LABORATOIRE ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SOLS

Novembre 2019

LE SOL : Un milieu dynamique à la biodiversité extraordinaire

Présenté par Emmanuel Bourguignon

Microbiologiste du Sol au LAMS

LABORATOIRE ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SOLS

Le sol

Un système particulier aux interactions complexes et multiples

Un peu d'histoire

Science du sol

Pédologie

Système écologique

IV^e av. JC — Théophraste

Columelle — ***Res Rustica*** — **I^e ap. JC**

XII^e — Ibn-Al-Awam — *Traité d'Agriculture*

B. Palissy — **O. De Serres** — **XVI^e**

Fin XIX^e — **V. Dokutchaev**

Ph. Duchaufour — 1960

1992 — **Sommet de la Terre**

Comment le définir?

Le sol est la couche la plus externe, marquée par les êtres vivants, de la croûte terrestre. Il est le siège d'un échange intense de matière et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches. Le sol en tant que partie de l'écosystème, occupe une position-clé dans les cycles globaux des matières (Société Suisse de Pédologie 1997).

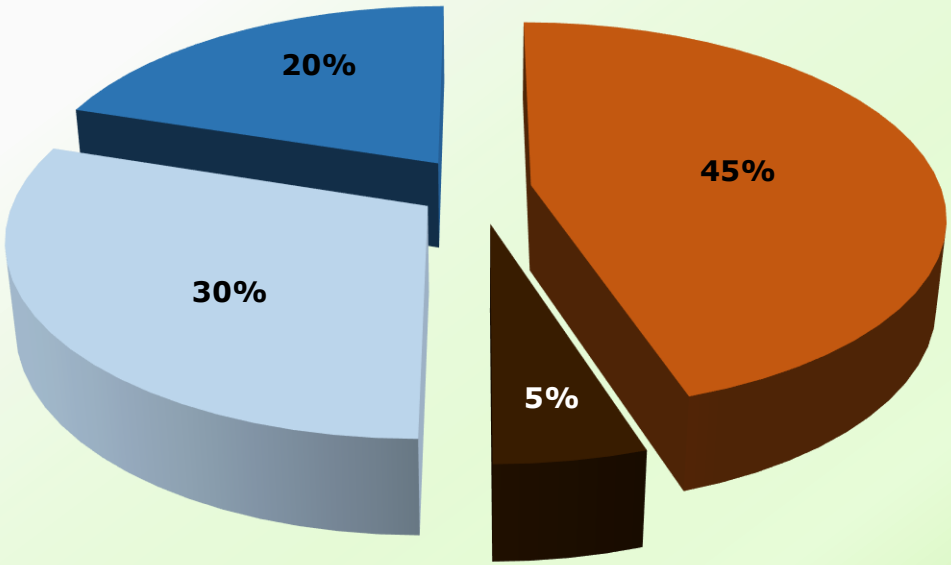
Carrefour multifonctionnel

- **Support pour les êtres vivants**
- **Habitat à biodiversité élevée**
- **Réservoir et lieu de transformation des matières organiques et minérales**
- **Régulateur des échanges et des flux sur la planète**
- **Système épurateur**

L'écosystème sol

Un sol doit posséder certaines propriétés pour assurer cette multifonctionnalité

A commencer par la répartition de ses constituants



Un sol « idéal »

