

# BIODIVERSITE DANS LES SOLS

## IMPORTANCE ET MENACES



# Questions à la salle

## 1

Quelle est la perception de la biodiversité ?

Quels sont les milieux à forte biodiversité ?

# La biodiversité, qu'est-ce ?

Edward O. Wilson

(~inventeur du mot *biodiversity*)

« la totalité de toutes les variations de tout le vivant »

Autres scientifiques

dynamique des interactions dans des milieux en changement



{  
diversité écologique (les milieux)  
diversité spécifique (les espèces)  
diversité génétique

## deux notions essentielles

☀ biodiversité = « tout le vivant » → l'être humain aussi...

☀ biodiversité = dynamique des interactions  
→ dont celles causées par nos activités.

# Trois niveaux

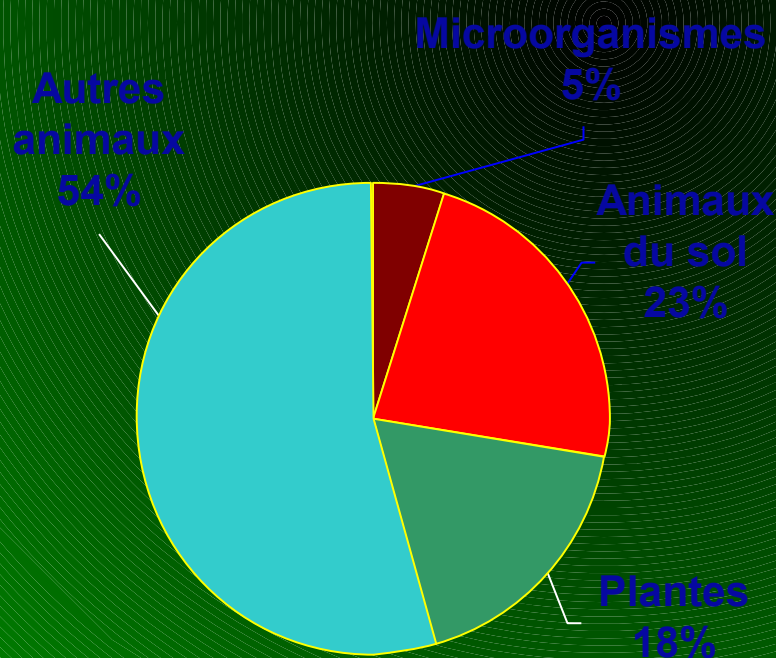
La diversité biologique est la diversité de **toutes** les formes du vivant. Elle est habituellement subdivisée en trois niveaux :

- \* La diversité **génétique**, elle se définit par la variabilité des gènes au sein d'une même espèce ou d'une population. Elle est donc caractérisée par la différence de deux individus d'une même espèce ou sous-espèce (diversité intraspécifique).

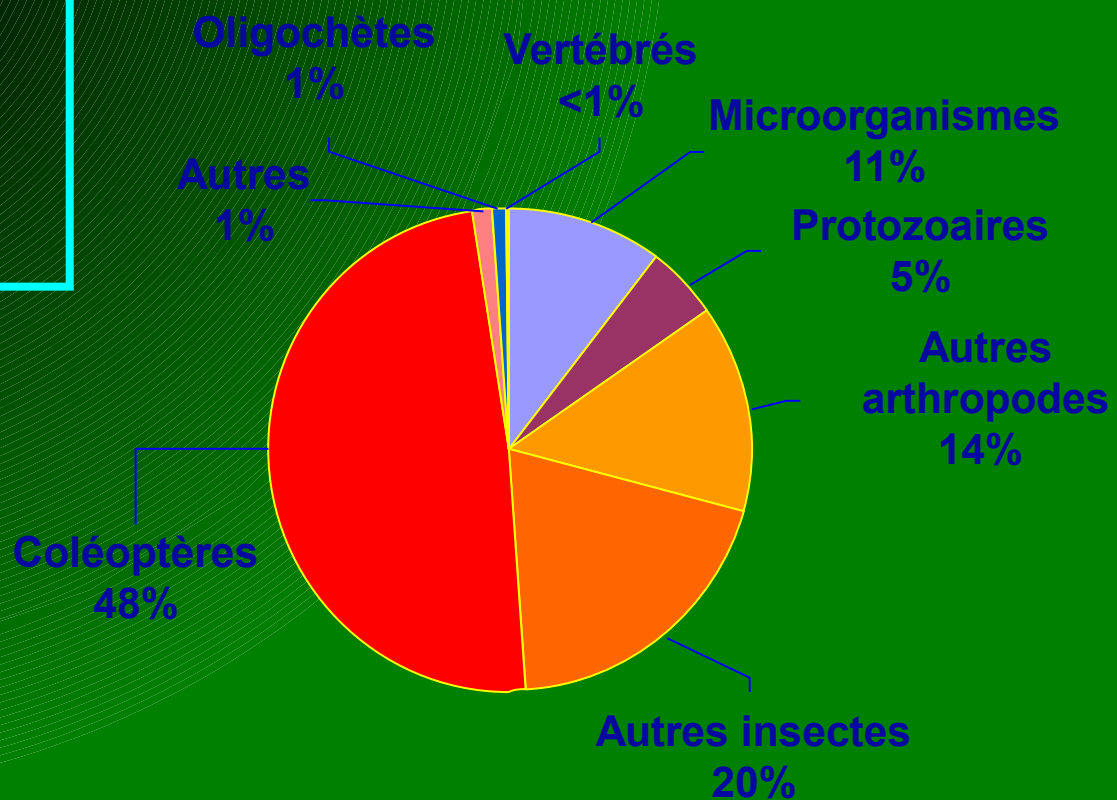
- \* La diversité **spécifique**, correspond à la **diversité des espèces** (diversité inter-spécifique). Ainsi, chaque groupe défini peut alors être caractérisé par le nombre des espèces qui le composent, voir taxinomie. Cependant, pour caractériser le nombre de plan d'organisation anatomique, il est préférable d'employer le terme de disparité.

