et les services écosystémiques

LES ODD – Objectifs du Développement Durable



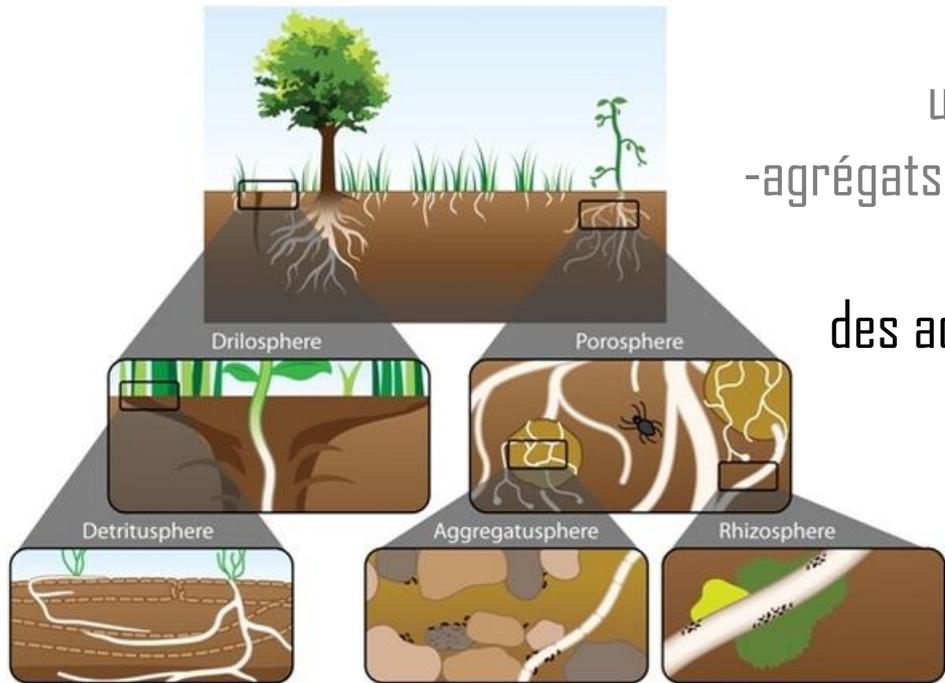
Les sols, une ressource vivante à préserver

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

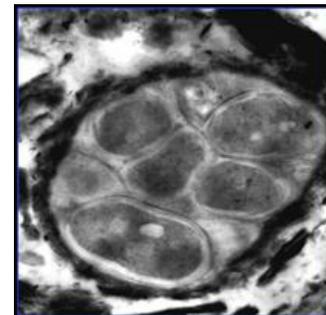
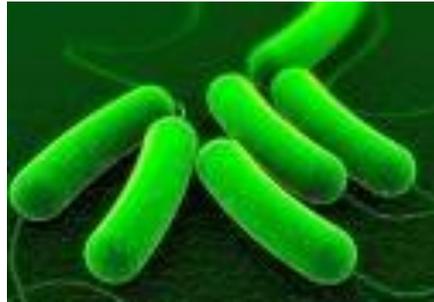


© 2012 Nature Education



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

Des procaryotes : bactéries et des archéobactéries



1 à 10 μm

3. Les organismes du sol

Des champignons

(eucaryote)



*Le mycélium
des km dans les sols*



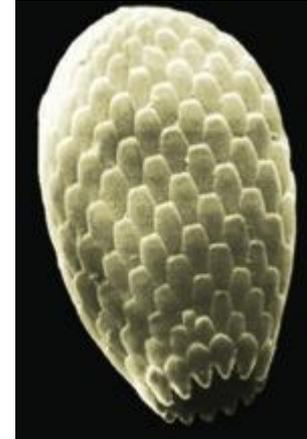
Environ 5 μm diamètre

3. Les organismes du sol

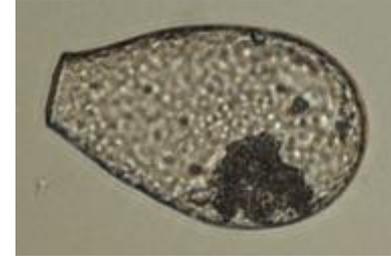
**Des protozoaires
ou protistes**



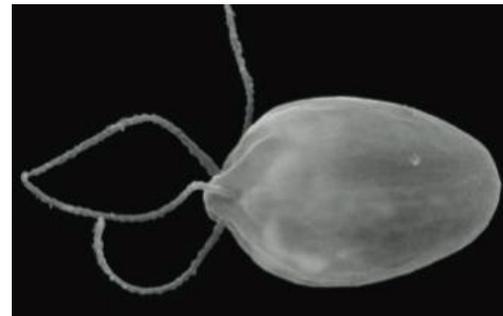
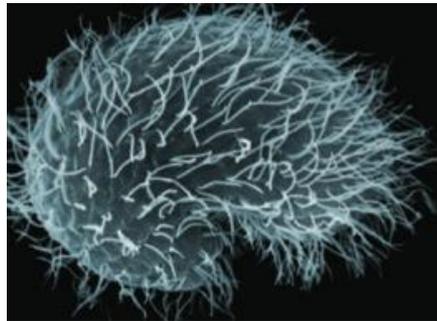
Ciliés



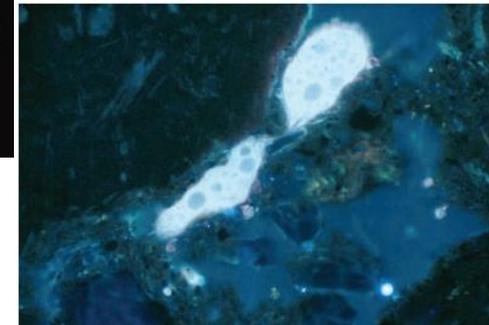
Flagellés



Amibes



Une amibe passant au travers d'un pore

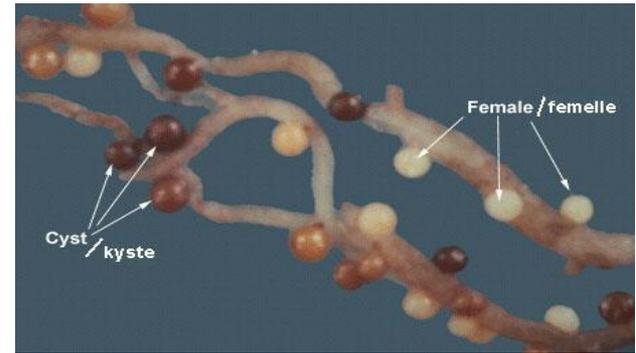


5 à 30 μm

Des nématodes (némathelminthes)



Les nématodes phytoparasites



Les nématodes libres



Bacterivore



Fungivore



Carnivore

Omnivore

100 à 500 μm

Des tardigrades



100 à 200 μm

Des insectes sans ailes (Aptérygotes)



Protooures



Collemboles



Diploures

1 à 2 mm

Des insectes ailés (Ptérygotes)



Termites (Isoptères)



Fourmis (Hyménoptères)



Coléoptères

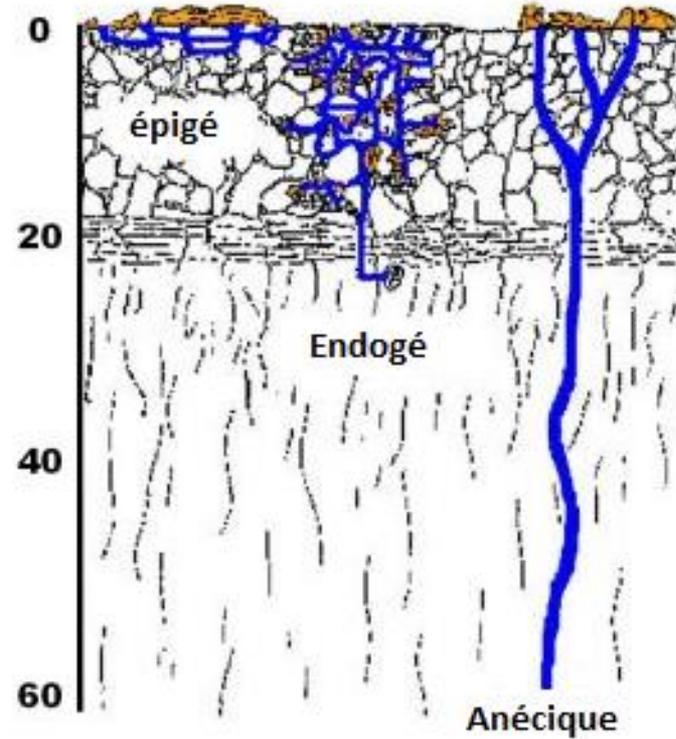


Diptères

Dermaptères



Des vers de terre (Annélides)



5 cm à 3 m

Des mille-pattes (Myriapodes)