- Fraction minérale
- Fraction organique
- Fraction gazeuse
- Fraction Liquide

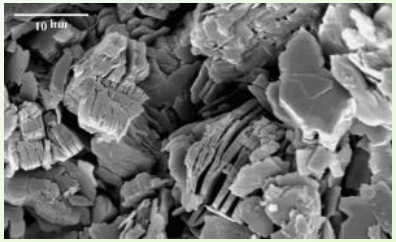
Les Bases

Roche mère

Pierre

Gravier + Sable

Limons



Argiles

Litière

Décomposition biologique

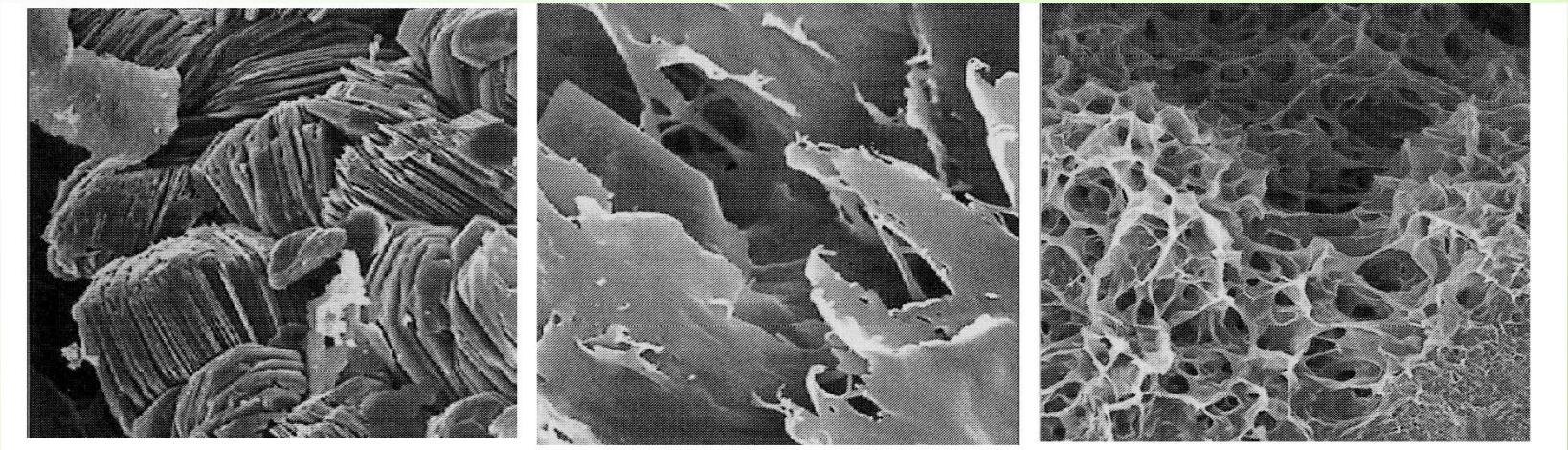
Polymérisation

Humus

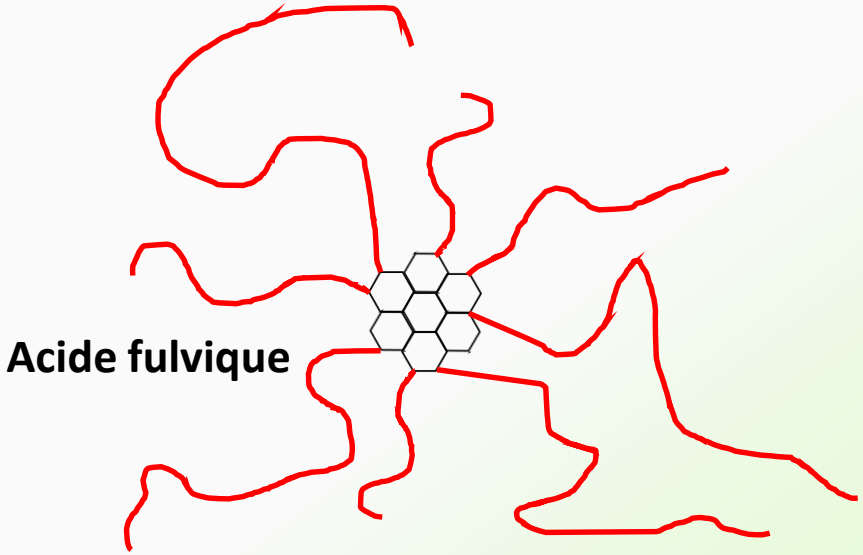
La Fraction Minérale

Les Argiles: Silicates d'Alumine (Si et Al)

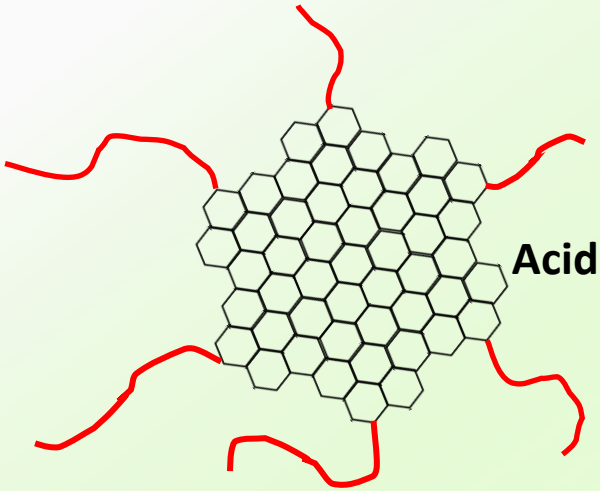
- **Ecorce terrestre: O = 46% / Si = 28% / Al = 8% / Fe = 5%**
- **Elles possèdent une surface interne (SI).**
- **La SI des argiles varie entre 30 m^2/g et 800 m^2/g.**
- **A l'intérieur de ces feuillets se trouve la CEC.**



