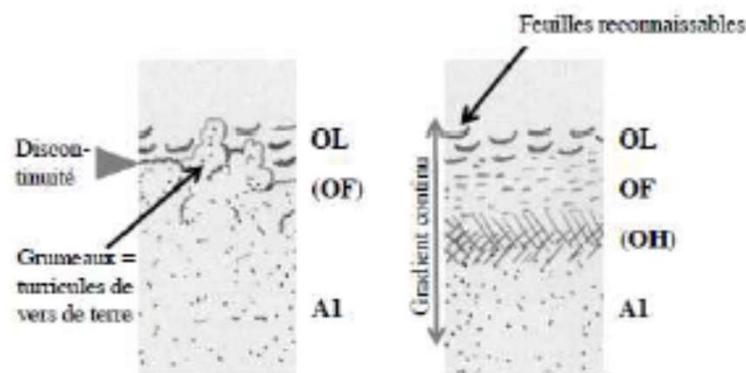


TP Sol n°2

Rappel TP Sol 1 : sol à l'interface lithosphère, atmosphère, biosphère
Deux types d'humus à connaître



Document 7 : comparaison Mull / Modder



OL : litière, couche de feuilles ou d'aiguilles mortes, encore reconnaissables. Cette couche de feuilles peut être divisée en deux parties suivant la vitesse de décomposition : OLn : feuilles de l'année encore entières ; OLv : feuilles vieillies, blanchies par un début de décomposition et commençant à être fragmentées.

OF : Couche de fragmentation dans laquelle les débris ne sont plus reconnaissables.
OH : Couche humifiée, absence de toute structure végétale reconnaissable à l'œil.

1°) les êtres vivant du sol.

Classement / taille :



Localisation



Classement plus simple :

Tableau 1.1 : Le biota du sol peut être divisé en trois groupes.

Plus petit

→ Plus grand

Microfaune/flore

Gamme de tailles 1-100µm

Bactéries
100 milliards de cellules pour 10000 espèces

Champignons
50 Km d'hyphes pour des centaines d'espèces

Protozoaires
100 000 cellules pour des centaines d'espèces

Nématodes
10000 individus pour des centaines d'espèces

Mésafaune

Gamme de tailles 100µm à 2 mm

Tardigrades

Collemboles

Acariens

Regroupent des milliers d'individus pour des centaines d'espèces

Macro/Megafaune

Gamme de tailles >2mm

Vers de terres

Fourmis

Cloportes

Millepattes

Amphibiens et Reptiles

Mammifères

Oiseaux

Regroupent des centaines d'individus pour des dizaines d'espèces

1 mm

Une amibe



Un cheveu humain



100 µm

10 µm



Des cellules bactériennes



Une hyphé fongique



Un nématode

Fig. 1.3 : Un schéma montrent, à l'échelle (grossissement d'environ 80), la moyenne relative des tailles de différents microorganismes du sol comparé à l'épaisseur d'un cheveu humain moyen. (R.C.)

Microorganismes

- Champignons

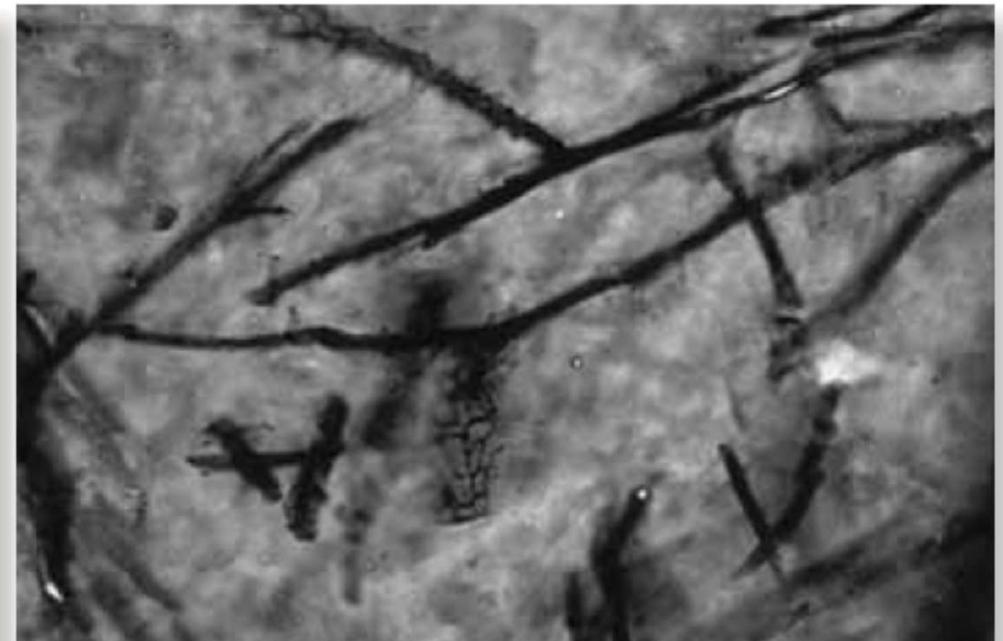
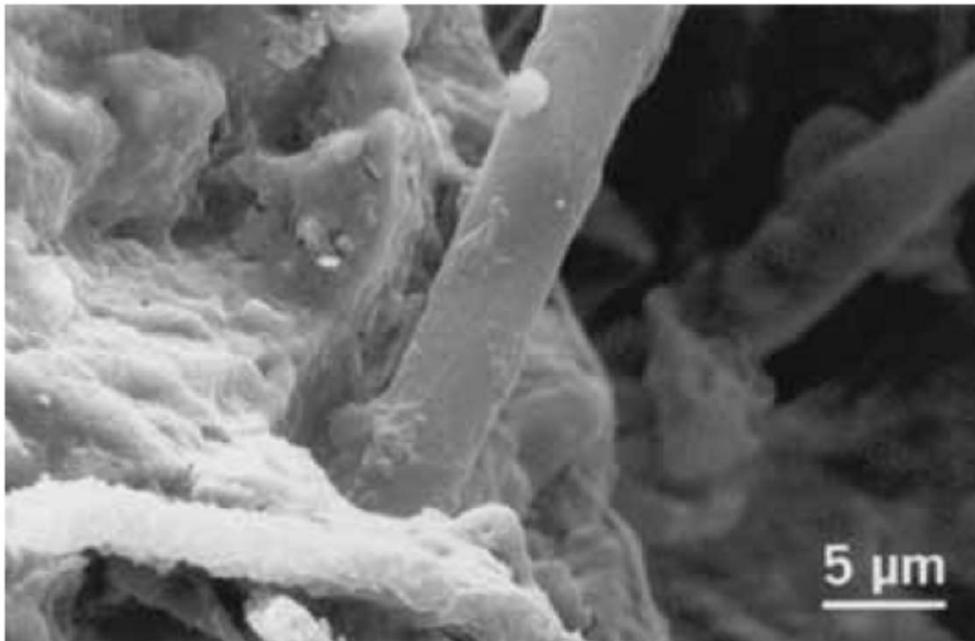


Fig. 4,4 : Mycorhizes géophages. A gauche; microscopie électronique à balayage montrant deux hyphes fongiques pénétrant un grain de feldspath: (EHd) A droite; coupe mince d'un grain de feldspath provenant de l'horizon E (lessivé) d'un Podzol, sillonné par des tunnels d'environ 5 µm de diamètre; Le grain de feldspath provient de l'horizon E d'une dune de sable vieille de 5400 ans bordant le lac Michigan. (LvS)

Attaque d'un cristal par un champignon



Fig. 4,6 : Les Champignons attaquant un cristal de galène (PbS). Remarquer le mode de fixation des tryphes fongiques sur la surface minérale à 90°. (XO)

