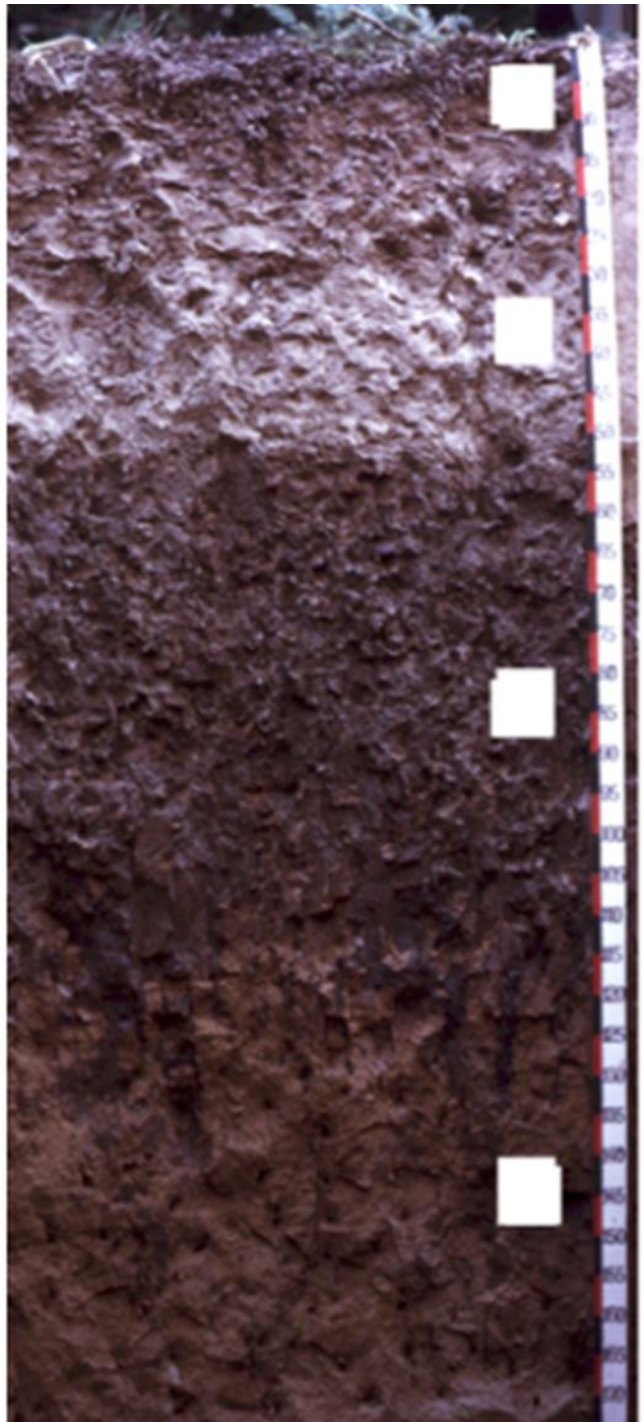
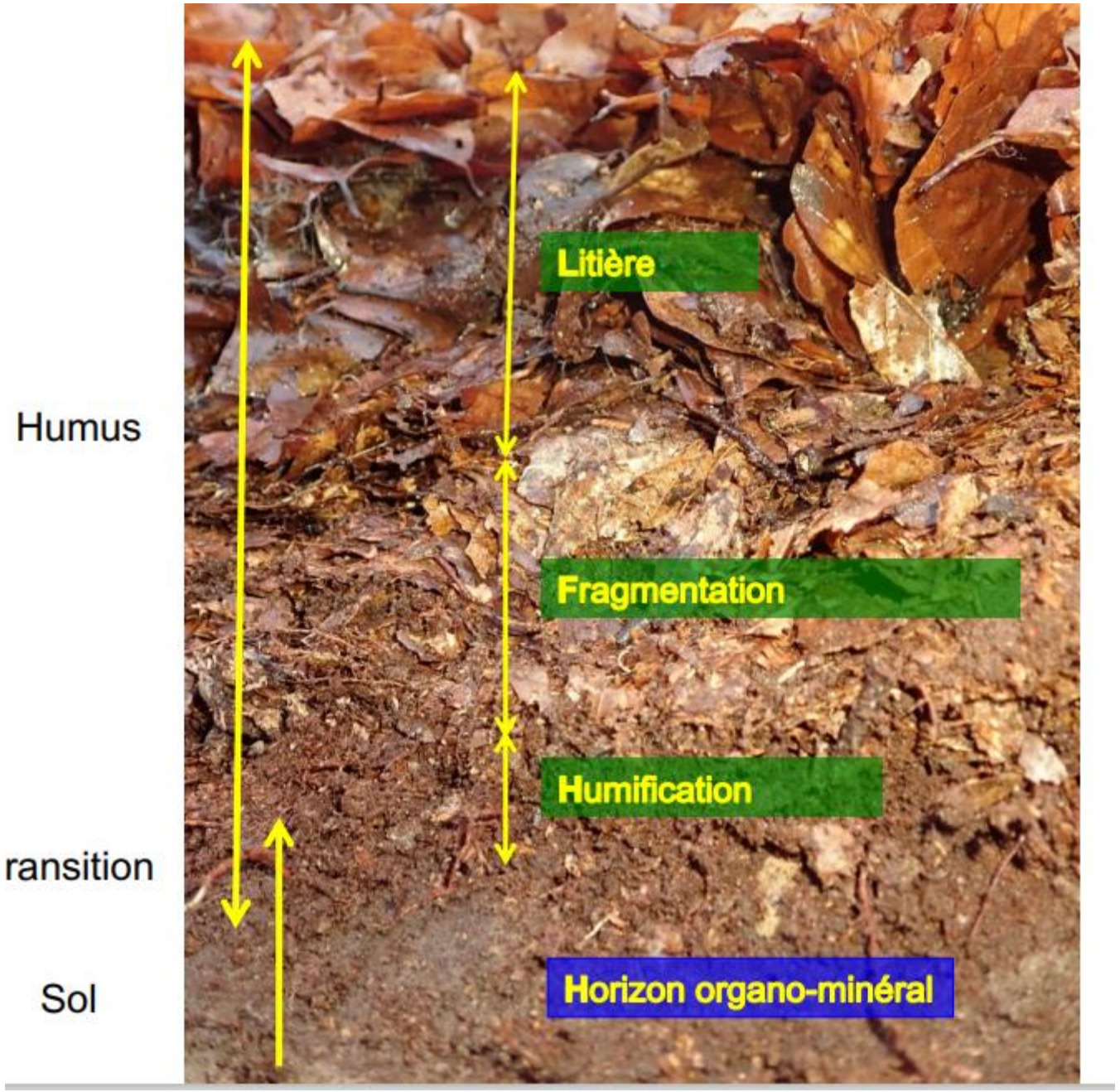
BG B1 Le sol

Constituants minéraux et organiques




Humus
ransition
Sol
Litière
Fragmentation
Humification
Horizon organo-minéral

CONSTITUANTS SOLIDES		CONSTITUANTS LIQUIDES	CONSTITUANTS GAZEUX
Constituants minéraux	**Constituants organiques**	**= Solution du sol**	**= air du sol**
Terre fine du sol : Argiles, limons fins, limons grossiers, sable fins, sables grossiers	**Matière organique fraîche :** ➢ contituants des tissus végétaux cellulose, hémicellulose, tanins,.. ➢ déjections animales et animaux morts	**Eau du sol** **Eléments solubles dissous :** ➢ substances organiques (acides organiques, sucres,…) ➢ ions dans l'eau du sol : Ca^{++}, Mg^{++}, K^{+}, Na^{+}, NO^{-}, PO_4^{3-} ,…	**Constituants de l'air :** O_2, N_2, CO_2 **Gaz issus de l'activité des animaux du sols et des processus de décomposition :** CO_2, H_2, CH_4,…
Eléments grossiers : Graviers, Cailloux, Pierres, Blocs	**Matières humiques :** matières organiques transformées		

Dans un gramme de sol forestier tempéré (sec)…

10^5 – 10^7 bactéries (de 10^3 à 10^5 espèces)

10^3 – 10^5 espèces de champignons

10^3 protozoaires d'espèces variées

des algues en surface…

… des animaux et des racines,
soit 6,4 t/ha de biomasse,

… et env. 50% du carbone (mort
ou vif) des écosystèmes terrestres !

