

16 novembre 2023

Résilience et services des sols:
contexte, pratiques et perspectives



La matière organique, pierre angulaire des différents services rendus par le sol

B. Hardy, (CRA-W) b.hardy@cra.wallonie.be

Des sols en bonne santé...

La nouvelle stratégie adoptée par l'Union européenne au 17/11/2021 (COM(2021)699) donne une définition de la **santé des sols** basée sur *un bon état physique, chimique et biologique du sol, lui permettant de fournir continuellement et autant que possible ses principaux services écosystémiques*



- Potentiel à fournir des SE lié à la qualité intrinsèque du sol
- Expression du potentiel lié à l'affectation du sol et à sa gestion
- Le potentiel à fournir des SE peut être diminué par des dégradations

Le sol rend de nombreux services... Gratuitement!



- Il nourrit le monde (agriculture, élevage)
- Il supporte et nourrit la végétation
- Il absorbe l'eau et limite les inondations.
- Il stocke l'eau pour les plantes
- Il filtre l'eau de pluie et alimente les nappes d'eau souterraines.
- Il stocke du CO₂ et retarde l'effet de serre.
- Il abrite des milliards d'êtres vivants.
- Il est une source de matières premières
- Il participe à la création des paysages.
- Il est le support des constructions et des activités humaines.
- Il peut favoriser la sauvegarde de notre histoire (archéologie)

...

<https://sol.environnement.wallonie.be/home/sols/autres-menaces/la-magie-du-sol.html>

Services et menaces spécifiques aux agroécosystèmes

Services « intrants », services « produits »

Selon Tibi et Therond (2018)

- SE « intrants »
- SE rendus aux agriculteurs
- SE rendus à la société



Les services rendus par les sols dans les agroécosystèmes

Services « intrants », services « produits »

- Exemples de services « intrants » :

- Fourniture de nutriments par minéralisation,
- Fixation d’N par bactéries libres ou symbiotiques
- Prélèvement de nutriments via les symbioses mycorhiziennes
- Fourniture d’eau via la réserve en eau utile du sol
- Contrôle des bioagresseurs (auxiliaires, CMA, bactéries PGPR, ...)



- Exemples de services « produits » contribuant au revenu agricole direct :

- Productions végétales (denrées alimentaires, fibres, énergie...)
- Productions animales



- Exemples de services « produits » hors revenu direct :

- Régulation du climat
- Contrôle des inondations
- Purification de l’eau
- Conservation de la biodiversité