- \* La diversité **écosystémique**, qui correspond à la diversité des **écosystèmes** présents sur Terre, des interactions des populations naturelles et de leurs environnements physiques.

# Combien d'espèces décrites ?



## Composition taxonomique des organismes du sol



Nombre total d'espèces vivantes décrites: ~ 1 500 000

# Questions à la salle

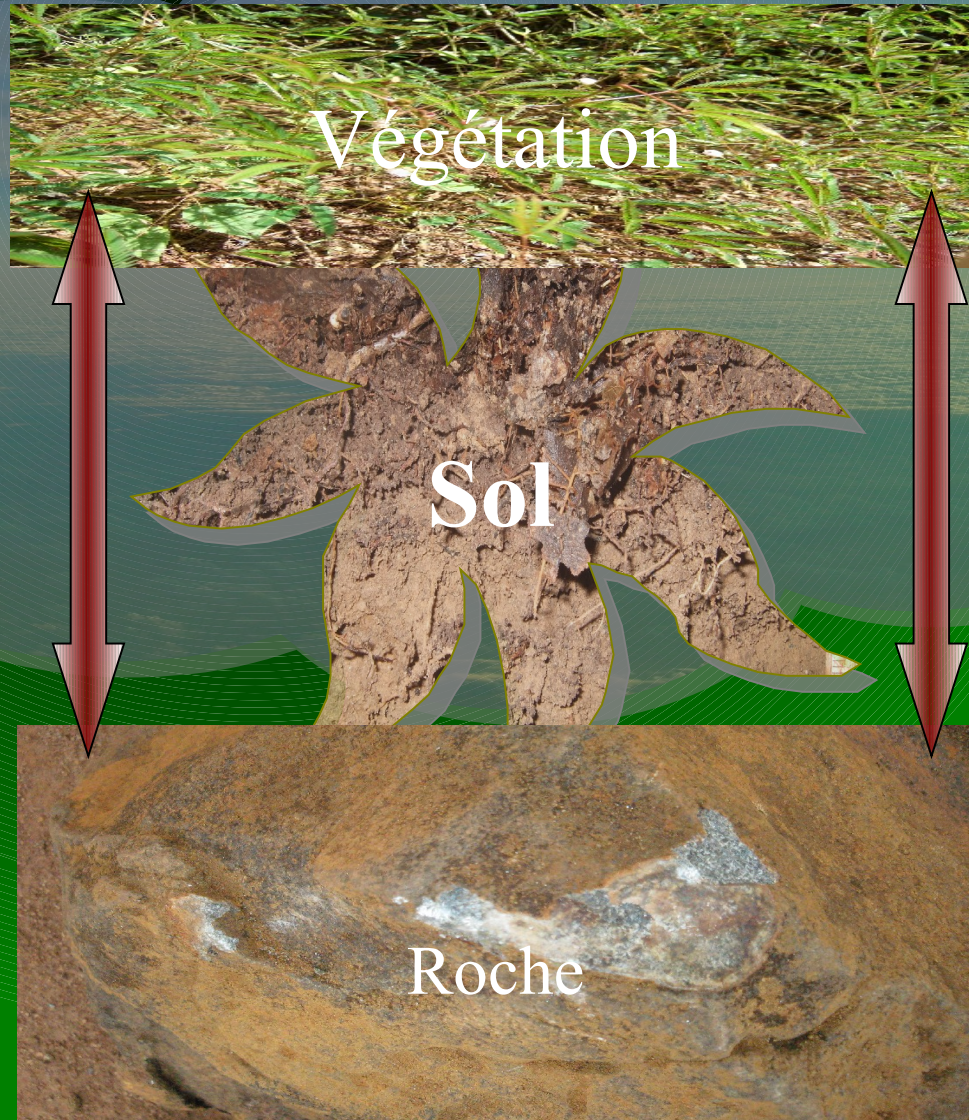
## 2

Petite digression sur le sol

Quelle est l'utilité du sol ?  
Quelles sont ses fonctions ?