Enchytréides

La diversité des collemboles

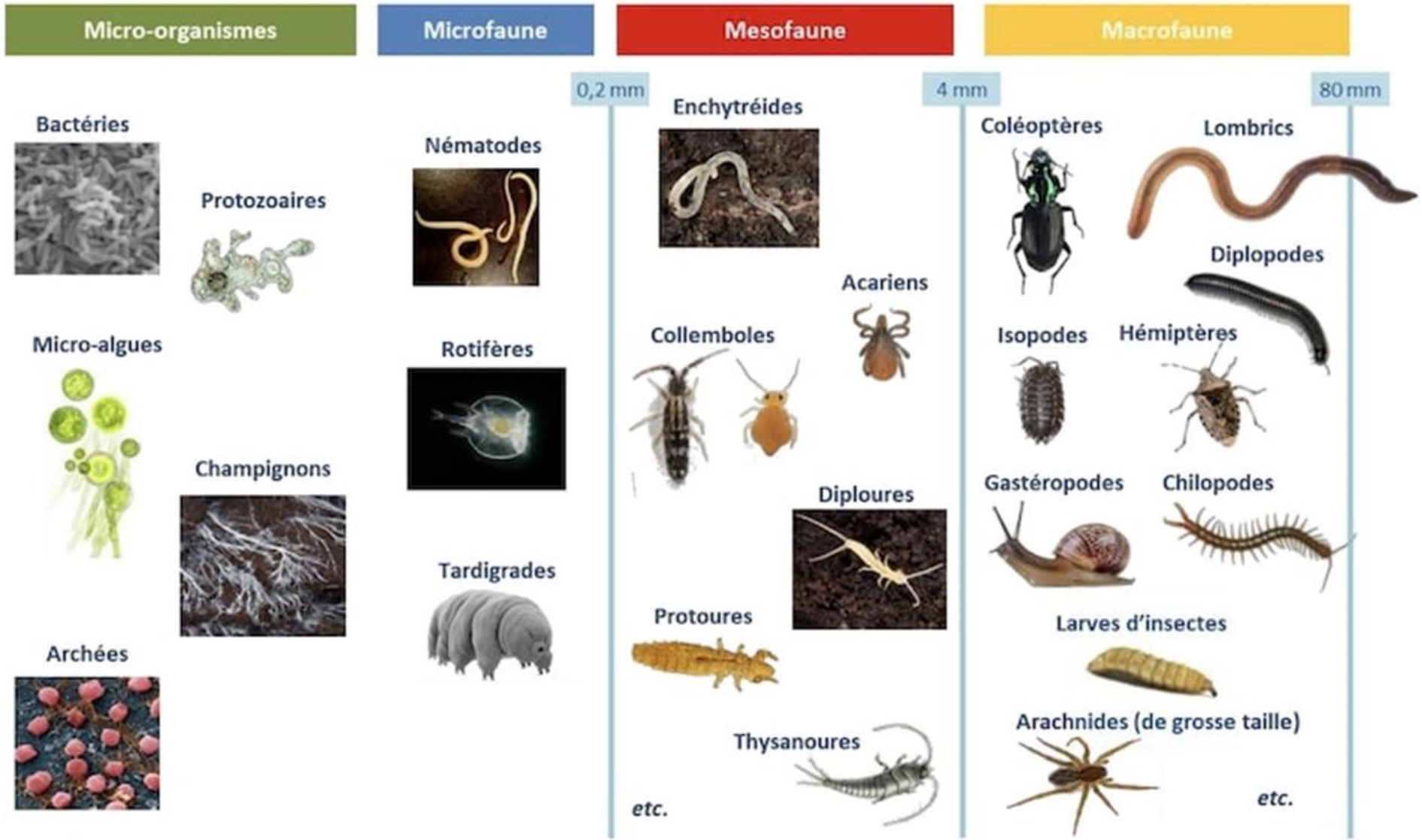
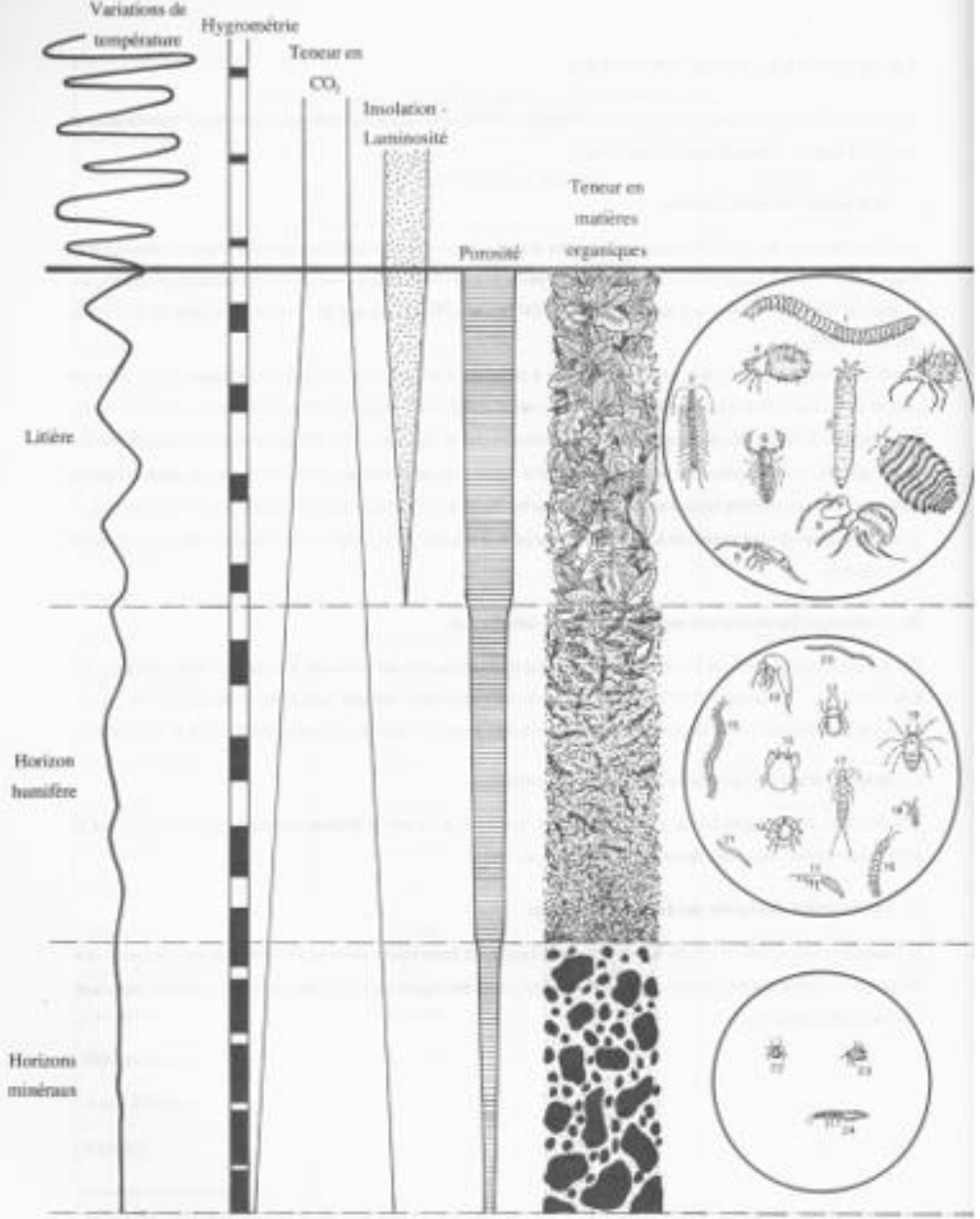


