

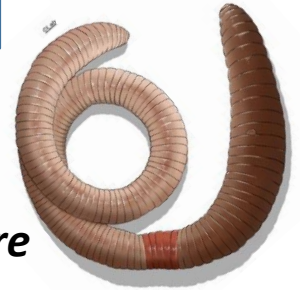


# FONCTIONNEMENT DES SOLS & Biodiversité

*« Le sol est l'estomac des plantes » Aristote*

*Les sols abritent plus d'un quart de toutes les espèces vivant sur Terre*

*« Les vers de terre s'enfoncent dans le sol pour ne pas tomber amoureux des étoiles. »  
Yvan Audouard*



LABORATOIRE SOLS  
& ENVIRONNEMENT



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

INRAE

ENSAIA  
NANCY

Pourquoi la biodiversité?

# COMMUNIQUÉ DE PRESSE: LE DANGEREUX DÉCLIN DE LA NATURE : UN TAUX D'EXTINCTION DES ESPÈCES « SANS PRÉCÉDENT » ET QUI S'ACCÉLÈRE

[←](#) / NEWS



Facebook



LinkedIn



Twitter

## Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES en anglais)

*Communiqué de presse*

[\(Click here for the text in English\)](#)

- Résumé à l'intention des décideurs, photos, vidéos et autres ressources médiatiques : [bit.ly/IPBESReport](https://bit.ly/IPBESReport)
- Le lancement dans les médias par webdiffusion en direct depuis #IPBES7 (Paris, France) :

Mai 201



Pourquoi la biodiversité?

COMMUN  
DANGER  
UN TAU  
« SANS  
S'ACCÉL



## LE RAPPORT MONDIAL DE L'IPBES CONFIRME LE DÉCLIN ALARMANT DE LA NATURE

← / NEWS



Plate  
et le:  
(IPB)

Comm

(Click h

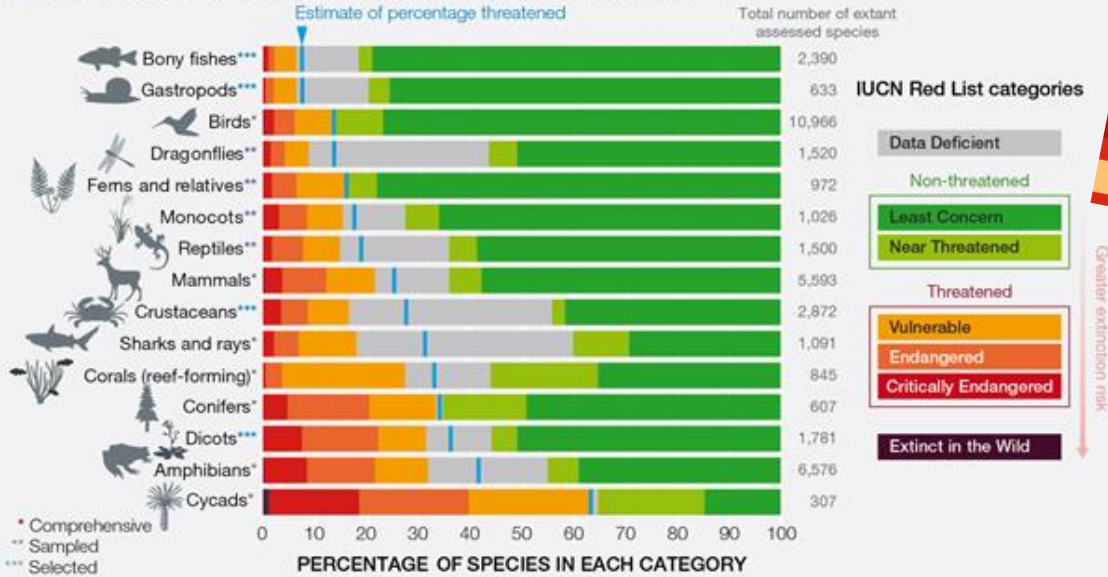
« La nature décline globalement à un rythme sans précédent dans l'histoire humaine – et le taux d'extinction des espèces s'accélère, provoquant dès à présent des effets graves sur les populations humaines du monde entier », alerte le nouveau et historique rapport de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), dont le résumé a été approuvé lors de la 7ème session plénière de l'IPBES, qui s'est réunie la semaine dernière (du 29 Avril au 4 mai) à Paris.

« La santé des écosystèmes dont nous dépendons, ainsi que toutes les autres espèces, se dégrade plus vite que jamais. Nous sommes en train d'éroder les fondements mêmes de nos économies, nos moyens de subsistance, la sécurité alimentaire, la santé et la qualité de vie dans le monde entier » a déclaré le président de l'IPBES, Sir Robert Watson.

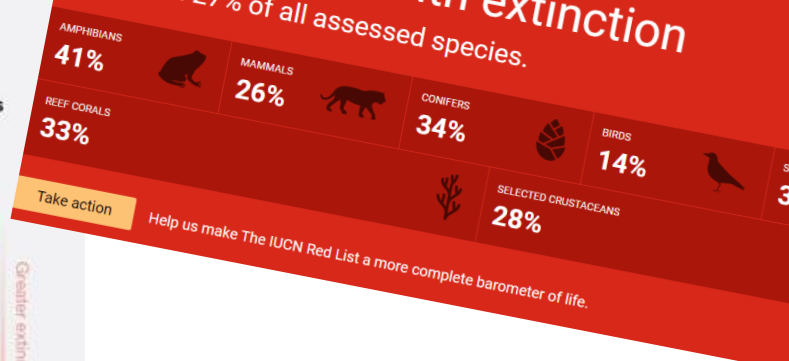
- Résumé à l'intention des décideurs, photos, vidéos et autres ressources médiatiques : [en français](#)
- Le lancement dans les médias par webdiffusion en direct depuis #IPBES7 (Paris, France) :

# Pourquoi la biodiversité?

## A Current global extinction risk in different species groups



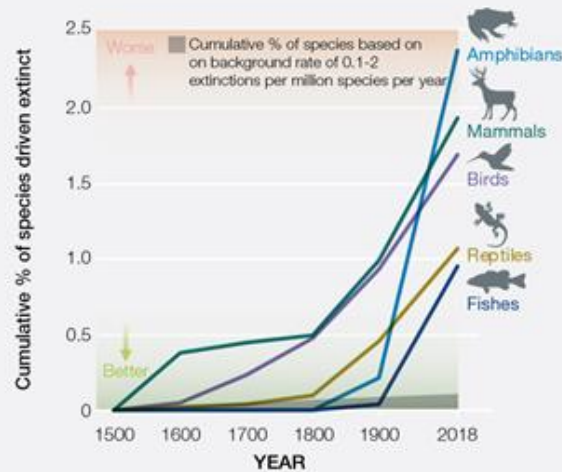
**More than 32,000 species** are threatened with extinction. That is still 27% of all assessed species.



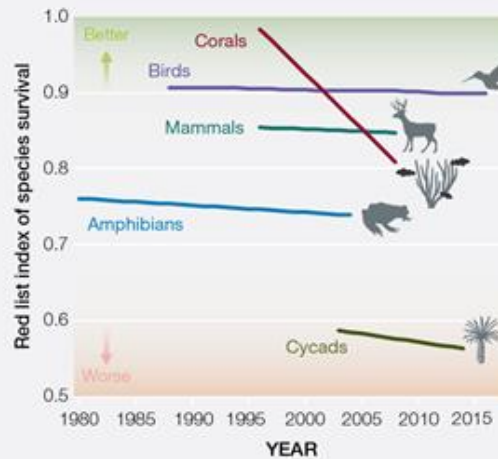
[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)

Because of complexity of nature, losing just a single link in nature's intricate network of relationships can create a domino effect that disrupts entire food chains.

## B Extinctions since 1500

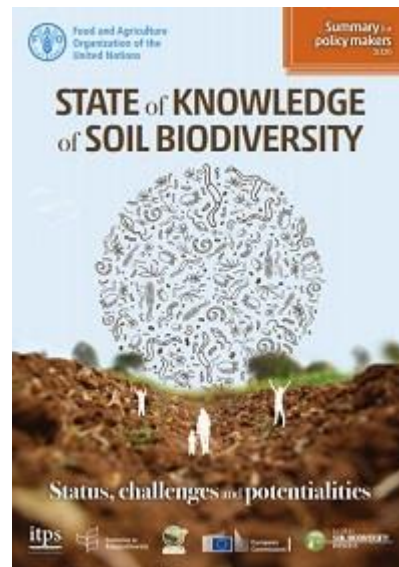


## C Declines in species survival since 1980 (Red List Index)





# Pourquoi la biodiversité du sol?



<http://www.fao.org/documents/card/en/c/CB1929EN/>

Ressource visuelle :  
Keep soil alive, protect soil biodiversity  
[https://www.youtube.com/watch?v=hbdsHOND\\_gw](https://www.youtube.com/watch?v=hbdsHOND_gw)

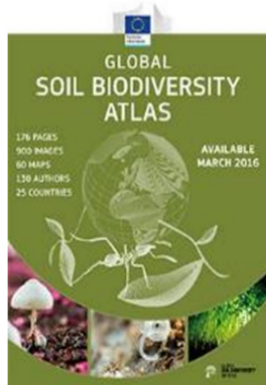
*Parce qu'elle est peu connue*

*Known and estimated number of species of soil organisms and vascular plants*

Organism size	Group	Known species	Estimated species	% described
	Vascular plants	350700	400 000	88 %
	<b>Macrofauna</b>			
	Earthworms	7 000*	30 000*	23 %
	Ants	14 000	25 000 - 30 000	60 - 50 %
	Termites	2700	3 100	87 %
	<b>Mesofauna</b>			
	Mites	40 000*	100 000	55 %
	Collembolans	8 500*	50 000	17 %
	<b>Microfauna ad microorganisms</b>			
	Nematodes	20 000 - 25 000*	1 000 000 - 10 000 000*	0.2 - 2.5 %
	Protists	21 000*	7 000 000 - 70 000 000*	0.03 - 0.3 %
	Fungi	97 000	1 500 000 - 5 100 000	1.9 - 6.5 %
	Bacteria	15 000	>1 000 000	<1.5 %

⚠ Known and estimated number of species of soil organisms and vascular plants organised according to size. Values of estimated diversity comply with the published literature, and are supported by expert judgement. Asterisks indicate numbers of species that live in the soil (updated from Barrios, Ecological Economics, 2007). [1,2]

*Global soil biodiv. Atlas, 2016*

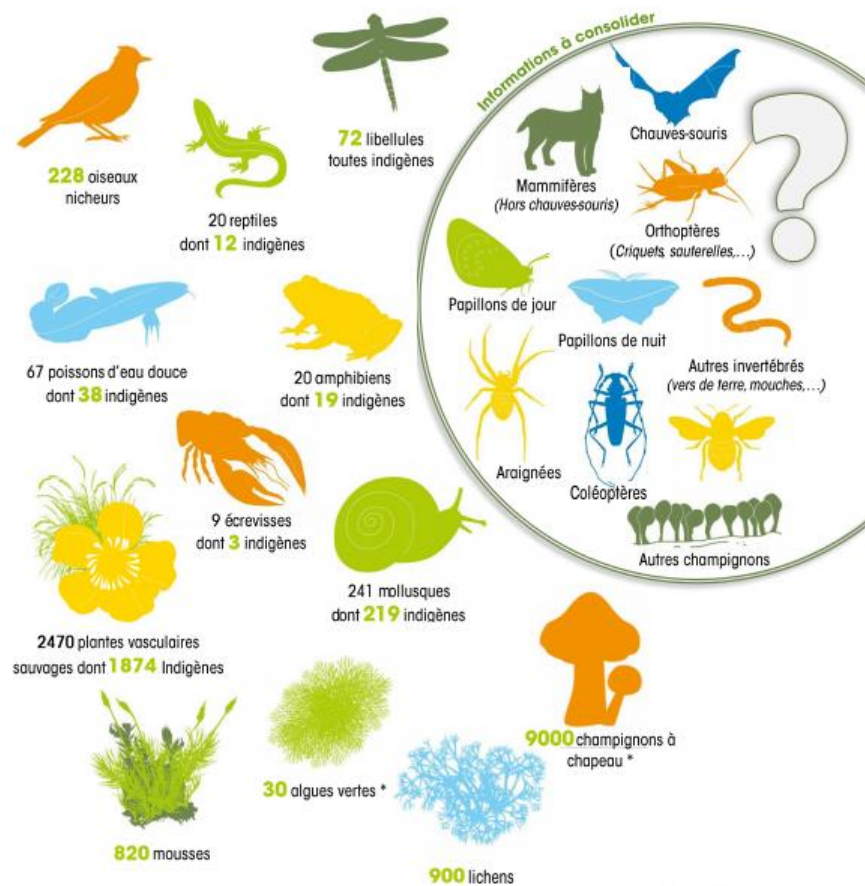


<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/global-soil-biodiversity-atlas>