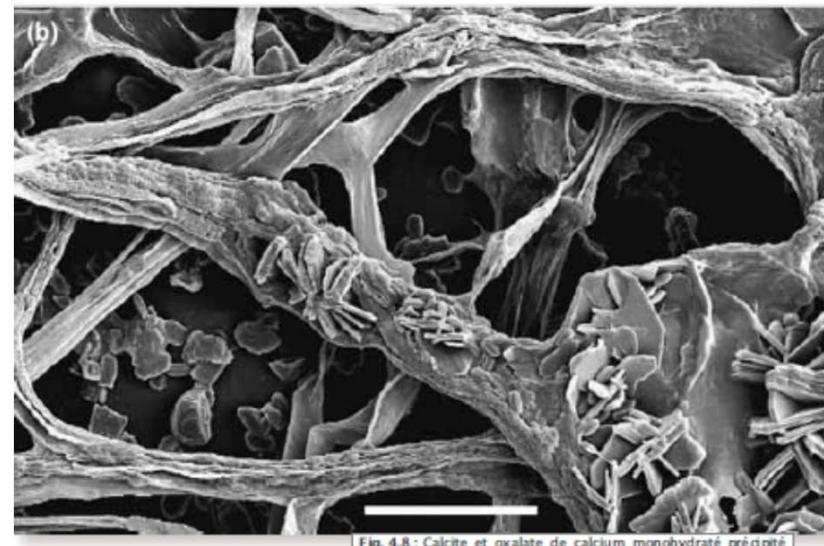
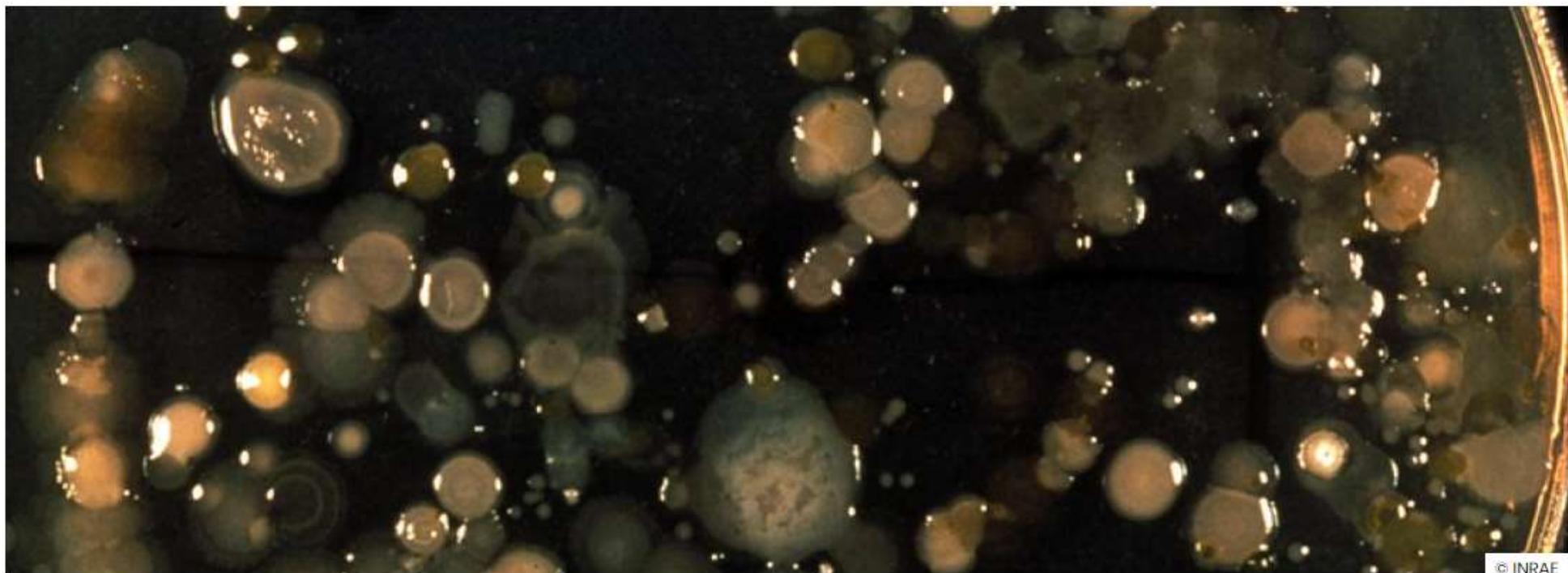


Fig. 4,8 : Calcite et oxalate de calcium monohydraté précipité sur *Serpula himantoides*. Barre (b) 10 µm ; D'après Gadd (2007).

NOMBREUSES bactéries

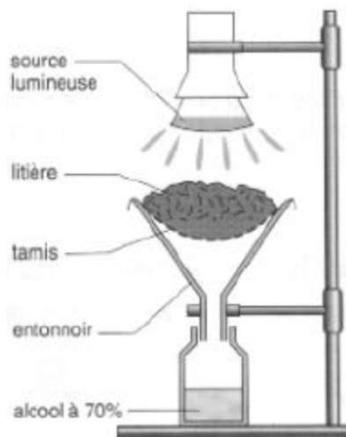
- Champignons + bactéries hétérotrophes du sol = décomposeurs



© INRAE

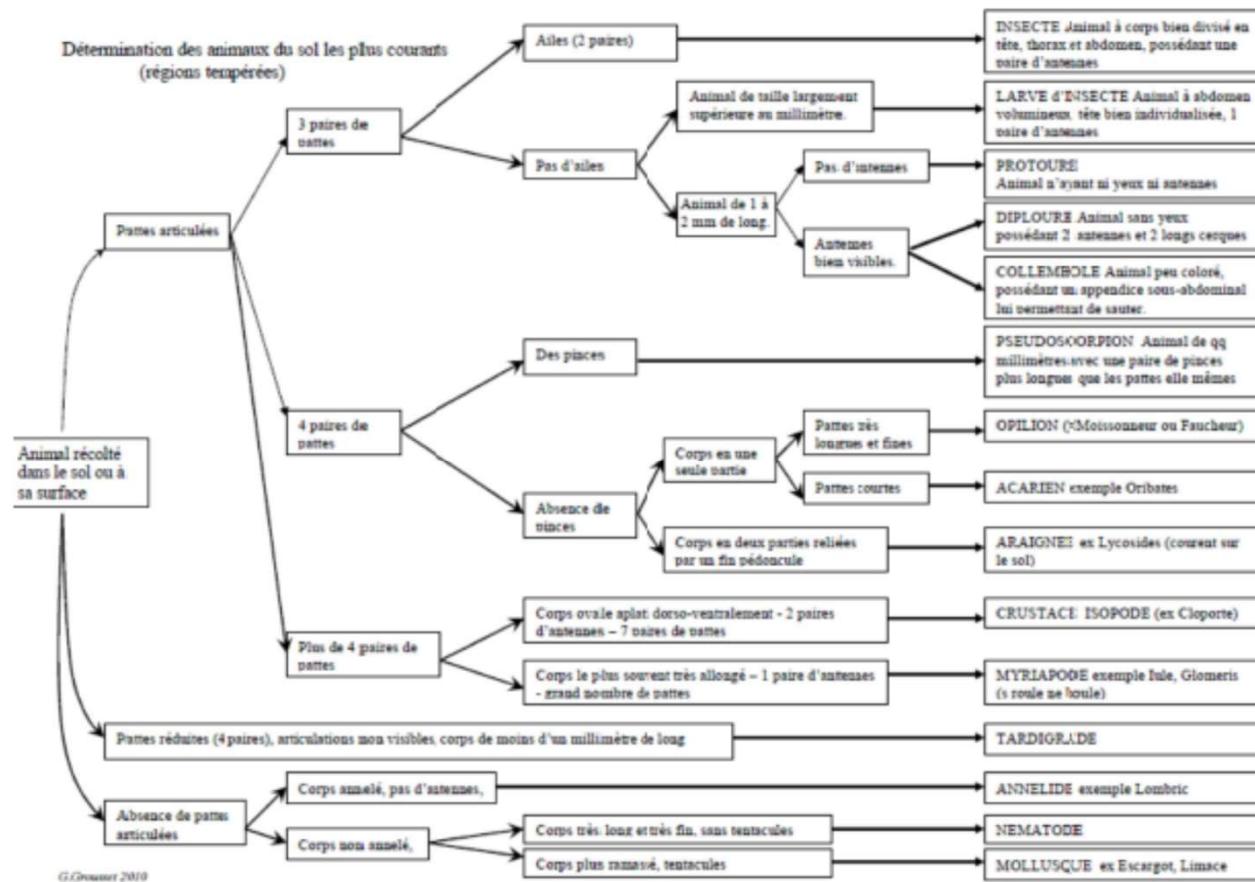
La mésofaune

Analyse par l'appareil de Berlèse



Document 1 : un exemple de montage de Berlèse.
Source : <http://rougier.e.perso.neuf.fr/>

Détermination par une clé de détermination



Analyse quantitative

Nombre d'espèces

Nombre d'individus

Biomasse à calculer à partir du poly

Régime alimentaire

Tableau TP15.2 Abondance partielle de la pédofaune dans un sol forestier. (D'après Duvigneau).			
Animal	Nombre par m ²	Biomasse en g.m ⁻²	Régime alimentaire
collemboles	200 000	2	selon l'espèce : matière organique, végétaux, petits animaux
unicellulaires flagellés	200.10 ⁶	12	matière organique
araignées	60	0,5	insectes, myriapodes, acariens
myriapodes géophiles	50.	1	acariens, insectes
myriapodes iules	200	8	vers, iules, collemboles
acariens oribates	200 000	2	matière organique
autres acariens	100 000	1	flagellés, petits collemboles, oribates

Quantifier la biodiversité

Indice de Shannon : indice de la richesse spécifique

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i)$$

pi = l'abondance proportionnelle ou pourcentage d'abondance d'une espèce présente (pi = ni/N).

ni = le nombre d'individus dénombrés pour une espèce présente.