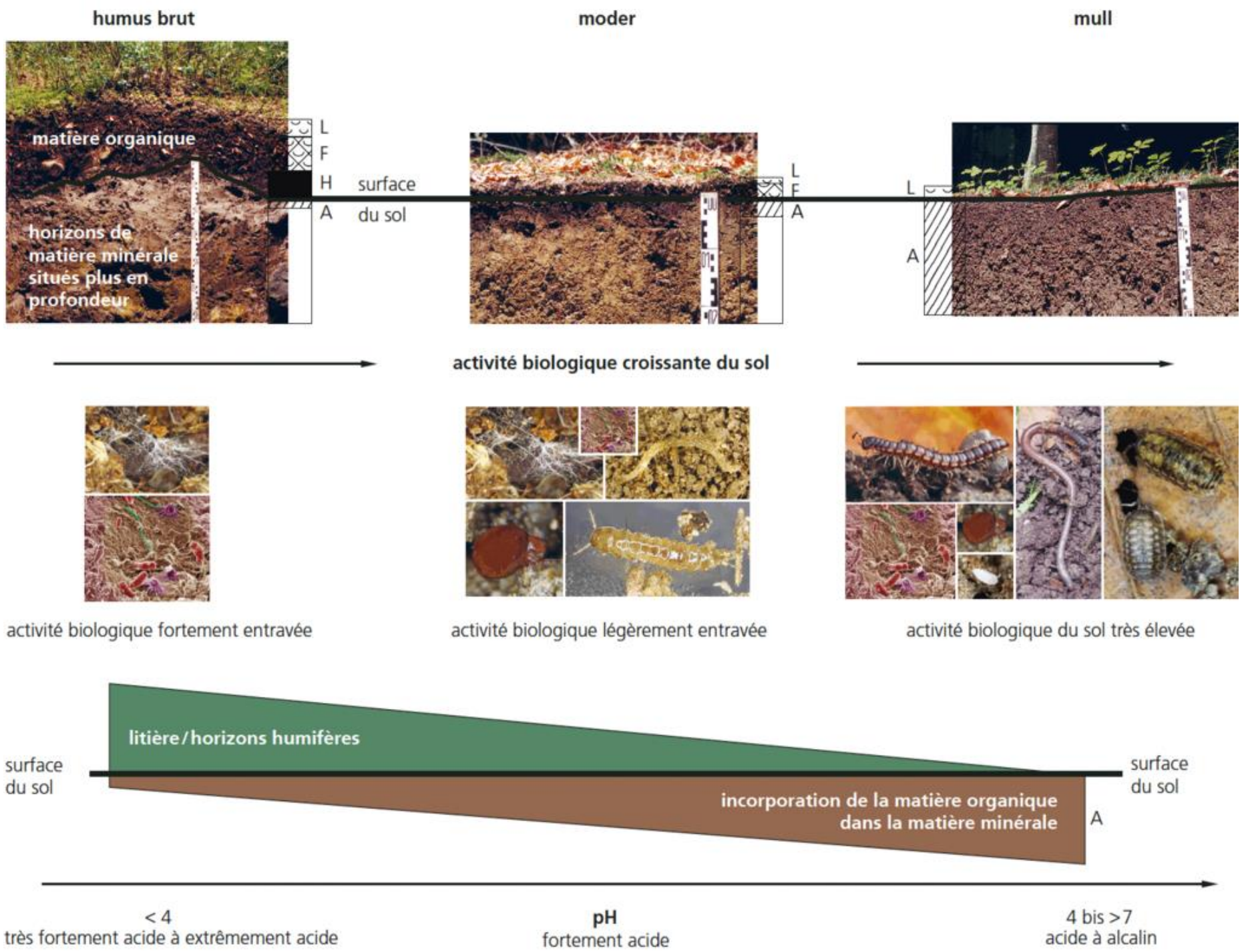
Schéma des différents groupes de la biodiversité du sol classés par taille. [Source : © Quentin Vincent – Étude des paramètres abiotiques, biotiques et fonctionnels, et de leurs interactions dans des sols délaissés. Thèse de doctorat

Méthode du barcoding pour l'identification de la biodiversité

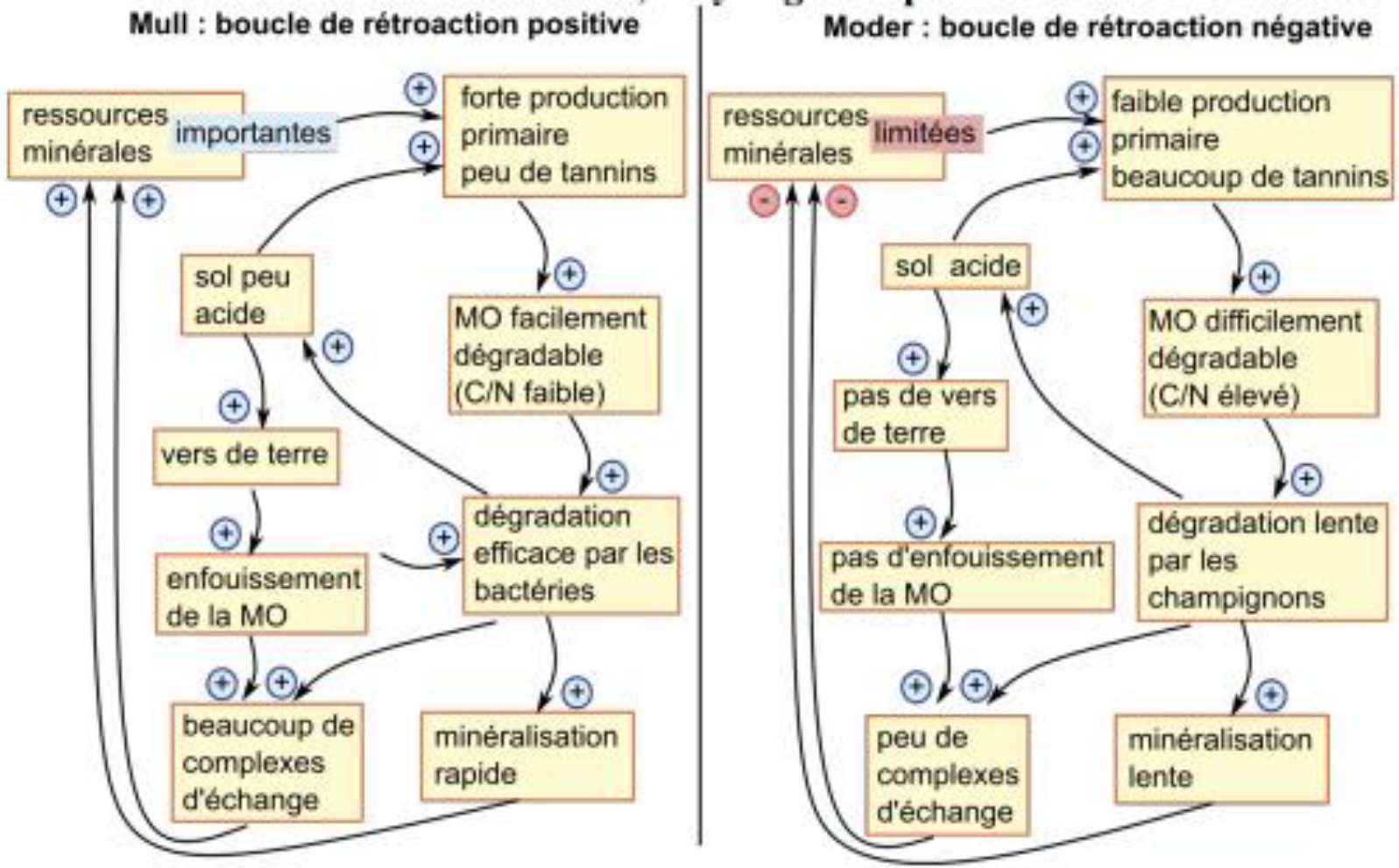


Facteurs abiotiques du sol et distribution de la pédofaune (d'après Coineau).

1. Iule ; 2. Lithobie ; 3. Larve de Tipule ; 4. et 5. Acariens Oribates ; 6. Pseudoscorpion ; 7. Cloporte ; 8. et 9. Collemboles ; 10. et 11. Collemboles ; 12. et 13. Acariens Oribates ; 14. Acarien Uropode ; 15. Géophile ; 16. Symphyle ; 17. Campodé ; 18. Protoure ; 19. Opilion ; 20. Enchytraeide ; 21. Nématode ; 22. et 23. Acariens ;