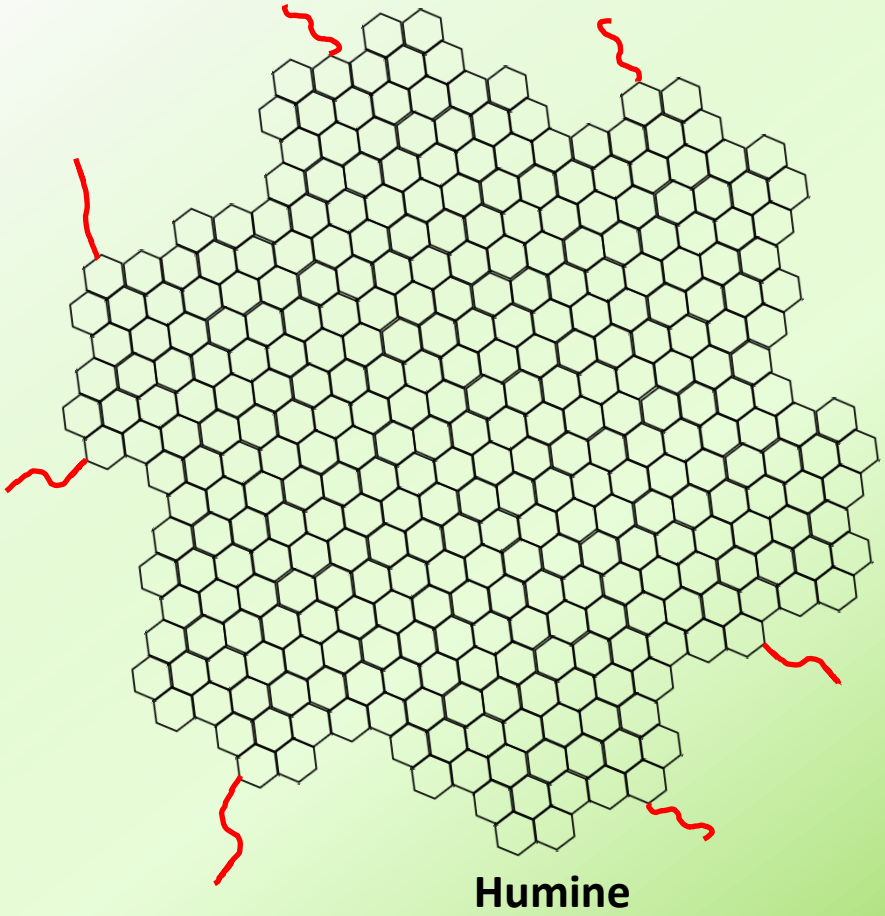
Humus



Acide fulvique



Acide Humique



Humine

Le carbone dans les sols

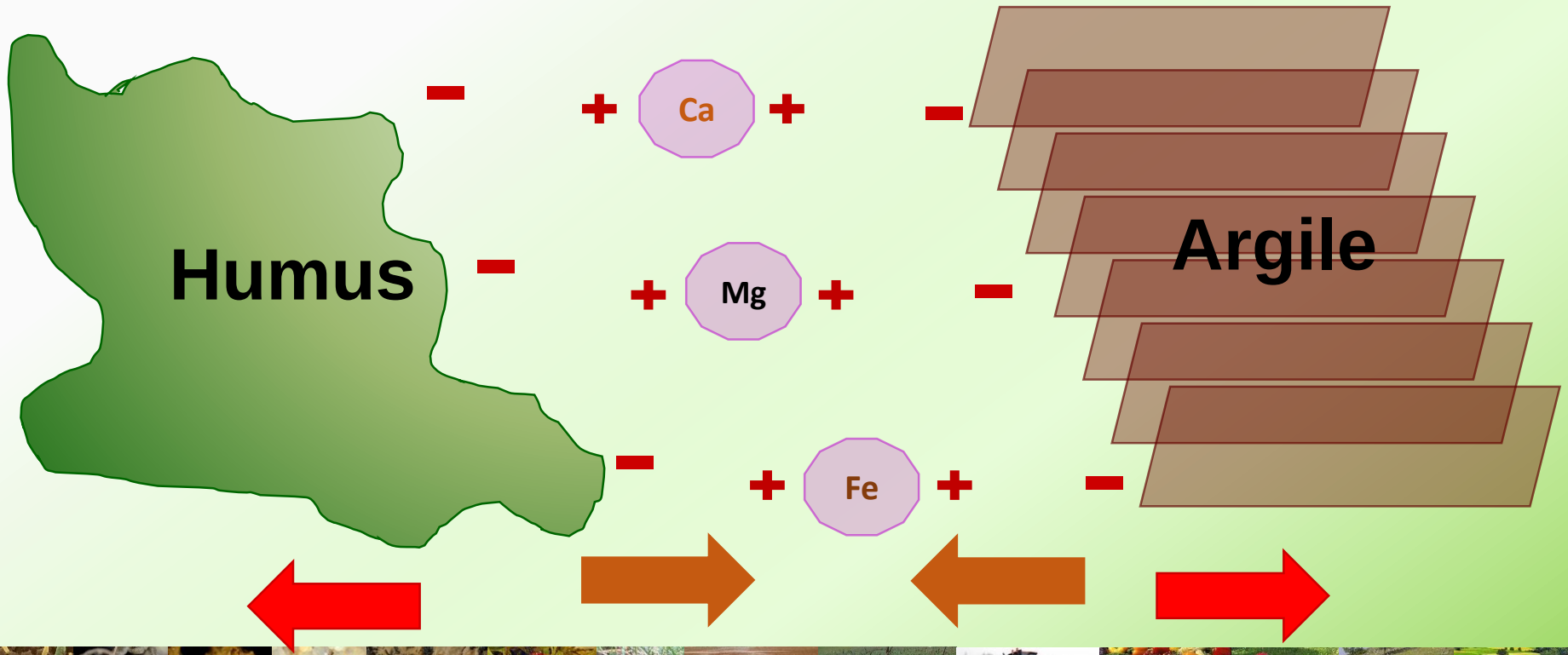
- **La minéralisation**: (bactéries) nutrition de la plante.

- **L'humification**: (champignons) nutrition du sol.

Complexe Argilo-Humique

Dégradation de la MO
physico-chimique + <u>biologique</u>

Dégradation des roches
<u>physico-chimique</u> + biologique



La biodiversité

La biodiversité représente la diversité de toutes les formes du vivant.