Quelles sont les utilisations possibles du sol ?

# Le sol : rappel



Air

Eau

# Fonctions du sol

## 1/2

- ☀ produit la **biomasse** et plus particulièrement les **productions agricoles** (prairies, cultures, forêts) ;
- ☀ constitue le **support de la végétation** et permet la **stabilité du milieu**. (caractéristiques importantes dans la lutte contre l'érosion)
- ☀ permet l'**épuration** et la **régulation** du milieu : excellent filtre contre la pollution (donc rôle majeur dans la qualité de l'eau). Les organismes qu'il renferme dégradent nos déchets jusqu'à un certain seuil. Et lorsque sa biodiversité est riche, il aide à la régulation des populations d'organismes responsables de maladies des plantes ;



# Fonctions du sol

## 2/2

- ☀️ **partie prenante des grands cycles biogéochimiques** (carbone, azote, autres nutriments) en complément avec les plantes, donc :
  - \* **lieu d'échanges** avec le couvert végétal, facilités par sa biodiversité +
  - \* **réservoir** de nutriments essentiel des écosystèmes terrestres +
  - \* **action** sur la **libération/stockage** du carbone (puits de carbone) à **différentes échelles de temps** ;
- ☀️ **rôle technique, socio-économique et culturel** auprès des **sociétés humaines** :
  - \* **source** des **matériaux bruts** (minerai, pétrole *etc.*) que nous utilisons, de notre **nourriture**, d'une partie de nos vêtements *etc* ;
  - \* **socle** de nos paysages, le **lieu de développement** et **d'évolution** de nos sociétés, de notre héritage culturel et spirituel, etc.

# Utilisations (anthropiques) du sol

- ✿ agriculture
- ✿ sylviculture, pâturage
- ✿ support d'urbanisation
- ✿ support de nos déchets (S.T.E.P., C.T.E., *etc*)
- ✿ agriculture

# Programme de surveillance

→ **Sol** = fonctions majeures +  
utilités sensibles +  
biodiversité importante

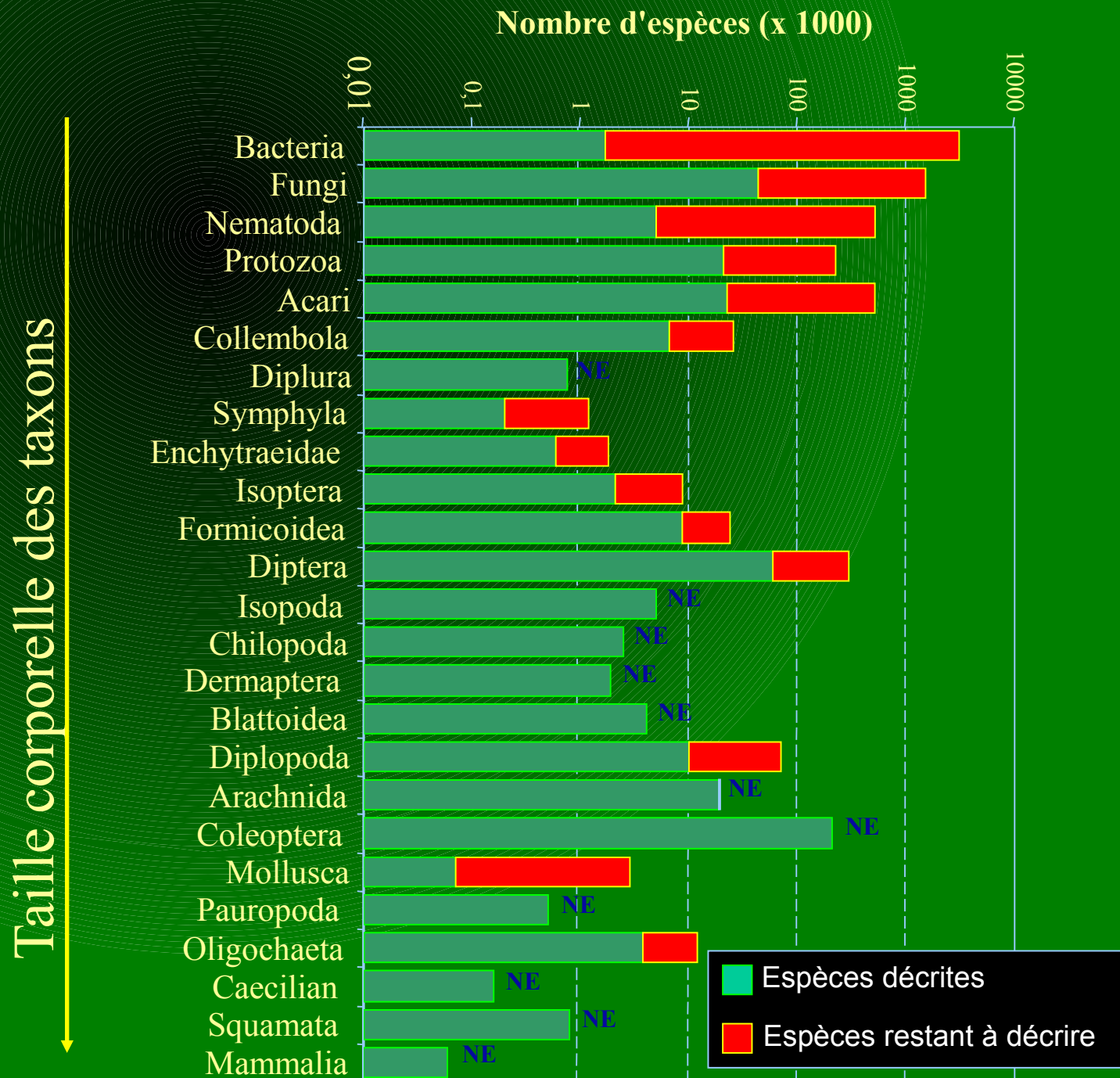
→ Rapport européen récent : nécessité d'opérer une surveillance de l'état des sols et de sa biodiversité