Diplo-podes
(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 Diplopedes

1 g

1 m²



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



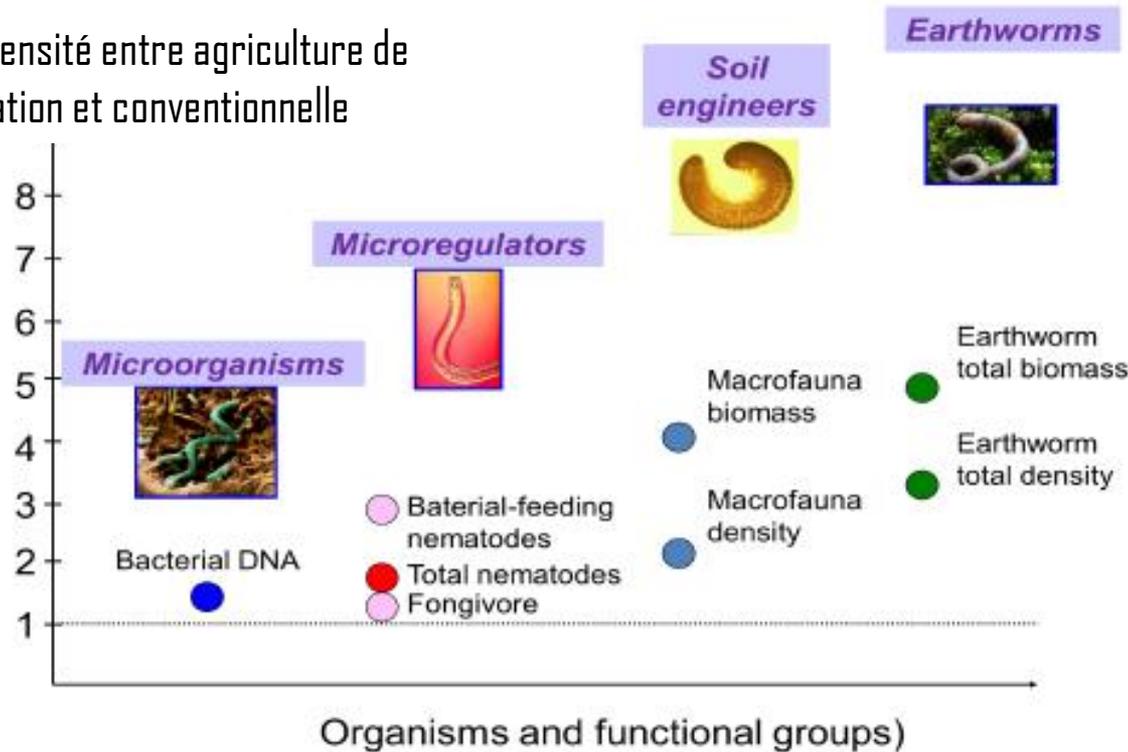
❖ Oligochètes 5

**± 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

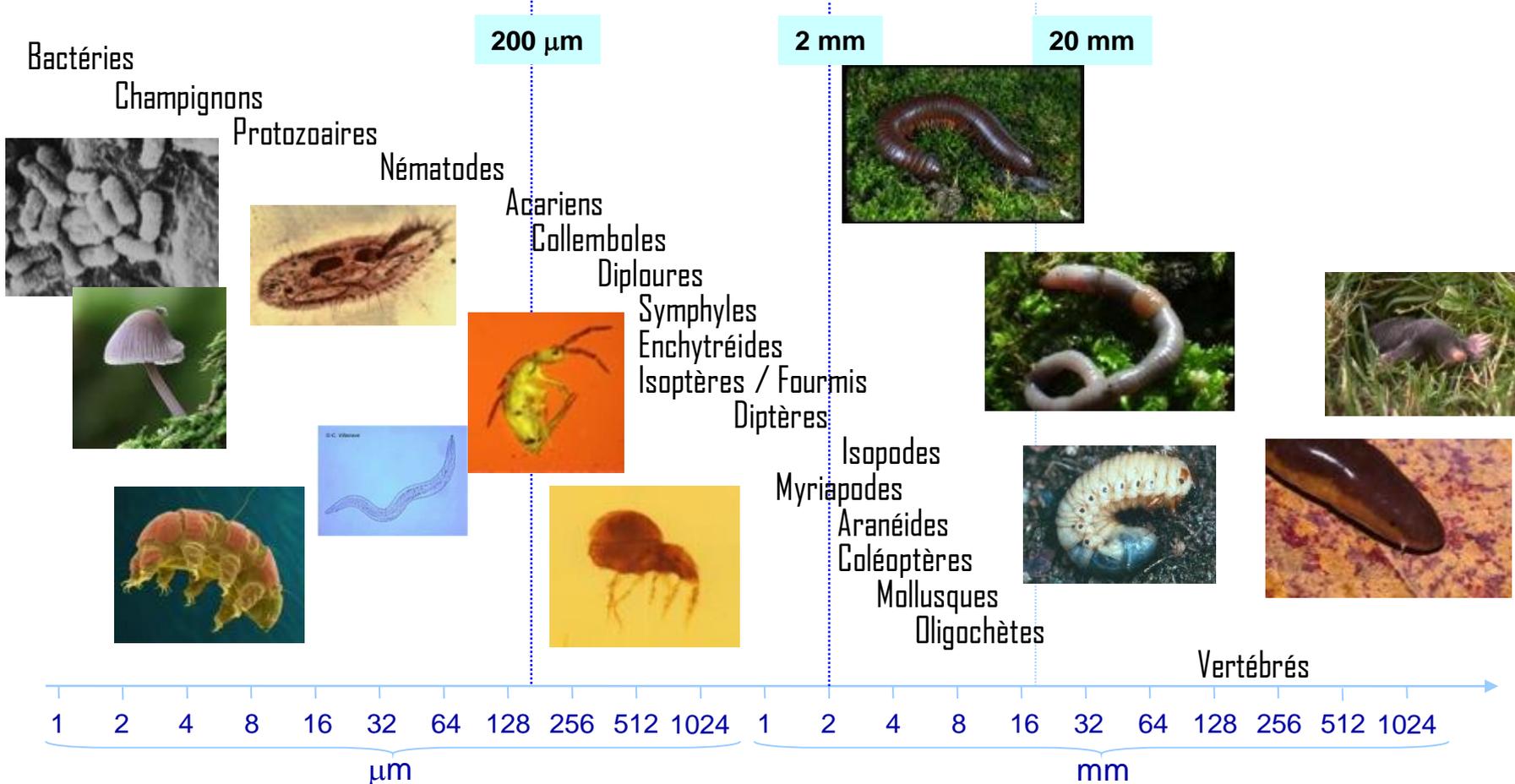
Microorganismes

Microfaune

Mésafaune

Macrofaune

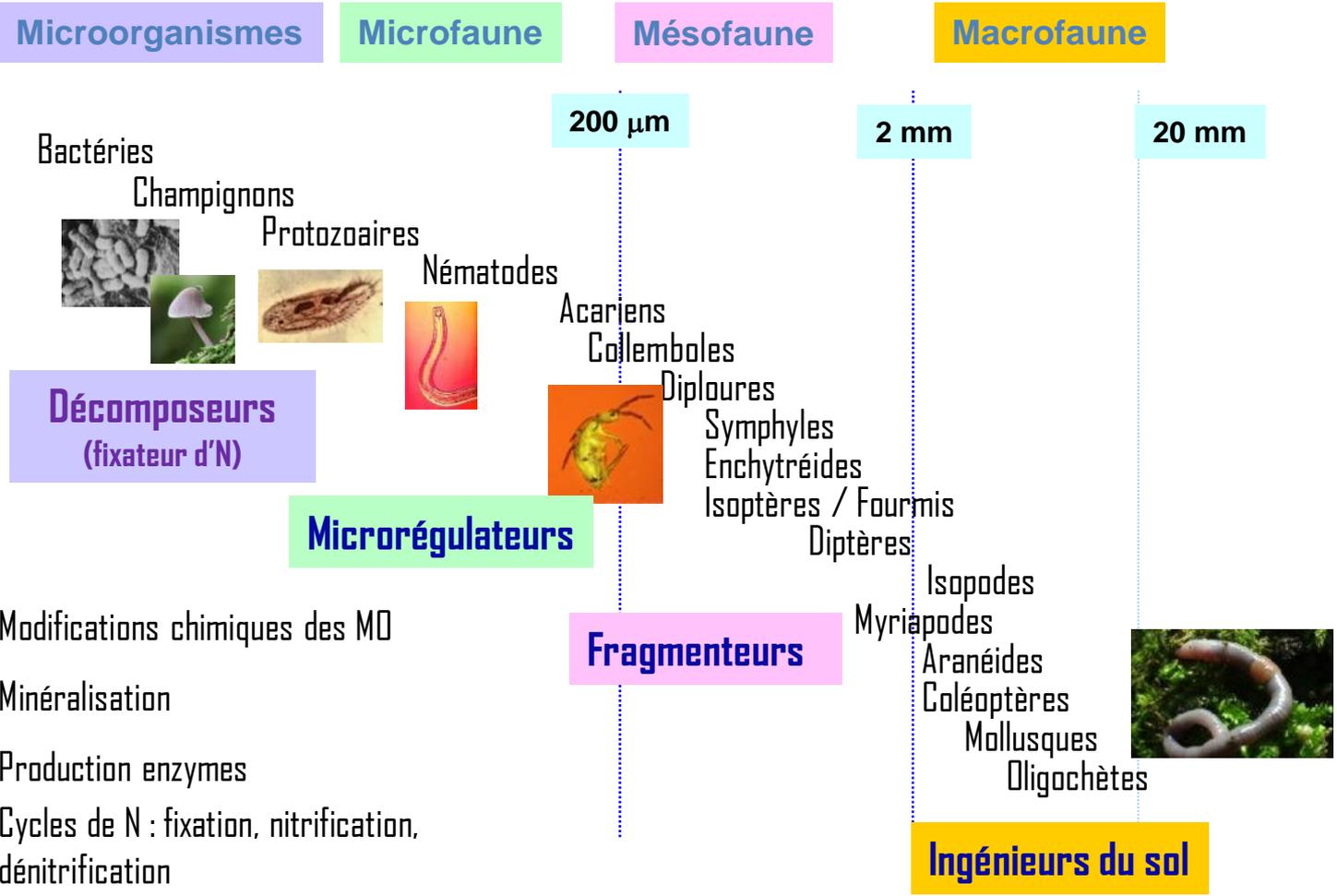
Mégafaune



Les sols, une ressource vivante à préserver

3. Les organismes du sol

Les groupes fonctionnels

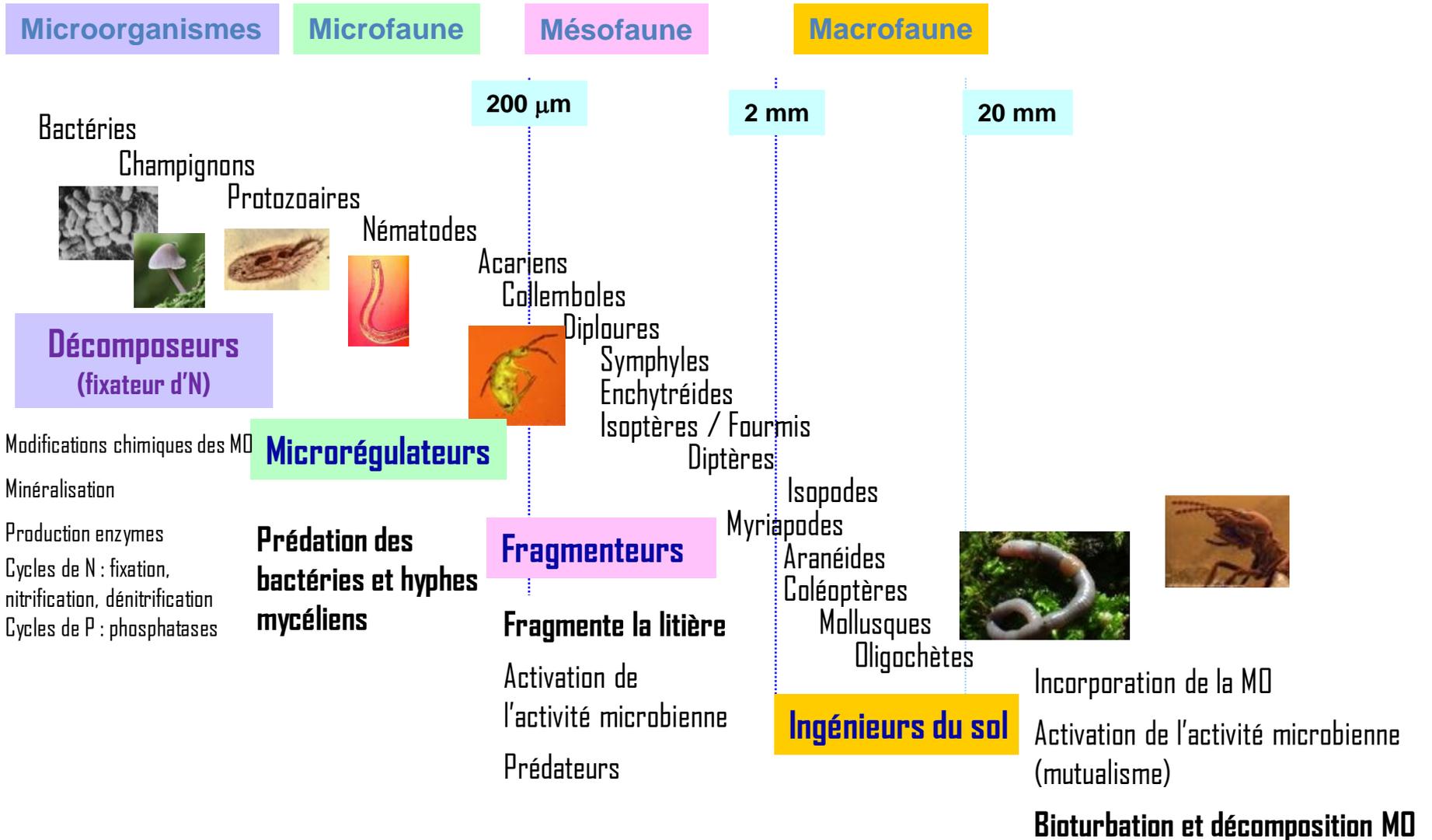


Modifications chimiques des MO
Minéralisation
Production enzymes
Cycles de N : fixation, nitrification, dénitrification
Cycles de P : phosphatases