TOUS

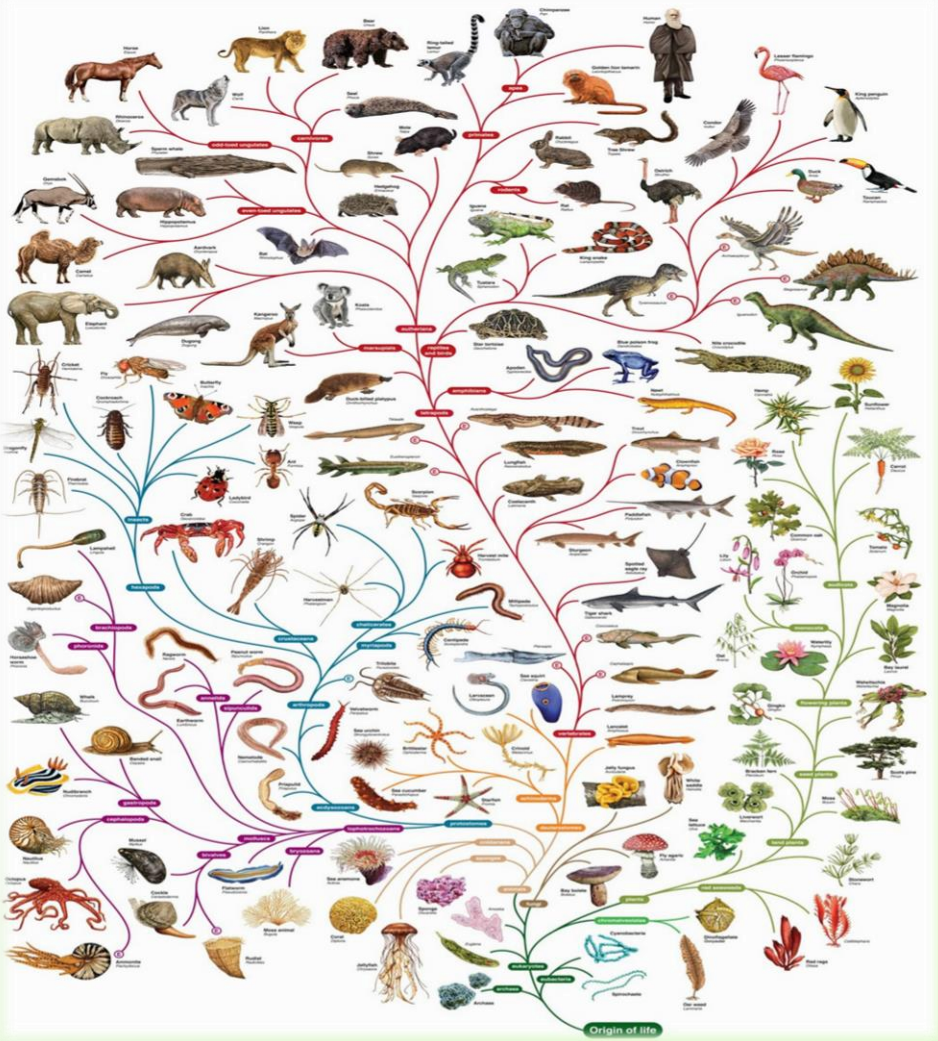
Les gènes

Les espèces

Les écosystèmes

LABORATOIRE ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SOLS

La biodiversité



La vie est en évolution permanente

=

La biodiversité augmente sans cesse

=

Complexification des écosystèmes

La biodiversité des sols

« The other last biotic frontier »

André *et al* 1994

« Les acteurs vivants du système sol sont le moteur interne principal de la pédogénèse »

Gobat *et al 1998*

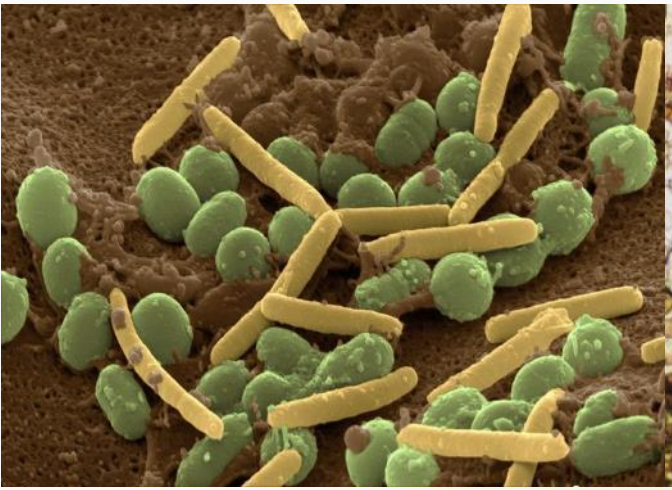
Diversité de taille

Micro-organismes	Microfaune	Mésofaune	Macrofaune	Mégafaune
Bactéries	Champignons	Enchytréides	Myriapodes	Mollusques
	Protozoaires	Nématodes		Lumbricidés
		Tardigrades		
		Acariens		
		Collemboles		
		Diploures		
		Termites/fourmis		
		Larves Diptères		
				Vertébrés