→ cahier des charges avec exigences européennes :  
en France : mise en place du R.M.Q.S. Biodiv  
(Rennes, pour le moment)

# Manque d'études

- \* **Faible prise en compte des organismes du sol dans les revues de taxonomie ou de systématique**
- \* Le nombre de publications ne reflète pas l'importance quantitative des organismes édaphiques
- \* Les organismes édaphiques ne sont pas concernés par l'augmentation générale des publications
- \* Manque d'experts en taxonomie pour les taxons endogés

# Une biodiversité méconnue



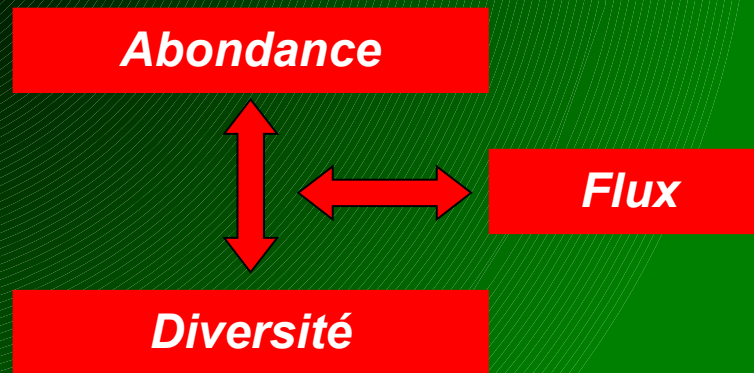
Modifié d'après Decaëns et al. (2006)

# Combien de microorganismes ?

Microorganismes : seulement 4000 espèces décrites !

- 90 à 95 % des organismes NON-cultivables

- Etablir clairement la relation



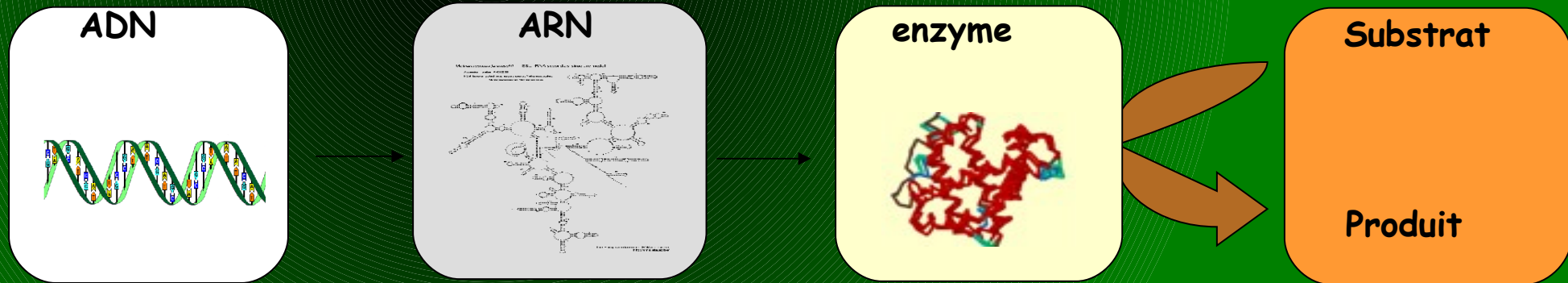
BESOIN de nouvelles approches :  
dosage et caractérisation des ADN (ARN) des microorganismes du sol