# Pourquoi la biodiversité du sol ?

## Parce qu'elle est peu connue

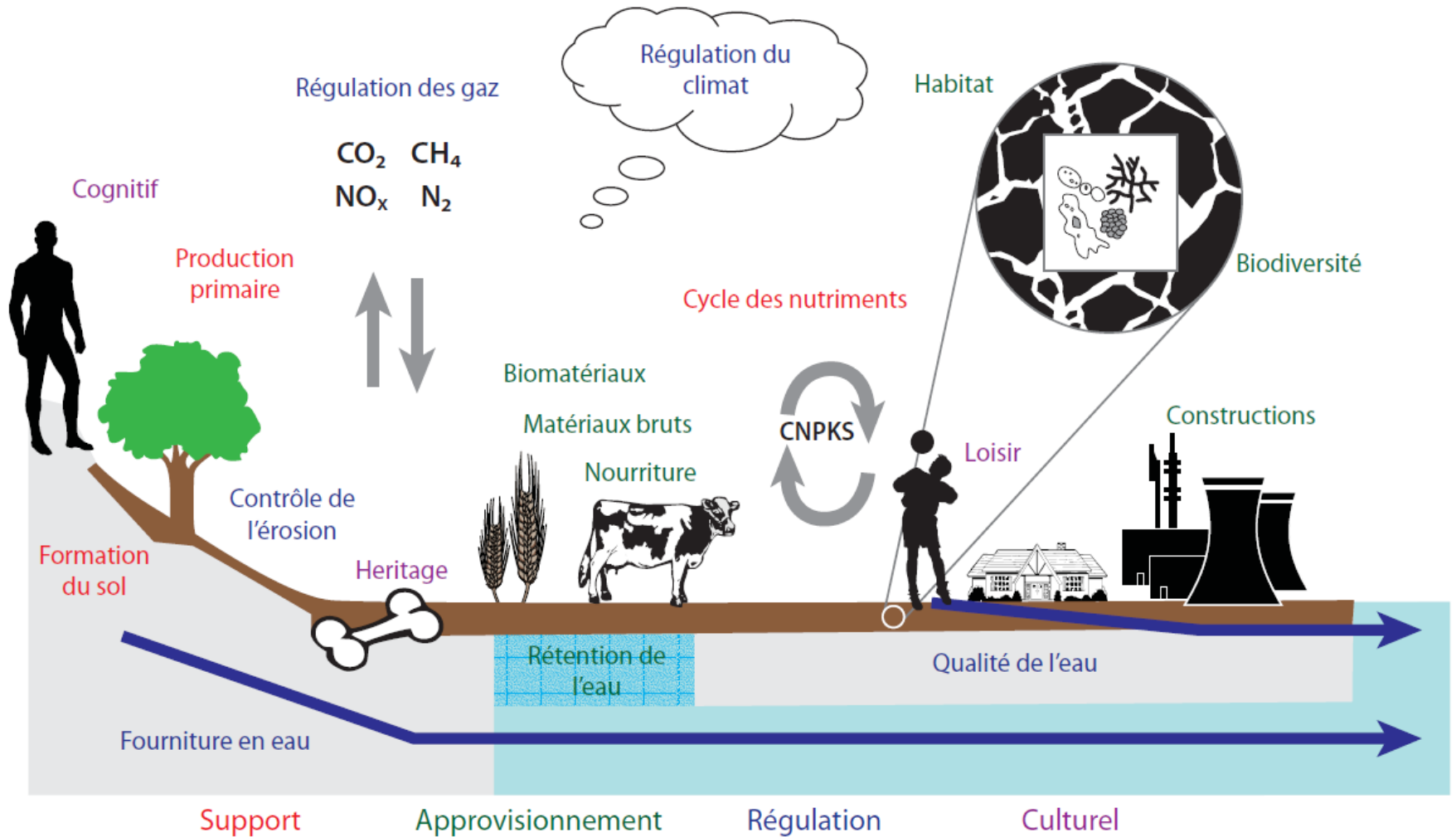
D'après les connaissances actuelles, quelles espèces et quels groupements végétaux sont présents dans le Grand Est ?



\* estimation

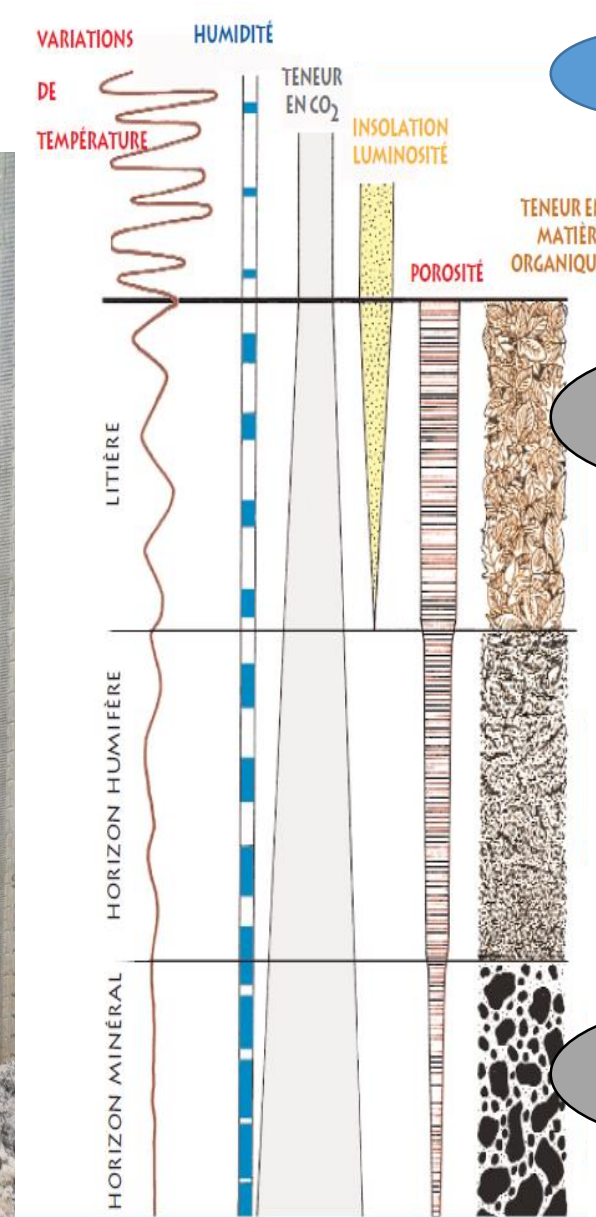


# Le fonctionnement du sol: des services rendus



# Le sol c'est quoi quand on pense à la vie?

température



eau

air

oxygène

Matière organique

Matière minérale



# C'est quoi la biodiversité des sols?

microflore

.....animaux.....

végétaux

## Micro-organismes

## Microfaune

## Mésafaune

## Macrofaune

## Plantes

Bactéries



Champignons



Micro-algues



Archées



Protozoaires



Rotifères



Tardigrades



Nématodes



0,2 mm

Enchytréides



Collemboles



Acariens



Diploures



Protoures



Thysanoures



etc.

4 mm

Coléoptères



Lombrics



Isopodes



Hémiptères



Gastéropodes



Diploportes



Larves d'insectes



Arachnides

(de grosse taille)



Chilopodes



etc.

80 mm

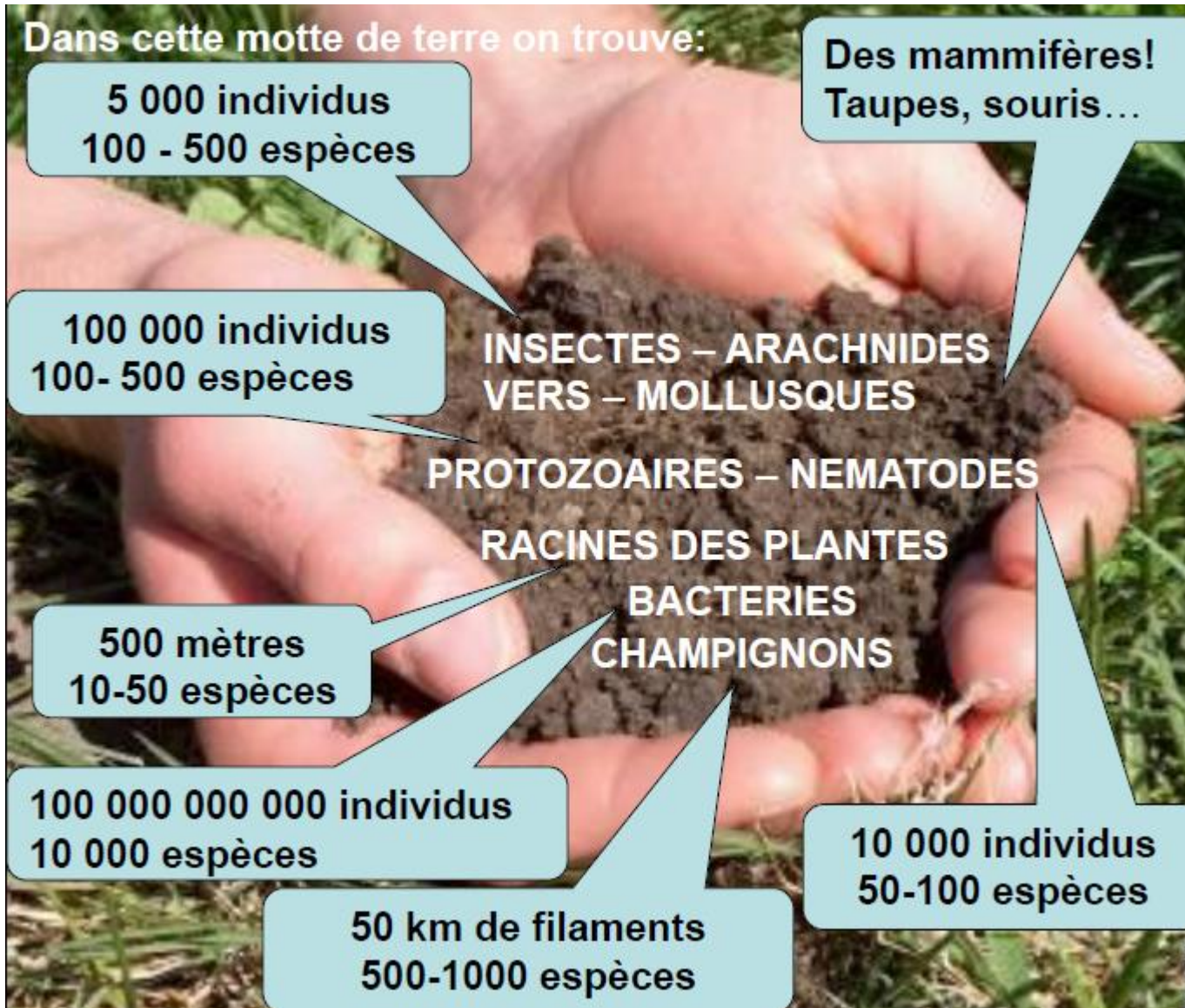


Herbacées



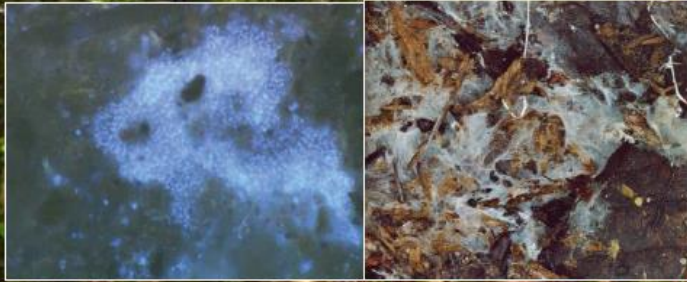
Ligneux

# Qui sont les organismes du sol?





# Qui sont les organismes du sol?



> 4000 espèces de bactéries  
> 2000 sp de champignons saprophytes



1000 espèces d'invertébrés:

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

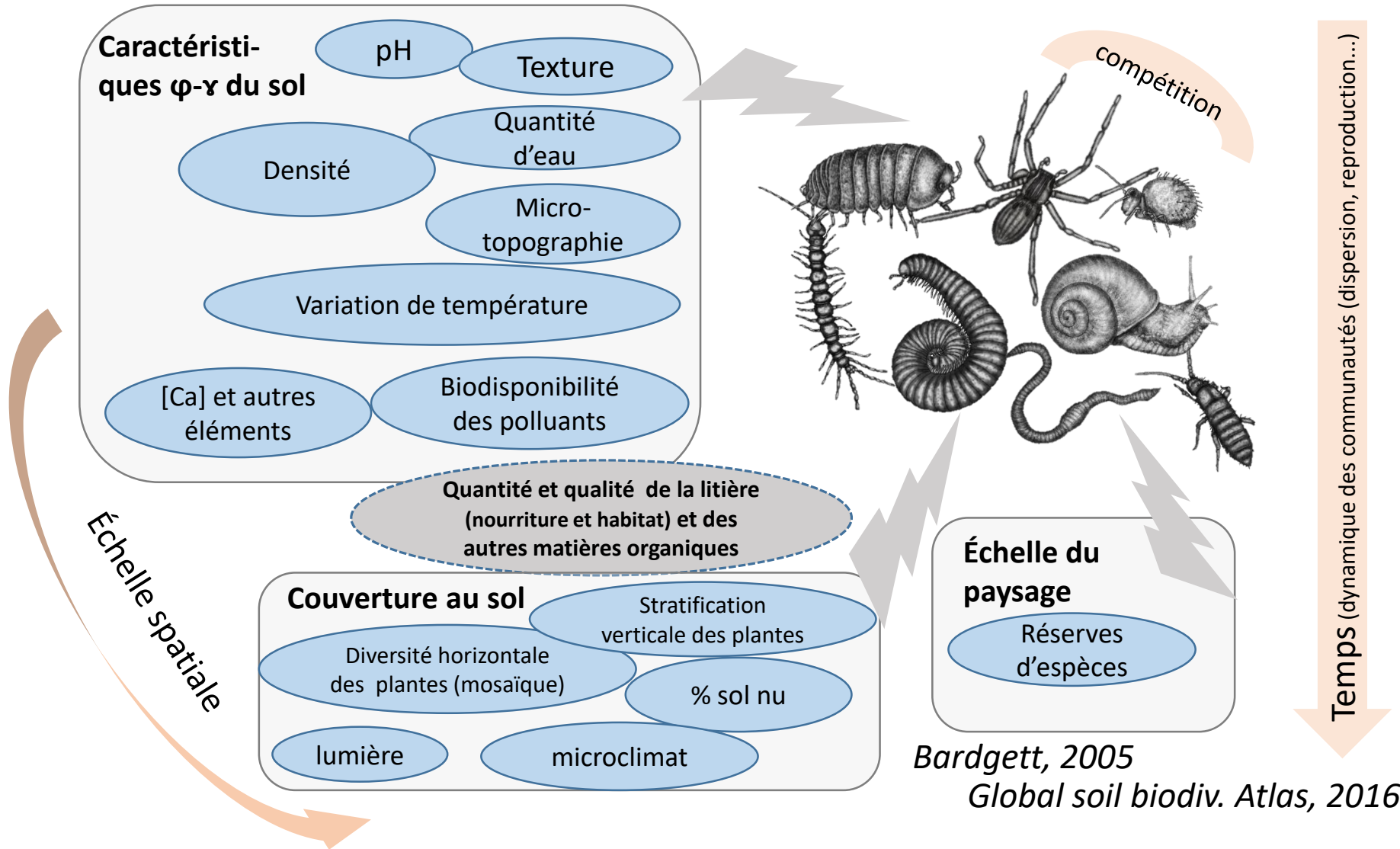
1 g



1 m<sup>2</sup>

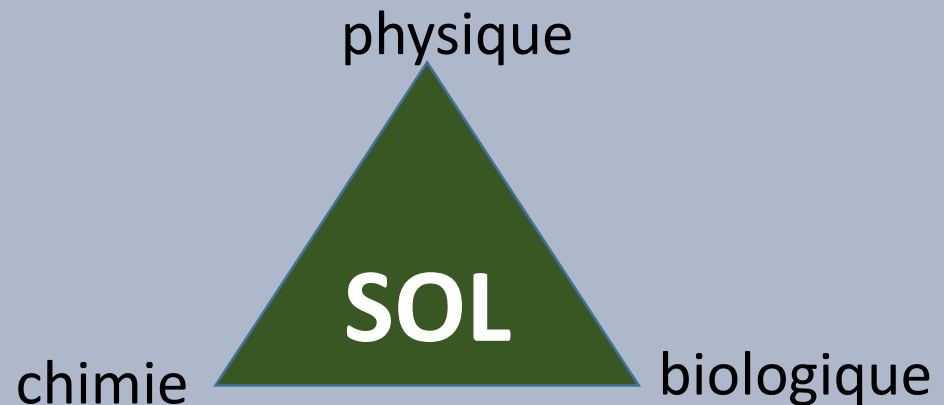


# Facteurs d'influence des organismes du sol

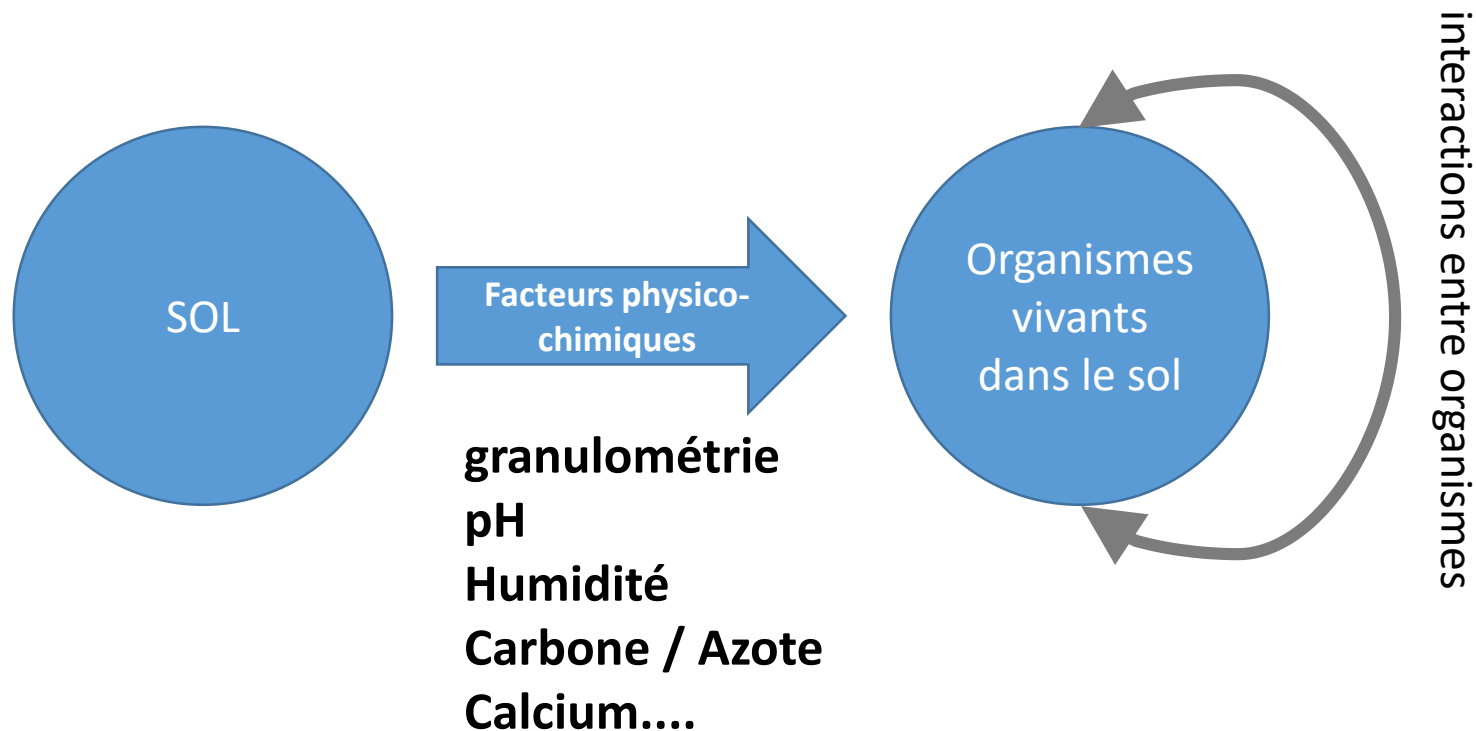




# Rôles de la biologie dans le fonctionnement des sols et des écosystèmes?

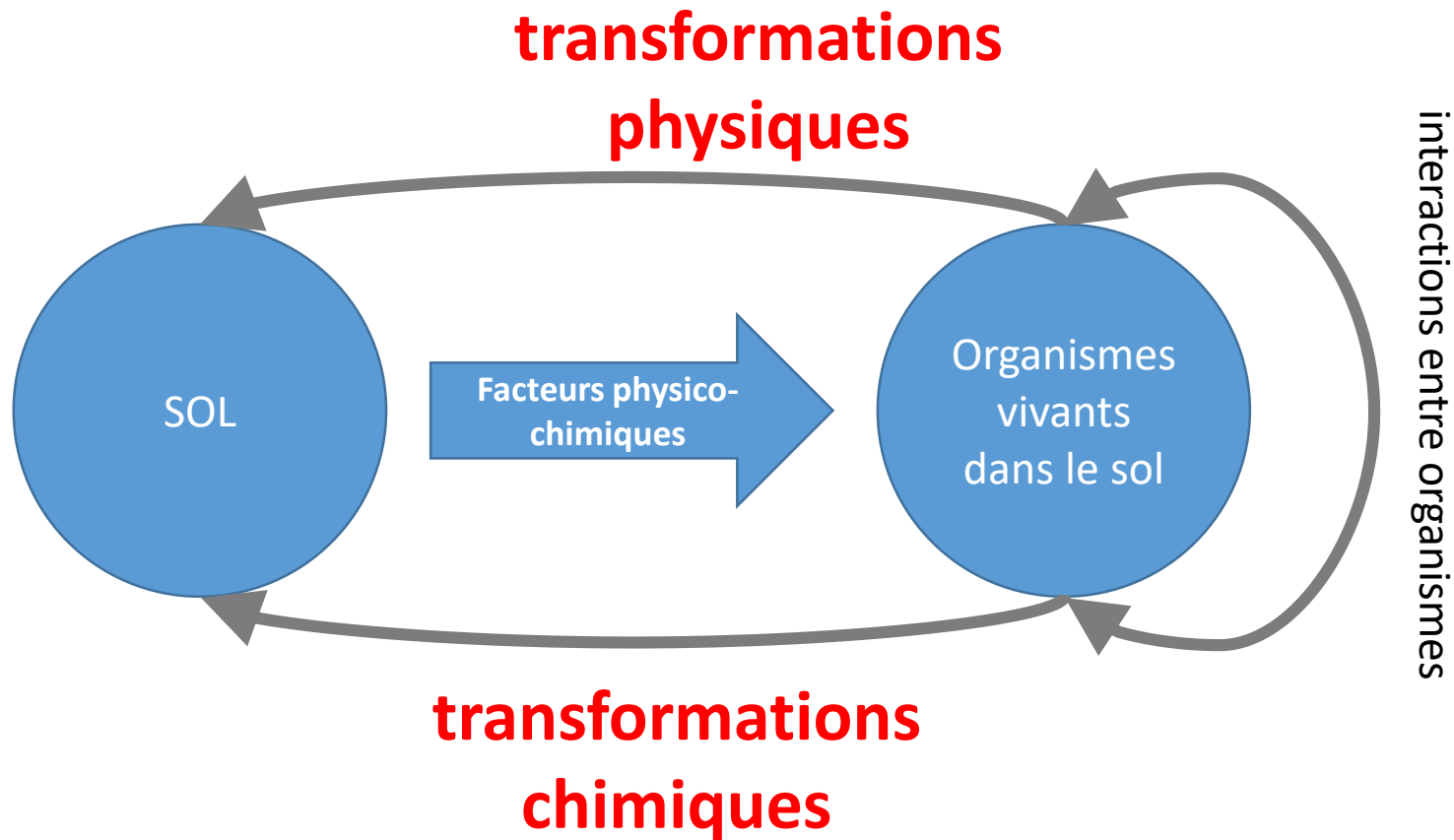


# Interactions simplifiées sol / organismes





# Interactions simplifiées sol / organismes



# Que font les organismes du sol?

## généralités

1. Formation et entretien de la **structure des sols** (rétention en eau, diminution de compaction...),
2. Décomposition, transformation et transport de la **matière organique**,
3. Déroulement des **cycles biogéochimiques** (C, N, S...)



# Que font les organismes du sol?

## généralités

1. Formation et entretien de la **structure des sols** (rétention en eau, diminution de compaction...),
2. Décomposition, transformation et transport de la **matière organique**,
3. Déroulement des **cycles biogéochimiques** (C, N, S...)
4. **Devenir** des polluants organiques et métalliques dans le sol (filtre, réacteur biologique),
5. **Fonctionnement global** des écosystèmes (ex : symbioses racinaires),
6. Emission/séquestration de **gaz à effet de serre**.



# Rôles des micro-organismes (microflore)



- bactéries
- champignons

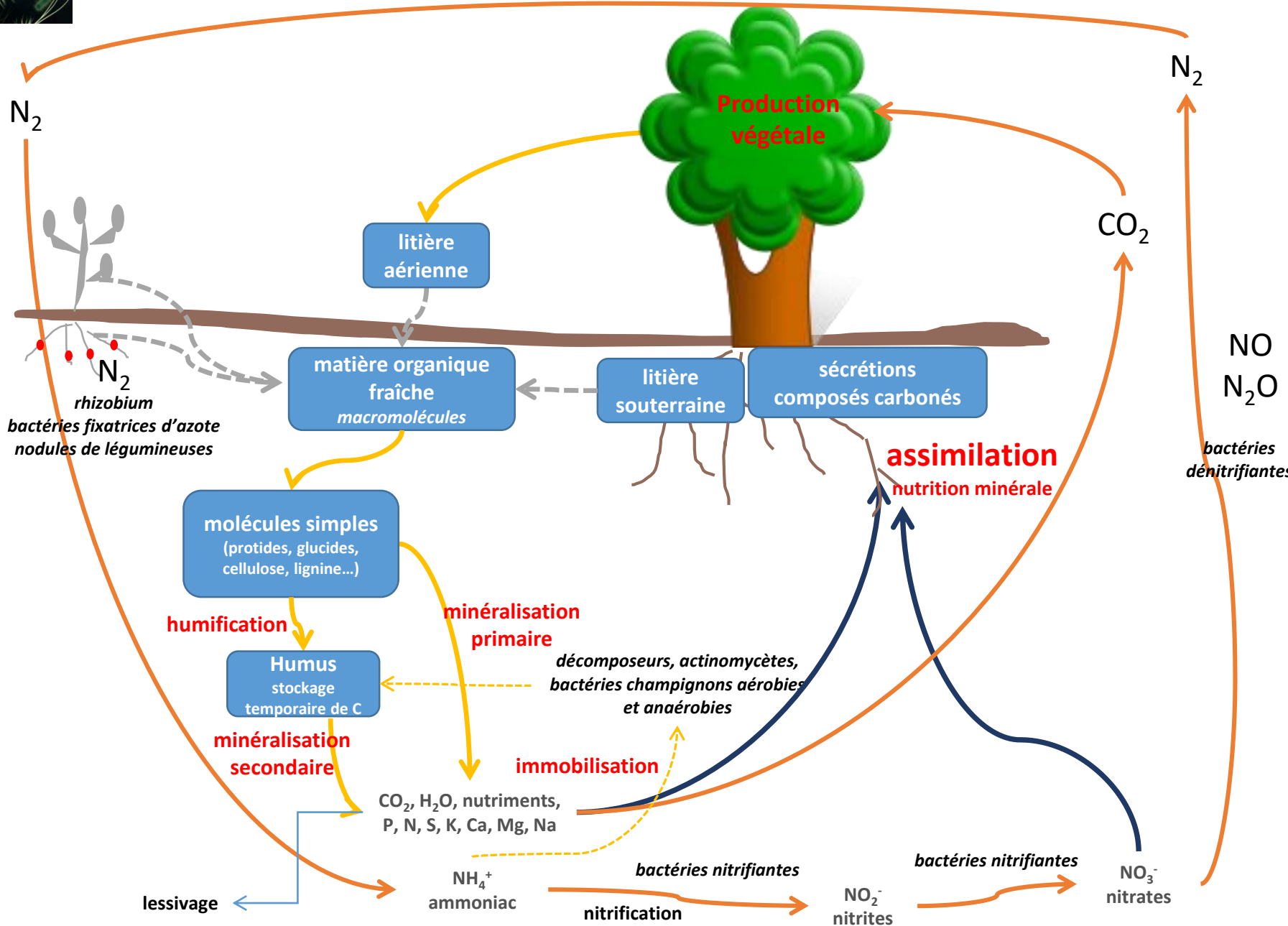


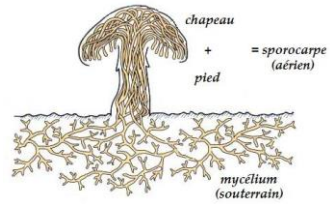
- autres (actinomycètes et algues)



# Bactéries décomposeurs Cycles géochimiques C et N

R  
E  
C  
Y  
C  
L  
A  
G  
E





# Rôles des champignons

## CHIMIE

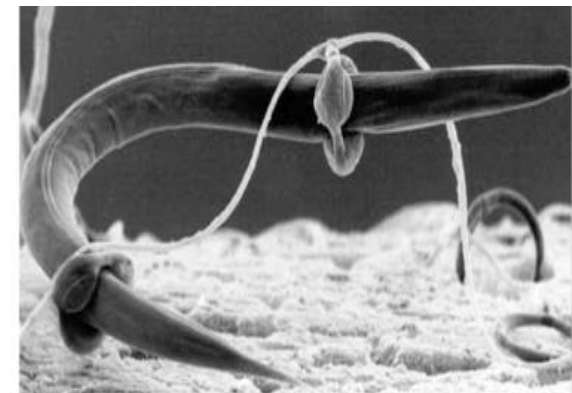
- 🍄 saprophytes: rôle crucial dans le cycle des nutriments capacité à attaquer de nombreux matériaux organiques (décomposeurs primaires)
- 🍄 libération de nutriments pour les plantes
- 🍄 transport actif de quantité importante d'eau et de substances (translocation)

## PHYSIQUE

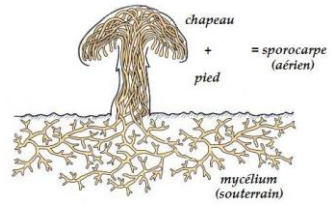
- 🍄 augmentent la cohésion des particules par la structure ramifiée des mycéliums / sécrétion de molécules aux propriétés adhésives

## BIOLOGIE

- 🍄 interactions biologiques (parasites, symbiose)
- 🍄 prédateurs (nématodes)