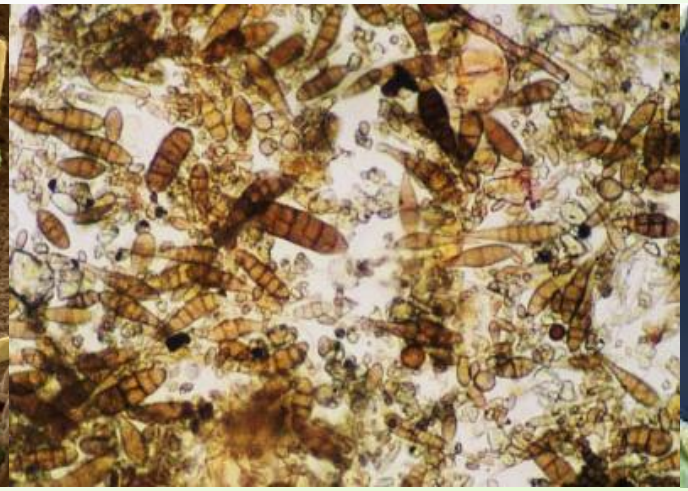
4 µm | 150 µm | 2 mm | 20 mm | 100 cm

Biodiversité microbienne

1 g de sol

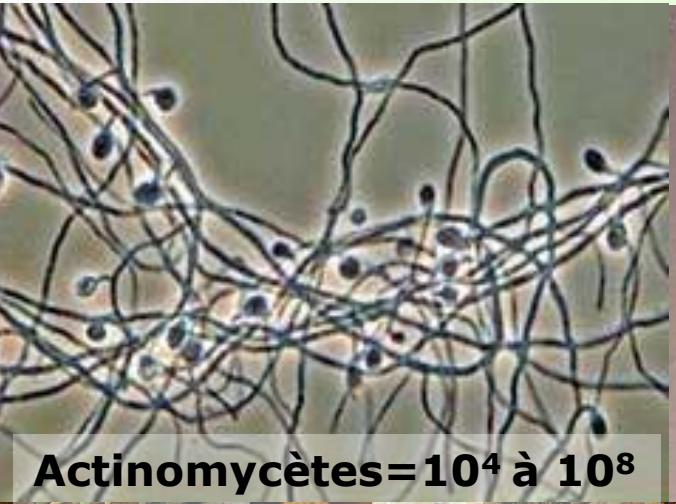


Bactéries = 10^6 à 10^9



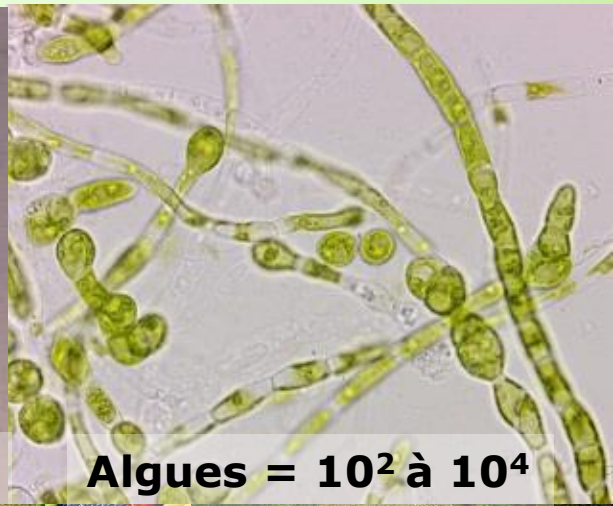
Champignon =10^4 à 10^6

Levures = 10^2 à 10^4



Actinomycètes=10^4 à 10^8

Protozoaires = 10^3 à 10^6



Algues = 10^2 à 10^4

Les champignons

Les basidiomycètes

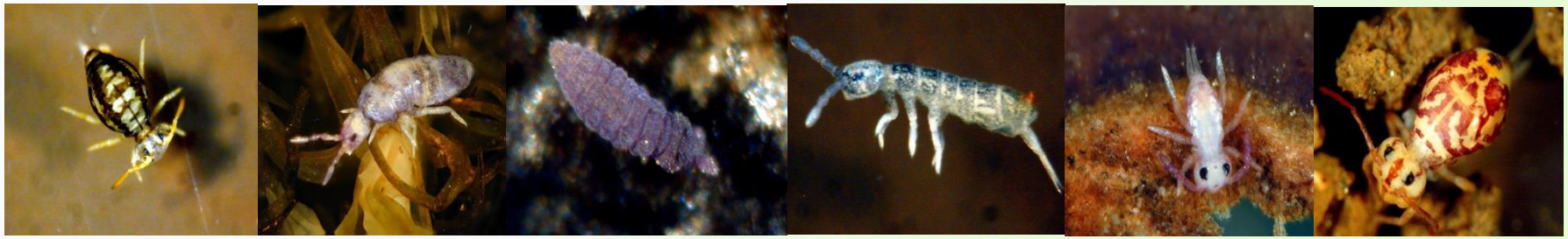
Principaux décomposeurs de lignine

Les mycorhizes

Hôtes symbiotiques indispensables aux plantes

LABORATOIRE ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SOLS

La biodiversité des sols



Collemboles

Acariens