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

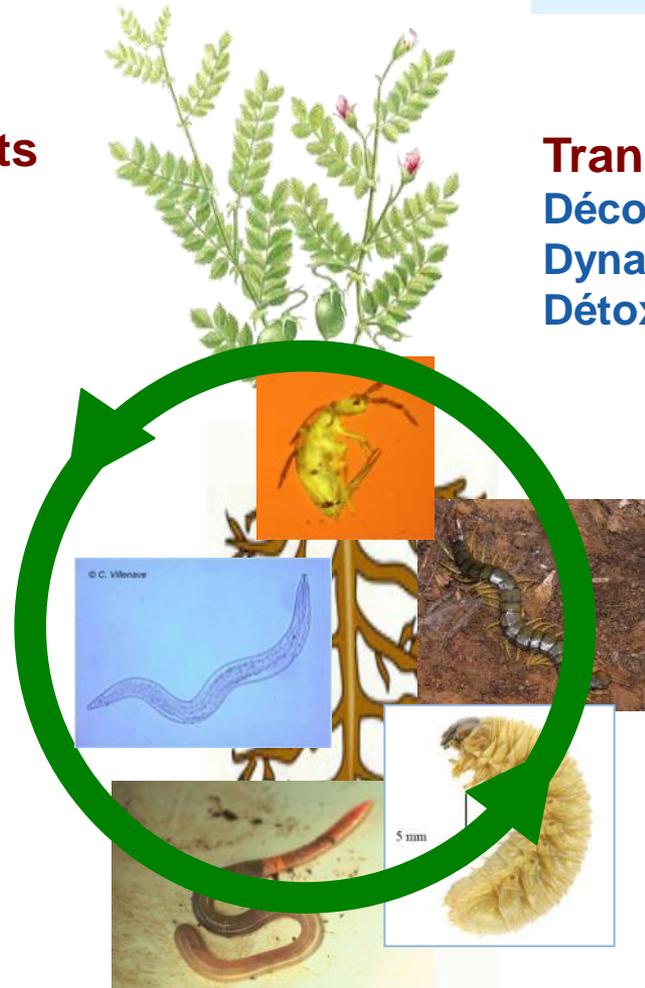
Décomposition
Dynamique de la Matière Organique
Détox, biorémédiation

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

Cycle des nutriments

Immobilisation
Dynamique
Disponibilité N et P

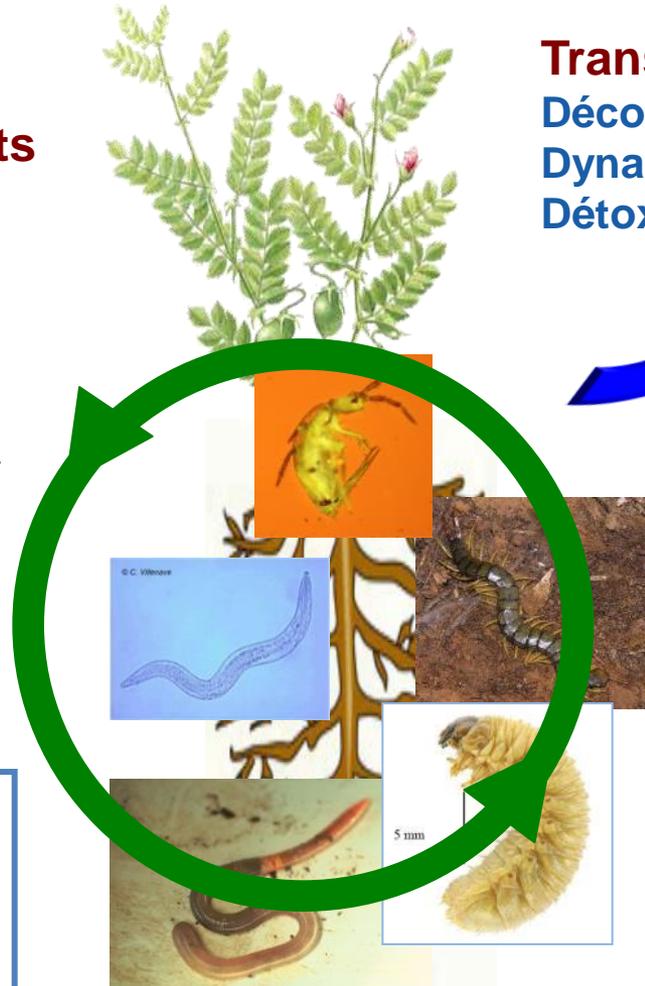
Transformation de la MO

Décomposition
Dynamique de la Matière Organique
Détox, biorémédiation

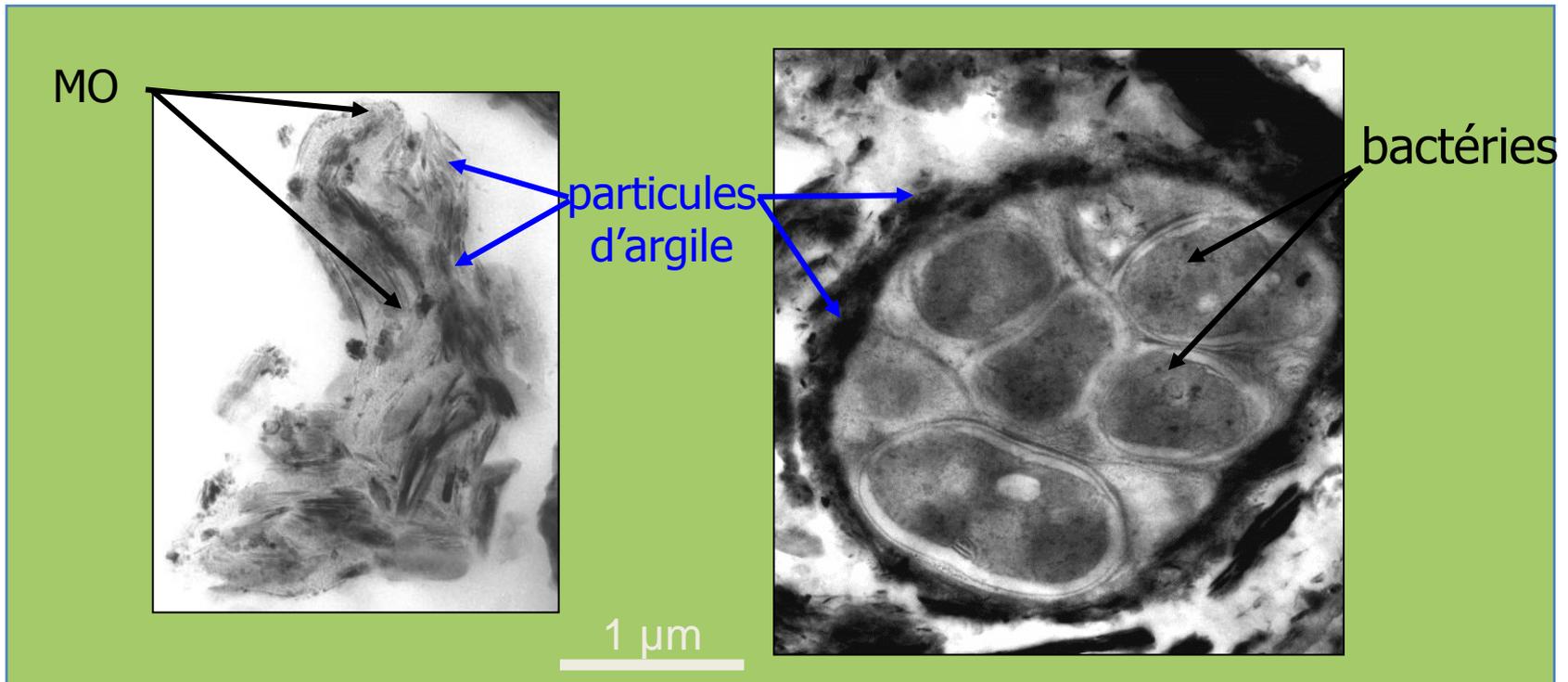
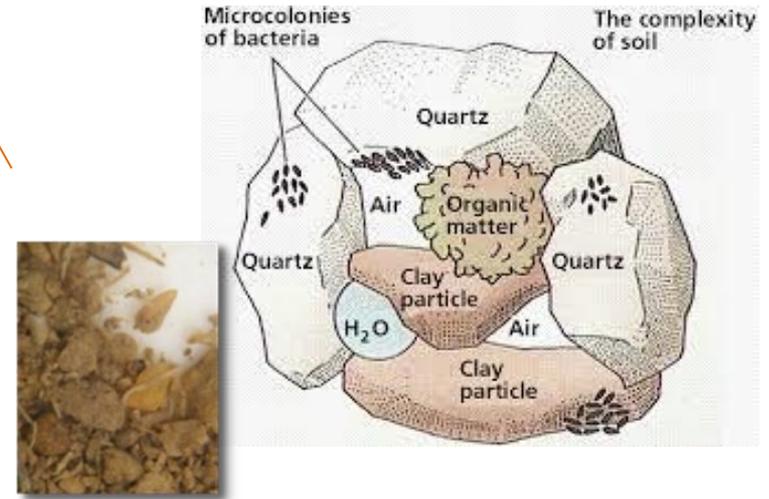
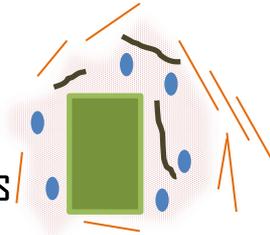
Structure du sol