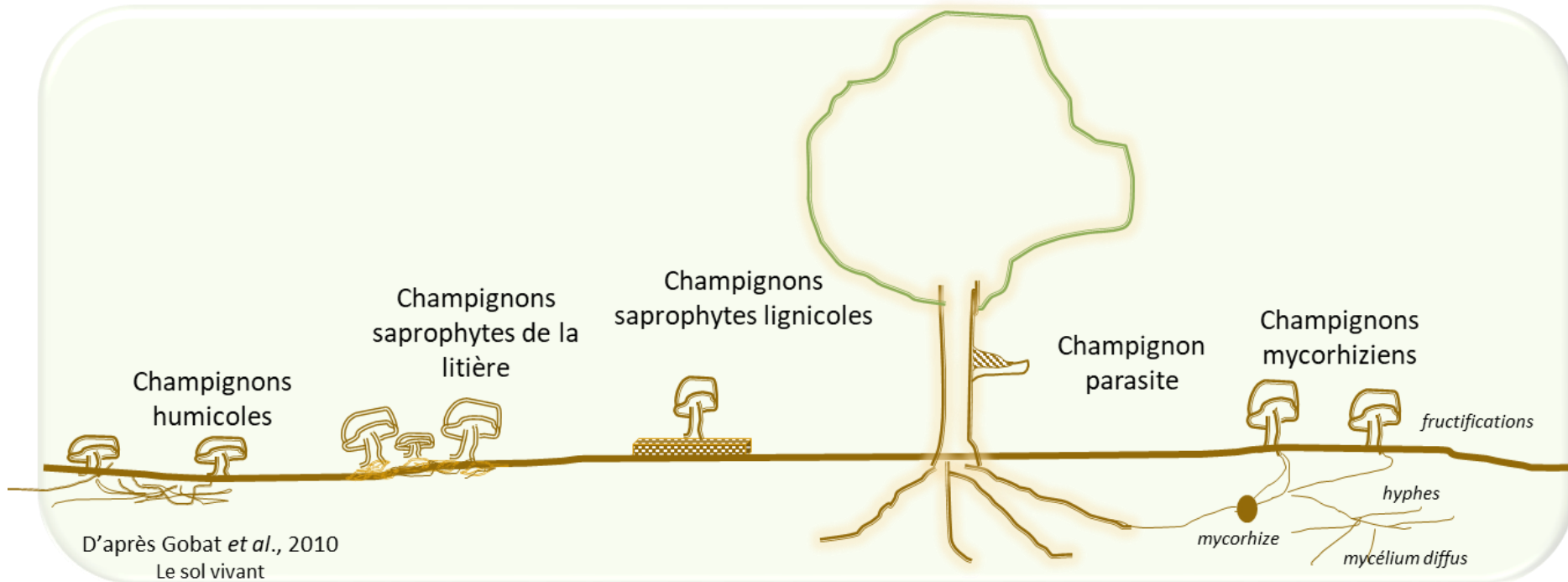


Champignon carnivore *Drechslerella anchionia* capturant un nématode.  
Atlas Européen de la Biodiversité des sols, 2010



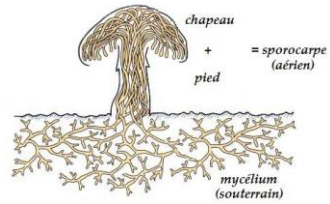
# Rôles des champignons décomposeurs

## Exemple des champignons décomposeurs en forêt



conditions abiotiques pour leur activité :  
moins exigeants que les bactéries:  
pH acide, conditions micro aérobie.





# Rôles des champignons mycorhiziens

Exemple de la symbiose mycorhizienne:  
plante - champignon



## Contrat de symbiose

Entre M. Champignon, d'une part et Mme Plante, d'autre part.

« Mme **Plante** s'engage à fabriquer des **sucres** en utilisant le gaz carbonique atmosphérique et l'énergie de la lumière. Elle fournira à M. Champignon une partie de ces sucres, de manière à lui apporter le carbone et l'énergie dont il a besoin. »

« M. **Champignon** s'engage en retour à fournir à Mme Plante de l'**eau** et des **sels minéraux** qu'il aura prélevés dans le sol à distance des racines. »

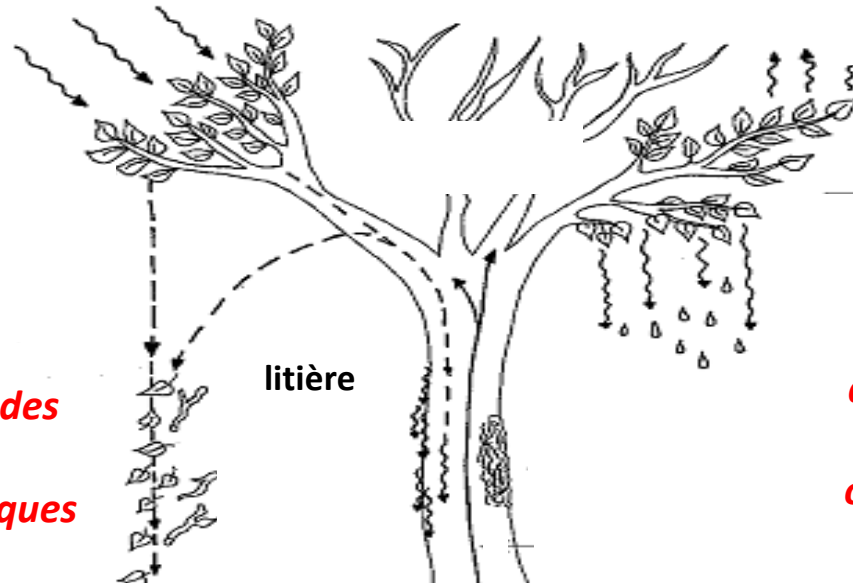
Fait en l'étude de M<sup>e</sup> Mycorhize, avec l'accord des parties intéressées.



# Rôles des plantes sur le sol



# Rôles des plantes



*Régulation des  
cycles  
biogéochimiques*

litière

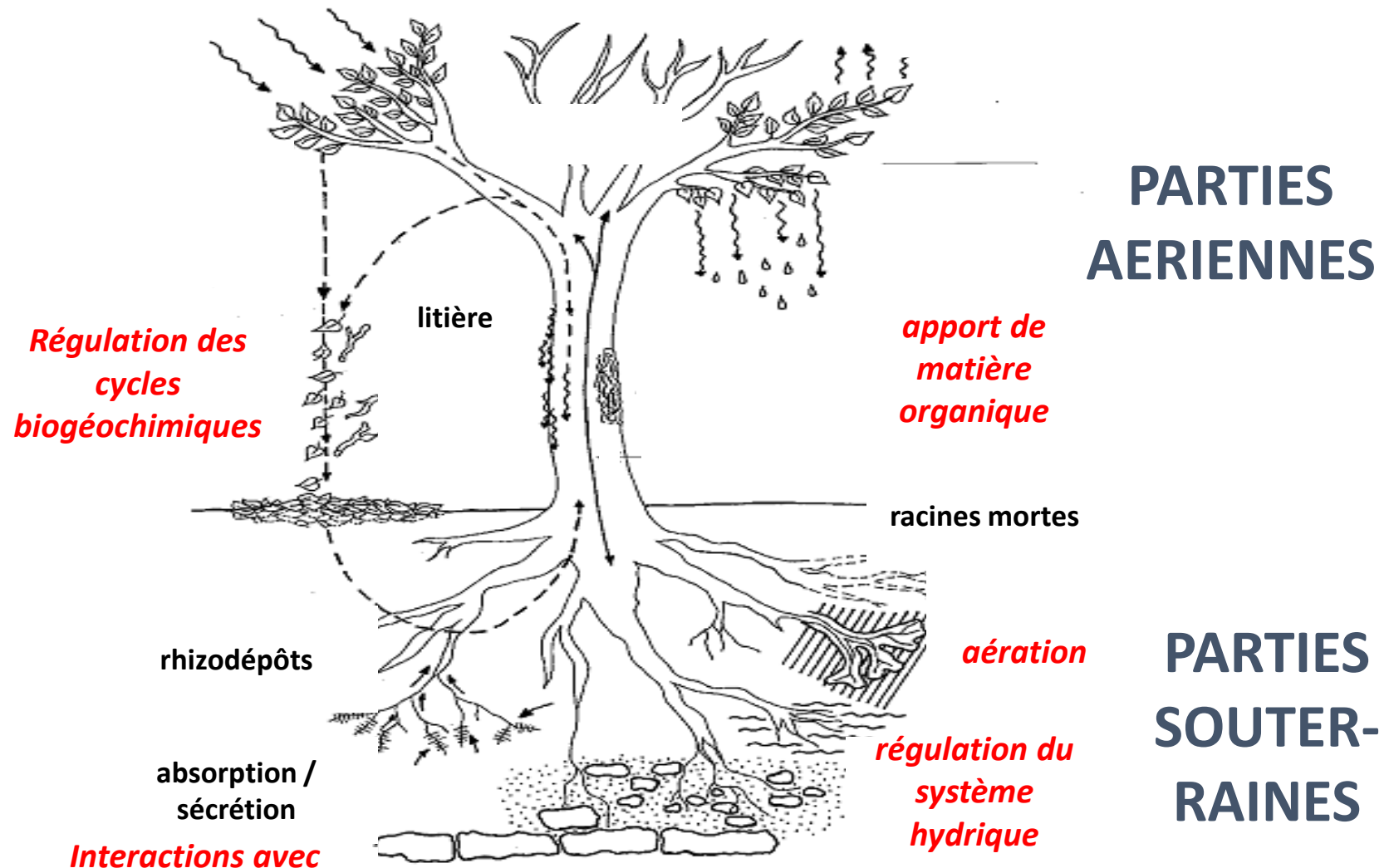
*apport de  
matière  
organique*

**PARTIES  
AERIENNES**



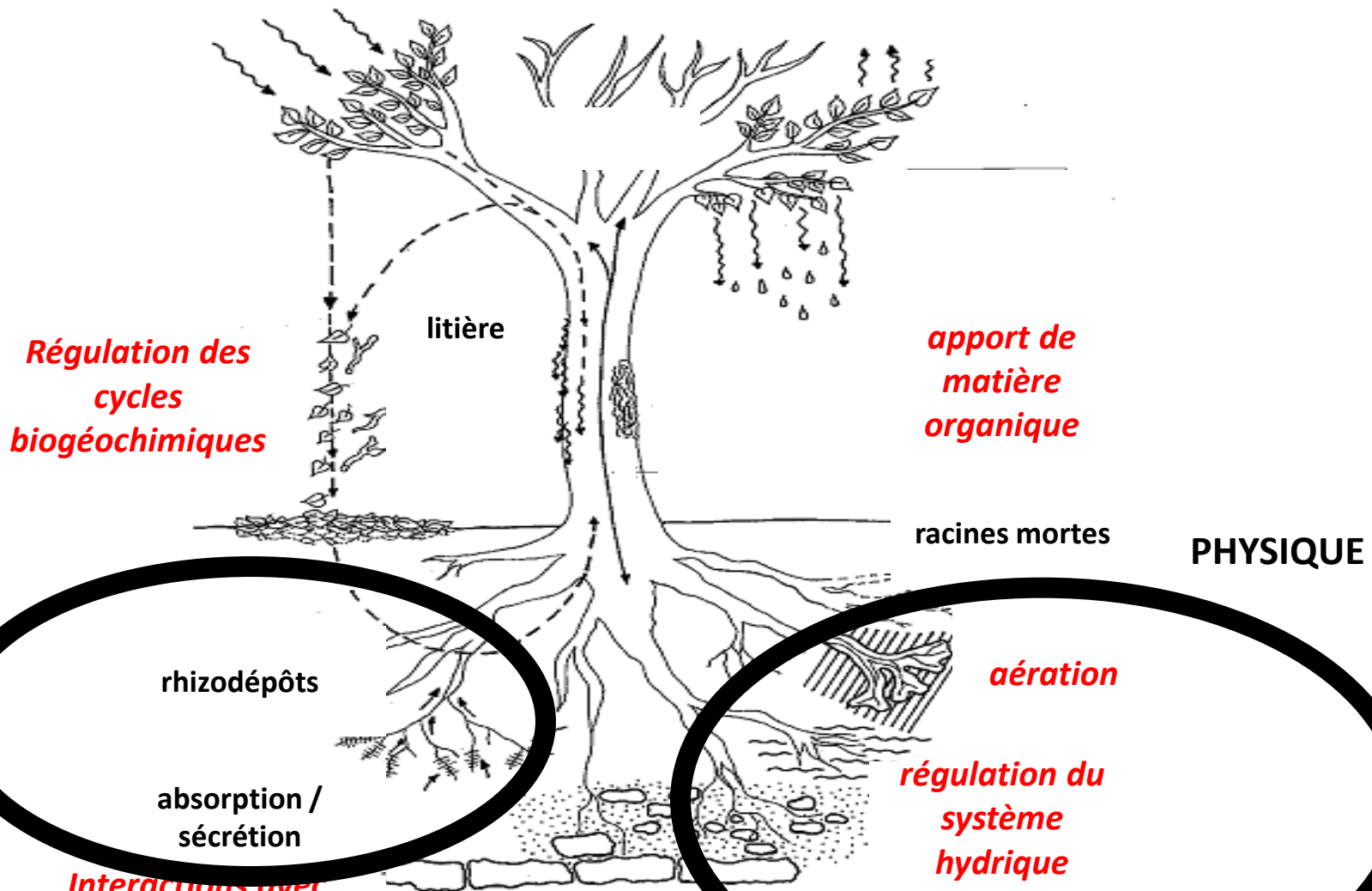


# Rôles des plantes



D'après Gobat et al., 2010

# Rôles des plantes



*Régulation des cycles biogéochimiques*

litière

*apport de matière organique*

racines mortes

PHYSIQUE

CHIMIE

rhizodépôts

absorption / sécrétion

*Interactions avec organismes (symbioses)*

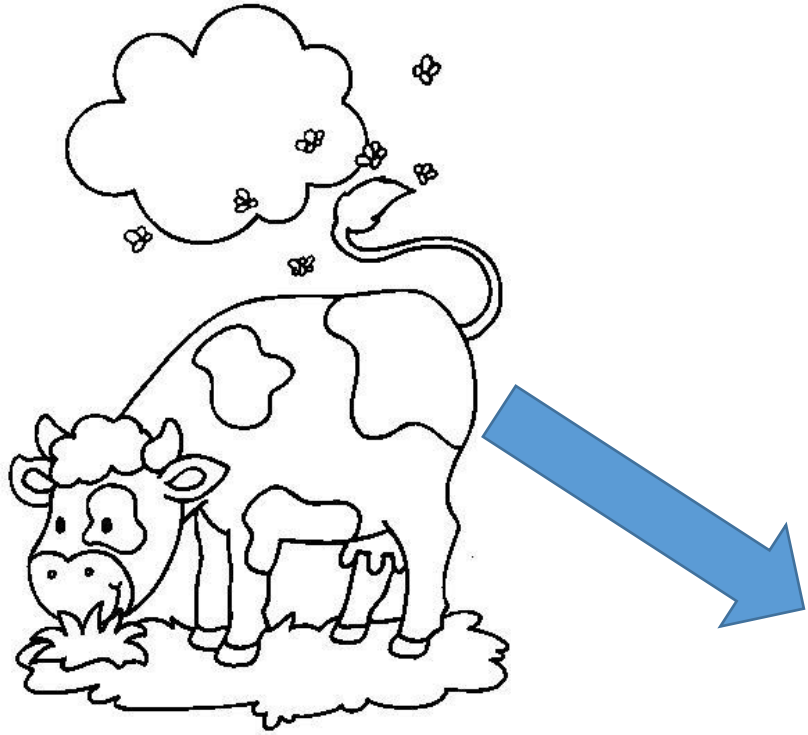
*aération*

*régulation du système hydrique*

Et maintenant....