BESOIN classer les espèces pour plus de clartés :  
Actuellement au moins 3 classifications différentes

# Méthodes de biologie moléculaire

## RAPPELS :

Les acides nucléiques : quels niveaux d'information ?



Qui est présent ?  
Qui peut faire quoi ?

Potentiel Génétique

*(Méta)Génomique*

Quels sont ceux  
capables de synthétiser la protéine ?

Communauté « active »

*Transcriptomique*

*Protéomique*

Fonction réalisée  
(Flux)

*Métabolomique*

# Méthodes de biologie moléculaire



Extraction ADN puis amplification PCR

**COMMUNAUTE TOTALE**  
gène 16S Bactéries ou 18S  
Champignons

**COMMUNAUTE FONCTIONNELLE**  
gène codant pour *l'enzyme* impliquée  
dans la fonction étudiée

Analyse qualitative

**STRUCTURE et DIVERSITE**

Empreintes  
Moléculaires ou  
génétiques  
(ARISA, DGGE...)

Puces à ADN  
Banques de clones  
et Séquençage

Analyse quantitative

**ABONDANCE**

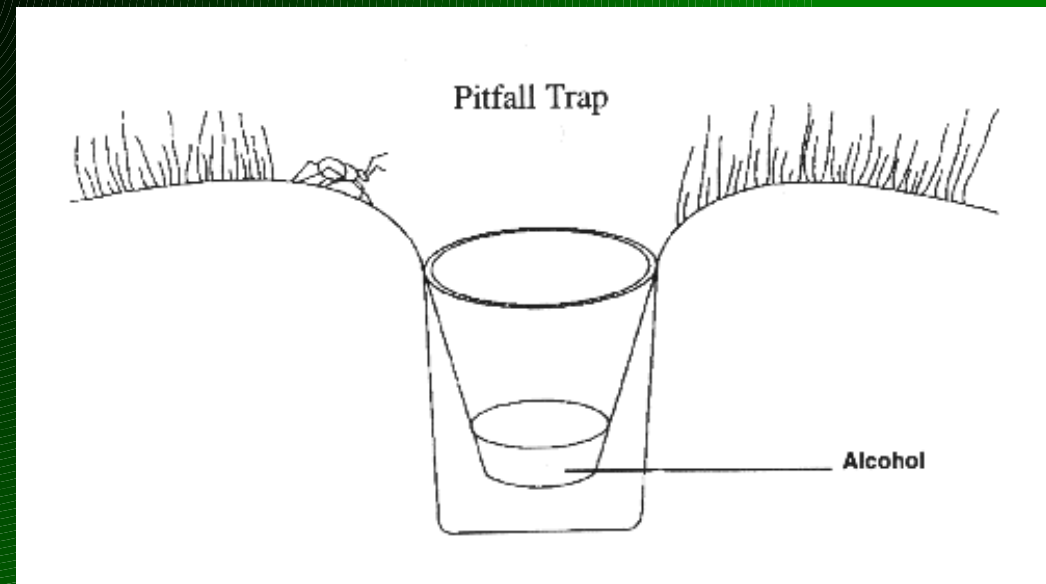
Approche PCR quantitative  
en temps réel (Q-PCR)



# Faune : techniques d'échantillonnage

## 1/4

### Faune de la litière



Piège Barber  
(pitfall trap)