N = le nombre total d'individus dénombrés, toute espèce confondue.

S = le nombre total ou cardinal de la liste d'espèces présentes.

Indice de Piélou

- $E = H'/H_{max}$
- Cet indice varie donc entre 0 et 1. S'il tend vers $E = 1$, alors les espèces présentes dans le peuplement ont des abondances identiques. S'il tend vers $E = 0$, alors nous sommes en présence d'un déséquilibre où une seule espèce domine tout le peuplement.

Compléments hors programme dans le poly

- Indice de Simpson : probabilité que deux individus pris au hasard appartiennent au même groupe

$$\lambda = \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

p_i = proportion d'individus de l'espèce i ($p_i = n_i/N$).

n_i = nombre d'individus de l'espèce i

N = nombre total d'individus.

S = le nombre total ou cardinal de la liste d'espèces présentes.

Différentes tailles

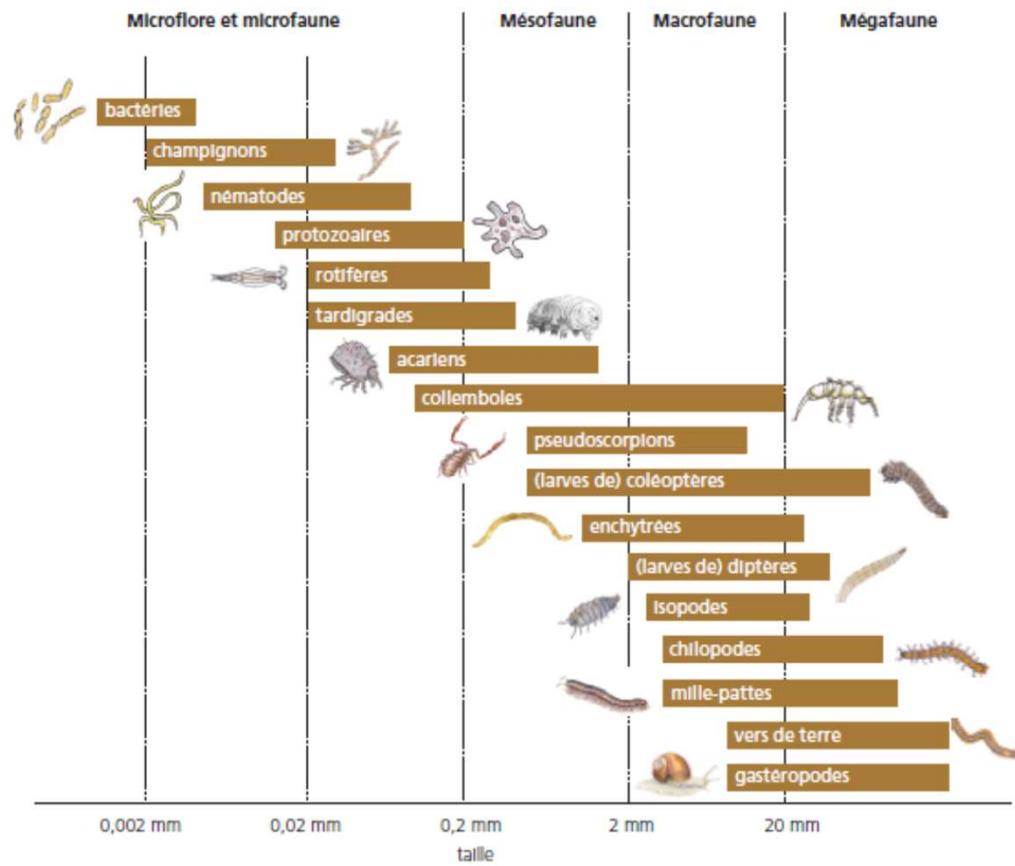


Fig. 3. Taille des organismes du sol, ou diamètre des hyphes des champignons; d'après BRIONES 2014.

Gros animaux

Taupe



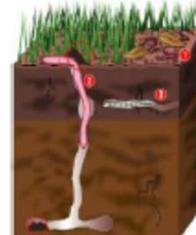
Vers de terre



Mieux connaître
les vers de terre

En France, une centaine d'espèces ...

Les catégories écologiques



1 EPIGES

Taille: petite (1 - 5 cm)

Couleur: rouge sombre

Mode de vie:

- Vivent en surface (1^{er} cm des sols) et dans les amas organiques (fumier, compost, litière de feuilles, écorces, bouses, ...)
 - Creusent peu ou pas de galeries
 - Se nourrissent de matière organique morte (feuille, écorce, ...) → Saprophages
- Rôle:
- Participent activement au fractionnement de la matière organique (MO) et ingèrent peu de matière minérale

2 ANECIQUES

Taille: espèces les plus grosses (10 - 110 cm)

Couleur: rouge, gris clair, brun
(avec un gradient antéro-postérieur)

Mode de vie:

- Vivent dans l'ensemble du profil de sol
 - Creusent des galeries permanentes, d'orientation sub-verticale à verticale, et ouvertes en surface
 - Se nourrissent de matières organiques qu'ils viennent chercher à la surface la nuit et enfouissent dans leur galerie → Sapro-géophages
 - Rejetent des déjections à la surface du sol (turricules)
- Rôle:
- Ils brassent et mélangent la matière organique et minérale

3 ENDOGES

Taille: moyenne à grande (1 - 20 cm)

Couleur: faiblement pigmentée : rose à gris-clair

Mode de vie:

- Vivent dans le sol et ne remontent rarement à la surface
 - Creusent des galeries temporaires, horizontales à sub-horizontales très ramifiées
 - Se nourrissent de matières organiques plus ou moins dégradées (racines mortes, humus)
- Rôle:
- Ils créent une structure grumeleuse qui joue un rôle sur la rétention et l'infiltration de l'eau dans le sol

Quelques chiffres

• Les vers de terre représentent 70 % de la biomasse terrestre !

• En moyenne, 7 à 8 espèces cohabitent sur un même lieu

Collemboles.



Collemboles



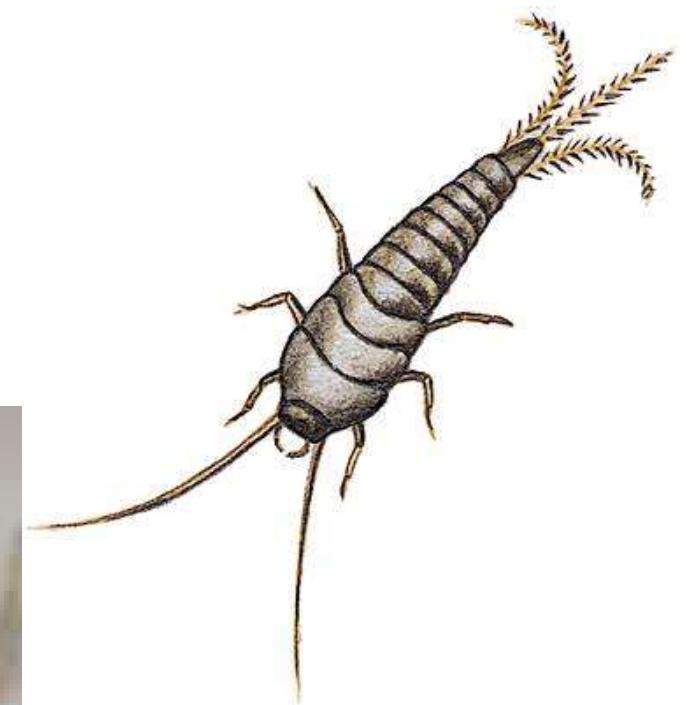
Protoure



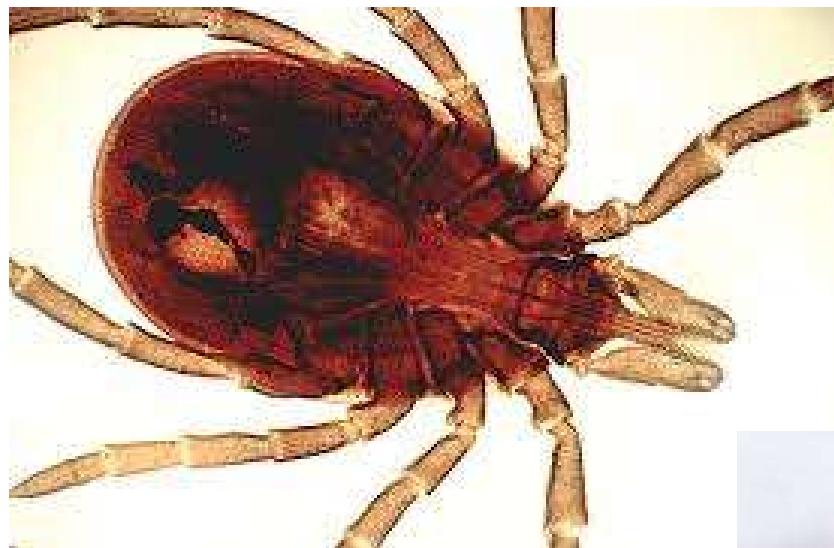
Diploure



Thysanoure (le pisme)