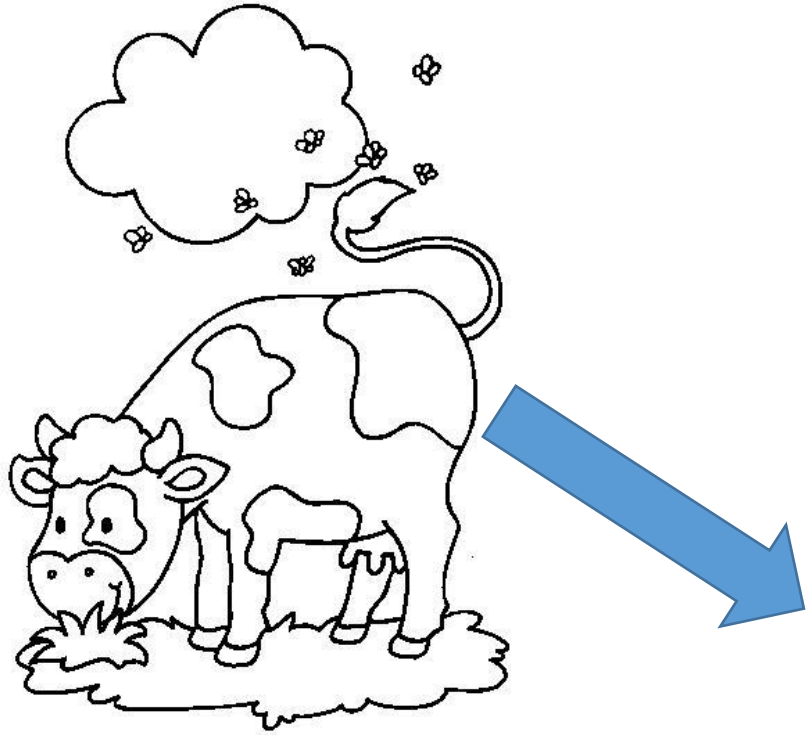
Un quizz...





un jour

**12 x**  **= 1m<sup>2</sup>**

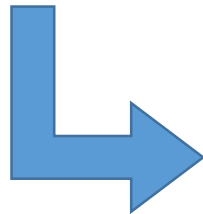


un jour

12 x



= 1m<sup>2</sup>



**Au bout d'un an (365 jours),  
combien de m<sup>2</sup> seront recouverts?**



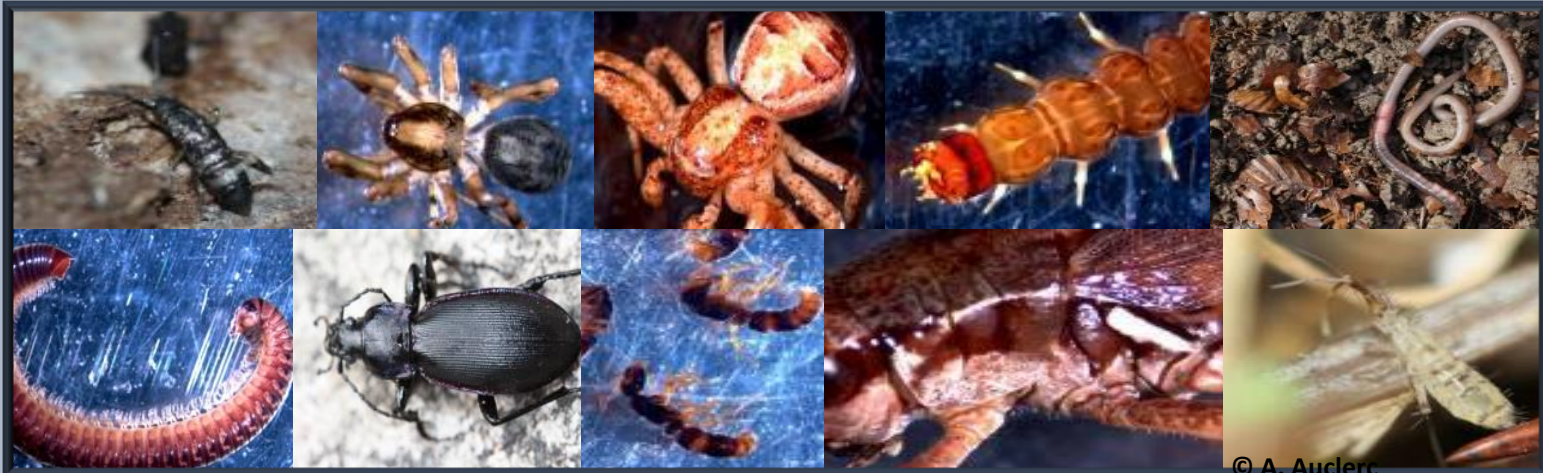


JardiBio div'

<http://ephytia.inra.fr/fr/P/165/jardibiodiv>



# Rôles de la faune des sols





# observatoire participatif de la biodiversité des sols




<http://ephytia.inra.fr/fr/P/165/jardibiodiv>



Depuis été 2020



Après  
inscription




**0- Comment participer via l'appli smartphone ?**

Jardibiodiv a pour objectif de faire avancer la **Science** tout en sensibilisant les participants sur les êtres vivants largement méconnus que sont les invertébrés du sol.

Grâce à votre aide, un grand nombre de données seront récupérées et seront traitées en laboratoire dans l'objectif d'**évaluer les pressions sur la biodiversité des sols** en ville et de **vous aider à la conserver et à travailler pour et avec elle** dans votre jardin et d'autres lieux.

Pour participer depuis l'**application mobile**:

**Etape 1** : inscrivez vous en haut à droite de l'écran d'accueil ou utilisez vos identifiants de la plateforme **Ephytia**.



**Etape 2** : Une fois connecté, vous avez la possibilité d'accéder aux menu "**Déclarer**" et "**Cartographie**" en plus des contenus



**0- Comment participer via l'appli ...**

**Etape 2** : Une fois connecté, vous avez la possibilité d'accéder aux menu "**Déclarer**" et "**Cartographie**" en plus des contenus accessibles en page d'accueil.

**Etape 3** : Choisir le **protocole** d'observation que vous souhaitez utiliser:

- Déclarer/Décrire un jardin
- JardiBiodiv observations simples

**a- Jardibiodiv Observations simples:** Vous permet de déclarer un organisme d'intérêt du programme au gré de vos ballades sans donner de détails sur le lieu.

**b- Jardibiodiv - Procédure d'observation scientifique** en commençant par **Déclarer/ Décrire un jardin**: vous devez décrire et déclarer un jardin, un lieu ou une zone avec ce protocole. Une fois déclaré le premier site d'observation, vous aurez accès à un deuxième formulaire: **Enregistrer des observations**.

*Comment ça marche?*





# Exemples de prédateurs du jardin

chilopodes



larves



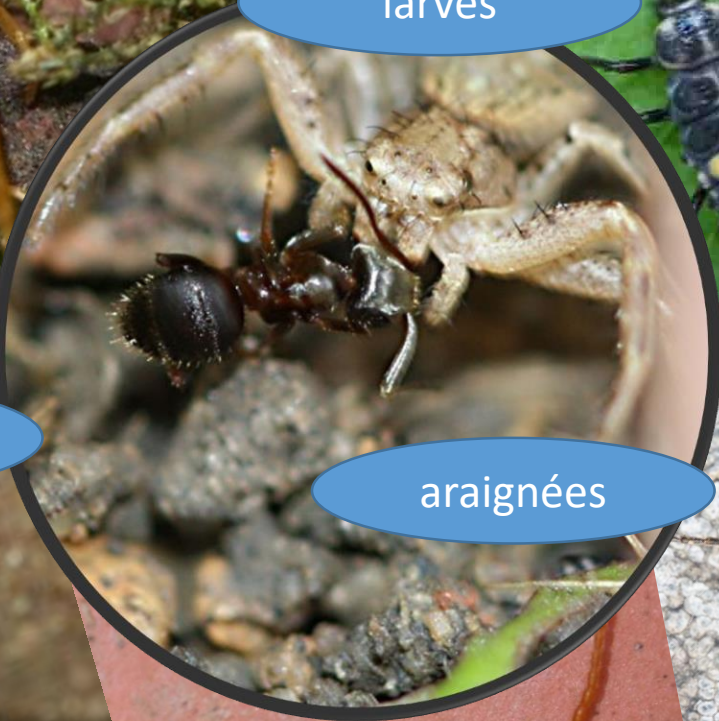
acariens



carabes



araignées



carabes





# Exemples de détritivores du jardin

acariens  
oribates

vers

larves de  
diptères

diploptides

cloportes

pince oreille

collemboles

larves



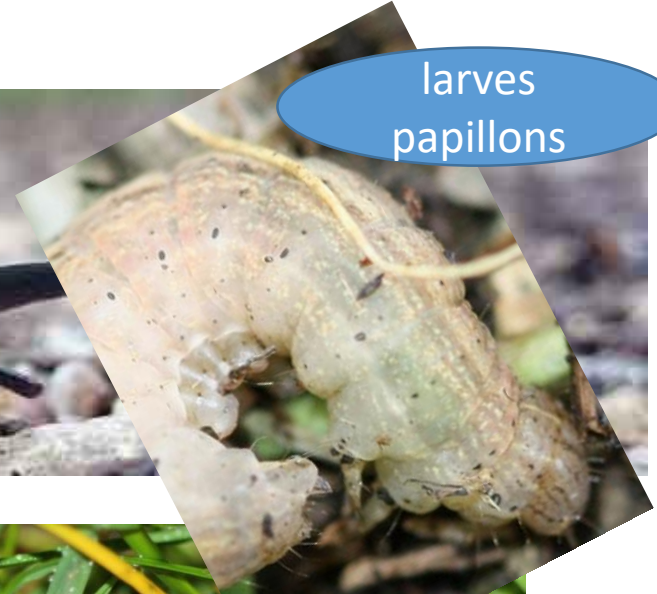


# Exemples de phytophages du jardin

limaces



larves papillons



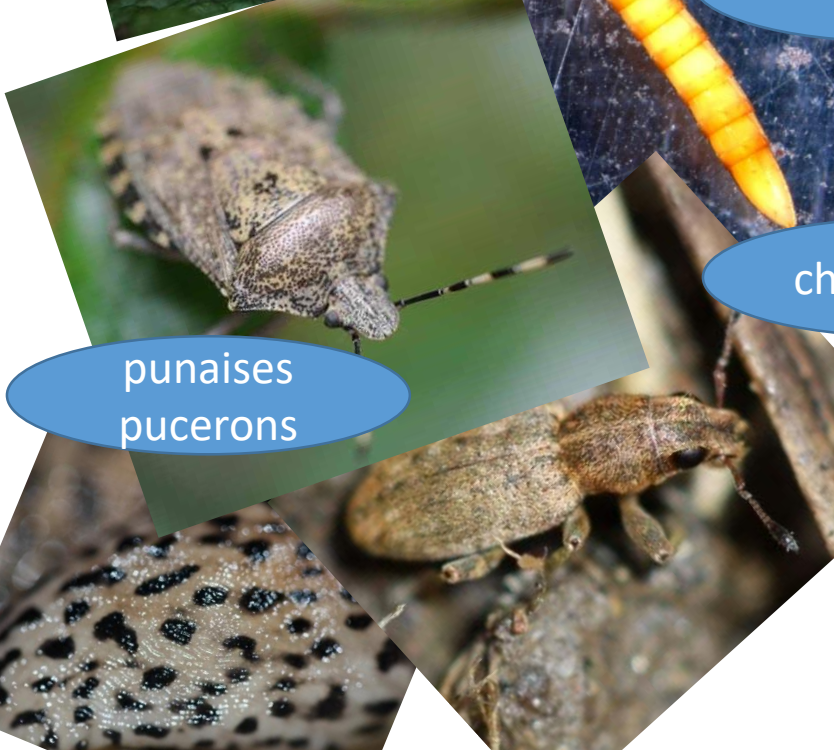
larves



charançons



punaises  
pucerons



escargots



# BILAN : Rôles des invertébrés



## RECYCLAGE DES MATIERES

### Transformation

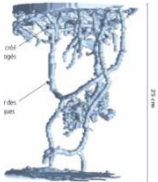
fragmentation, bioturbation,  
activation, séquestration



## STRUCTURATION

### Structuration du sol

agrégation, formation  
et maintien de la structure  
(porosité, galeries, agrégats  
biogéniques)