Vers de terre et autres

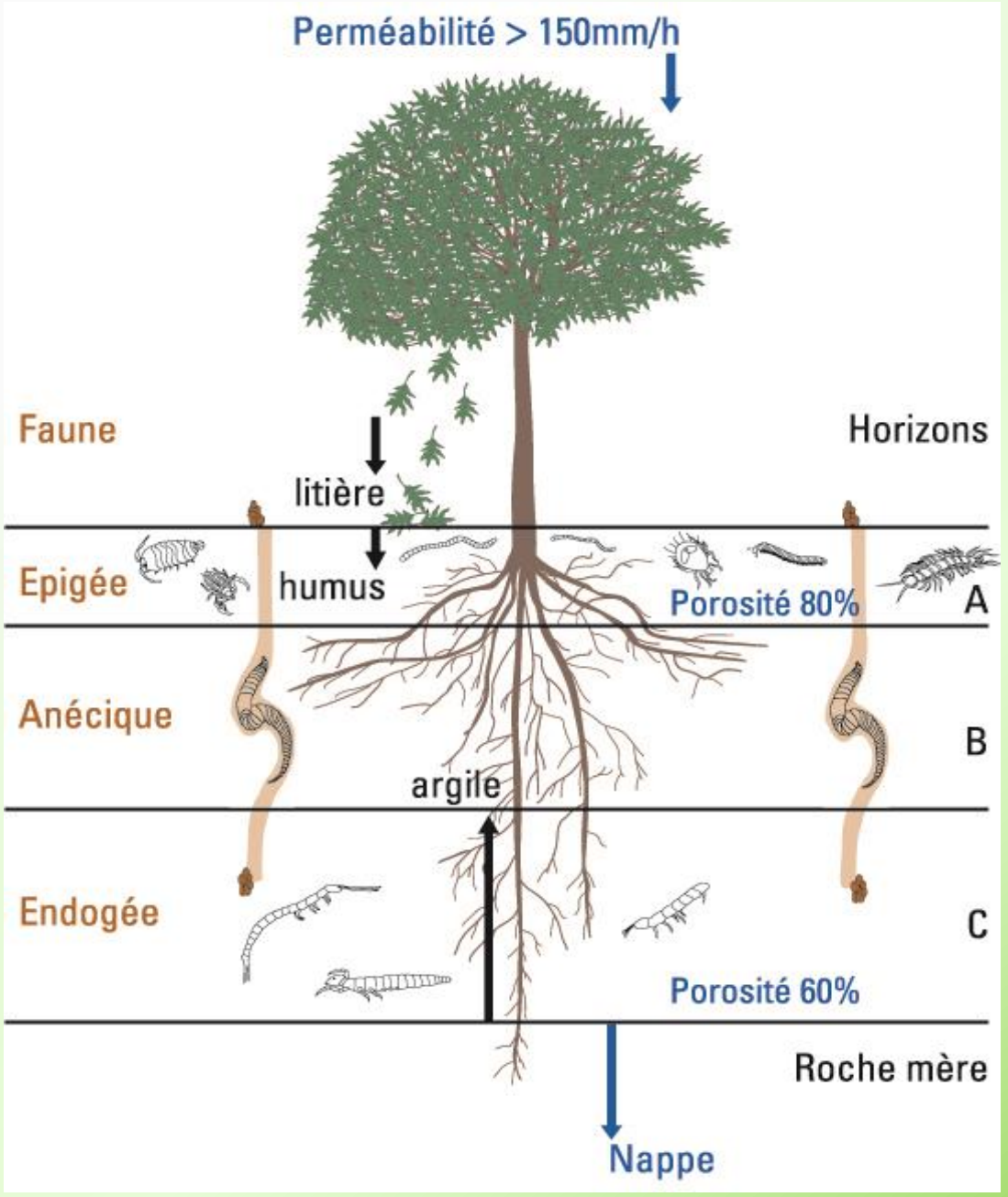
La biodiversité des sols

La faune du sol

- **C'est grace à elle que le complexe argilo-humique va pouvoir se former.**
- **En particulier dans l'intestin des vers de terre.**
- **Elle permet l'aération du sol en le retournant et en creusant des galeries (macroporosité).**
- **Il existe 3 grands types de faunes: épigée, endogée et anécique.**

LABORATOIRE ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SOLS

La biodiversité des sols



Les boulettes fécales

Boulettes fécales d’enchytreïdes(x63)

Boulettes fécales d’enchytreïdes (x20)

Boulettes fécales d’acariens (x63)