Rétention
Erosion
Porosité
Habitat

Régulation des populations
Contrôle des nuisibles



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

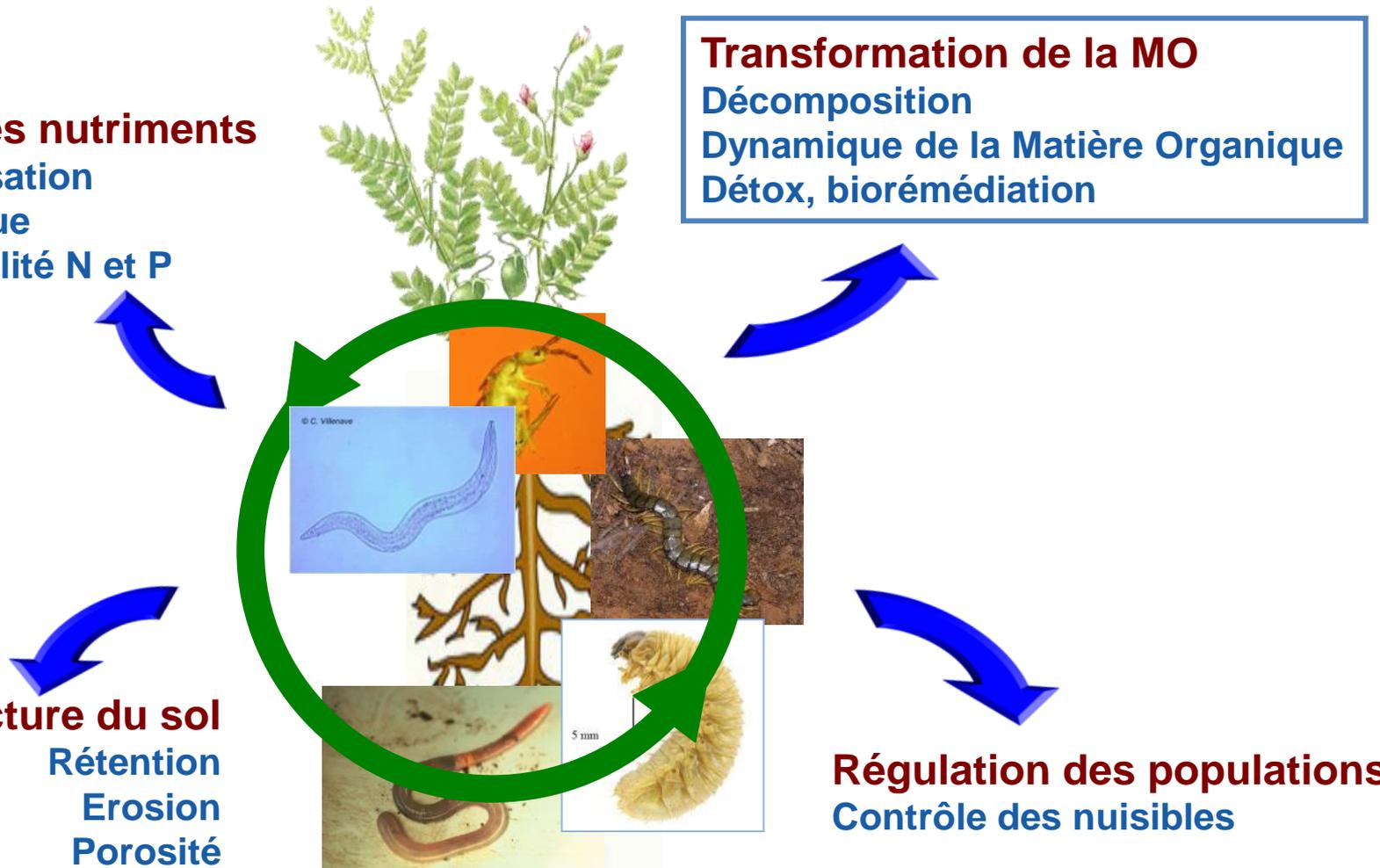
Erosion

Porosité

Habitat

Régulation des populations

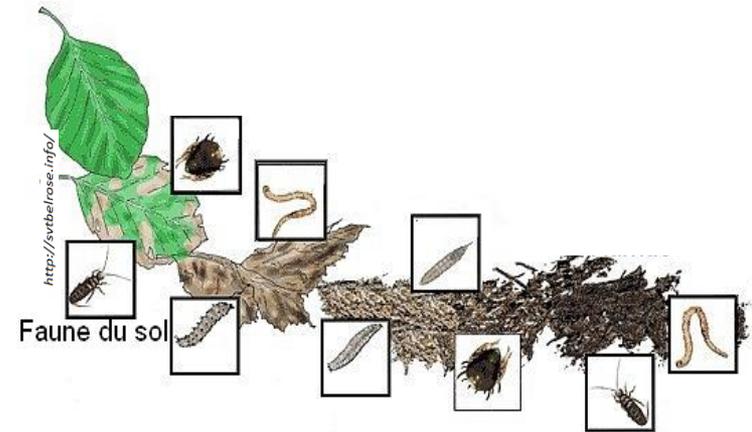
Contrôle des nuisibles



Les sols, une ressource vivante à préserver

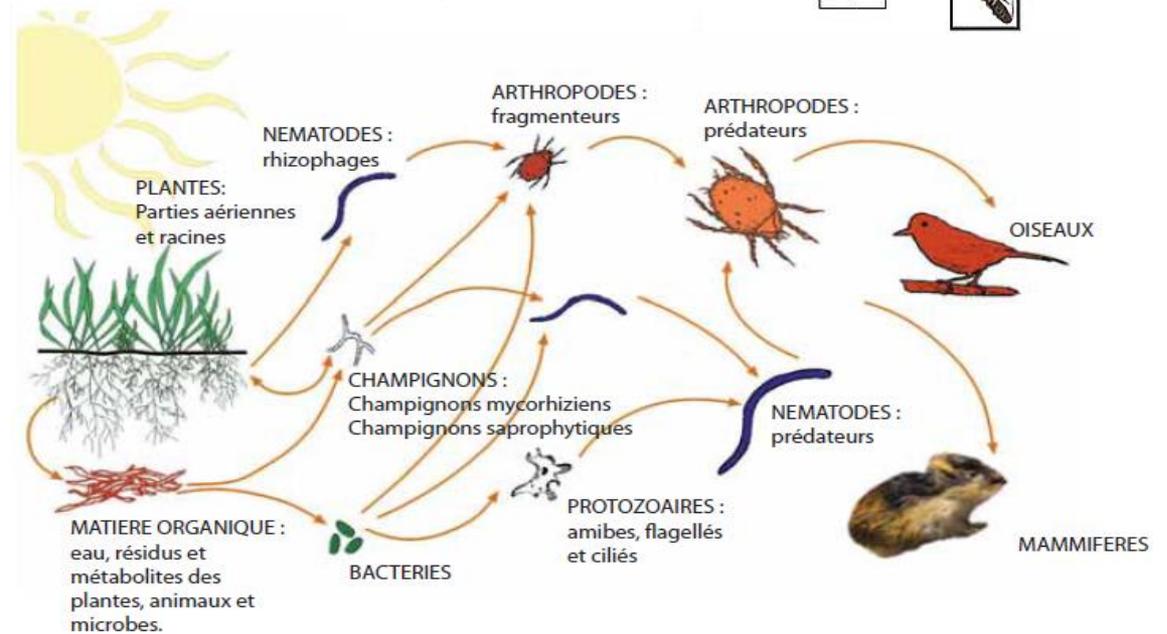
4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

Le réseau trophique



CARBONE

Le carburant des microorganismes



1er NIVEAU TROPHIQUE: Producteurs par photosynthèse

2e NIVEAU TROPHIQUE: Décomposeurs, mutualistes, pathogènes, parasites rhizophages

3e NIVEAU TROPHIQUE: Fragmenteurs, prédateurs, brouteurs

4e NIVEAU TROPHIQUE: Prédateurs supérieurs

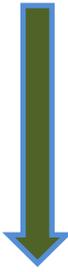
5e (et au-delà) NIVEAU TROPHIQUE: Prédateurs supérieurs

Les sols, une ressource vivante à préserver

4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols



Photosynthèse



Respiration et décomposition de la matière organique



Les matières organiques du sol

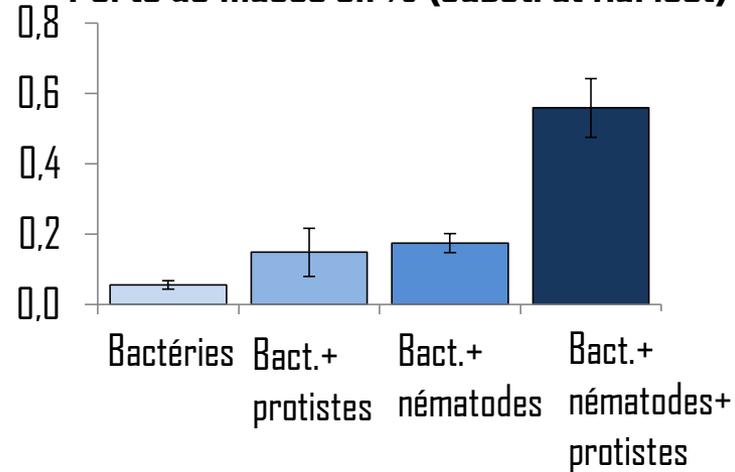


Indispensable à la croissance des plantes

Dynamique de la MO



Perte de masse en % (substrat Haricot)

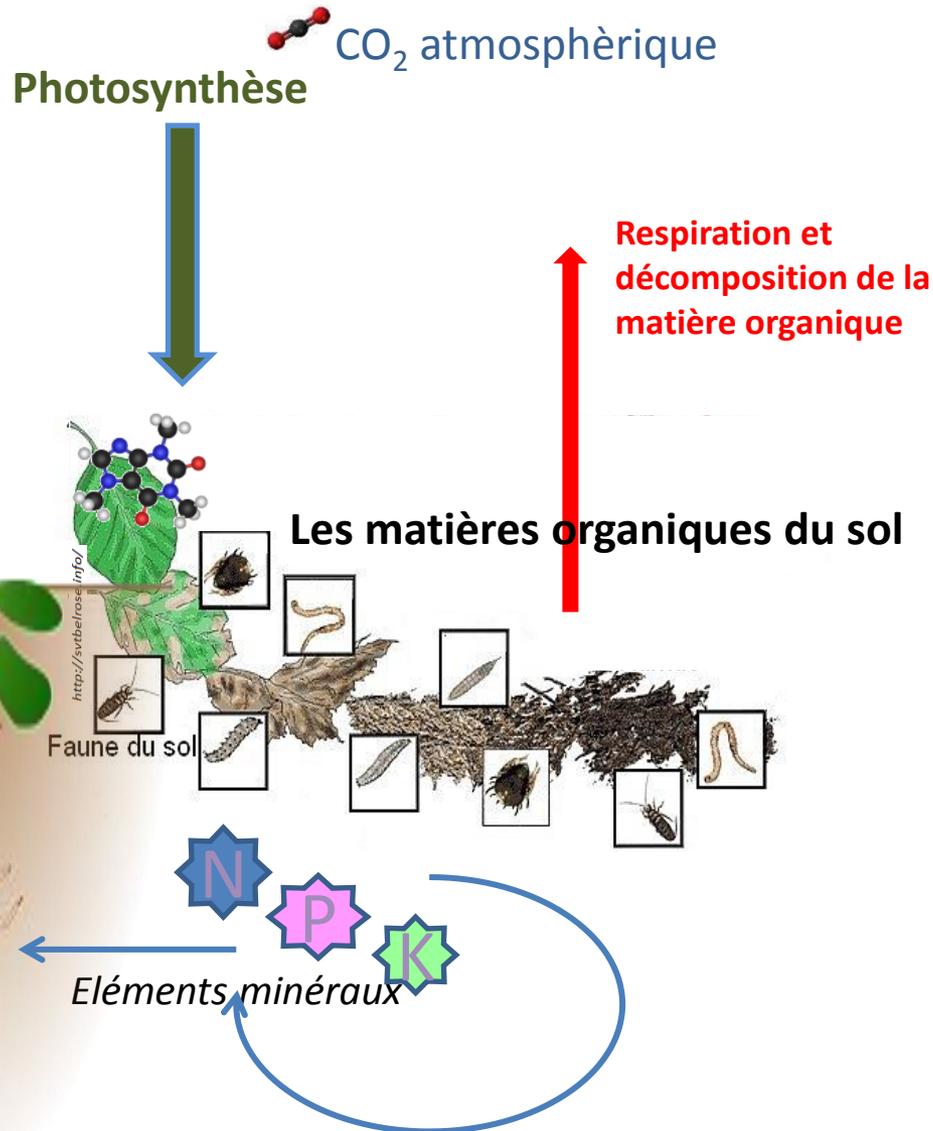


+ Activité biologique

- minéralisation stimulée
- Plus de nutriments ?