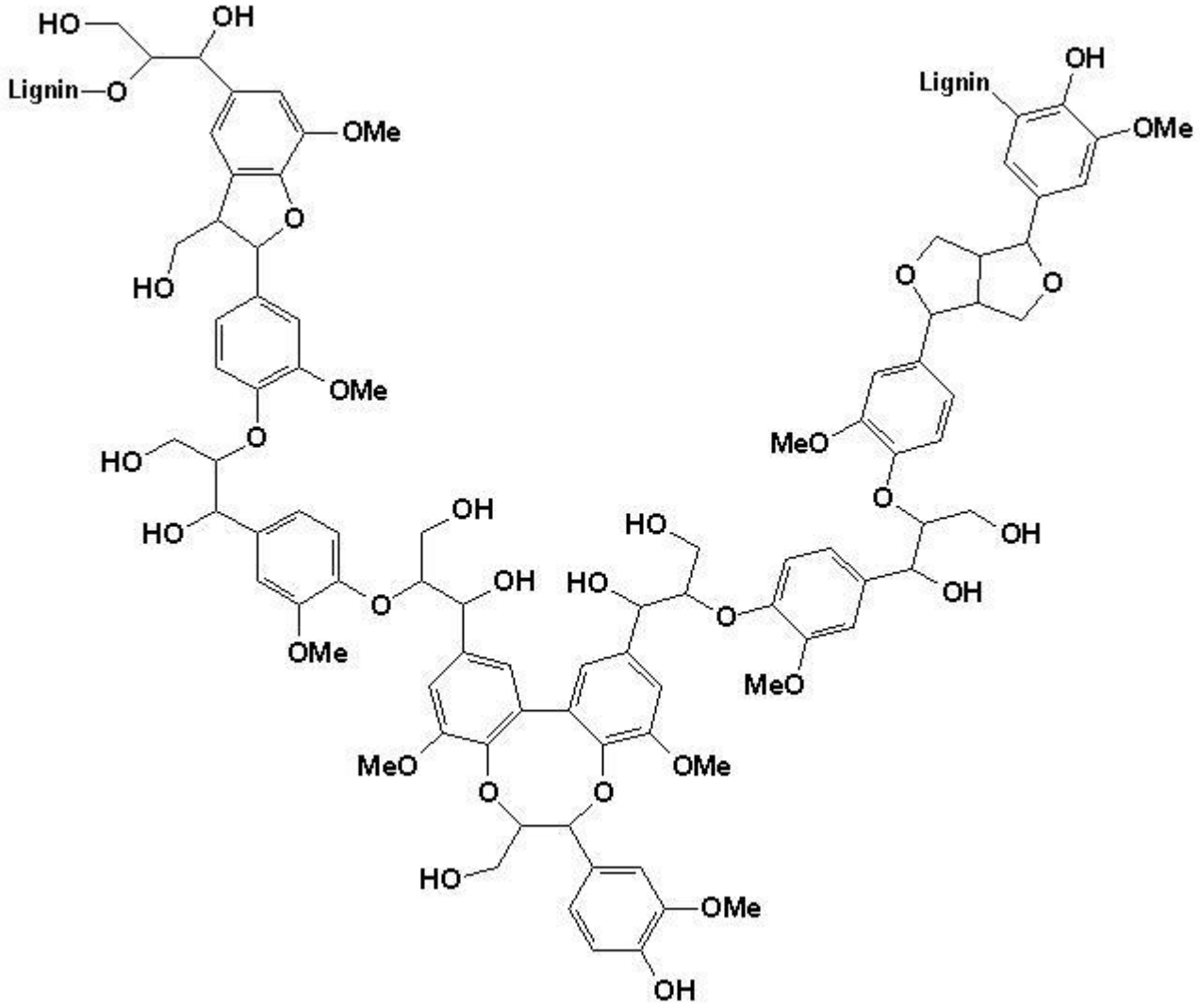

humus brut
moder
mull
matière organique
horizons de matière minérale situés plus en profondeur
L
F
H
A
surface du sol
activité biologique croissante du sol
activité biologique fortement entravée
activité biologique légèrement entravée
activité biologique du sol très élevée
litière / horizons humifères
incorporation de la matière organique dans la matière minérale
surface du sol
surface du sol
< 4
très fortement acide à extrêmement acide
pH
fortement acide
4 bis > 7
acide à alcalin

	Moder	Mull
	C/N fort	C/N faible
	pH 4-5	pH 6-7
Teneur en complexes argilo humiques	- →	+
Densité des champignons	+ ←	-
Acarien, Collemboles	+ ←	-
Densité des Bactéries	- →	+
Vers de terre, Isopodes	- →	+
Diversité taxonomique	- →	+



Des systèmes de rétroaction dans les sols (source Perrier, J'intègre ed DUNOD 2022)

Structure d'une lignine



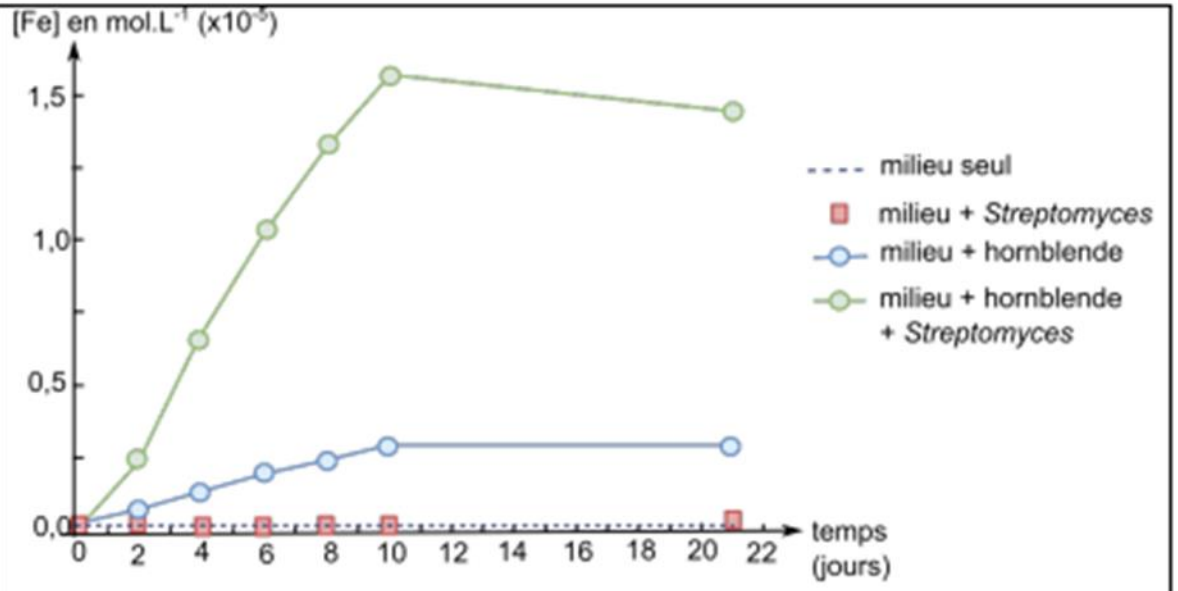
Ligninolyse par les Eumycètes : pourriture blanche

http://www.mycologie.net/nutritiondeschampignons.html

Cellulolyse= pourriture brune

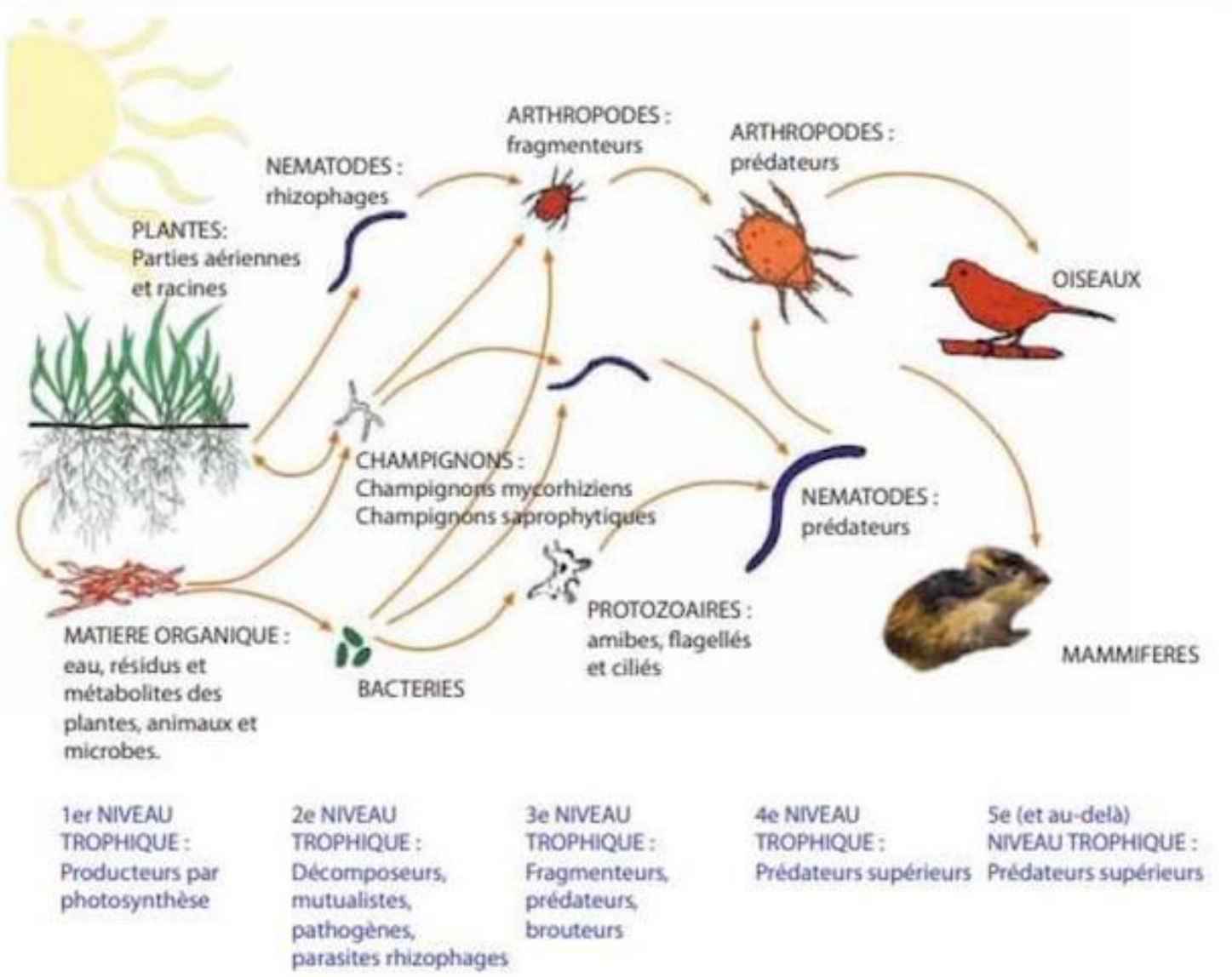
La hornblende est un minéral que l'on retrouve couramment dans les sols sur substrat silicaté. Ce minéral peut être une source de métal (Fe, Zn, Mn, …) pour les bactéries du sol. On met ici en culture des bactéries du sol du genre *Streptomyces* dans un milieu contenant de la hornblende (*d'après Liermann & al, 2000*). Après plusieurs jours, on constate que des bactéries adhèrent solidement à la surface du minéral. On mesure, pendant 21 jours, la concentration en fer dans 4 conditions :