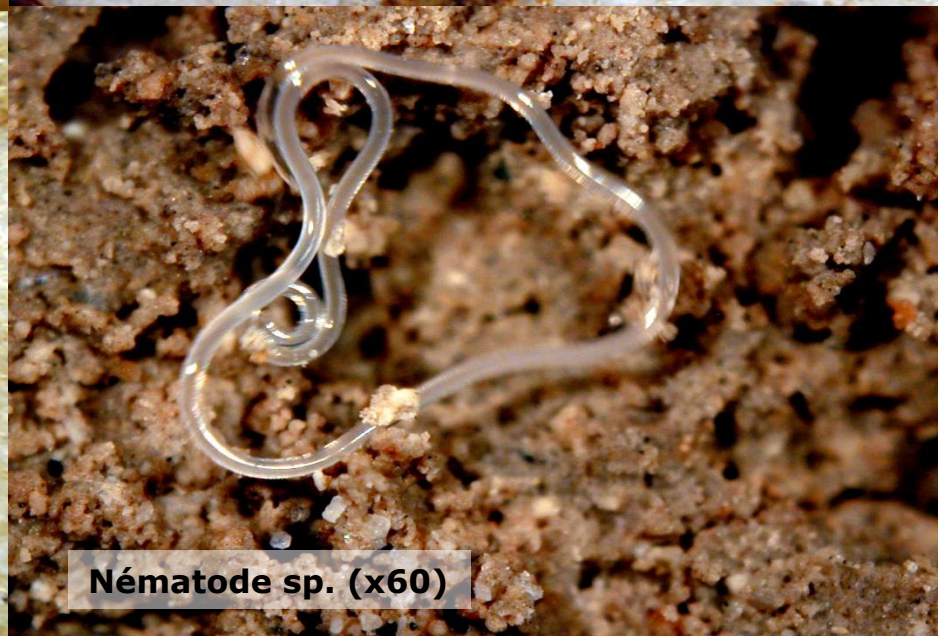
Boulettes fécales de vers épigé (x20)

Les vers épigés et les nématodes

Enchytréïde sp. (x30)

Allolobophora sp. (x10)

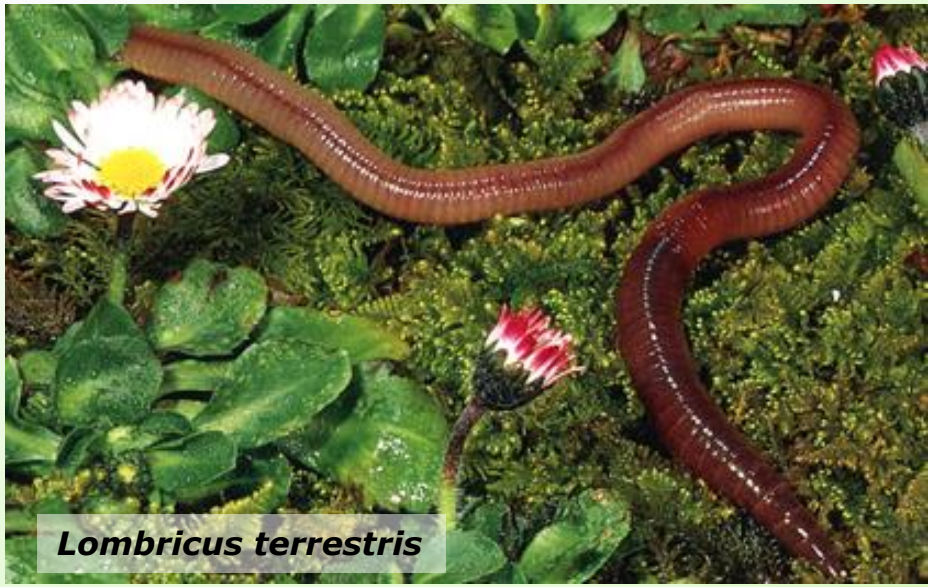
Eisenia foetida (x5)


Nématode sp. (x60)

LABORATOIRE ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SOLS

Faune anécique

Nicodrilus sp.