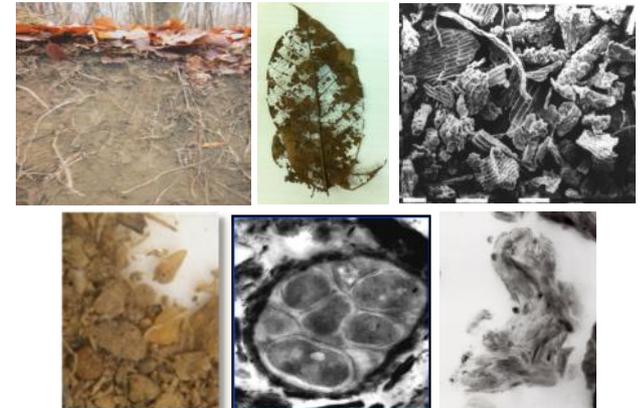
Les sols, une ressource vivante à préserver

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

Les sols, une ressource vivante à préserver

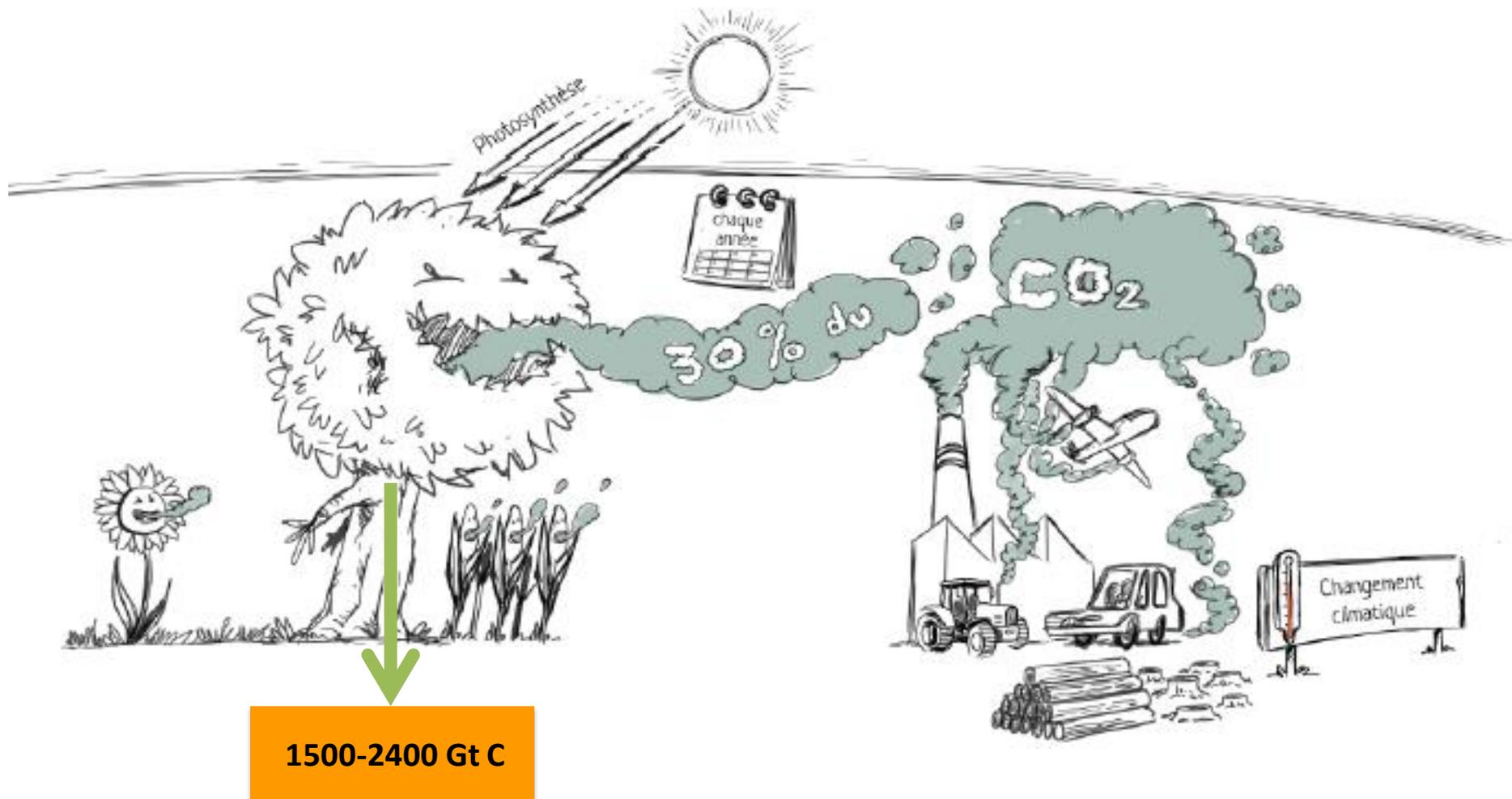
4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

<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 CO₂ en trop de l'atmosphère ?

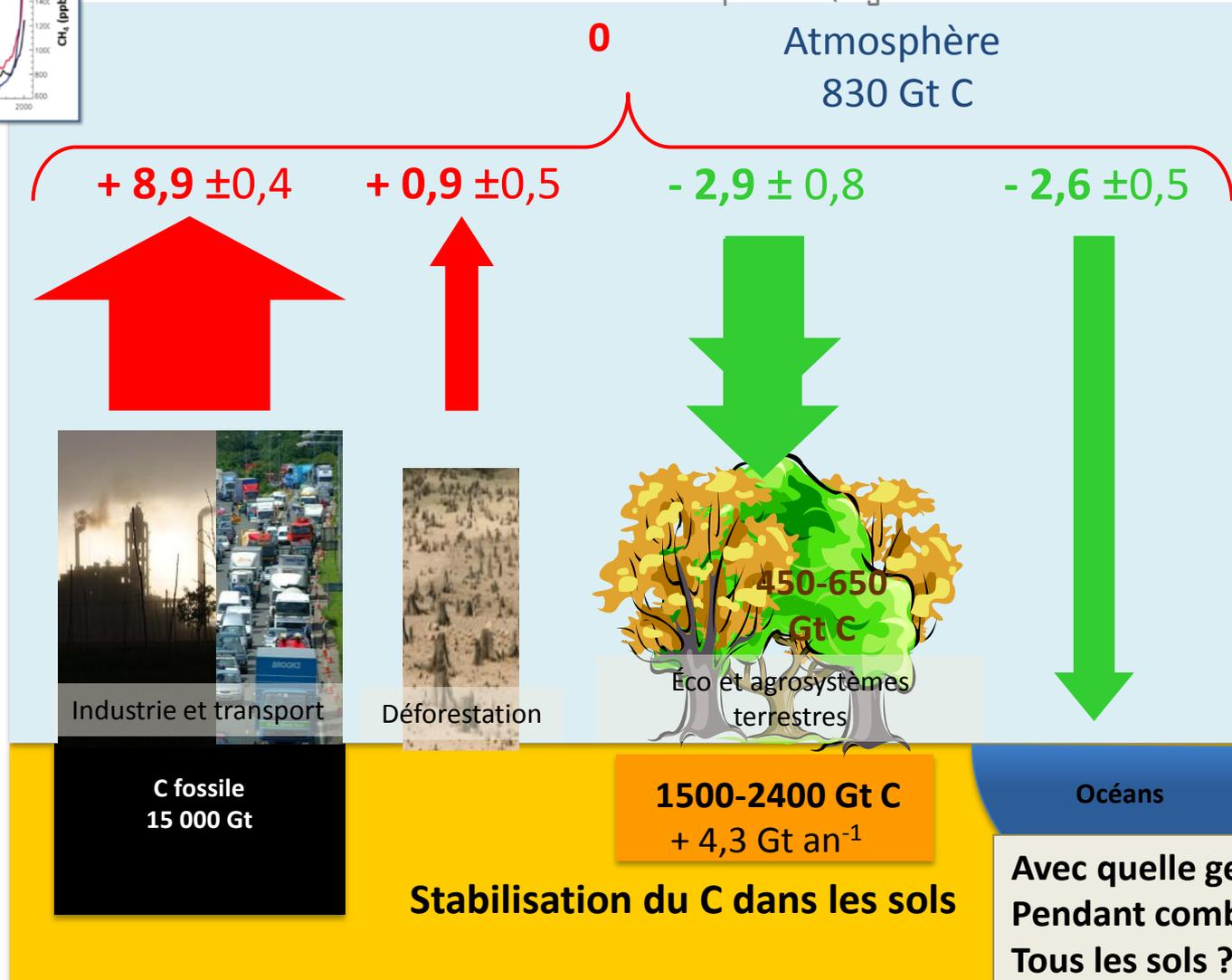
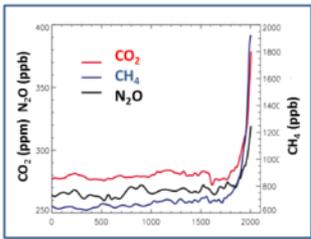


Les sols, une ressource vivante à préserver

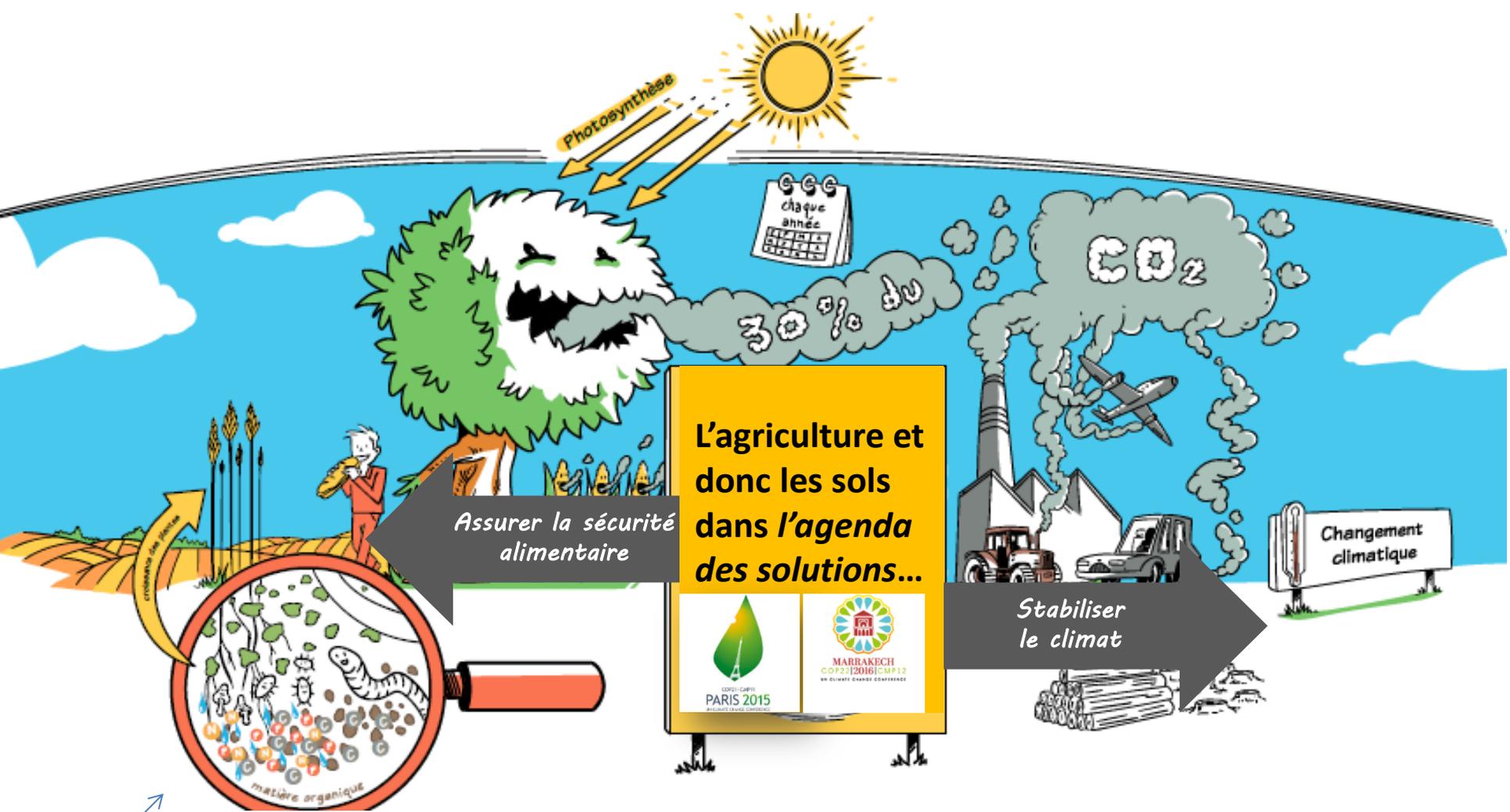
4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

Les flux de C entre la terre et l'atmosphère

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



Avec quelle gestion des sols ?
Pendant combien de temps ?
Tous les sols ? Mesurable ?