Acarien



Pseudo-scorpion



Araignées



© Richard FRÈZE



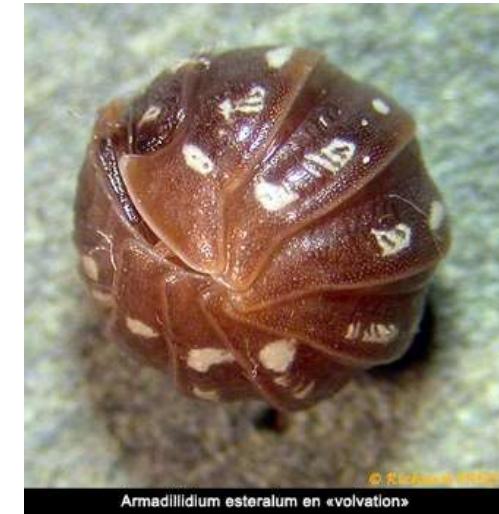
Opilions



© Richard FRÈZE

Opilion sp - Taille : 6 mm

Cloportes
(crustacé
Isopodes)



Myriapodes

« Mille-pattes »



Que sont les myriapodes ?

Les myriapodes sont en fait un sous-embranchement des arthropodes, dont on distingue quatre classes :

- **Classe Diplopoda** : connus sous le nom de mille-pattes, ils ont généralement deux paires de pattes par segment. Ils sont très colorés.
- **Classe des chilopodes** : appelés centipèdes et scolopendres, ils n'ont qu'une paire de pattes par segment du corps. Ils ont de très longues antennes à 12 segments et une paire de pinces avec des glandes à venin appelées **forcipules**.
- **Classe Symphyla** : ils ont douze paires de pattes, sont aveugles et très petits. La deuxième paire de maxillaires est réunie en une lèvre.
- **Classe Pauropoda** : ce sont les plus petits myriapodes, à peine 2 millimètres, ils vivent sous les feuilles mortes et sont aveugles.



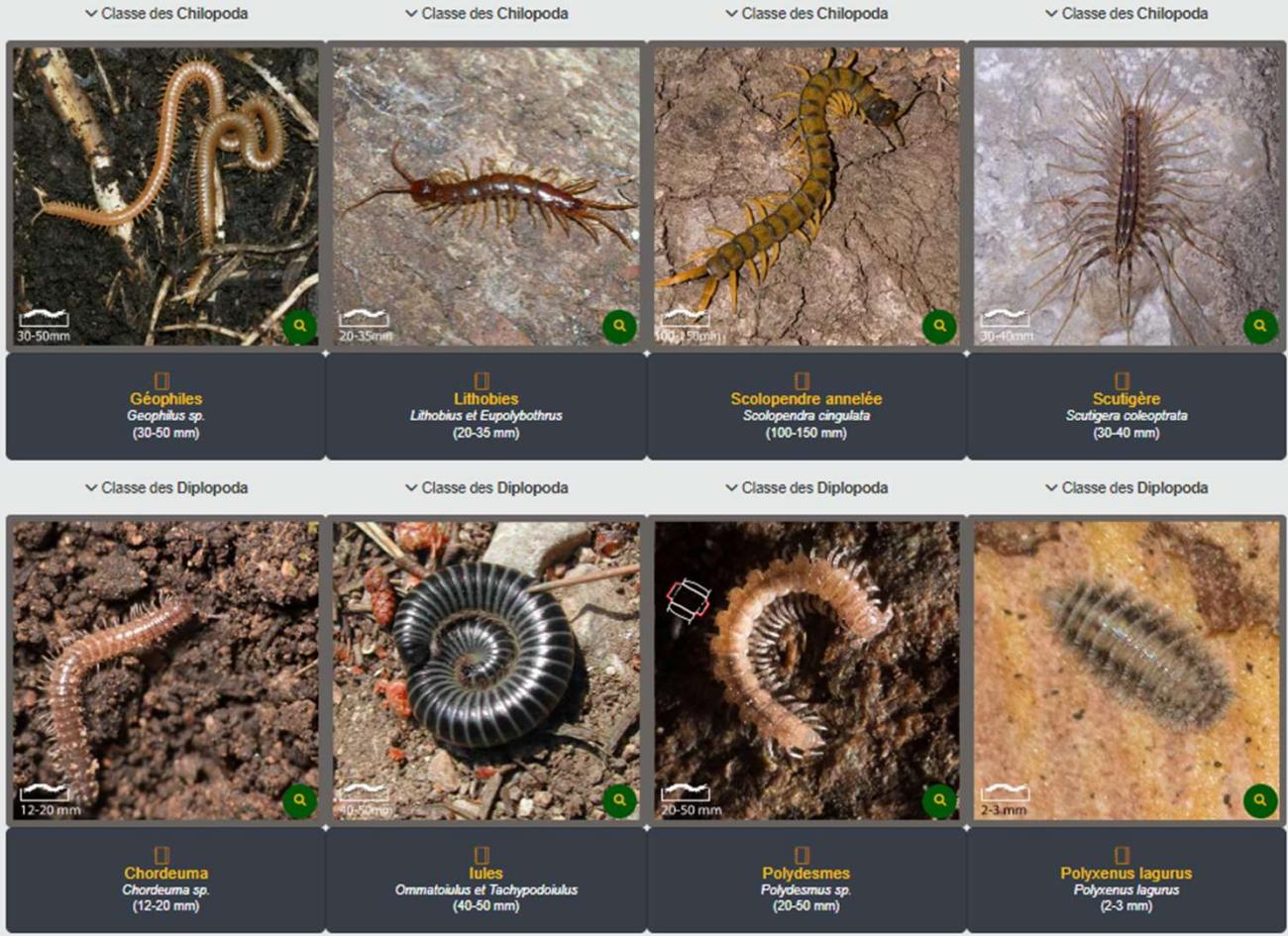
Myriapodes

Nombre de paires de pattes par segments

On retrouve dans cet ensemble les mille-pattes autres que les Gloméris. Leur corps est généralement allongé et il peut posséder un nombre variable de pattes.

On peut distinguer deux Classes :

- Les Chilopodes (Classe des Chilopoda) qui possèdent une paire de pattes par segment
- et les Diplopodes (Classe des Diplopoda) qui ont deux paires de pattes par segment