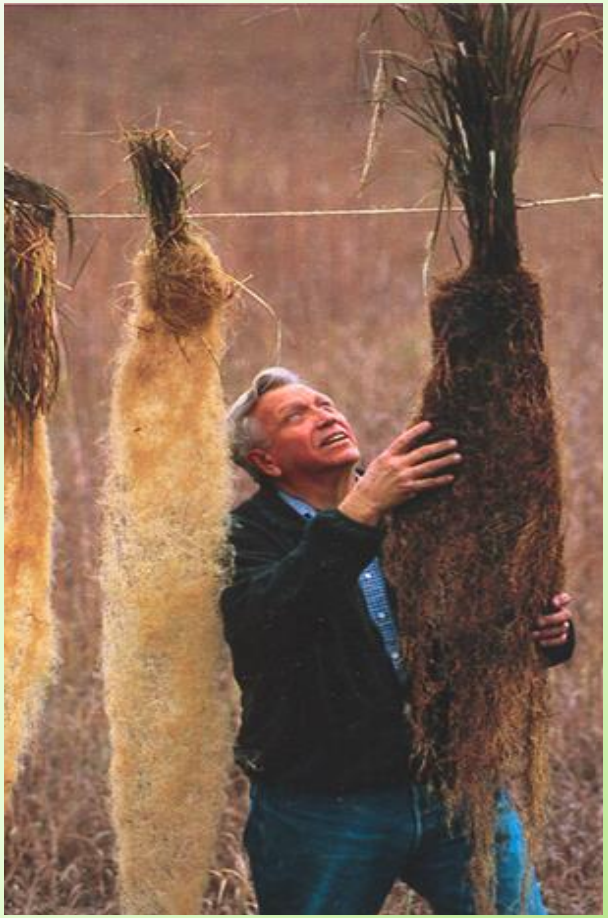


Lombricus terrestris

Earthworm cast

Cliché LAMS

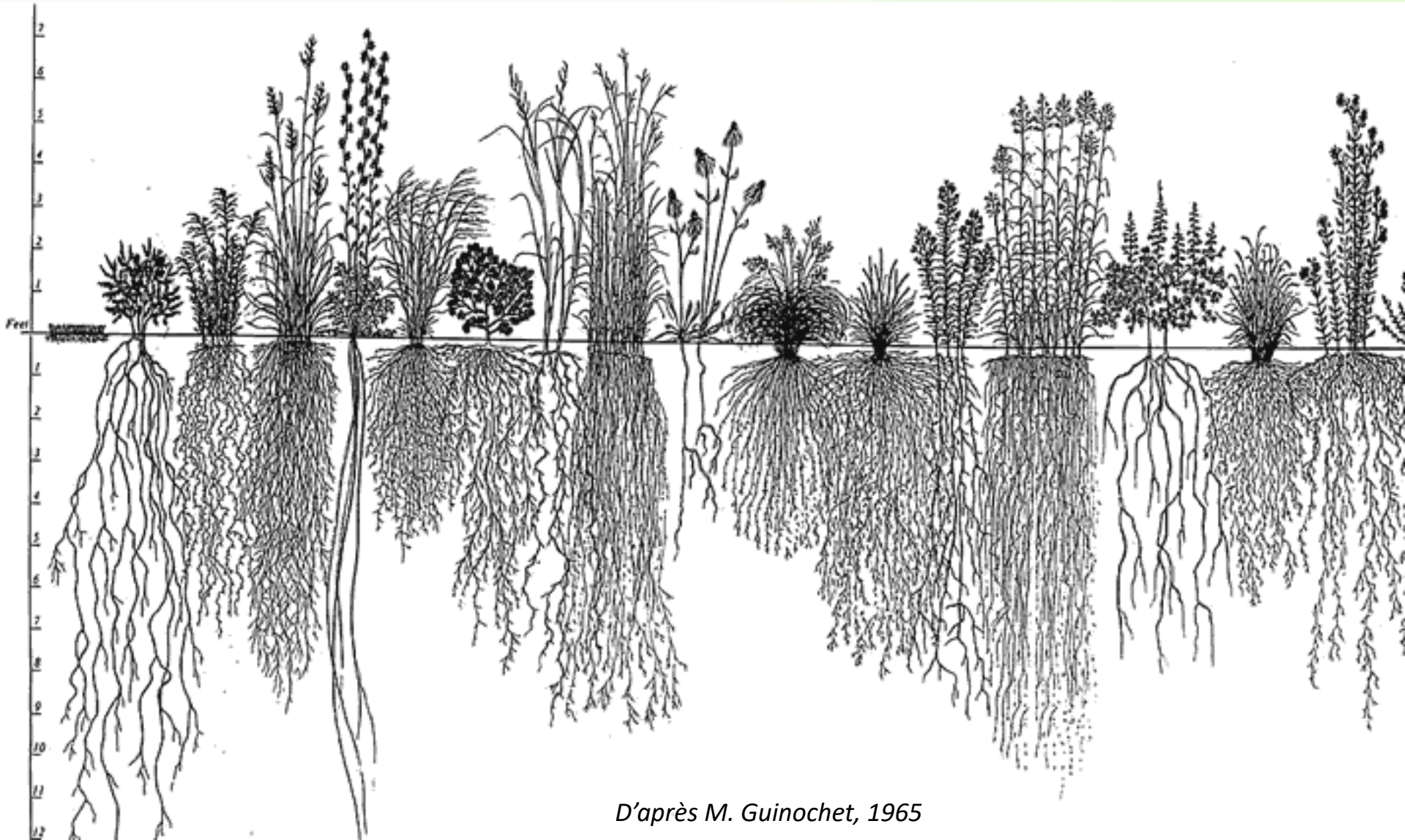
Les plantes



Développement du système racinaire de différentes céréales (John E. Weaver).

Orge = 1,6 m **Blé = 1,9m** **Maïs = 1,5m**

Le système racinaire



D'après M. Guinochet, 1965

Interactions sol-plantes-microbes

- **Il existe un endroit dans le sol où cette interaction est à son maximum:**

La rhizosphère

- **Il s'agit du sol sous l'influence directe de la racine (~5mm)**
- **C'est le « moteur » / « bioréacteur » du sol**
- **C'est le « Hot spot » de la biodiversité microbienne.**

Interactions sol-plantes-microbes

- **C'est dans la rhizosphère que la plante communique avec les micro-organismes, et inversement**
- **Dans cette interface, la plante peut stimuler les populations de microbes dont elles a besoin. Sécrétions de rhizodépots.**
- **La micro-faune s'y concentre d'où une porosité est maximale.**
- **L'air et l'eau y circulent librement et rapidement**

Les exsudats racinaires

Les petites molécules:

1. **Acides organiques:** malate et le citrate = mobilisation du phosphore (33% des exudats)
2. **Acides aminés:** source importante d'azote et de carbone (5% des exudats)pour les bactéries Grande diversité = fort pouvoir sélectif
3. **Sucres:** arabinose, glucose, fructose (60% des exudats)
4. **Flavonoïds:** activateurs de symbiose avec les mycorrhizes
5. **Phytoalexins**: protection contre les pathogènes (bactéries, champignons, nématodes)
6. **Régulateurs de croissances:** Les cytokinin influences les structures des communautés microbiennes du sol