## PREDATION

### Régulation

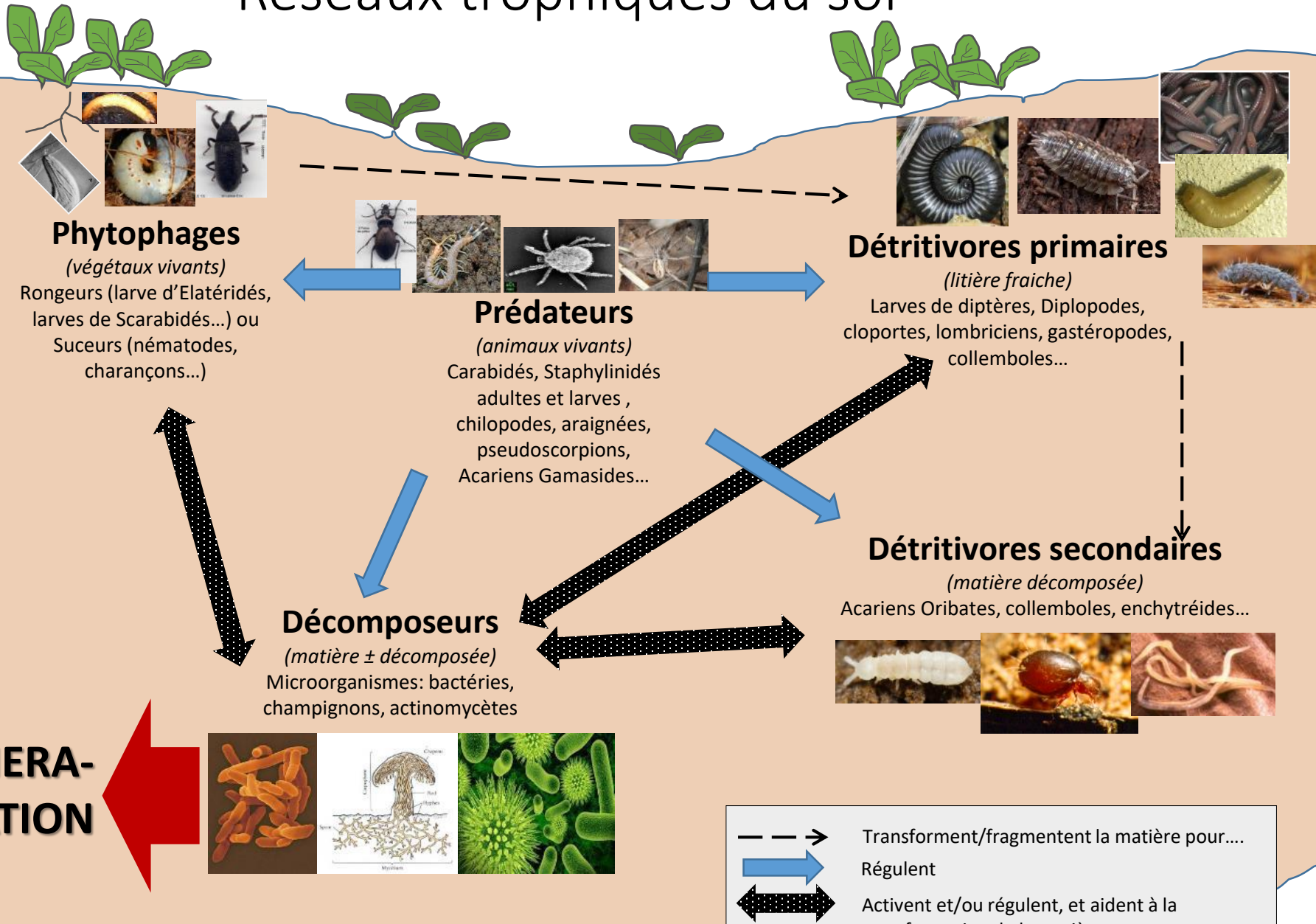
activation, prédation





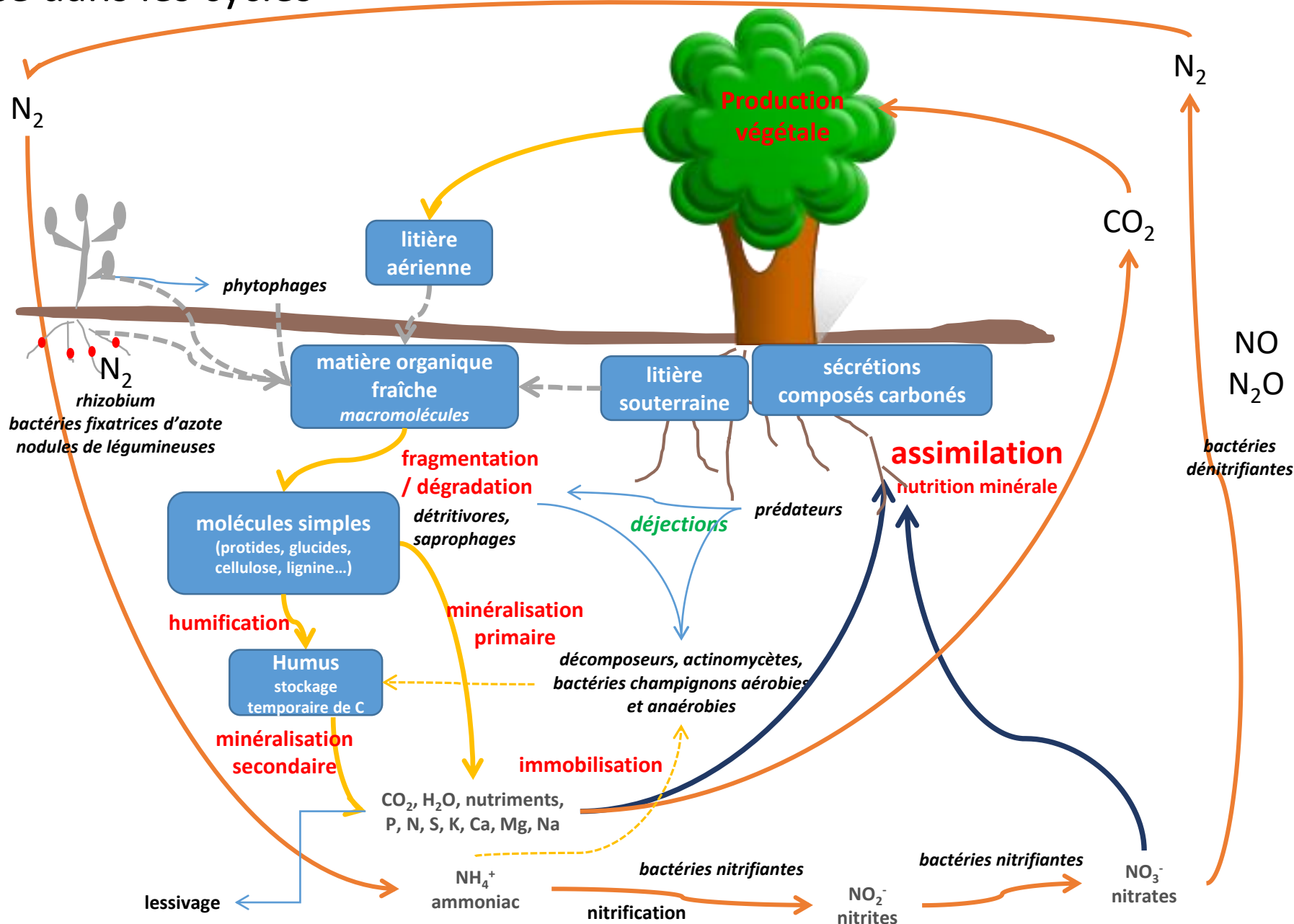
# Interactions animaux-microflore

## Réseaux trophiques du sol



# Interactions animaux-microflore

## Place dans les cycles





# Exemple Rôles des invertébrés dégradation d'une bouse de vache



Sortie du tube digestif

riche en eau,  
débris végétaux et microorganismes,  
peu d'air,  
dégagement de méthane



séchage / formation d'une  
croute en surface



**1- hydrophilidés**  
(**oxygénation** de la bouse / **tunnels**)  
diptères : beaucoup d'oeufs  
(2000 larves par bouse)



Prédateurs staphylins des oeufs et des larves

**2- colonisation** par d'autres invertébrés du sol / **ensemencement**  
passif en bactéries et champignons

**3- hydrophilidés** : trous ronds dans la croute  
histéridés et staphylins **prédateurs** et ptilidés **nécrophages**,  
**mycétophages**

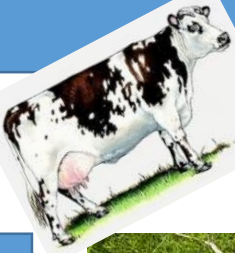
**aération** par déplacement

Nouvelles vagues de diptères  
pondent dans les **galeries**



30 jours pour dégradation complète

# Exemple Rôles des invertébrés dégradation d'une bouse de vache



épaississement de la  
croute



arthropa.free.fr

4- arrivée d'une seconde vague de scarabées

de plus en plus *d'invertébrés du sol*



fragmentation &  
minéralisation

larves **décomposeurs** + **prédatrices** pour réguler les populations

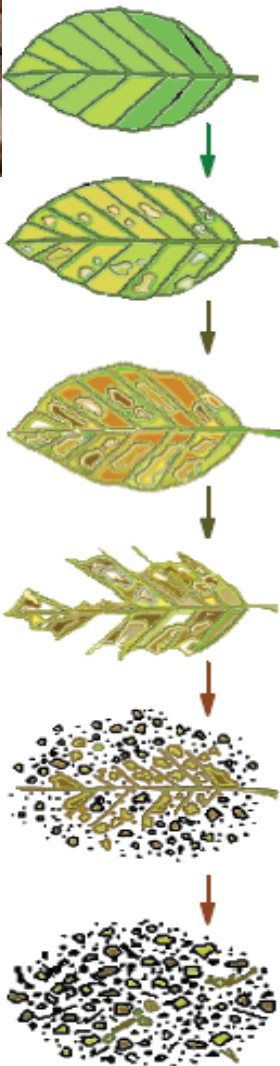
*vers de terre / nématodes / enchytréides / acariens / collemboles / protozoaires / bactéries et champignons*

disparition de  
l'interface sol-bouse





# Exemple Rôles des invertébrés dégradation d'une feuille en forêt



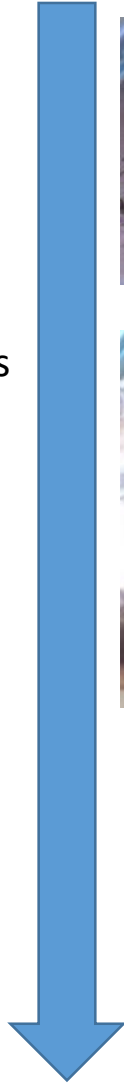
- LESSIVAGE TASSEMENT
- DEVELOPPEMENT CHAMPIGNONS
- PERFORATION
- COLONISATION BACTERIES CHAMPIGNONS
- AGRANDISSEMENT DES PERFORATIONS
- DECOUPAGE
- DEJECTIONS : meilleure attaque par les BACTERIES
- REDUCTION DE LA TAILLE DES DEBRIS ET DES CROTTES
- ENFOUISSEMENT / MIXAGE



# Exemple Rôles des invertébrés dégradation dans le composteur



Air  
Humidité  
Nutriments



- DEVELOPPEMENT CHAMPIGNONS
- DECOUPAGE



- REDUCTION DE LA TAILLE DES DEBRIS ET DES CROTTES
- BRASSAGE





# Interactions animaux-microflore

## Dégradation de la matière organique

les bactéries, acteurs n° 1 de la décomposition  
**MAIS ne sont pas toujours actives et ont une faible mobilité !**

→ Les autres organismes les activent par absorption/transformation de l'habitat/ apport de nourriture

(racines : rhizosphère / vers de terre : drilosphère)



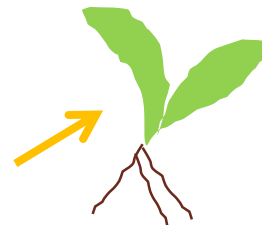
ressources en  
décomposition



micro-organismes  
**TRANSFORMATEURS**

TRANSFORMATION /  
MINÉRALISATION

CO<sub>2</sub>, N, P, K, S, Ca,  
Mg, Na ...






macro-organismes  
**REGULATEURS**

# Les ingénieurs du sol

**Organismes qui créent ou modifient significativement leur habitat** (Jones *et al.*, 1994)

## Modifications:

-  physiques (transferts + agrégation / galeries + déjections)
-  chimiques (cycles biogéochimiques)
-  biologiques (interactions microorganismes et racines)

vers



fourmis



termites



- Les vers de terre peuvent avaler jusqu'à 400 tonnes par ha et par an
- En dix ans, ils sont capables de digérer l'intégralité de la couche arable d'un sol sur 25 cm de profondeur





# Interactions vers-microflore

## Dégradation de la matière organique



relation mutualiste micro-organismes / ver

**matière organique** (source de C et N)

+ **mucus** (importante concentration de C soluble dans l'eau)

+ **bonne température + humidité + bon pH**



# Interactions vers-microflore

Dégradation de la matière organique



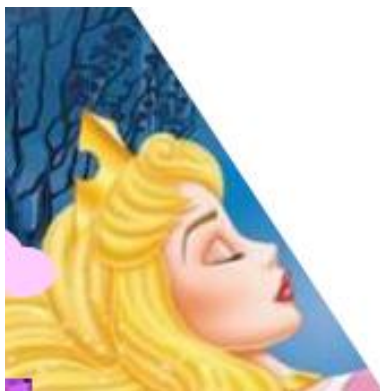
relation mutualiste micro-organismes / ver

**matière organique** (source de C et N)

+ **mucus** (importante concentration de C soluble dans l'eau)

+ **bonne température + humidité + bon pH**

**le paradoxe de la belle au bois dormant**



**micro-organismes**



**ver**





# Interactions vers-microflore

## Dégradation de la matière organique



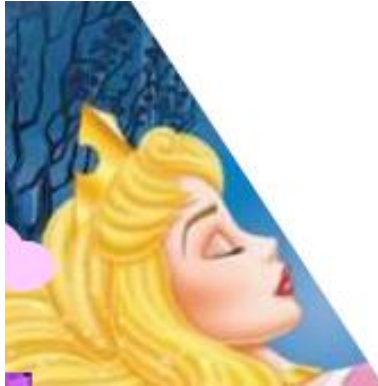
relation mutualiste micro-organismes / ver

**matière organique** (source de C et N)

+ **mucus** (importante concentration de C soluble dans l'eau)