# Faune : techniques d'échantillonnage

## 2/4

Insectes ailés

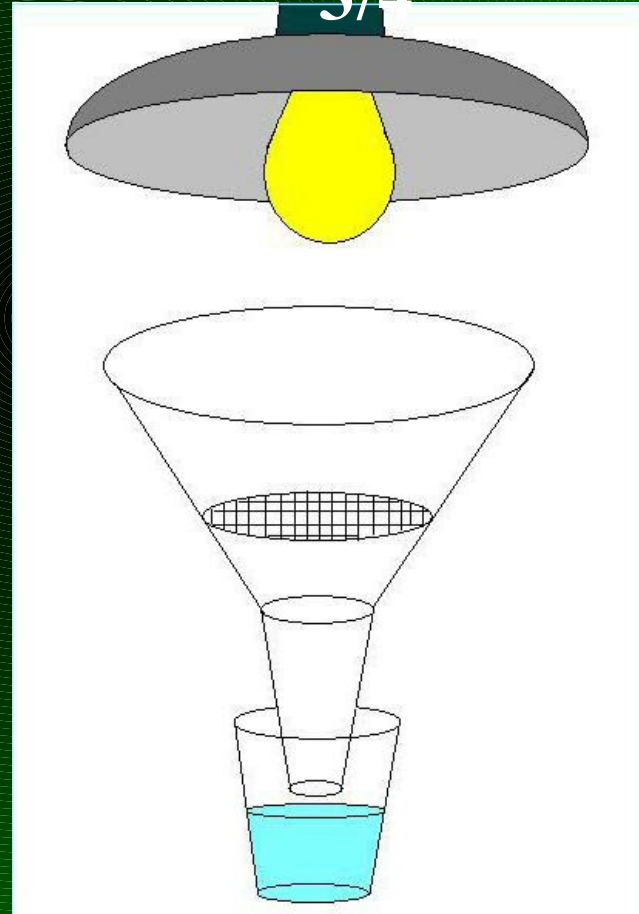


Piège à  
émergence

# Faune : techniques d'échantillonnage

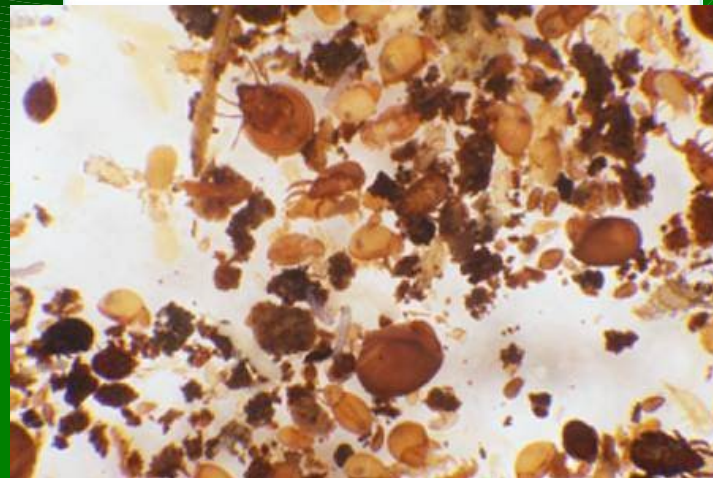
3/4

Mésafaune



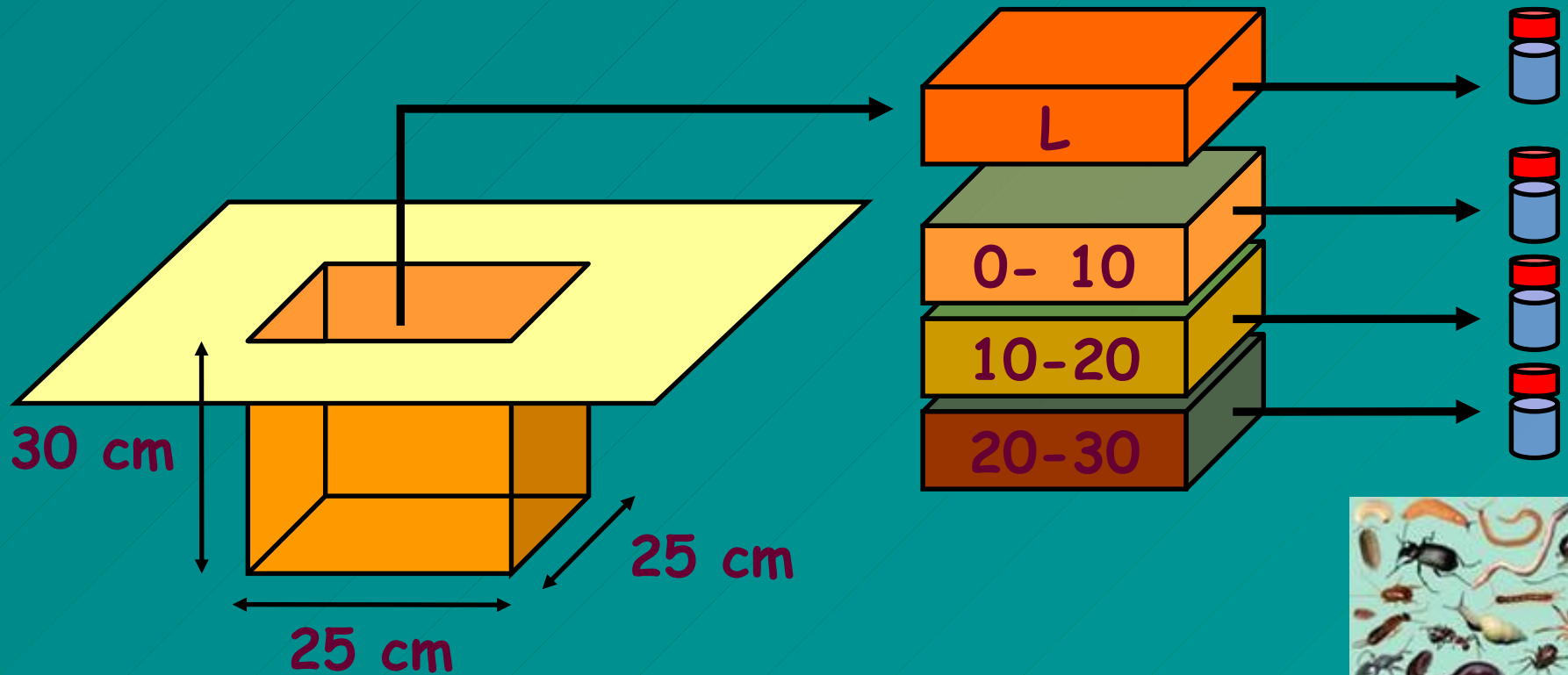
**Appareil de  
Berlèse**

Chaleur et lumière



# Faune : techniques d'échantillonnage

4/4



Prélèvement du bloc de sol



Extraction de la faune

**méthode standard TSBF**

(Anderson & Ingram, 1993; dessin Jérôme Mathieu)

# Classification

- selon le régime alimentaire,
- en fonction de la localisation,
- selon la taille,
- fixation de l'azote,
- association entre micro-organismes et racines des plantes.

# Pourquoi une telle biodiversité ?

## L'énigme de la biodiversité du sol

- \* Comment autant d'espèces peuvent-elles co-exister localement?
- \* Plusieurs hypothèses proposées:
  - ‡ Nature compacte et tridimensionnelle du sol
    - ◆ hétérogénéité dans la distribution des ressources et multiplicité des axes de niche
  - ‡ Partition de niche très importante au sein des communautés
  - ‡ Capacité des détritux à supporter des réseaux trophiques complexes



# Rôles de la biodiversité

**Toutes les espèces** remplissent, de façon spécifique ou redondante, un **grand nombre de fonctions clés** : **fouissent, creusent, brassent, labourent, mangent, déplacent, laissent des excréments, secrètent, digèrent, libèrent** des nutriments, **produisent** de l'oxygène, *etc.*

rôles parfois complémentaires, parfois similaires :

- \* existent interactions, complémentarités des espèces
- \* plusieurs espèces peuvent jouer le même rôle dans des conditions identiques ou de la même façon
- \* une même espèce peut jouer plusieurs rôles (*e.g.* ver de terre dans la circulation d'eau ET dans le cycle du carbone)