Tardigrades



Larves type vers blancs

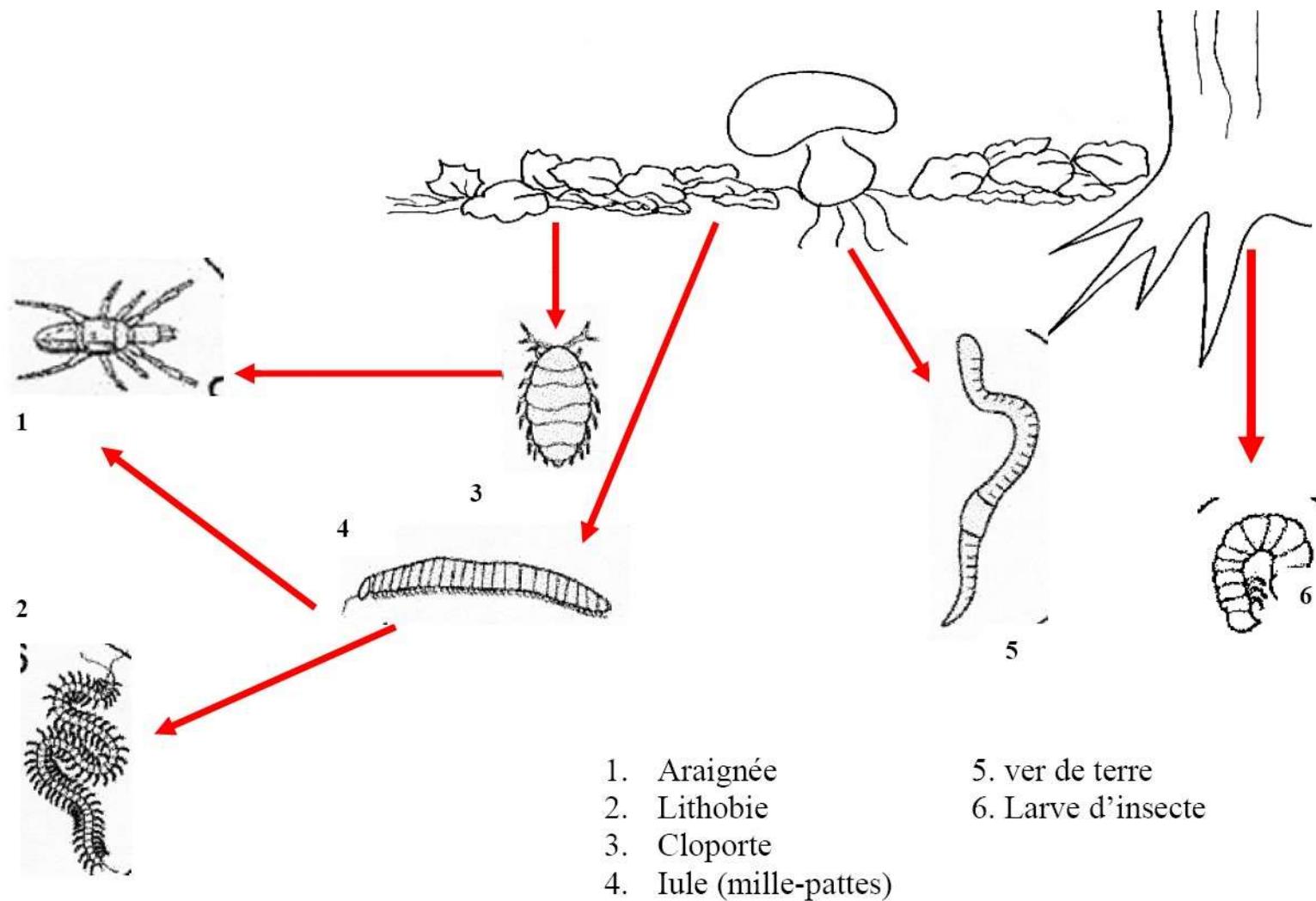


Larves insectes

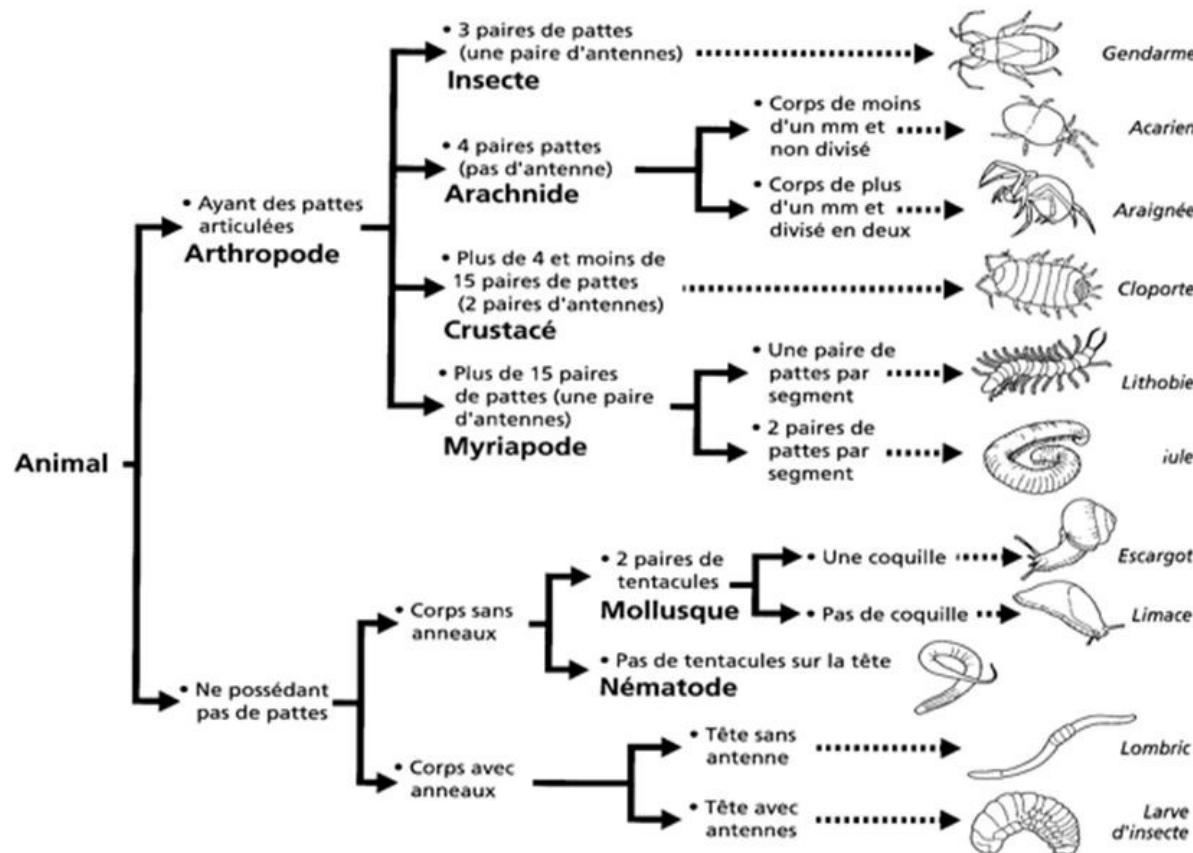


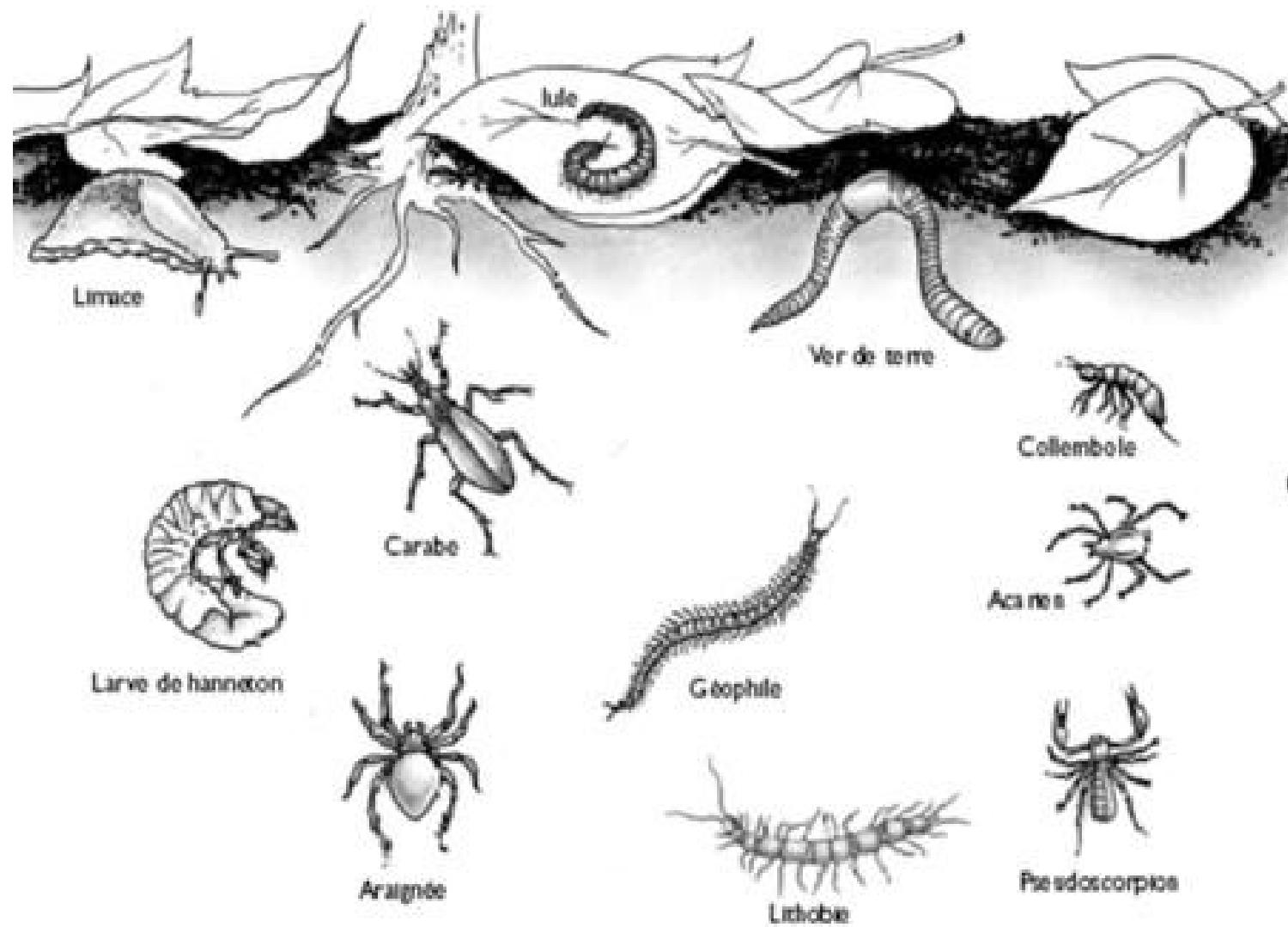
Vers de terre



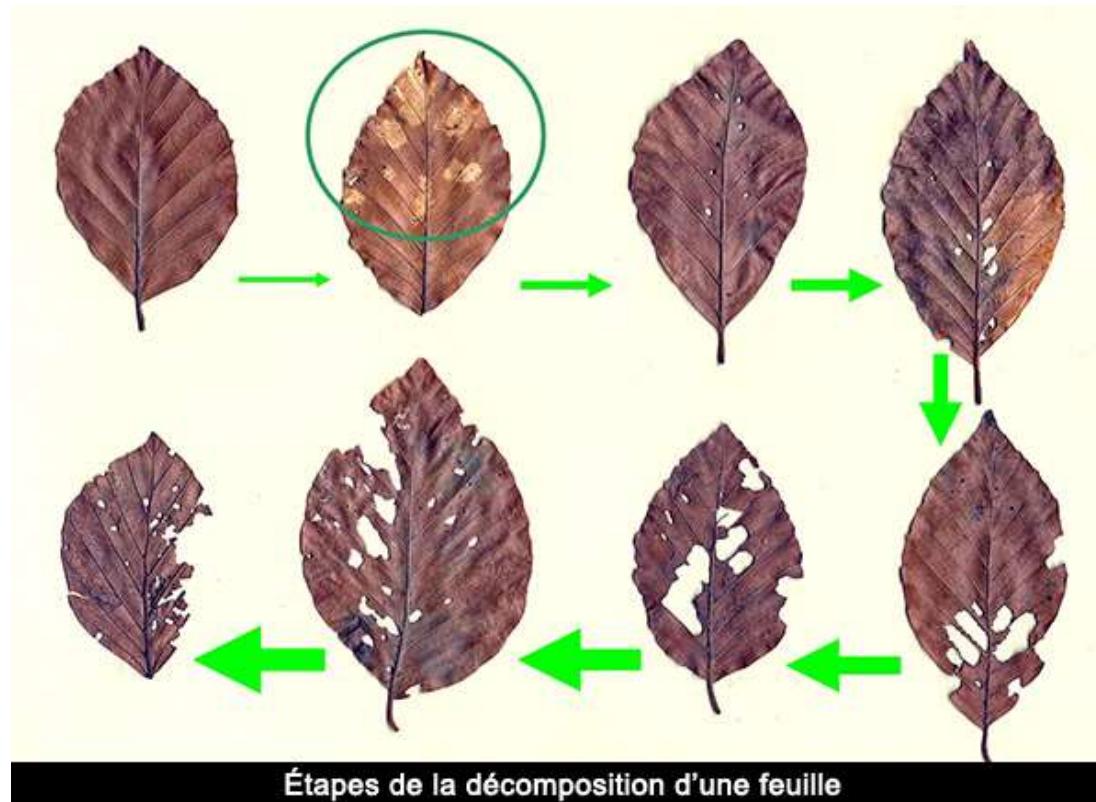


Clé de détermination des animaux du sol





Etapes de décomposition d'une feuille





Attaque par des collemboles et des larves de Diptères



Feuilles découpées par des isopodes, diplopodes et Chilipodes