+ **bonne température + humidité + bon pH**

### le paradoxe de la belle au bois dormant

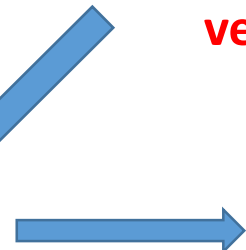


micro-organismes



ver

**DECOMPOSITION  
DE LA MATIERE ORGANIQUE**



récupération d'énergie  
par le ver

# Vers de terre: besoins et actions au service de l'Homme



Ver de terre  
Ingénieur du sol

le ver a besoin de

habitat de  
qualité

oxygène

nourriture

déplacement

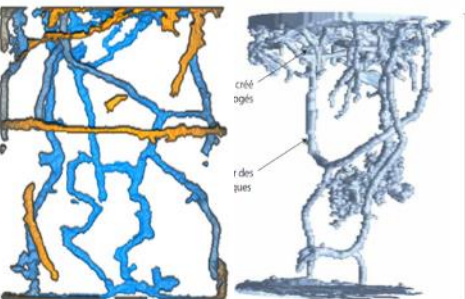
ingestion

défécation

*mélanges*

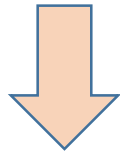
**GALERIES**

**TURRICULES**

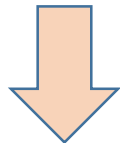


# Effets des vers de terre sur la chimie du sol

le ver ingère des matières organiques + active les micro-organismes



enrichissement en nutriments des  
turricules par rapport au sol



**Turricules vs. sol environnant:**

**+ 366 % N**

**+ 644 % P**

**+ 1019 % K**

**+ 40% Ca + 204 % Mg**

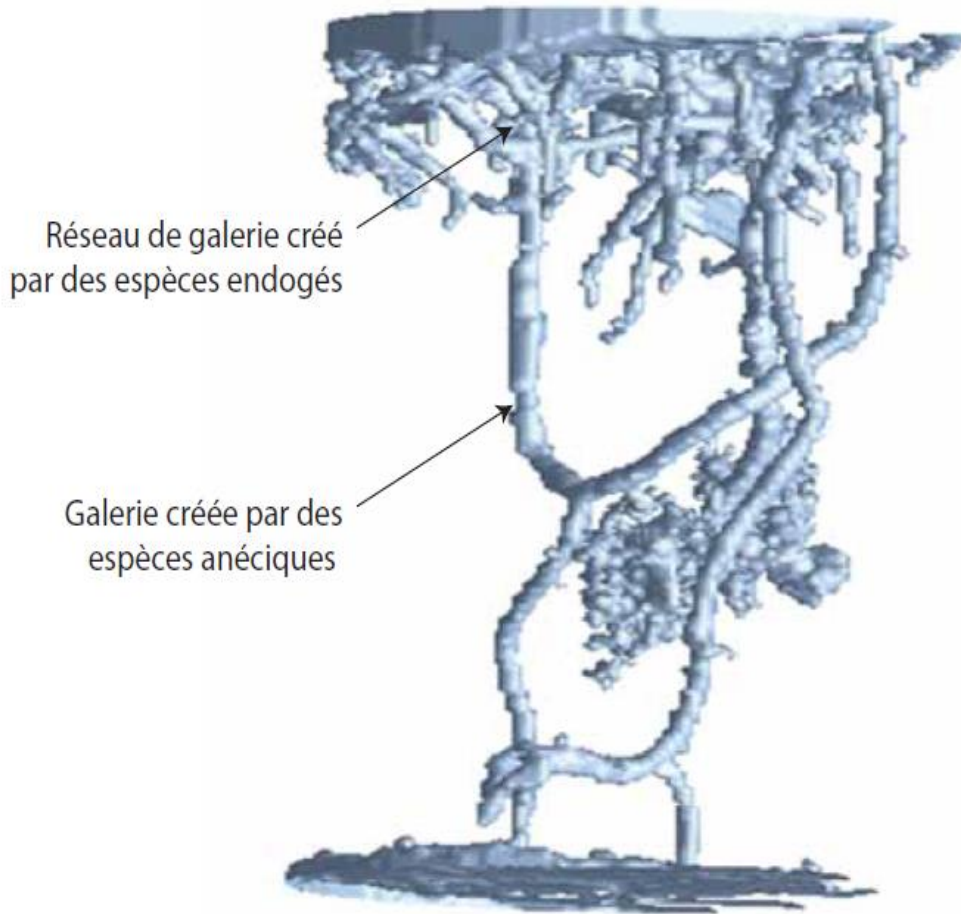


Eléments échangeables en ppm	Sol de surface	Turricules de vers de terre	% d'augmentation
Calcium	1990	2790	40
Magnésium	162	492	204
Azote	4	22	366
Phosphore	9	67	644
Potassium	32	358	1019
Taux de saturation en %	0,074	0,093	26
Ph	6,4	7,0	

Tableau 1 : Modification de la composition du sol en place par les vers de terre, d'après R.L Donachue



# Effets des vers de terre sur la physique du sol



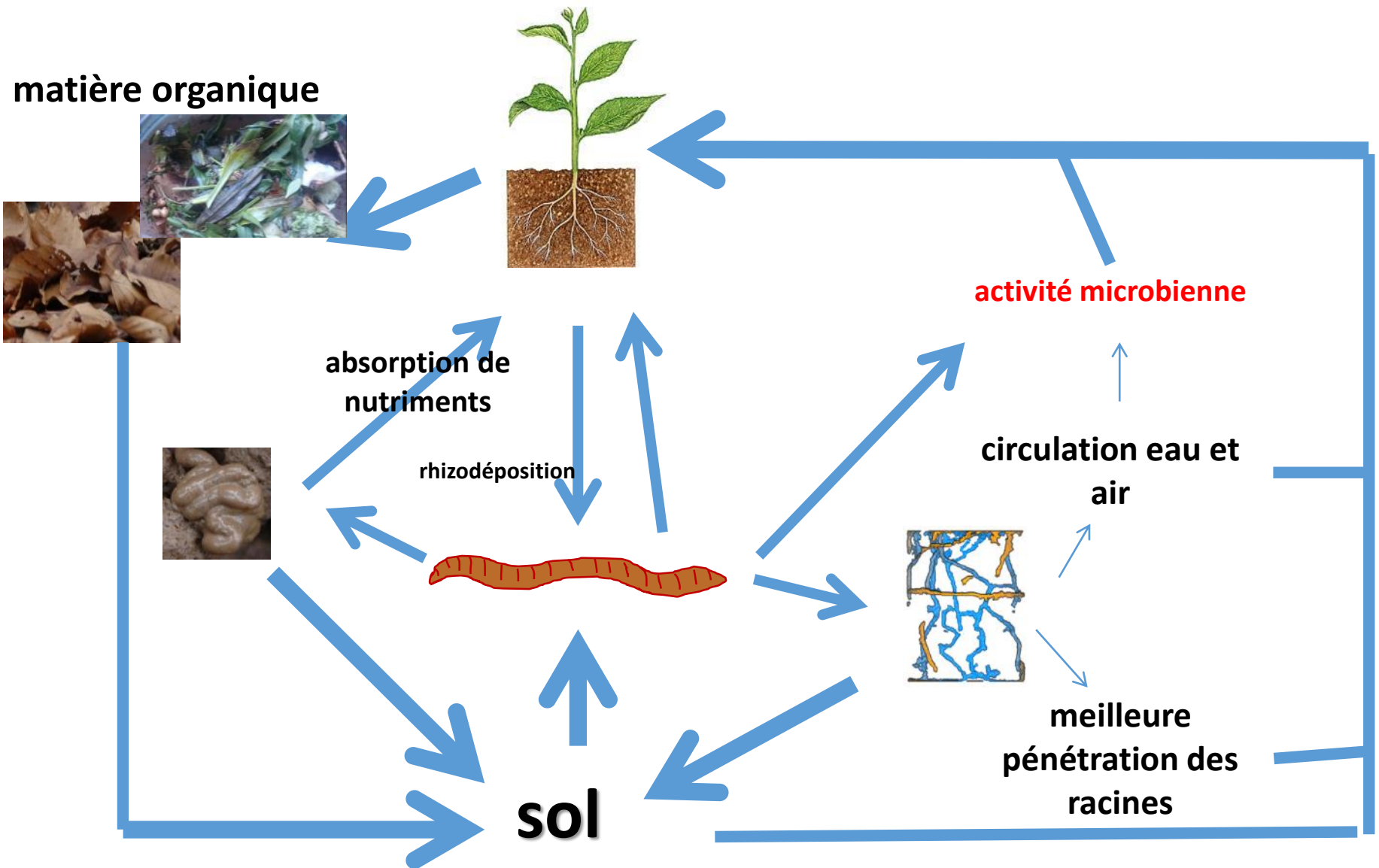
Atlas Européen de la Biodiversité des sols, 2010

➔ Effets sur air et eau dans le sol,  
➔ Nutriments dans le sol



© A. Auclerc

# Bilan ver – fertilité du sol - plantes



# Observatoire sur les vers de terre



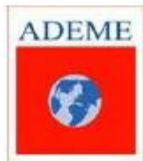
## La science avec vous...



### Objectifs:

- outil d'évaluation simplifiée de la biodiversité animale à l'aide des vers de terre
- rendre possible à l'aide d'un protocole simplifié :  
*agriculteurs, scolaires, naturalistes, chasseurs, jardiniers, CURIEUX*  
*gestionnaires de milieux naturels ou très anthropisés (sols urbains, friches industrielles)*
- établir progressivement des référentiels de ces macroorganismes du sol : SCIENCE

*grâce à la participation du plus grand nombre de personnes*





# La diversité des vers de terre

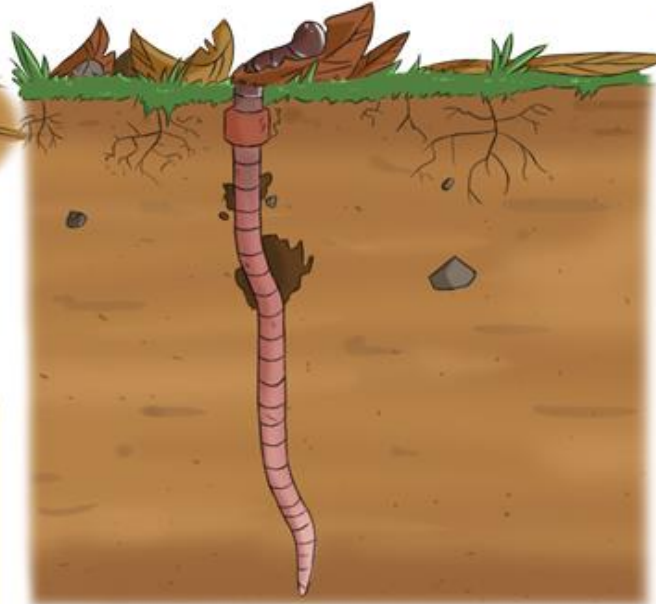
## 3 grandes catégories écologiques



### Épigé:

- Vie en surface
- Se nourrit de matières organiques
- Effet sur agrégation mais peu de galeries

➔ Couleur foncée



### Anécique:

- Vie dans le sol
- « Sort » pour se nourrir
- Effet sur agrégation, enfouissement, mélange et grandes galeries

➔ Gradient de couleur



### Endogé:

- Vie dans le sol
- Se nourrit de matières organiques et matières minérales
- Effet sur agrégation enfouissement, mélange et petites galeries

➔ Couleur claire

# La diversité des vers de terre

*Lumbricus castaneus* :

EPIGÉ

- petit (< 5 cm)
- tête et corps rouge foncés



*Allolobophora icterica* :

ENDOgé

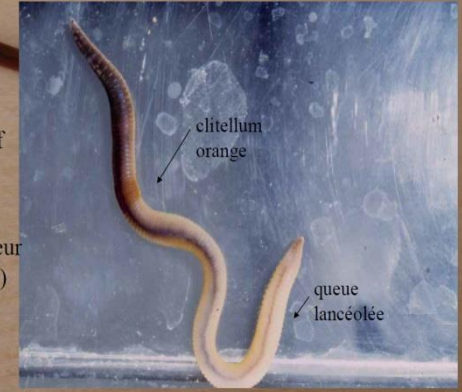
- longueur entre 5 et 10 cm
- corps « zébré » blanchâtre
- tête rose (clair)



*Lumbricus terrestris* :

ÉPI-ANÉCIQUE

- long (>10 cm) et massif
- tête rouge
- gradient antéro-postérieur (du rouge vers le blanc)



*Allolobophora rosea* :

ENDOgé

- longueur < 5 cm
- tête rose (clair)
- corps grisâtre et fin



*Aporrectodea nocturna* :

ANÉCIQUE

- longueur > 10 cm
- sombre sur toute la longueur



*Allolobophora caliginosa* :

ENDOgé

Très variable en taille et en couleur (vraisemblablement un complexe d'espèces)

- longueur > 5 cm
- tête rose
- corps « grisâtre » (de gris clair au rouge vineux)



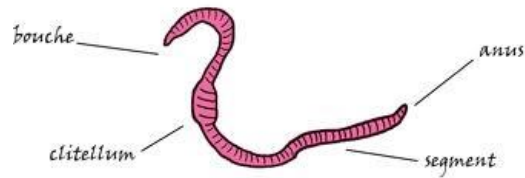
© Y. Capowiez





# La diversité des vers de terre

Morphologie d'un ver de terre



Images internet

- Biomasse de vers dans un sol agricole en bon état > poids de 2 bœufs
- Vers de terre dans une prairie = 50 à 75% de la biomasse animale
- Biomasse moyenne de 2,5 à 5 t/ha dans les champs de 10 à 15 t/ha quand c'est un bon sol



# Comment échantillonner les organismes du sol

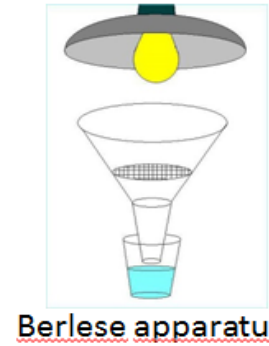
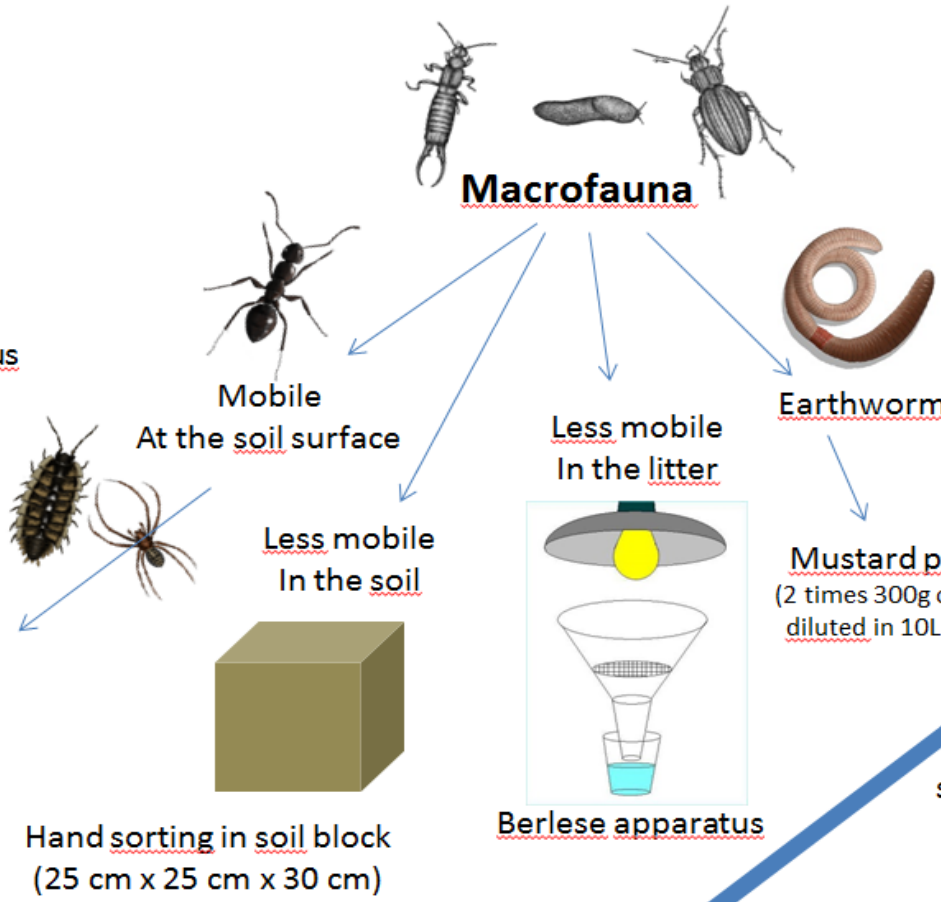
0.2mm

MESOFAUNA

2 mm

MACROFAUNA


## How to study the soil invertebrates communities?



Identification with microscope by specialist

DNA barcoding


standardized region of 658 bp of the mitochondrial gene cytochrome c oxidase I (COI) for species discrimination

 **minéralisation** de la matière organique et libération d'ions nutritifs pour la plante






 **déjections** d'invertébrés imbibées par la microflore intestinale actives, la minéralisation continue

directs ou indirects

(enzymes des invertébrés ou des micro-organismes intestinaux associés?)