# Fonctions d'intérêt agronomique

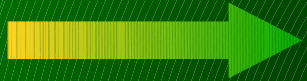
→ nombreuses populations microbiennes, végétales et animales mais aussi de nombreux groupes dits “**fonctionnels**”, définis selon leurs effets sur le milieu (*e.g.* les vers de terre qui comptent une 15aine de groupes fonctionnels différents)

→ Parmi **fonctions à intérêt agronomique** :

- formation et entretien de la **structure** des sols,
- décomposition, transformation et transport de la **matière organique**,
- nitrification et dénitrification,
- fixation de l'**azote**,
- association** entre micro-organismes et racines des plantes.



# Services fournis par la biodiversité



La biodiversité est la **source première** des services rendus par les écosystèmes. Elle est aussi le **moteur de la résilience écologique** car c'est une ressource naturelle auto-entretenu (à certaines conditions). Elle fournit tout l'oxygène, vital, que nous consommons, tout ce que nous mangeons (cultures vivrières, bétail, poissons...); elle contribue à **l'épuration** et au **cycle de l'eau**, ainsi qu'aux **grands cycles biogéochimiques** et à la **régulation climatique**.



**Toutefois** Existe **désaccord** sur les liens entre la **biodiversité** et la **productivité écosystémique** (Bardgett, 2002)

# Questions à la salle

## 3

Pourquoi la biodiversité des sols est-elle importante ?

# Notion de complexité spatiale et temporelle

 existe des variations **spatiales** : verticales et horizontales

 existe des variations **temporelles** : saisons, années...

 rester attentif à l'échelle d'étude

 variations de l'équilibre des facteurs de déterminations

# Questions à la salle

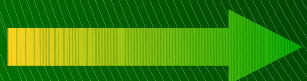
## 4

Quel est l'intérêt de protéger la biodiversité dans les sols ?