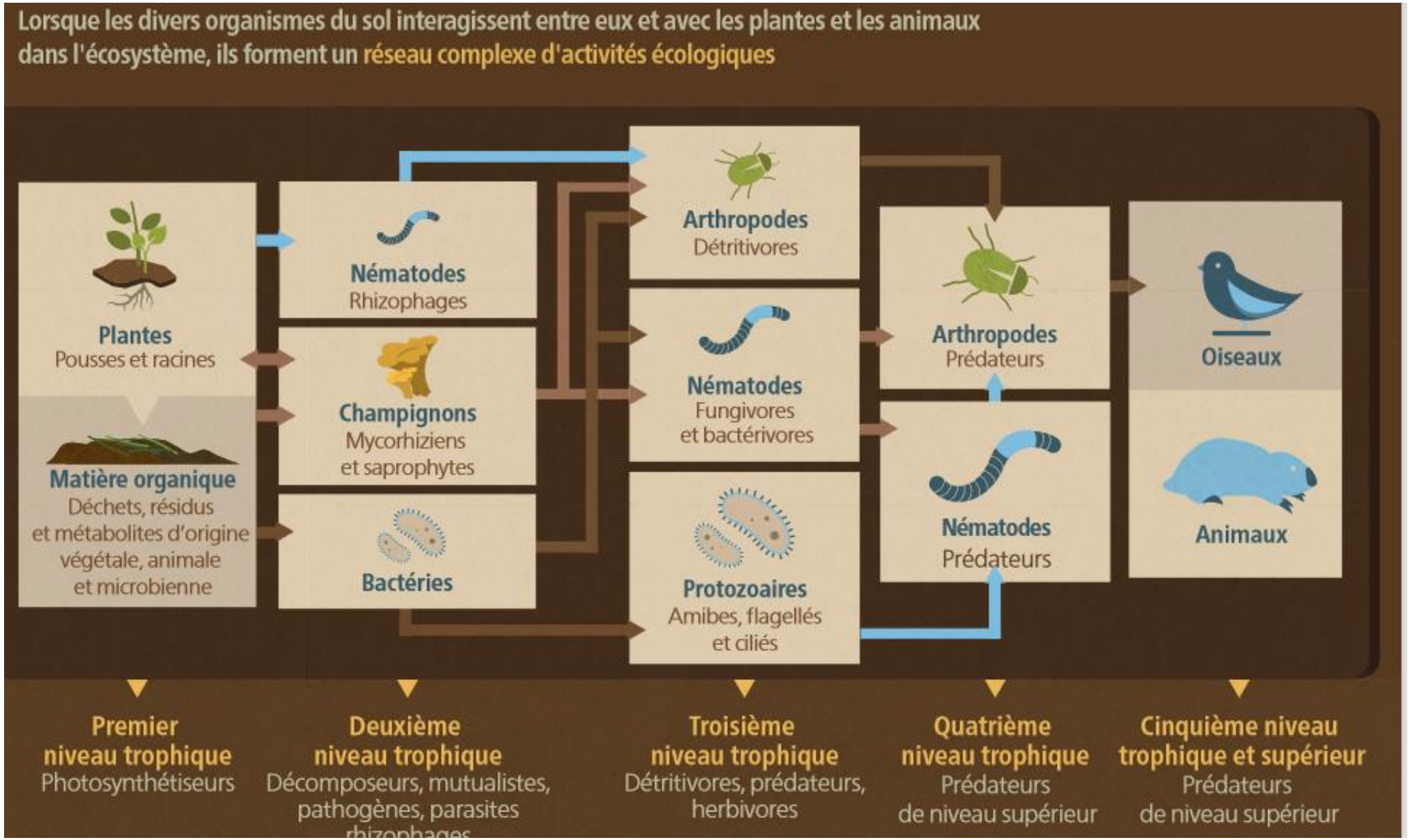
- un milieu de culture seul,
- un milieu de culture avec *Streptomyces* seul,
- un milieu de culture avec hornblende seul,
- un milieu de culture avec hornblende et *Streptomyces*.

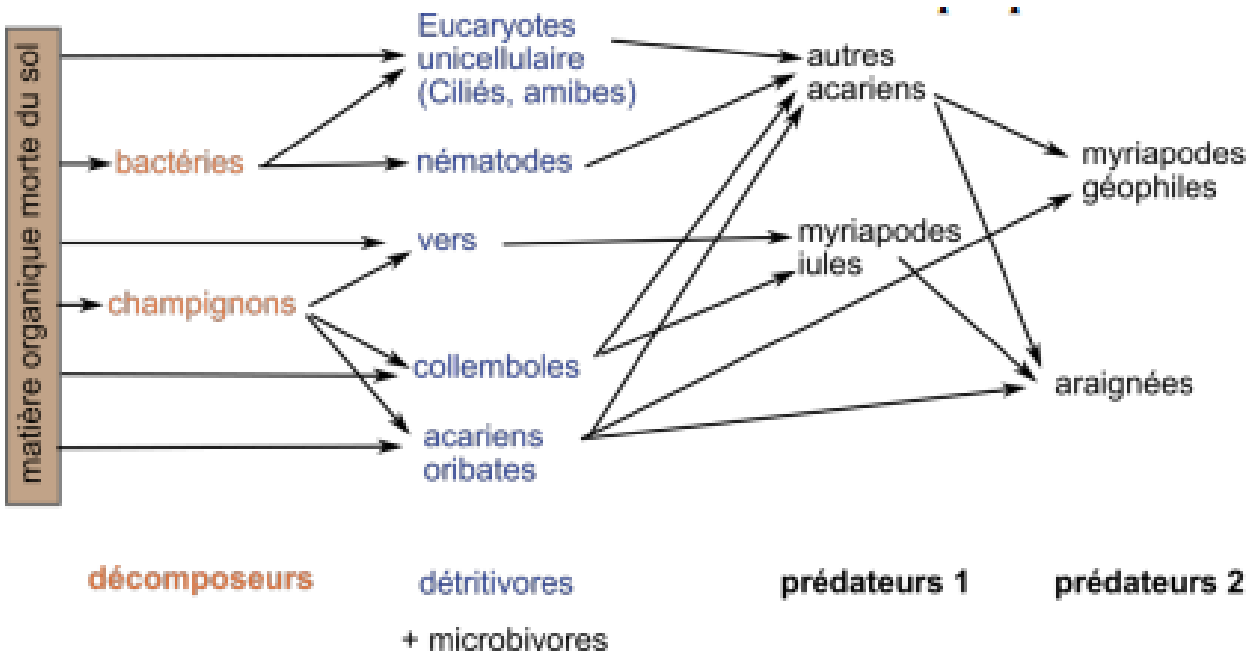


a) **Expliquer** l'intérêt des différentes conditions testées ici et **préciser** l'objectif de l'expérience.
b) **Quantifier** la libération de Fe dans chacune des 4 conditions, puis **interpréter** ces résultats.
c) **Proposer** une hypothèse pour expliquer l'effet de *Streptomyces* sur la hornblende.