Services et menaces spécifiques aux agroécosystèmes

Les menaces

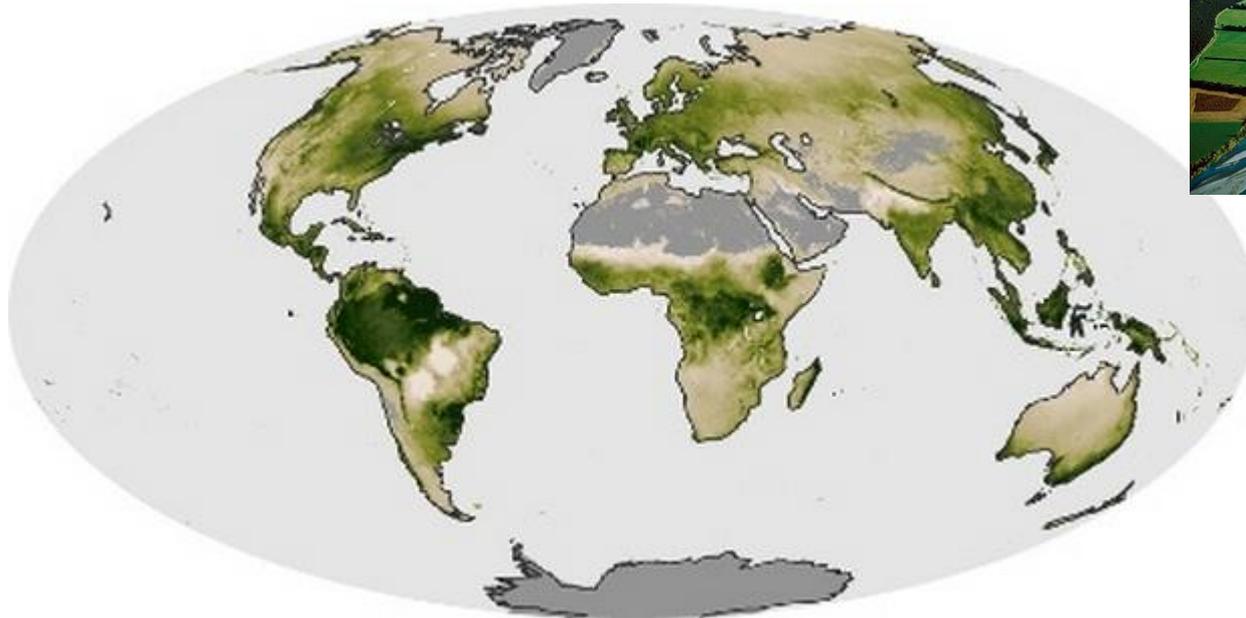


Les menaces:

- Compaction
- Erosion
- Pollutions
- Perte de biodiversité
- **Perte en MO**
- ...

Le concept de fertilité

L'équation de la fertilité d'un terroir...



Certaines plaines alluviales en régions (semi)-arides répondent aux quatre critères

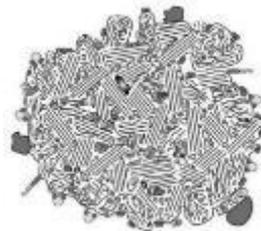
Production primaire nette
=
f (Température, Ensoleillement, **Eau**, **Nutriments**)

La disponibilité en eau et en nutriments va dépendre de la santé du sol et des pratiques de gestion

Fertilité physique, chimique et biologique...

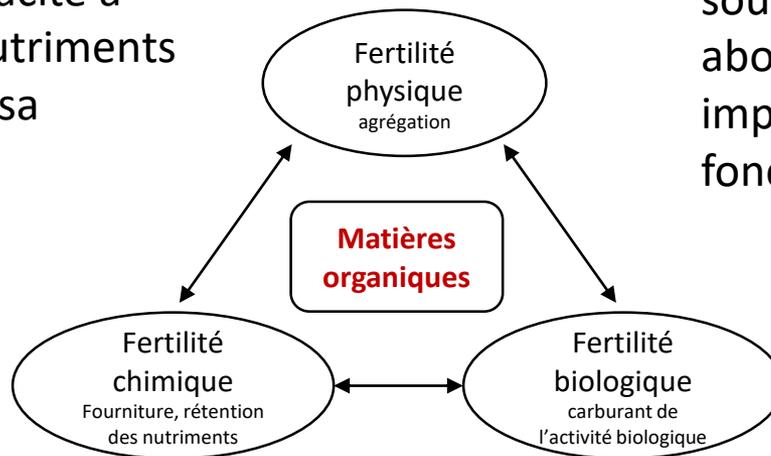
La matière organique est la pierre angulaire de la fertilité

Fertilité physique : Capacité à réguler les transferts d'air, d'eau et de nutriments et à assurer la pénétration racinaire via la porosité du sol