# Protéger la biodiversité dans les sols, pourquoi ?



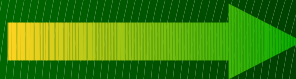
étude anglaise (NERC Soil Biodiversity Program) : existe *turn over* très rapide du C, donc de la m.o.



combinaison diversité taxonomique/flux élevé de C rend l'écosystème pédologique hautement résistant aux perturbations comme le changement climatique ou la suppression de certains groupes choisis d'animaux (Fillet et *al*, 2005)

# CONCLUSIONS

# Notion de Résilience des sols



La **résilience écologique** est la **capacité** d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à **retrouver un fonctionnement et un développement normal** après avoir subi une **perturbation importante** (facteur écologique).



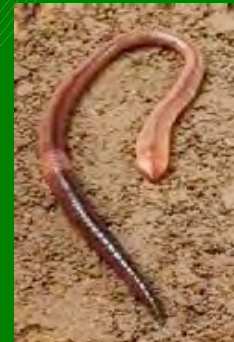
Possibilité anthropique d'aider la résilience par la ré-introduction d'espèces animales ou végétales.

« Supprimer une espèce c'est donc changer le cours des choses, une atteinte à la liberté qu'a le monde de se déployer »

( Jacques Blondel- CNRS lors de la Conférence de Paris sur la biodiversité en janvier 2005)



MERCI DE VOTRE ATTENTION





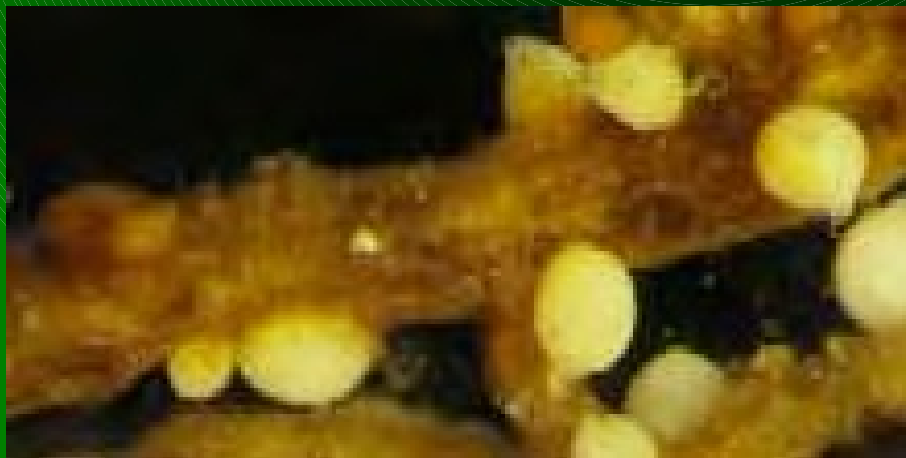
# Principaux groupes de faune du sol : les Nématodes



- Vers non segmentés
- Généralement < 1 mm
- 100 à 1000 ind. g<sup>-1</sup> terre



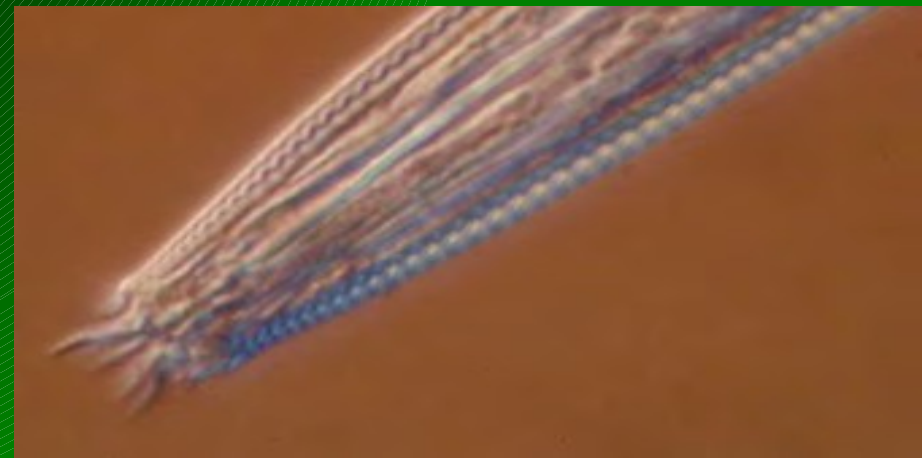
- Parasites (notamment de racines) ou libres (eau intersticielle) prédation



- Capacité à s'enkyster en cas de desiccation

Fongivores

Bactérovores



- Rôle écologique important, régulation des microorganismes par prédation

Phytophages

Omnivores et Prédateurs