Rôles des êtres vivants dans l'altération de la roche mère


ARTHROPODES :
fragmenteurs
ARTHROPODES :
prédateurs
NEMATODES :
rhizophages
PLANTES:
Parties aériennes
et racines
OISEAUX
CHAMPIGNONS :
Champignons mycorhiziens
Champignons saprophytiques
NEMATODES :
prédateurs
PROTOZOAIRES :
amibes, flagellés
et ciliés
MATIERE ORGANIQUE :
eau, résidus et
métabolites des
plantes, animaux et
microbes.
BACTERIES
MAMMIFERES
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


Lorsque les divers organismes du sol interagissent entre eux et avec les plantes et les animaux dans l'écosystème, ils forment un réseau complexe d'activités écologiques
Plantes
Pousses et racines
Matière organique
Déchets, résidus et métabolites d'origine végétale, animale et microbienne
Nématodes
Rhizophages
Champignons
Mycorhiziens et saprophytes
Bactéries
Arthropodes
Détritivores
Nématodes
Fungivores et bactérivores
Protozoaires
Amibes, flagellés et ciliés
Arthropodes
Prédateurs
Nématodes
Prédateurs
Oiseaux
Animaux
Premier niveau trophique
Photosynthétiseurs
Deuxième niveau trophique
Décomposeurs, mutualistes, pathogènes, parasites rhizophages
Troisième niveau trophique
Détritivores, prédateurs, herbivores
Quatrième niveau trophique
Prédateurs de niveau supérieur
Cinquième niveau trophique et supérieur
Prédateurs de niveau supérieur

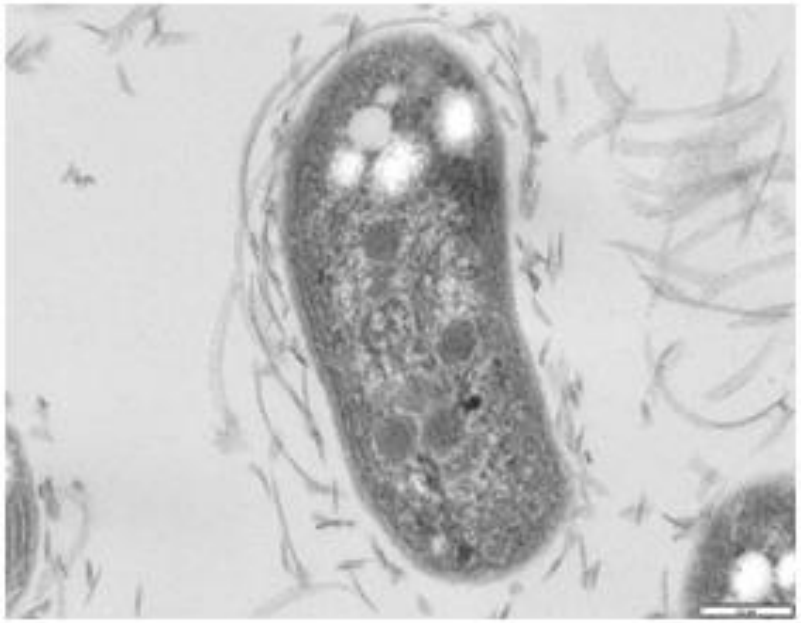


Réseau trophique du sol à partir des données du TP BG 1

Charançon du Trèfle (Sitona hispidulus) taille 4 mm
Insecte rhizophage

		Source d'électrons	
		minérale	organique
Source d'énergie	lumineuse	**Photolithotrophe** bactéries photosynthétiques, algues, plantes	
	chimique	**Chimiolithotrophe** bactéries nitrifiantes, archées	**Chimioorganotrophe** animaux, champignons (= mycètes), certaines bactéries

Différents types trophiques selon les sources d'énergie et d'électrons utilisées.

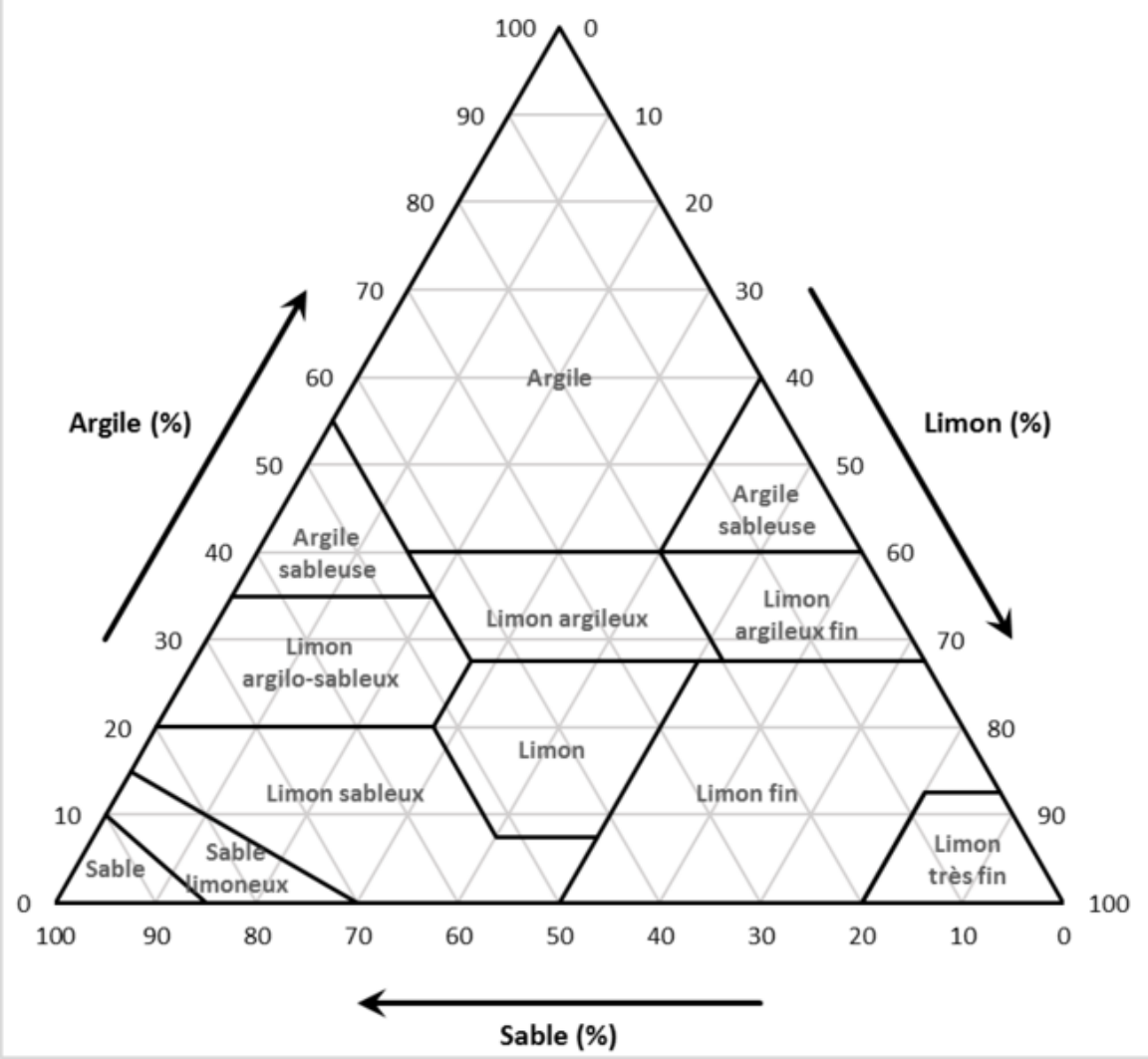


Nitrobacter (MET)
(W.J. Hickey, University of Wisconsin-Madison, 2006)

$$NO_2^- + 1/_2\, O_2 \longrightarrow NO_3^- \quad \Delta G^{0\prime} = -\,73 \text{ kj. mol}^{-1}$$