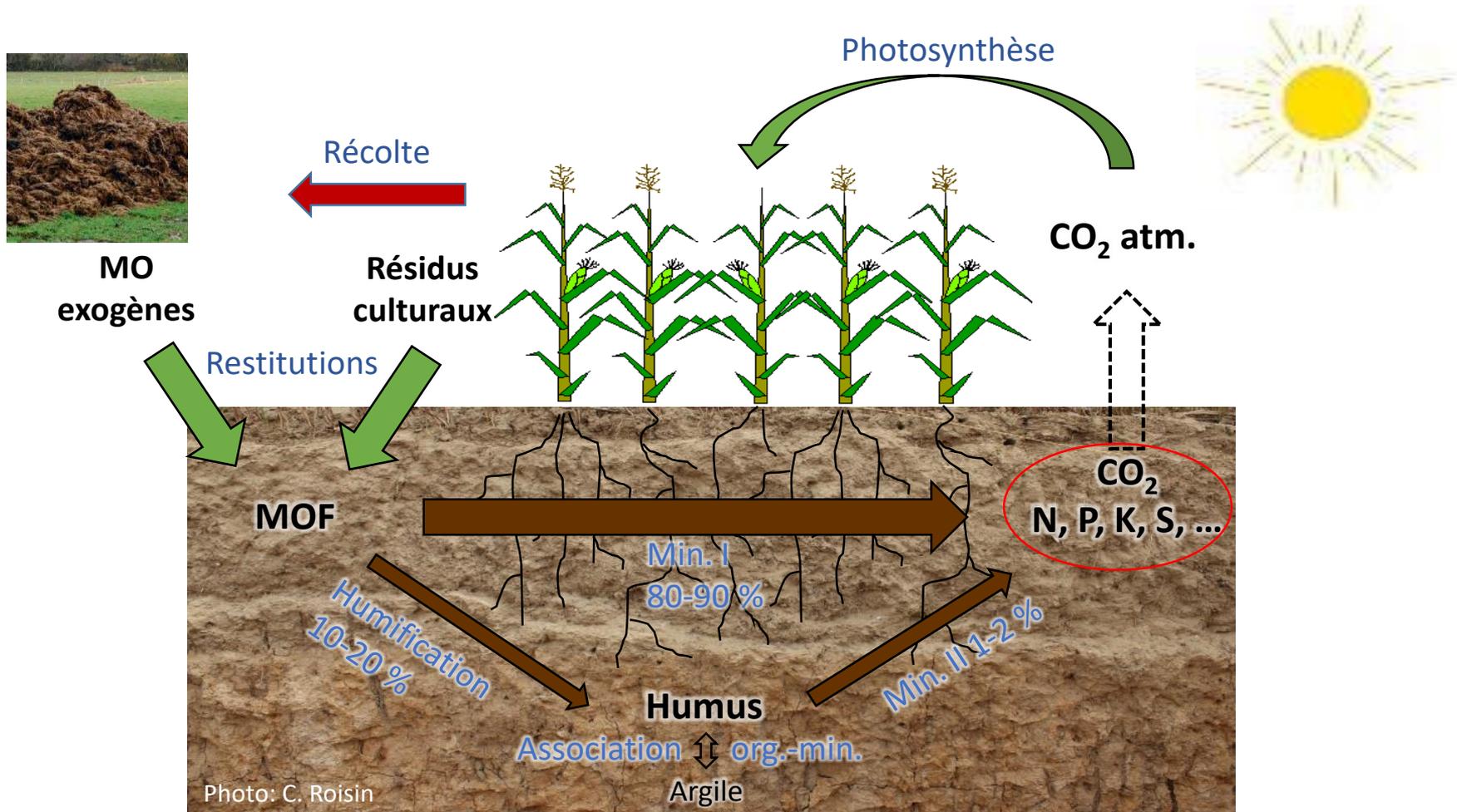
Fertilité chimique : Capacité à fournir à la plante les nutriments dont elle a besoin pour sa croissance

Fertilité biologique : Capacité à soutenir l'activité d'organismes abondants et divers qui ont une importance cruciale pour le bon fonctionnement du sol