Réduction de taille par les Nématodes, les Collemboles, les Acariens...



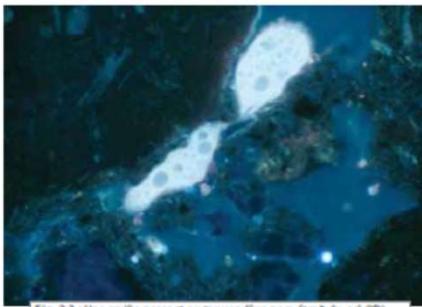


Fig. 2.3 : Une nematode passant au travers d'un pore étroit du sol (90).



Fig. 2.4 : Hyphes de champignons entrelacés faisant un pont entre deux agrégats de sol (90).

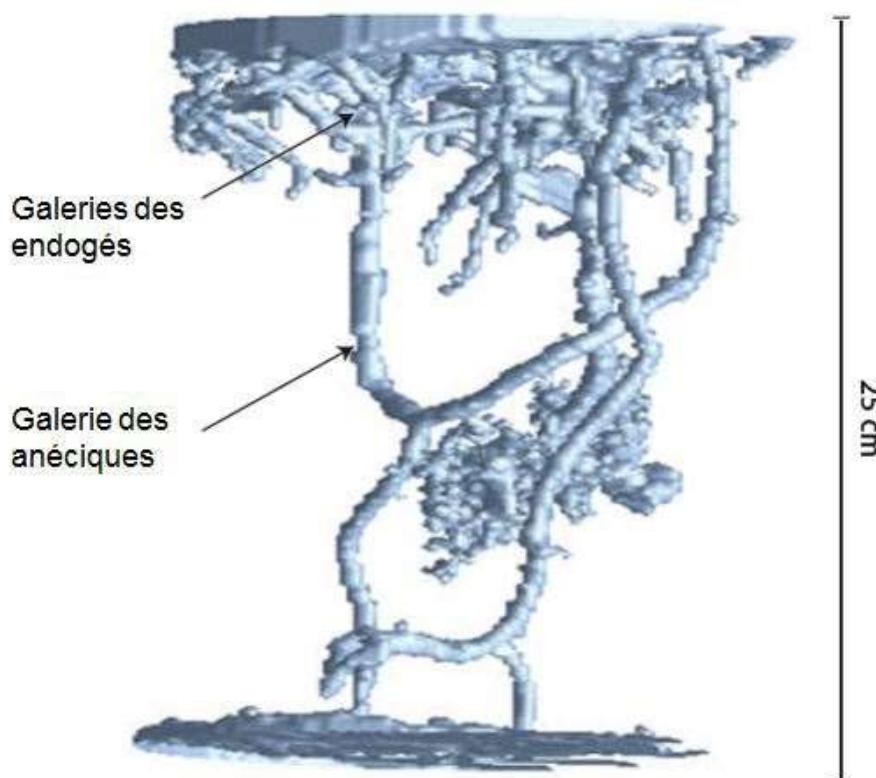
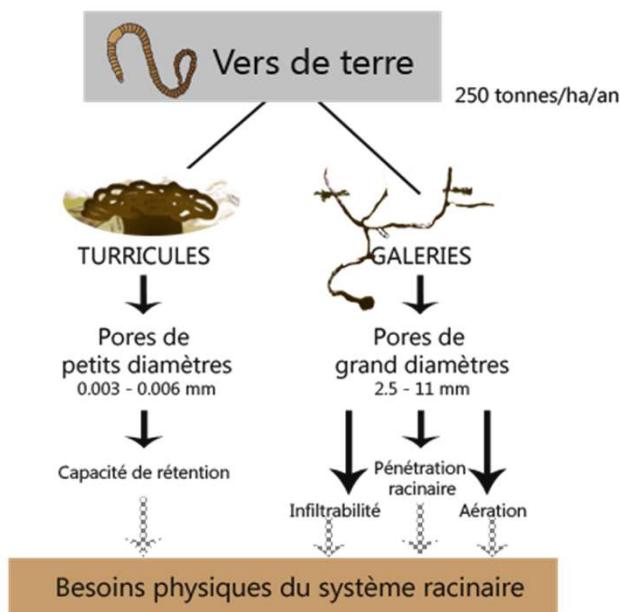


Fig. 2.5 : Un nematode se courbant dans l'espace poreux d'un sol (90)