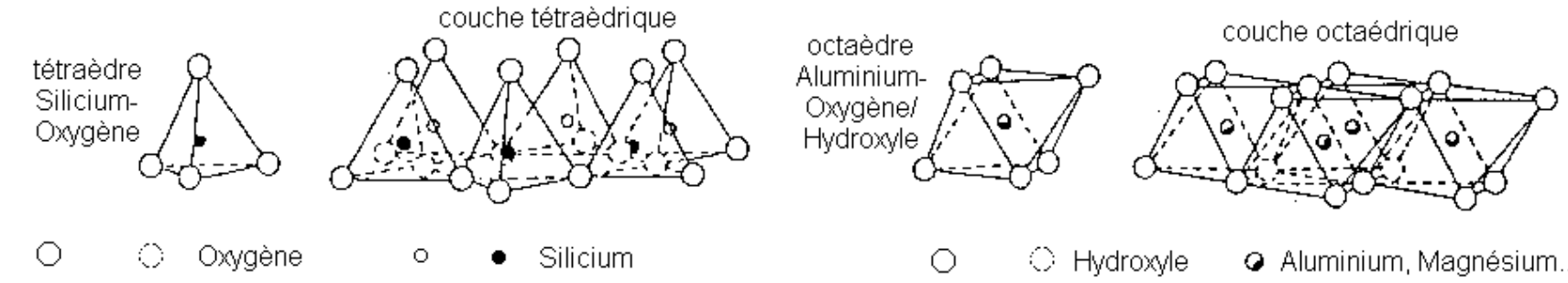
Réaction de nitratation

Triangle des textures

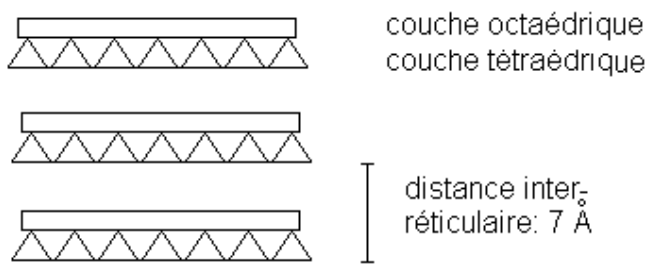


TERRE FINE	ARGILE	particules de moins de 2µm
	LIMONS FINS	2 à 20 µm
	LIMONS GROSSIERS	20 à 50 µm
	SABLES FINS	50 µm à 200µm
	SABLES GROSSIERS	200µm à 2mm
ELEMENTS GROSSIERS	GRAVIERS	2 à 20 mm
	CAILLOUX	2 à 7,5 cm
	PIERRES	7,5 à 20 cm
	BLOCS	>20 cm

Granulométrie des particules de sol

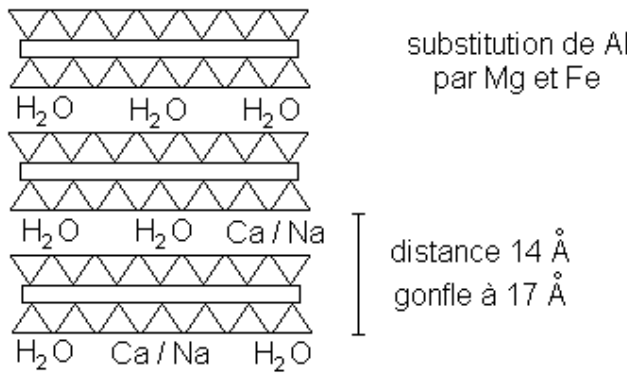


KAOLINITE $Al_2O_3, 2\,SiO_2, 2\,H_2O$

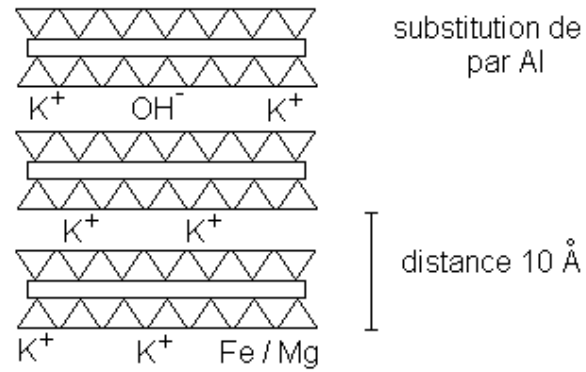


SMECTITES $2\,Al_2O_3, 8\,SiO_2, 2\,H_2O, n\,H_2O$

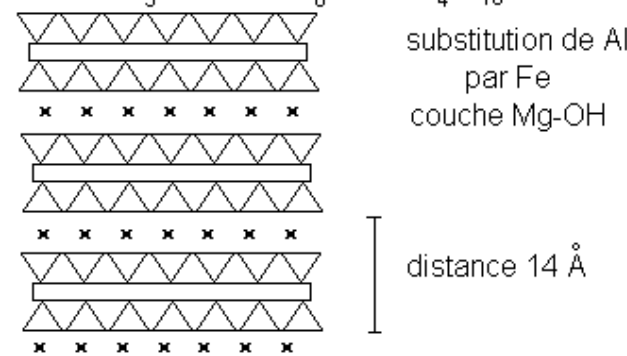
(Montmorillonite) $(Mg, Ca)\,O, Al_2O_3, 5\,SiO_2, n\,H_2O$



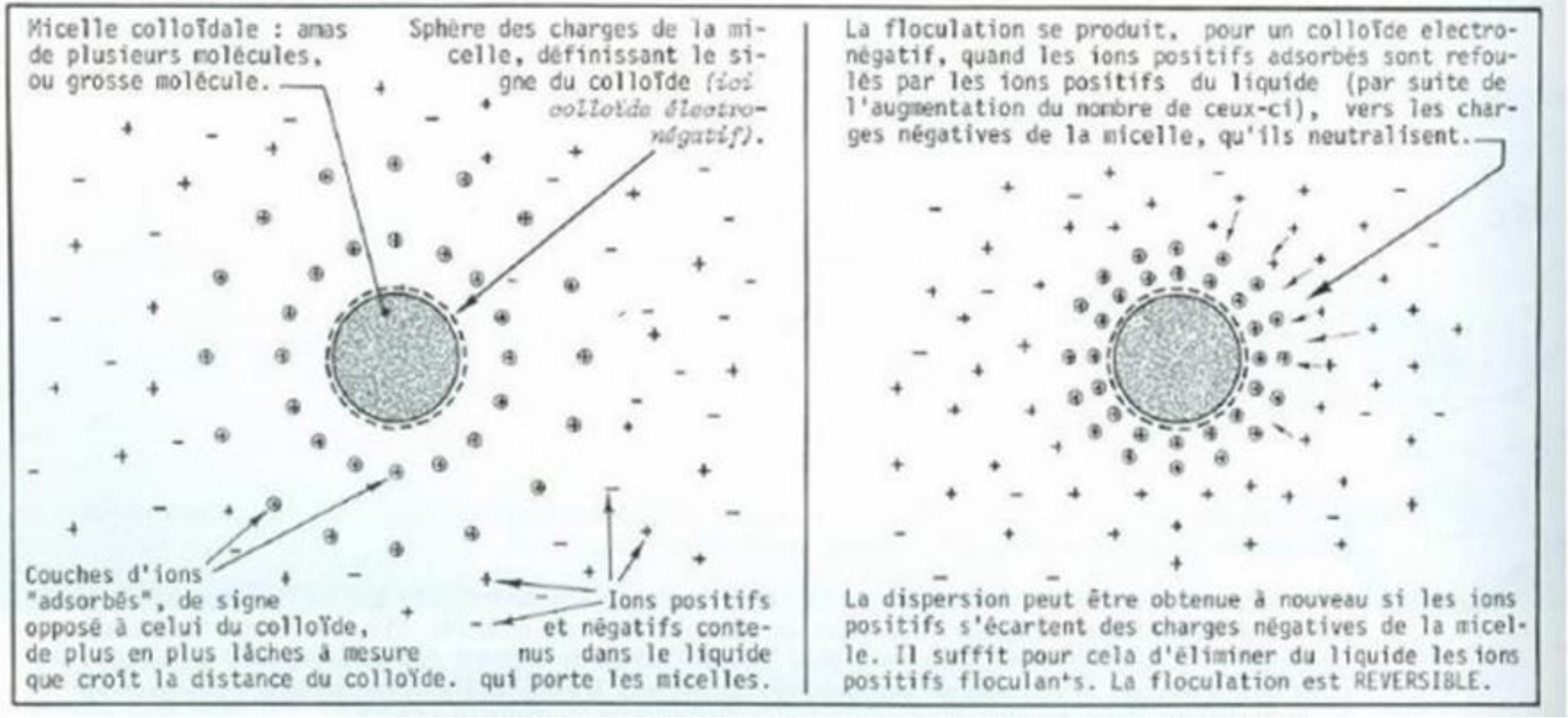
ILLITE $K\,Al_2(OH)_2, (Al\,Si_3(O, OH)_{10})$