 **sélection** de communautés fongiques: *élimination de vieilles colonies, les plus dynamiques sont sélectionnées*

 **digestion** des tanins par certains invertébrés : aident les microorganismes

-  **fragmentation** (augmentation de la surface d'attaque des matières organiques par les bactéries et les champignons du sol)
-  macro**brassage** / bioturbation
-  microbrassage
-  formation de **galeries**
-  formation d'**agrégats** (sécrétions intestinales + colloïdes humiques ou gelées cytophagiennes + filaments hyphes + liaisons organo-minérales)



Qu'est-ce que le bon  
fonctionnement d'un  
sol?

# Un bon fonctionnement = diversité des acteurs?

## + de diversité:

- 🐛 + grandes potentialités = gamme + large de fonctions
- 🐛 + grand potentiel d'interactions (réseau plus complexe) + adapté aux changements et + **résilient** face aux perturbations(?)

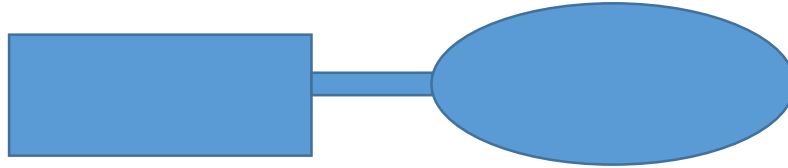


Les relations entre biodiversité et fonctionnement sont complexes et encore mal comprises

# Un bon fonctionnement = diversité des habitats



Savoir relier les habitats  
(trames vertes, brunes)

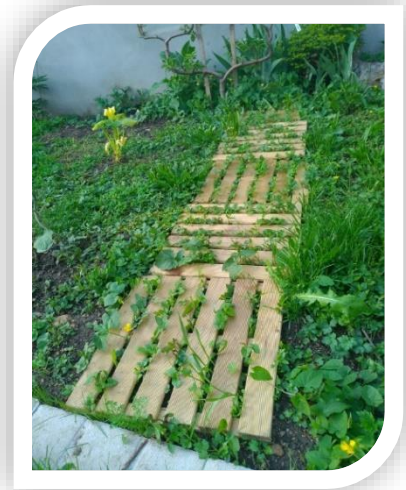


**Replacer le sol dans  
l'écosystème, dans le  
paysage**

Aménager des habitats pour attirer là où l'on  
veut (bois mort, compost...)



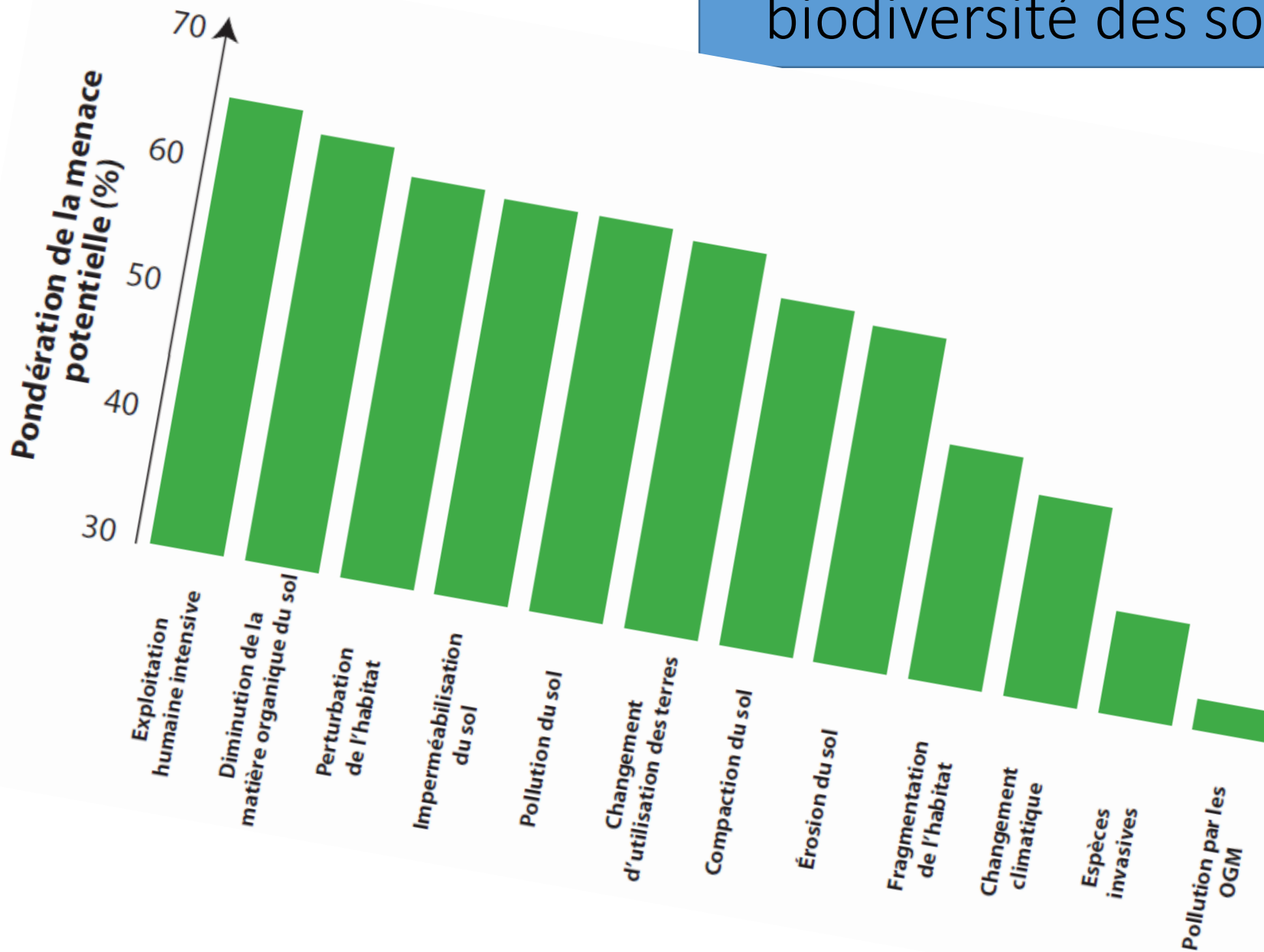
**OBSERVATION  
DIAGNOSTIC  
CONNAISSANCES**



Créer des réserves d'espèces  
de proies et prédateurs (haies)  
**Utiles en cas de perturbation**



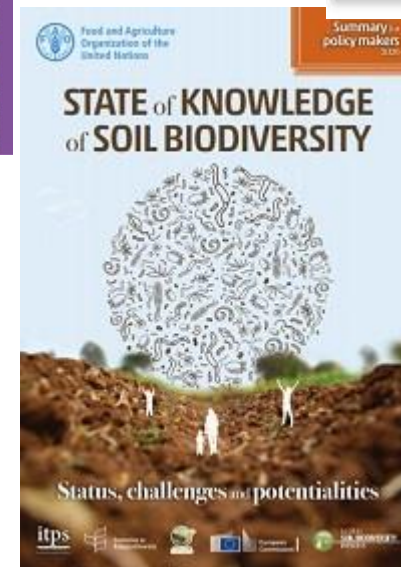
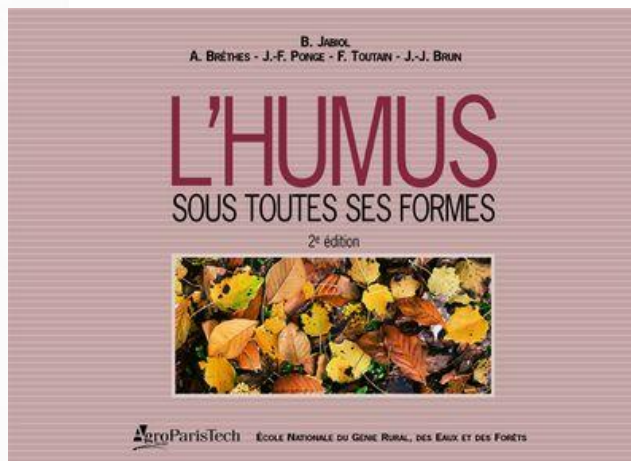
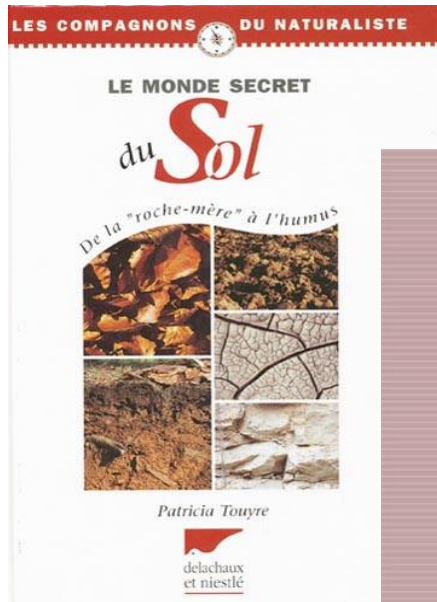
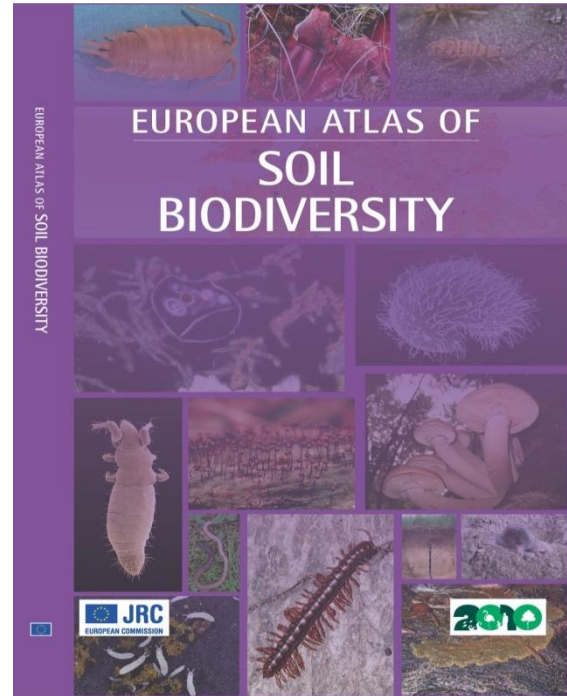
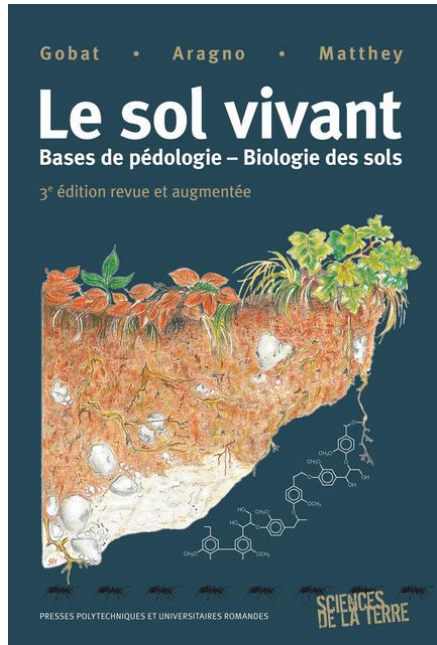
# Menaces sur la biodiversité des sols



***« la biodiversité du sol représente une énorme machinerie biologique, conduisant à des processus dont notre survie elle-même dépend ». 2010 ONU***

***Pour bien faire fonctionner quelque chose, il faut nécessairement bien le connaître.***

# Ouvrages recommandés



**Site intéressant**  
<http://www.soil-net.com/>





News

Objectif-Sol.ch, qu'est-ce que c'est?

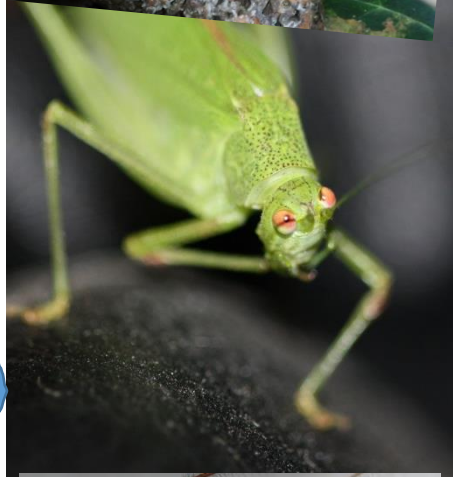
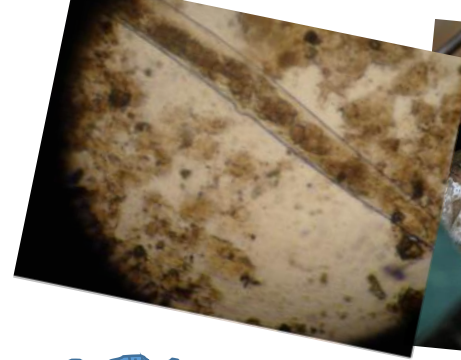
Leçon

## Ascenseur souterrain





# Merci de votre attention



[apolline.auclerc@univ-lorraine.fr](mailto:apolline.auclerc@univ-lorraine.fr)