La notion de bioturbation

Vers de terre : trois catégories

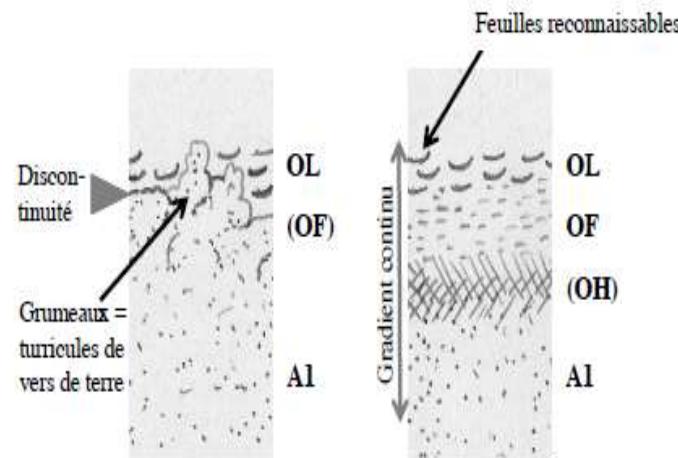
Travail de vers de terre



Guénola Pérès, in Jeffery et al., 2010



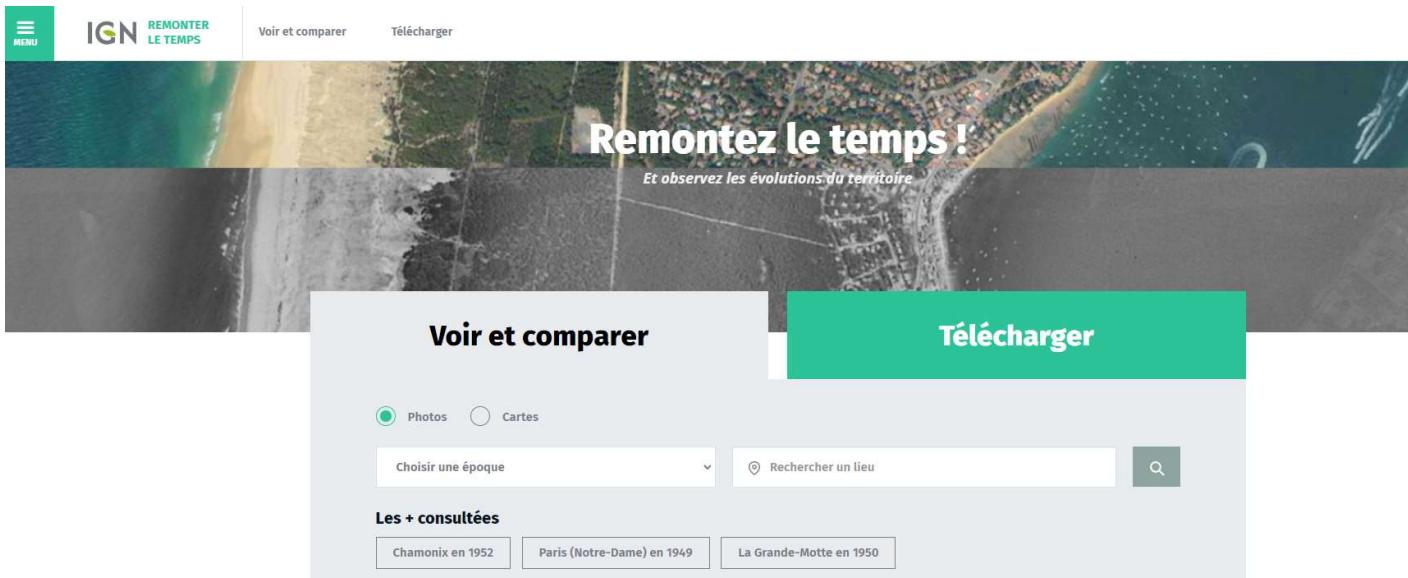
Bilan / humus



	MULL	MODER
Structure résumée	OL (OF) / A1	OL, OF (OH), A1
pH	5,5 à 7,5	3,5 à 5
Rapport C/N	10 à 20	15 à 25
Tanins et terpènes	peu	Beaucoup
Complexe argilo-humique	abondant	Molins
Type de MO	Acides humiques	Acides humiques et fulviques
CEC (mEq/100 mg)	400 à 600	80 à 100
Minéralisation	rapide	Lente
Activité de minéralisation	Surtout les bactéries	Surtout les champignons
Nitrification	Forte	Faible
Faune	Lombrics, taupes	Enchytraeides (annélides très petits)
Brassage	Rapides (turricules)	Faible

2°) Artificialisation des sols

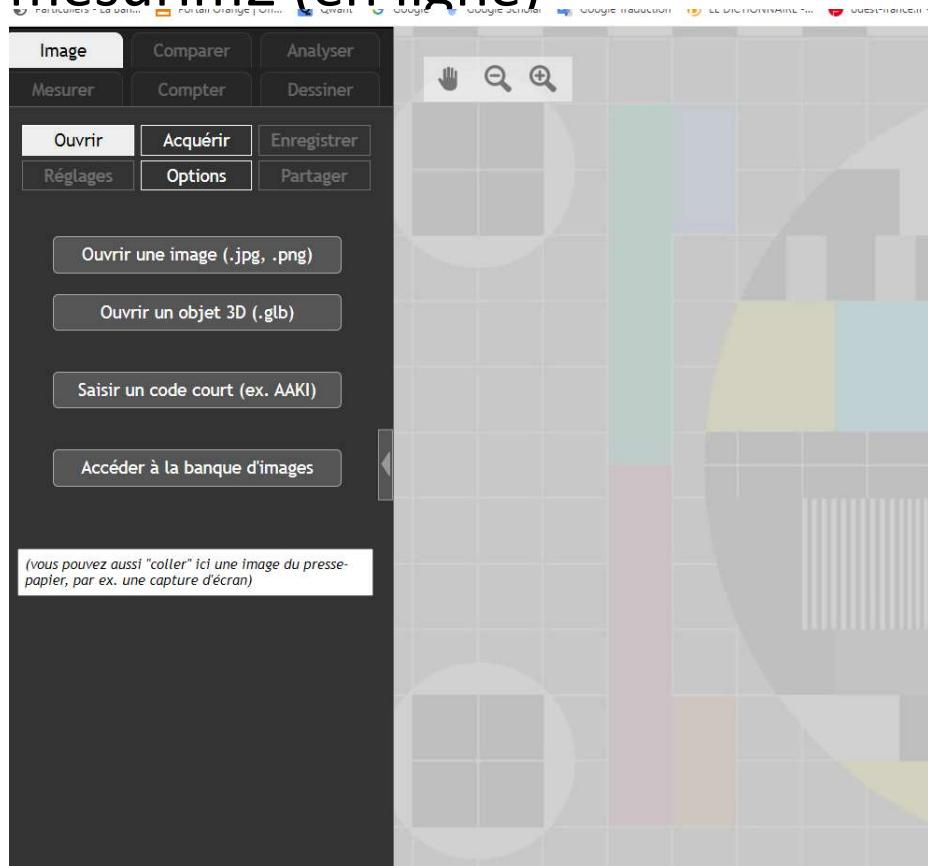
Site IGN « remonter le temps »



L'IGN vous propose un accès gratuit à sa bibliothèque
constituée de près de 4 millions de cartes et photos aériennes

A partir d'une image .JPG

Utilisation de mesurim ou mesurim2 (en ligne)



3°) Travail du sol : exercice poly

- Fig 1

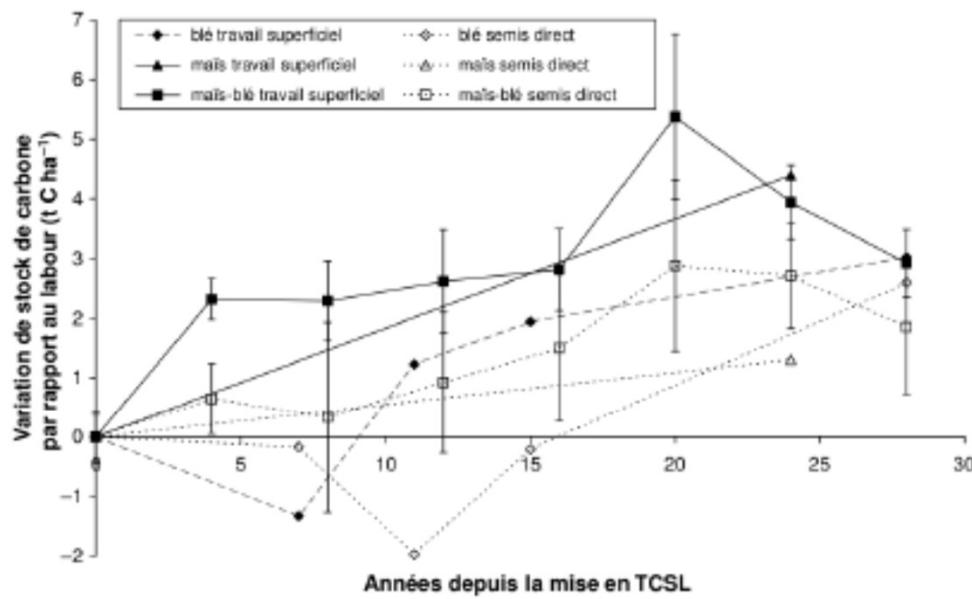


Fig. 1. Evolution des différences de stock de carbone du sol entre les systèmes de culture en travail du sol simplifié ou en semis direct et le système avec labour en fonction des différentes rotations sur l'essai longue durée de Boigneville ($t\text{ C.ha}^{-1}$, sur la base d'une masse de terre de 3900 t ha^{-1}). Les données manquantes correspondent à des défauts d'échantillonnage. Les barres d'erreur indiquent les valeurs d'écart type pour les données relatives à la rotation maïs-blé.