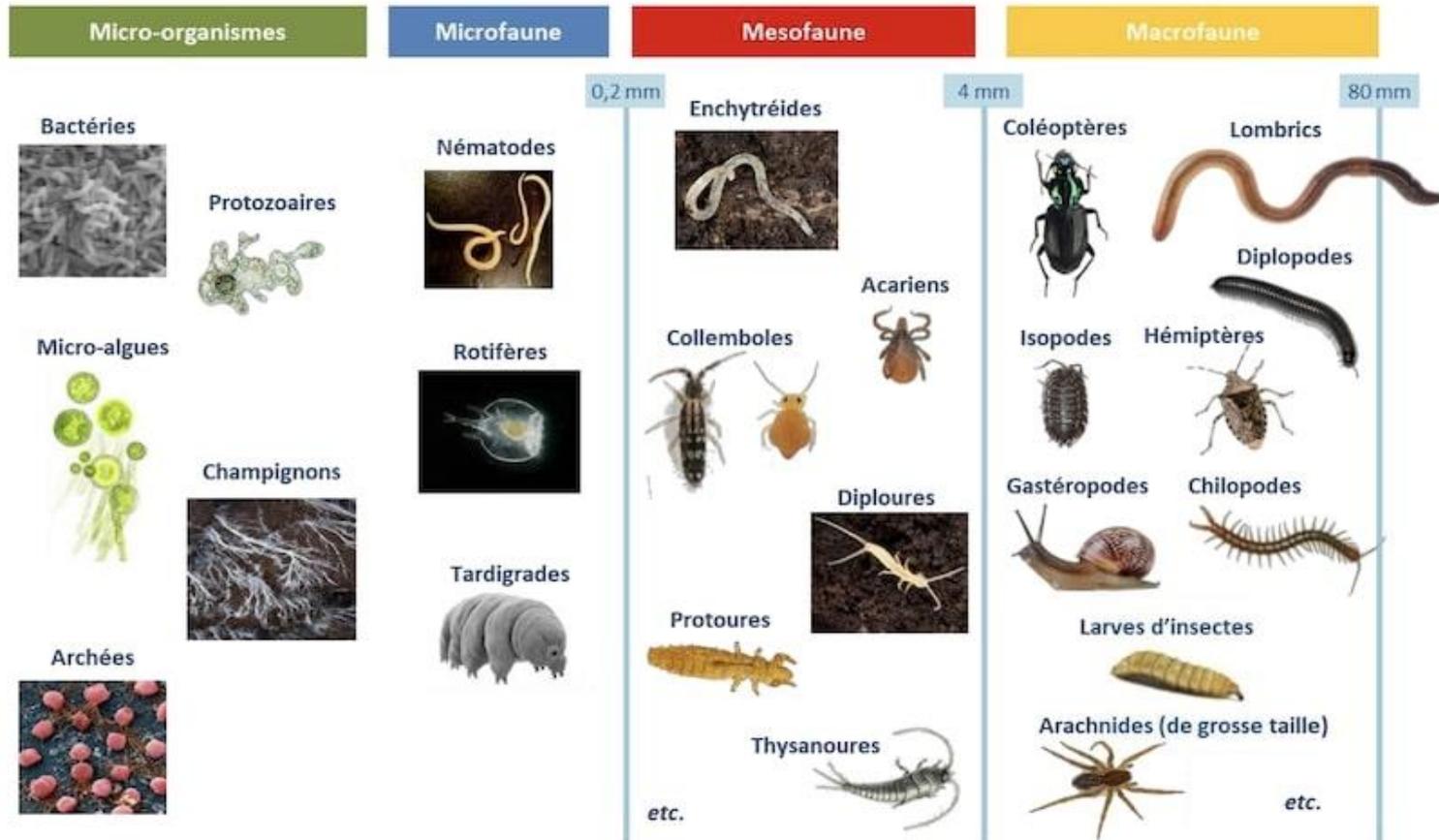
Elle vient d'où, cette matière organique?

Cycle de la matière organique dans les sols agricoles



Le sol, habitat d'une vaste biodiversité

Le sol abrite 25 % de la biodiversité mondiale



[La biodiversité des sols - Encyclopédie de l'environnement \(encyclopedie-environnement.org\)](http://encyclopedie-environnement.org)