Le film sur le lien entre Sol et climat

- à Madagascar : <https://youtu.be/eBDfgDLPhyw>
- au Togo: 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

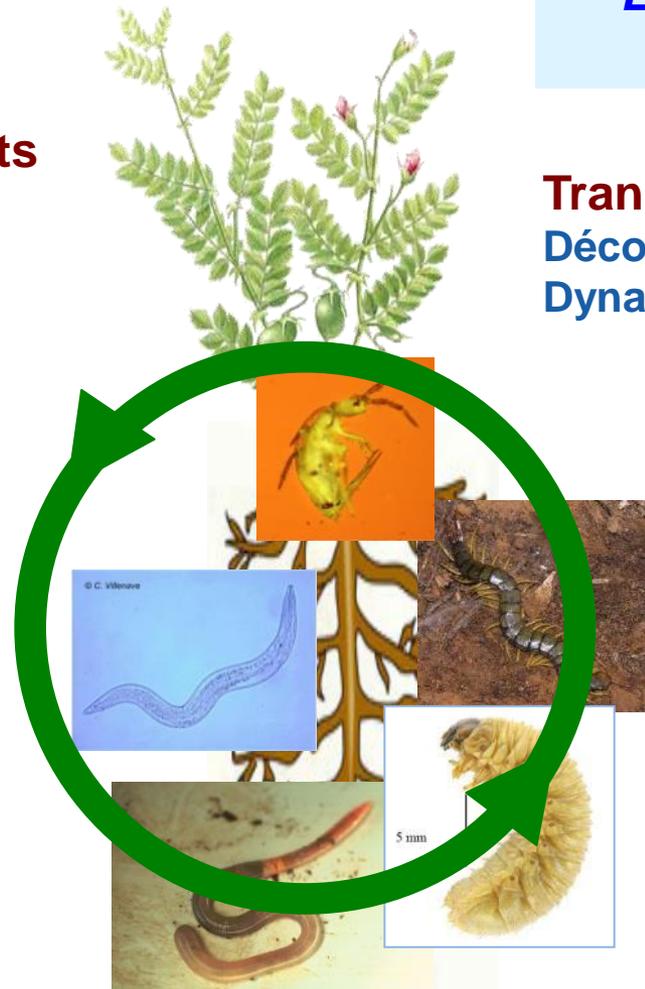
Décomposition
Dynamique de la Matière Organique

Structure du sol

Rétention
Porosité
Erosion
Habitat

Régulation des populations

Contrôle des nuisibles

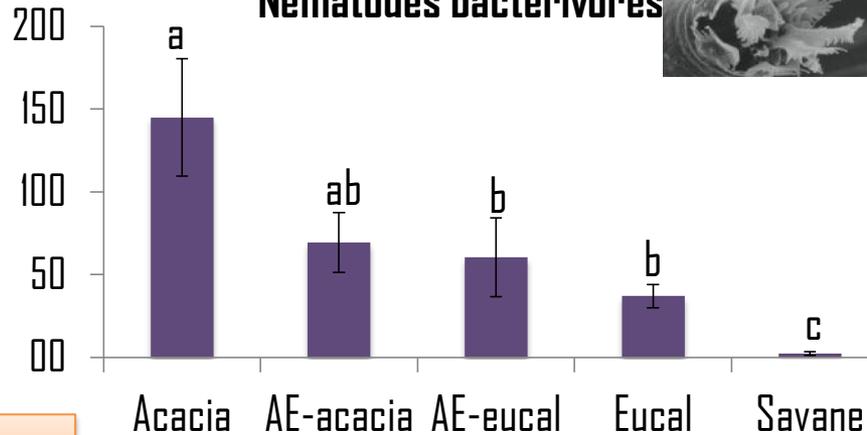


Les sols, une ressource vivante à préserver

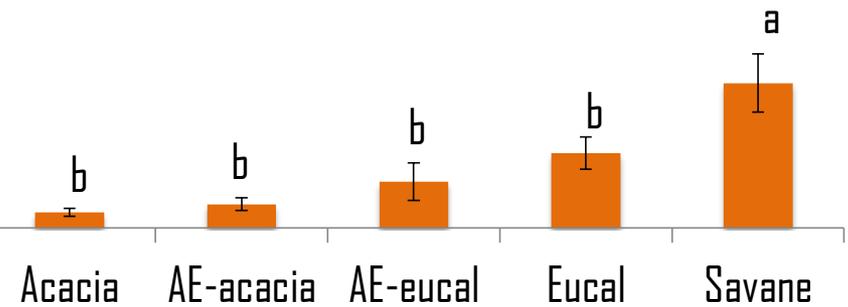
4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

Abondance de nématodes (ind. 100 g⁻¹ sol)

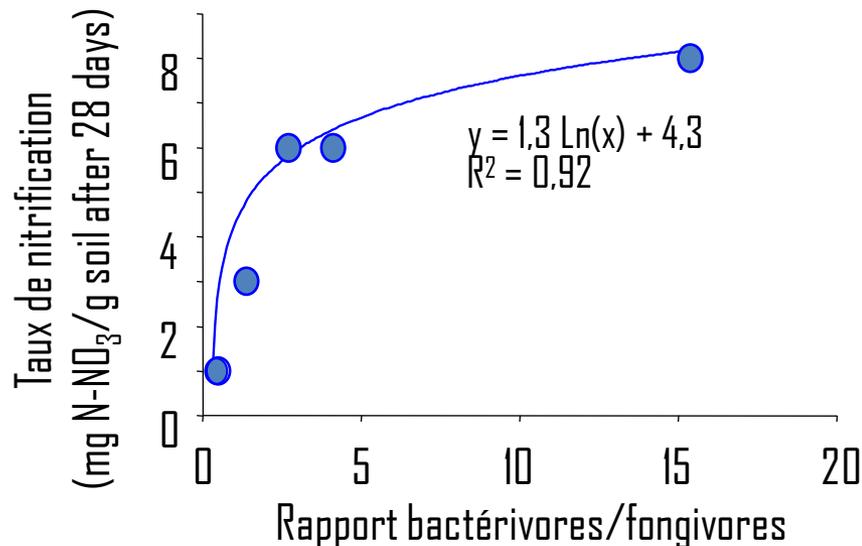
Nématodes bactérivores



Nématodes fongivores



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

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⁻¹



Agroforesterie

P1



Résidus (*styloxanthes*)

P2

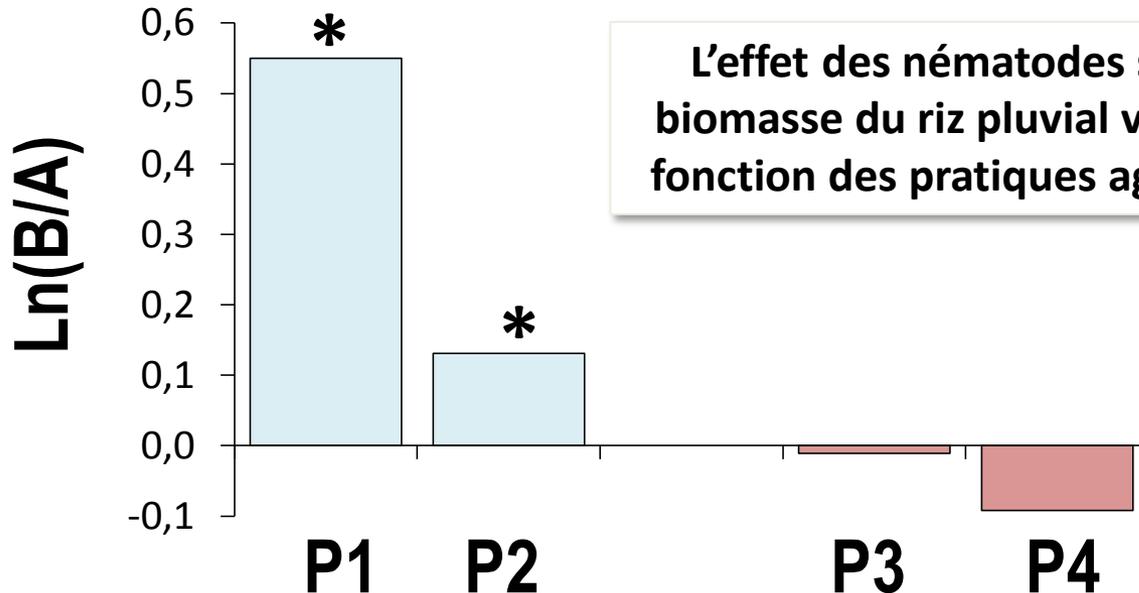
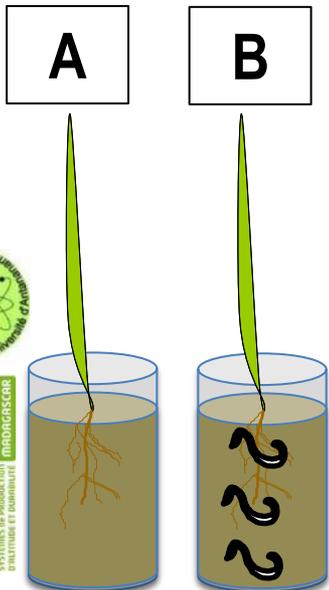


Monocultures (+ fumier en P4)

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

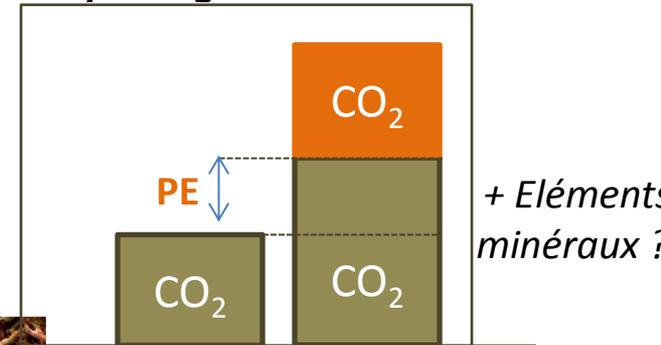


Photosynthèse

Dynamique de la MO, cycle des nutriments

Respiration et
décomposition de la
matière organique

Le priming effect



Les matières organiques du sol

Faune du sol



Apport de résidus de culture 

- + minéralisation
- + nutriments pour les plantes

Phénomène variable et mal compris

(qui, quand ? Tous les sols ?)

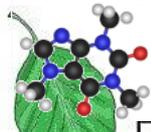
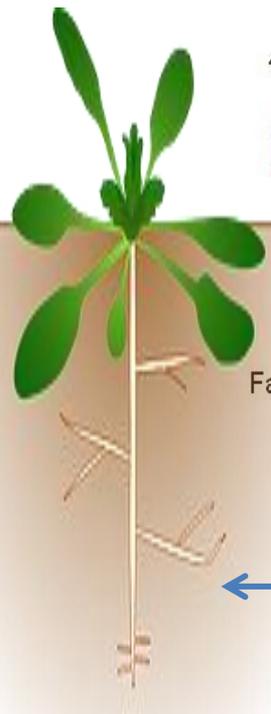
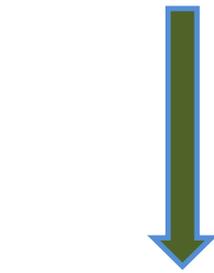
Indispensable à la croissance des plantes

Les sols, une ressource vivante à préserver

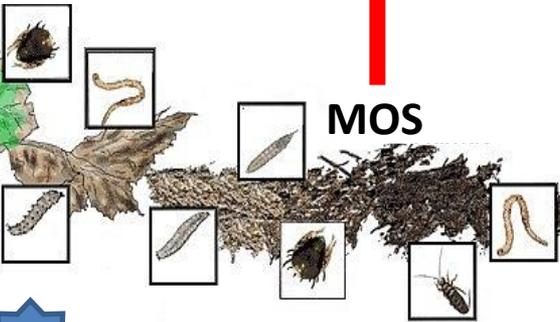
4. Zoom sur les cycles biogéochimiques (C, N, P)