- Fig 2

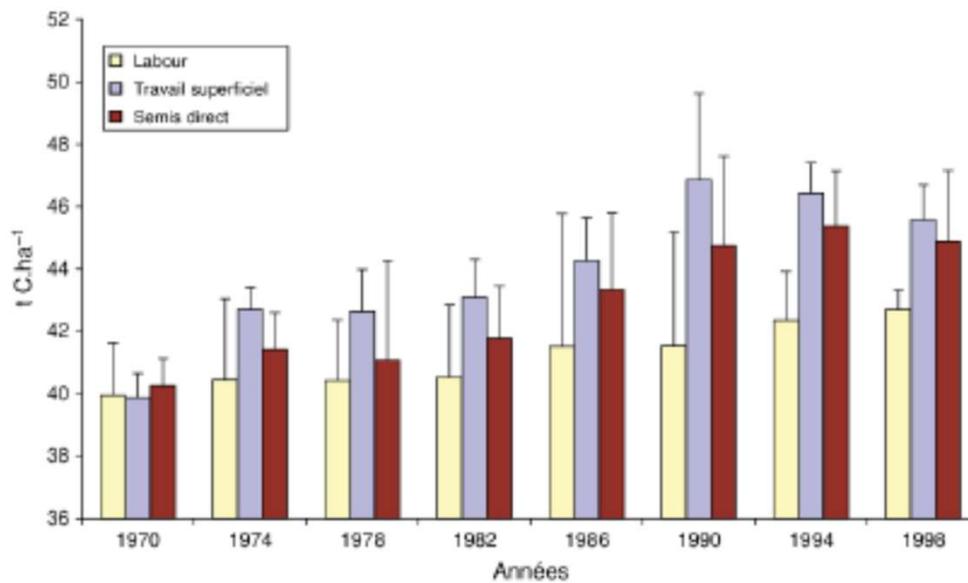


Fig. 2. Evolution des stocks de carbone du sol au cours du temps selon le mode de travail du sol sur l'essai longue durée de Boigneville ($t\text{ C.ha}^{-1}$, sur la base d'une masse de terre de 3900 t ha^{-1}). Les barres d'erreur indiquent les valeurs d'écart type pour les données relatives à la rotation maïs-blé.

• Fig 3

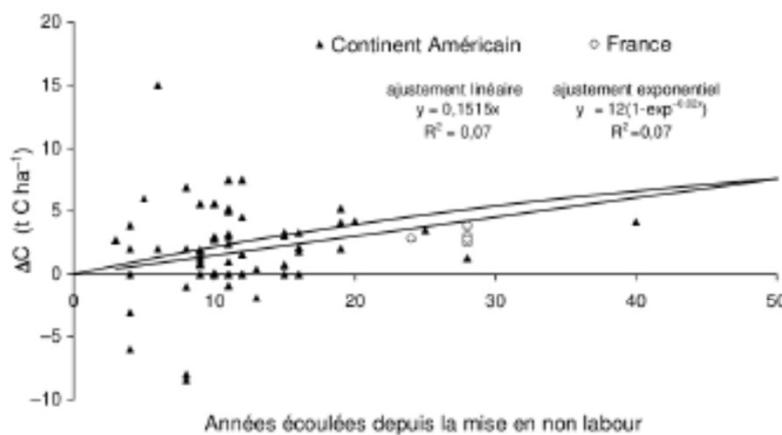


Fig. 3. Estimation des variations de stock moyen de carbone des sols sous TCSL versus sols en travail conventionnel ($t \text{ C.ha}^{-1}$) ; diagramme construit d'après les données d'Arrouays et al. (2002) provenant de Lamb et al. (1985), Balesdent et al. (1990), Campbell et al. (1995, 1996), Nyborg et al. (1995), Jones et al. (1996), Angers et al. (1997), Black et Tanaka (1997), Larney et al. (1997), Potter et al. (1997, 1998), Alvarez et al. (1998), Buyanovsky et Wagner (1998), Dick et al. (1998), Franzluebbers et al. (1998), Hendrix et al. (1998), Rasmussen et al. (1998), Taboada et al. (1998), Wander et al. (1998), Clapp et al. (2000), Hao et al. (2001), Chan et al. (2002), Sainju et al. (2002).

- Fig 4

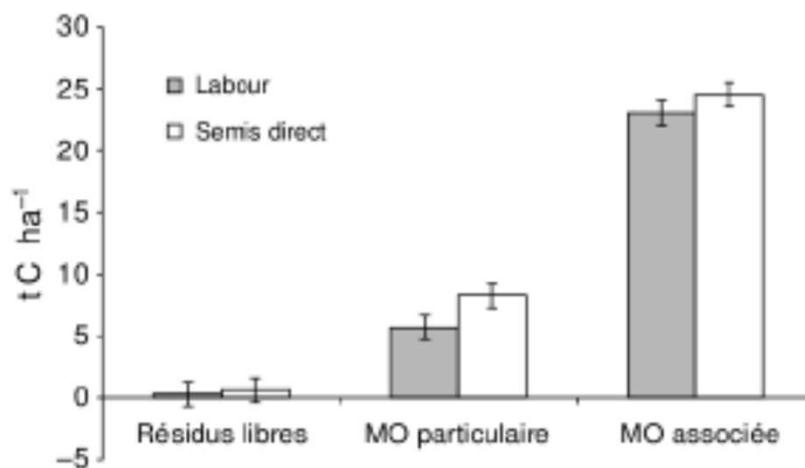


Fig. 4. Stocks de carbone dans les différentes fractions de sol sous labour et sous semis direct pour une couche de sol équivalente à la profondeur du labour. Les barres verticales indiquent les valeurs d'écart-type (d'après Oorts et al. 2006a).

• Fig 5

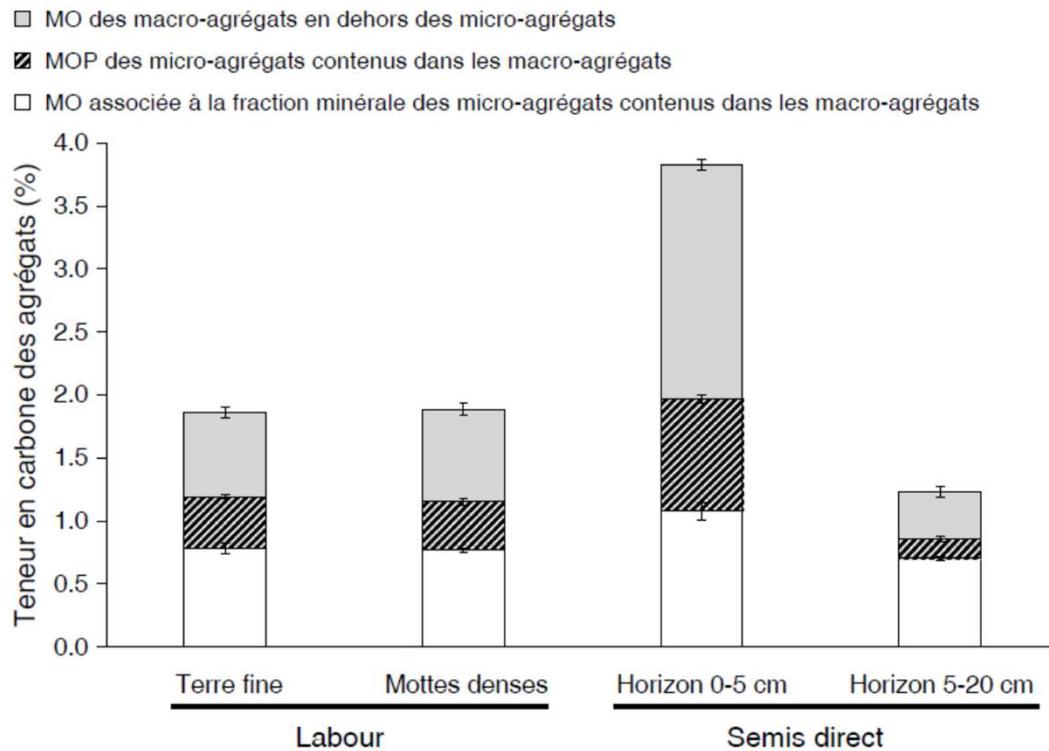


Fig. 5. Teneurs en carbone des micro-agréagats au sein des macro-agréagats pour les différentes zones de sol dans les systèmes avec labour ou en semis direct. Les barres verticales indiquent les valeurs d'écart-type (d'après Oorts et al. 2006a). MO : Matière organique ; MOP : Matière organique particulaire.