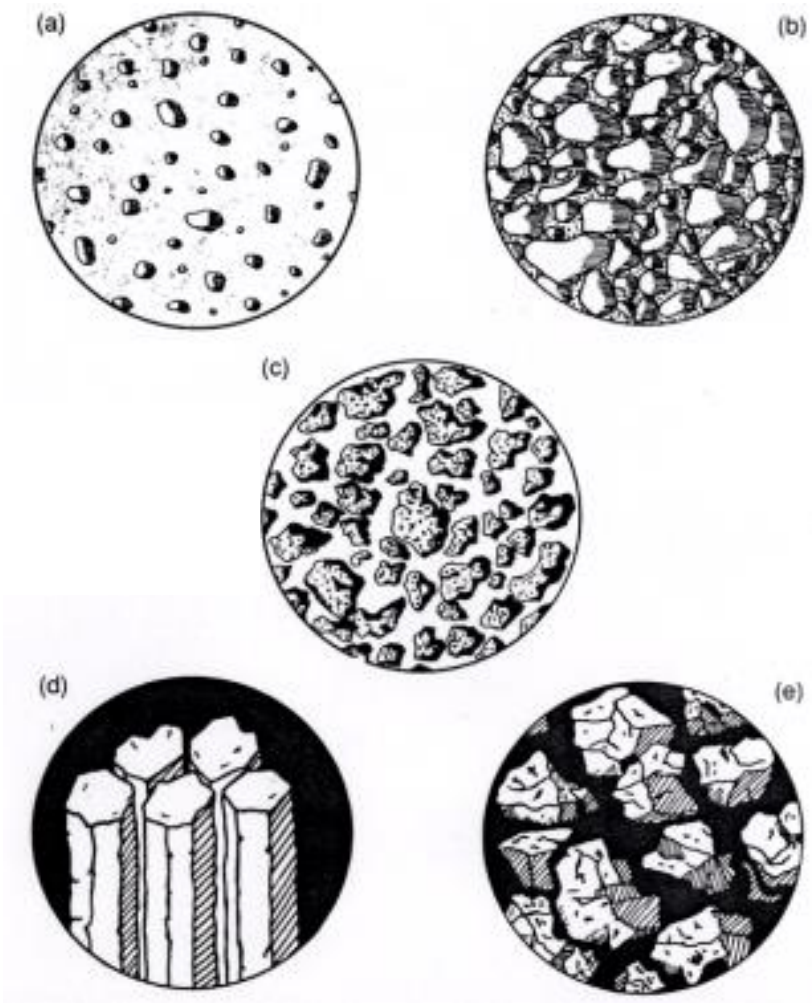
CHLORITE $Mg_5(Al, Fe)\,(OH_8)\,(Al, Si)_4\,O_{10}$



https://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/argiles.



Le principe de la floculation



Diversité des structures:
a massive
b particulaire
c grumeleuse
d prismatique
e polyédrique

Gobat et al., 1998 D'après Soltner 1995

Porosité moyenne

Porosité élevée
Forte agrégation

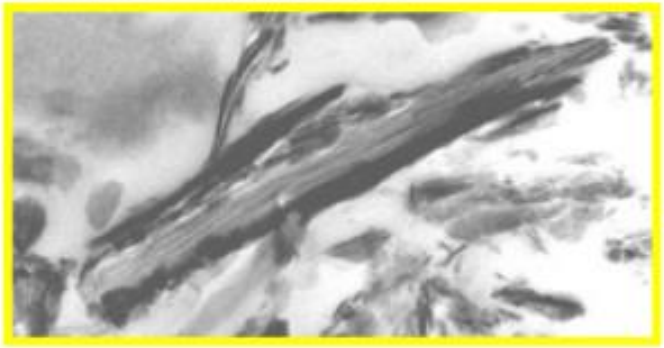
L'humus est associé aux minéraux (« complexe argilo-humique »)

Fraction < 2 µm d'un sol séparée sans destruction de la matière organique

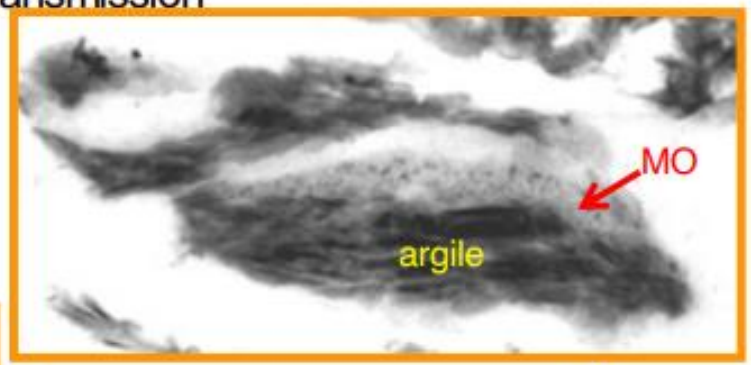
Ex. sol limoneux cultivé, 0-30 cm, 1% C. Microscopie électronique à transmission

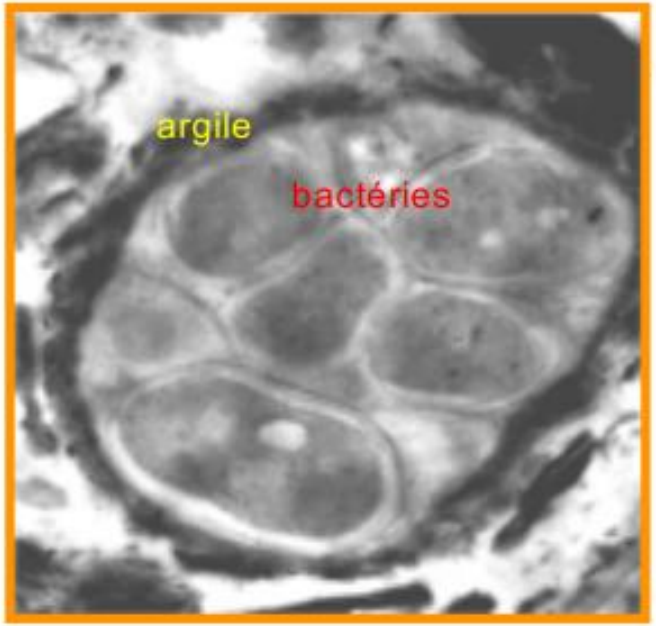
1 µm

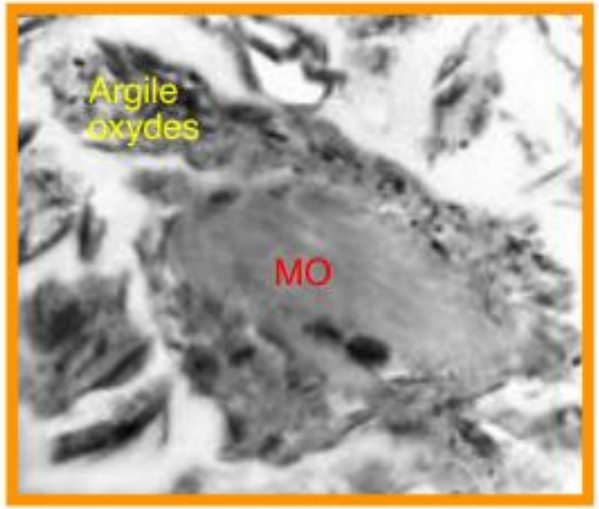
Particules minérales



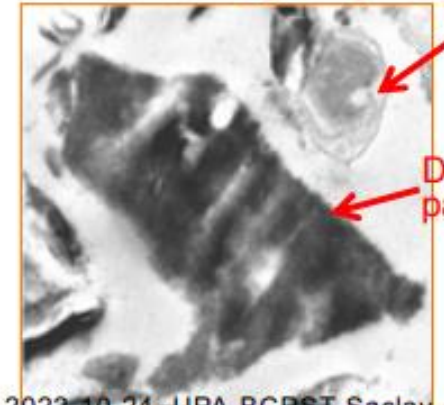
Associations organo-minérales







Particules organiques



Chenu, 2001, C.R. Acad Agric Fr