CO₂ atmosphérique

Photosynthèse



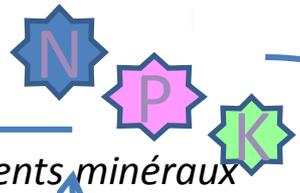
Faune du sol



MOS



Respiration et décomposition de la matière organique

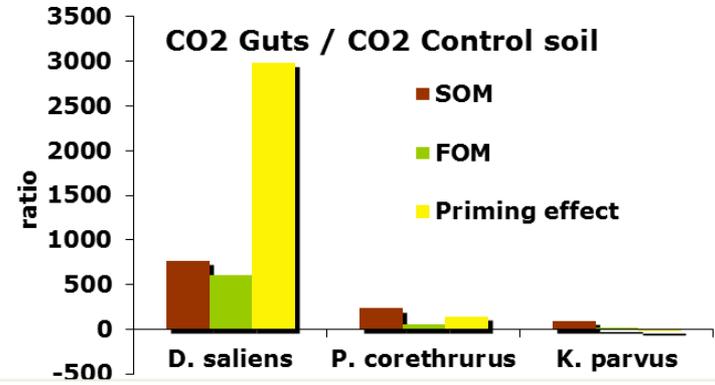
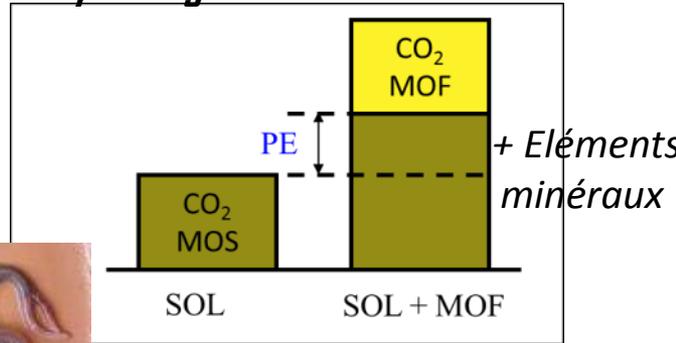


Eléments minéraux

Indispensable à la croissance des plantes

Dynamique de la MO, cycle des nutriments

Le priming effect



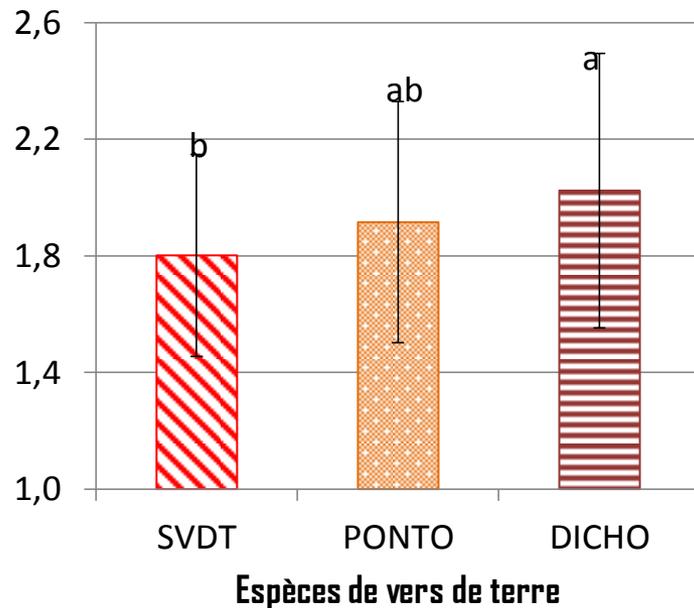
Effet vers de terre dépend de l'espèce

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

Expérimentation en pot

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

Rapport de biomasse partie aérienne/racine



p-value = 0,045

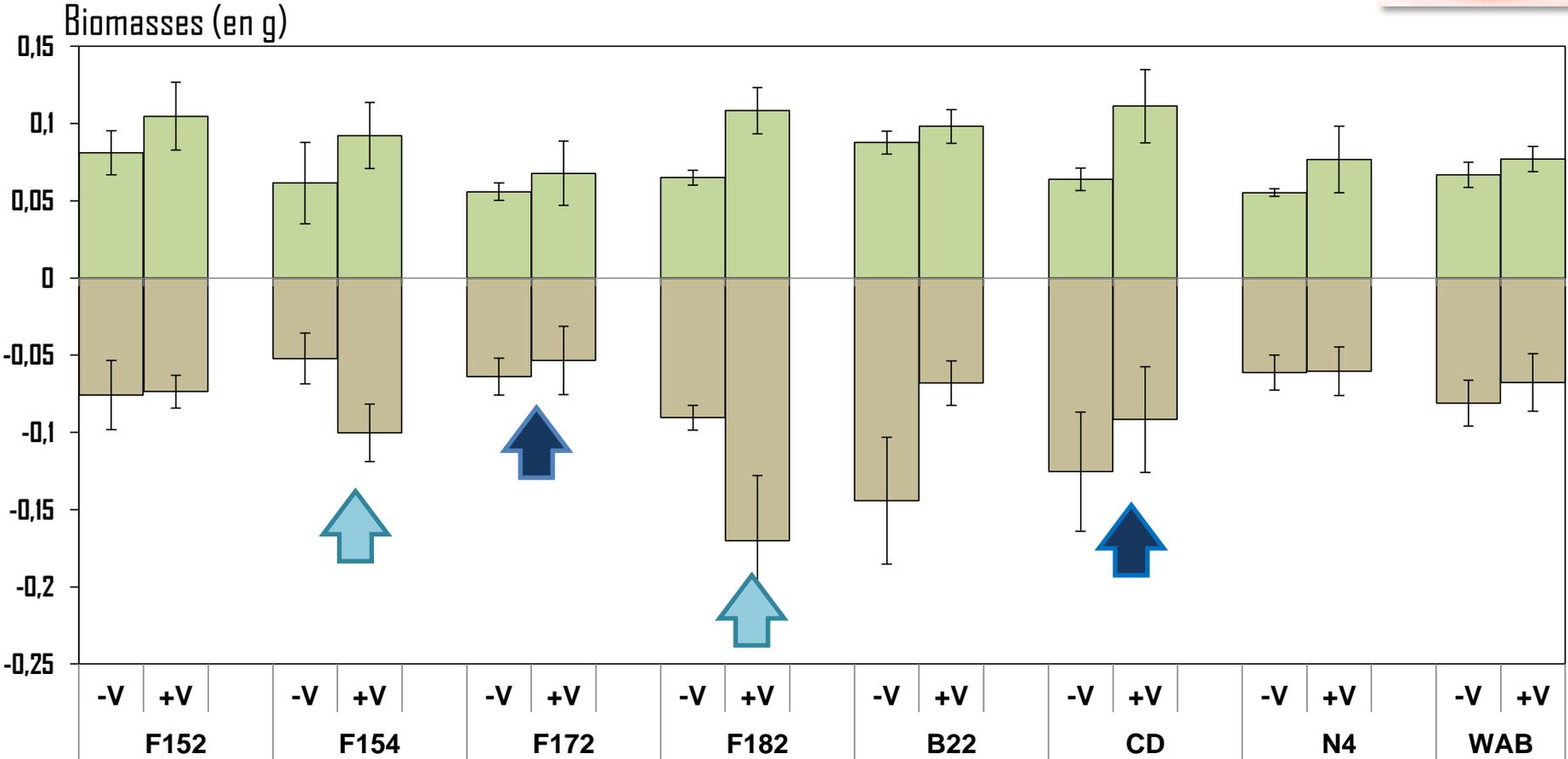


Allocation des ressources dans la partie aérienne ou racinaire de la plante différente selon l'espèce de vers de terre

Les sols, une ressource vivante à préserver

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

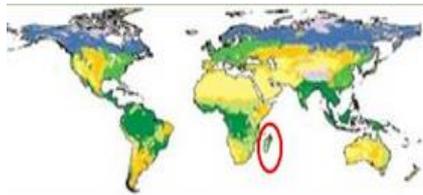
Expérimentation en pot Inoculation de vers de terre, ≠ variétés de riz



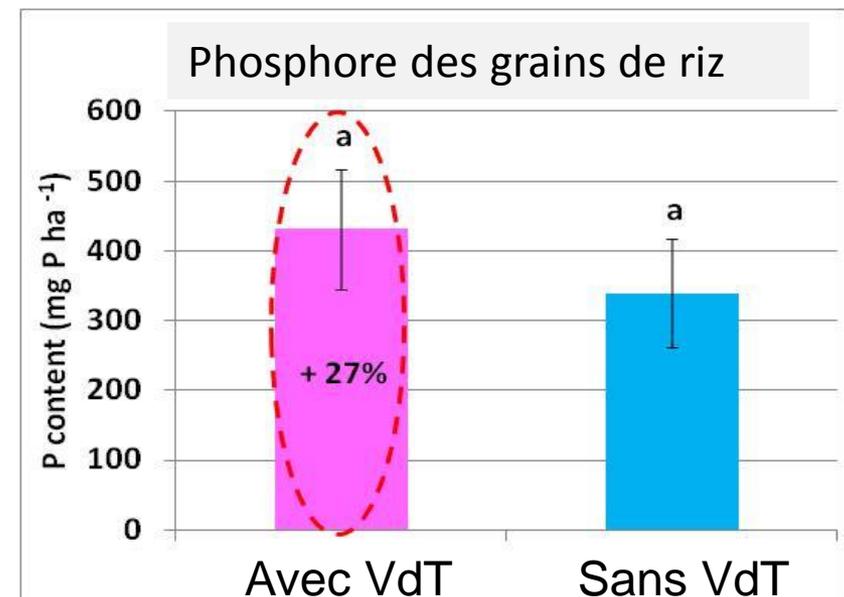
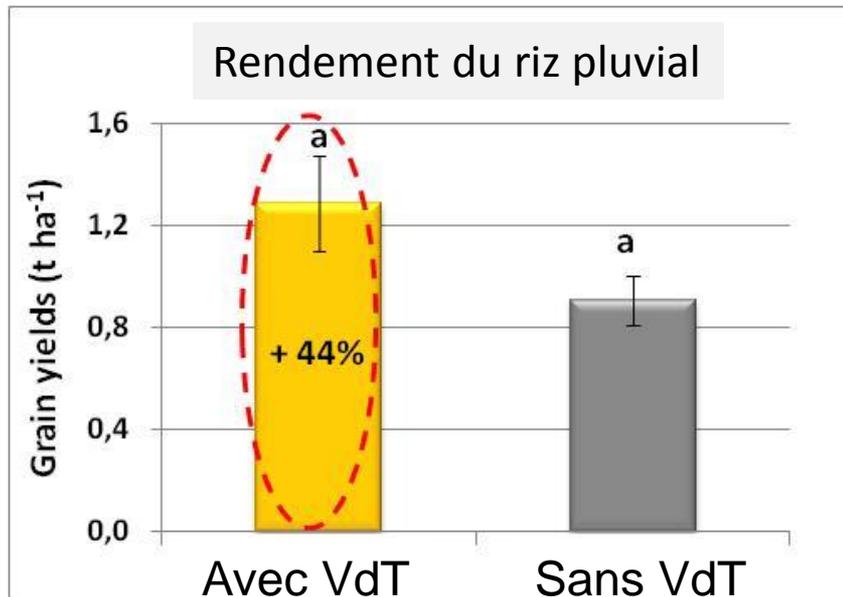
Effet de vers de terre +/- significatif selon la variété du riz

4. Les organismes du sol et fonctionnement des sols

Expérimentation au champs Inoculation de vers de terre



75 ind.m⁻²

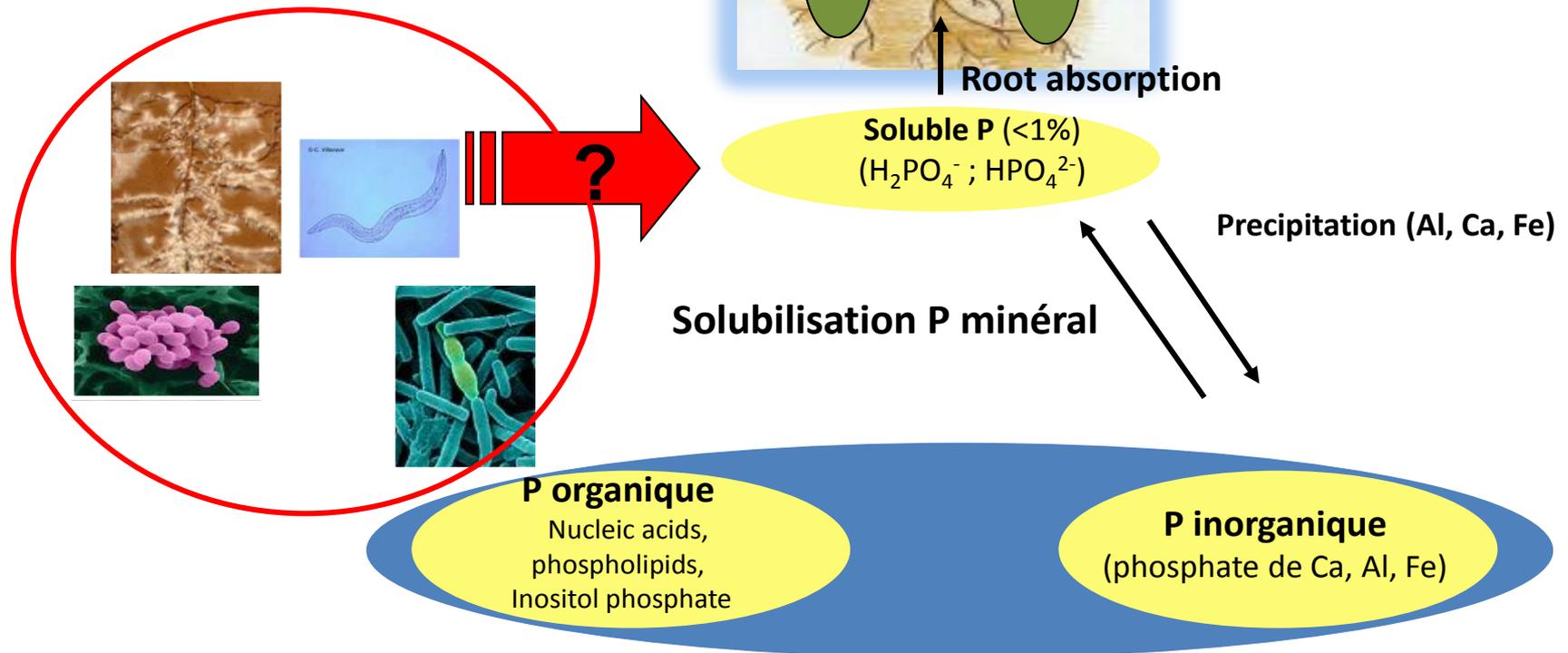


Effet + mais non significatif des vers de terre sur le rendement et la qualité des grains

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

4 min 37 '

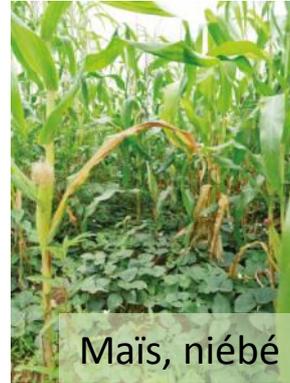
Légumineuses dans les systèmes de culture



Adoption par les agriculteurs ?

N_2

$N_2O \dots$



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

Mucuna, couverture du sol

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.

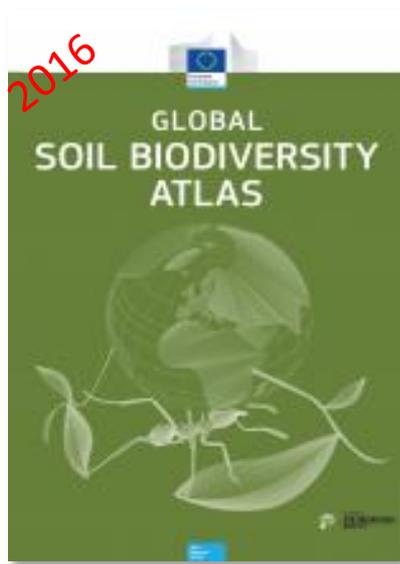
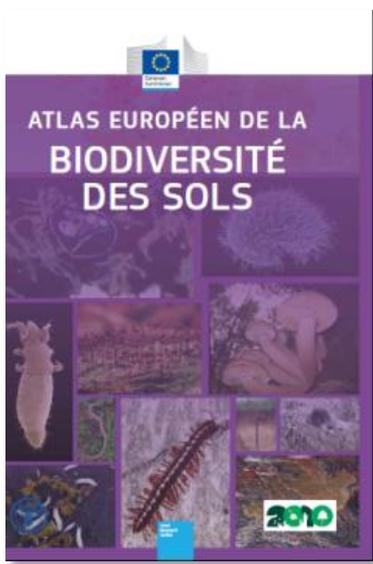
Par ex. Biodégradation de certaines formes de matières organiques par de nombreuses espèces de bactéries, de champignons ou d'invertébrés

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 nouvelles mots, je me suis bien amusé.



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



Le lombricomposteur

Vers de terre mais aussi
collemboles....

yikes, it's alive!

Watch your step. Soil swarms with life.

But most of it is out of your sight—in the ground or so small you need a magnifying glass or a microscope to see it. Many, many times more organisms live below ground than above it.

Soil provides a home for organisms, and in turn, organisms keep soil healthy. It's a partnership. Each sustains the other.

If you examine the upper few centimeters or inches of one square meter of ground (about 15 feet by 15 feet), you'll find millions of nematodes; they account for every third or fourth of what you can see above ground. This parasitic organism does so much of soil organisms by their abundance, the smallest among them, it turns out, are the most abundant.

Soils and slugs create a slimy coating that keeps their bodies from drying out as they slip across the soil.

Earthworms push their way through the soil by partially eating it. Their "manure" helps fertilize the soil. Earthworms pump fresh granular structure.

In addition to spinning webs above ground, most spiders dig a burrow in the soil from which they also hunt.

Every big grazing mammal has a strong beetle associated with it that specializes in burying the mammal's droppings in the soil.

Protozoa feed mostly on bacteria. These micro-organisms make the water that coats the surfaces of the soil.

Fungi like the common mushroom recycle soil nutrients as well as some.

By wheeling their cilia on their beach, rotifers swim through the water that coats soil particles.

Millions of tiny, worm-like animals called nematodes live in the soil. They eat organic matter and help break it down.

Many animals, but more numerous and diverse than earthworms, nematodes live in every type of soil. Not only do they feed on roots, fungi and most other soil organisms.

Plants could not live without the bacteria that collect around their roots. These microbes convert elements in the soil and air into nutrients that plants can absorb.

>> Inside Scoop

Haut :

Taupe

Vers de terre

Insectes

Tardigrades

Collemboles

Acariens

Nématodes

Protozoaires

Champignons

Bactéries

Bas :





Sol respire, Émissions de CO_2

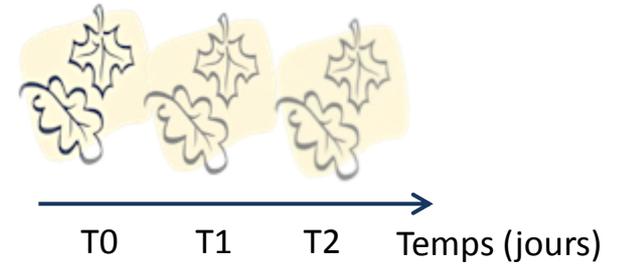
Décomposition des matières organiques (biodégradables)

Différents substrats (biodégradables ou pas) et différents habitats

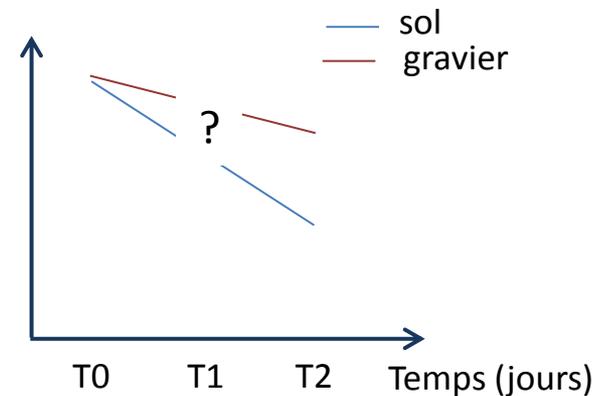


Sac à litière (litter bag)

Des photos, ou observations



Poids des feuilles
ou autre.. (g)

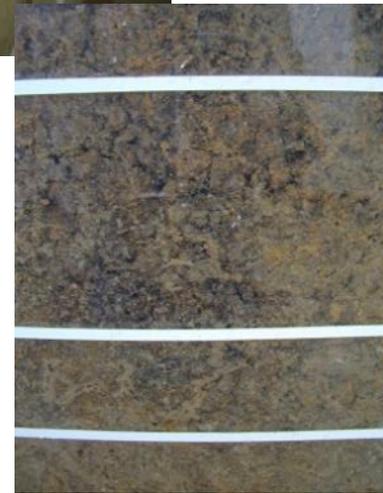


« Vérodrôme »

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



Au bout de 10 jours.



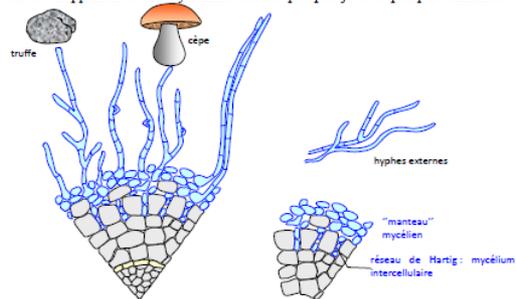
Les mycorhizes (du grec *mykes* = champignon et de *Rhiza* = racine) sont des organes mixtes résultant de l'association entre les racines d'une plante et les filaments mycéliens d'un champignon. Entre 80% et 90% des espèces de plantes sont mycorhizées. Cette association est décrite comme une symbiose 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'ectomycorrhizes

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 ectomycorrhizes 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
repris dans l'excellent livre de F. HALLE *AUX ORIGINES DES PLANTES* éditions Fayard 2008

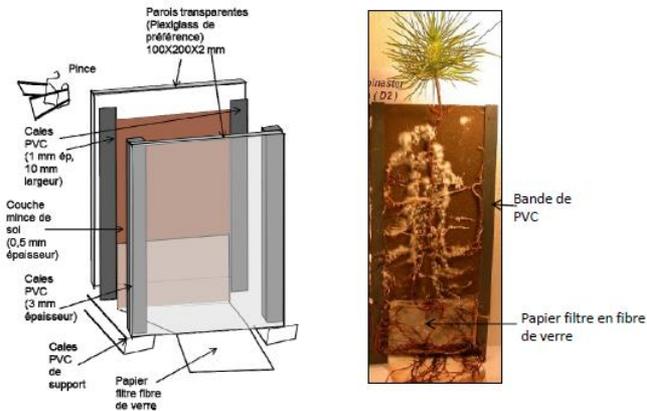
Source et photos, Eco&Sols (C. Plassard)

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 dépasse 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

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://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

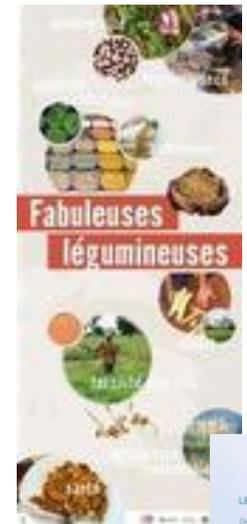
<http://www.lespritsorcier.org/dossier-semaine/sol-et-climat/>

A l'IRD

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

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
- **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
- **Service éducatif de l'IRD Montpellier**
- Dominique Chirpaz – Muriel Tapiou – serviceducatif.france-sud@ird.fr
- www.france-sud.ird.fr/jeunes-et-scolaires

Merci de votre attention