Le sol, habitat d'une vaste biodiversité

Le sol abrite 25 % de la biodiversité mondiale

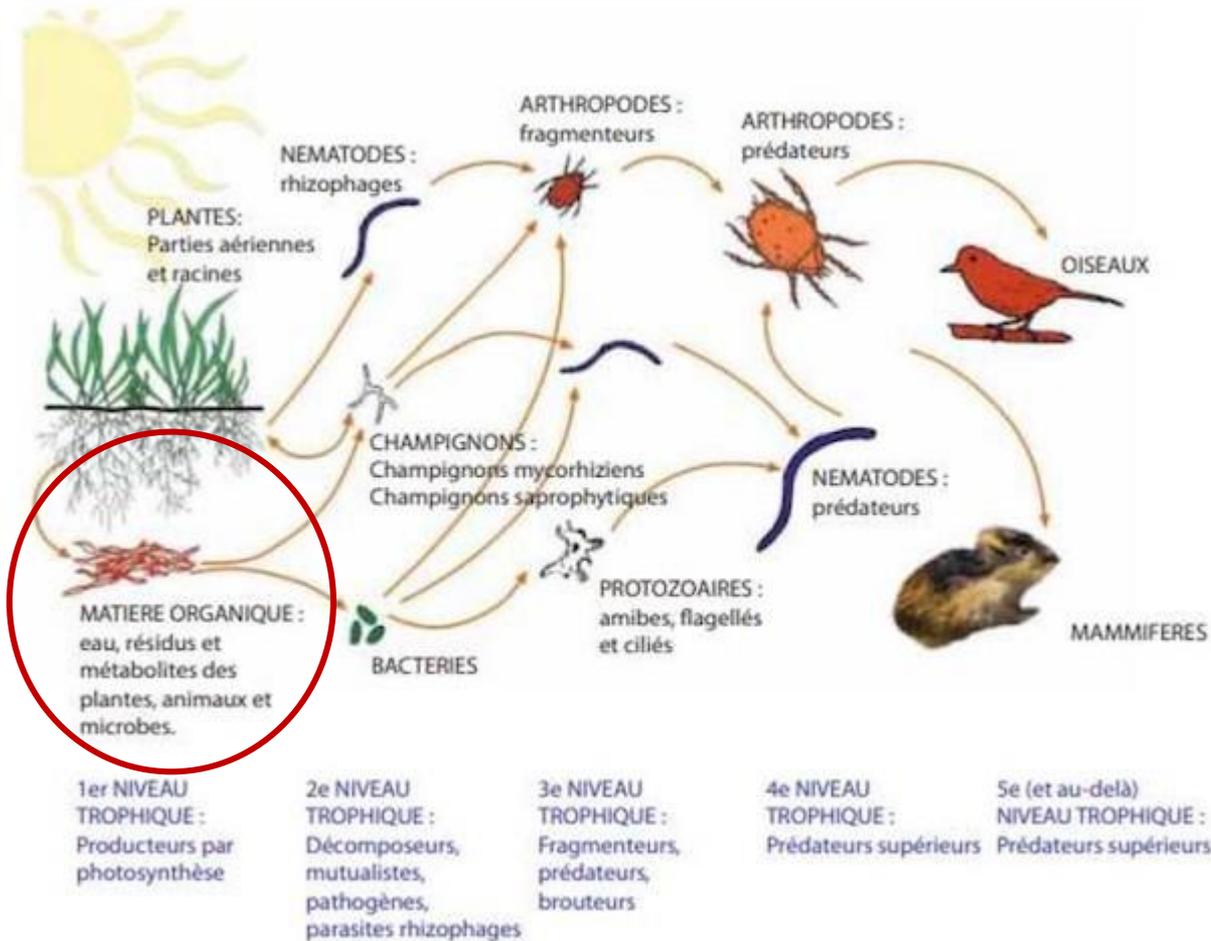
Weil & Brady (2017)	Nombre/m ²	Kg/ha
Microorganismes		
Bactéries et Archées	10 ¹⁴ -10 ¹⁵	400-5000
Actinomycètes	10 ¹² -10 ¹³	400-5000
Champignons	10 ⁶ -10 ⁸ m	1000-15000
Algues	10 ⁹ -10 ¹⁰	10-500
Faune		
Protozoaires	10 ⁷ -10 ¹¹	20-300
Nématodes	10 ⁵ -10 ⁷	10-300
Collemboles	10 ³ -10 ⁶	2-500
Vers de terre	10-10 ³	100-4000
Araignées	10-200	10-100

Dans 1 gramme de sol :

- Entre 1 et 10 milliard de bactéries, comprenant jusqu'à 9000 espèces différentes!
- Jusqu'à 1000 m d'hyphes mycéliens et 300 espèces de champignons

La matière organique, carburant de la vie du sol

La chaîne alimentaire du sol



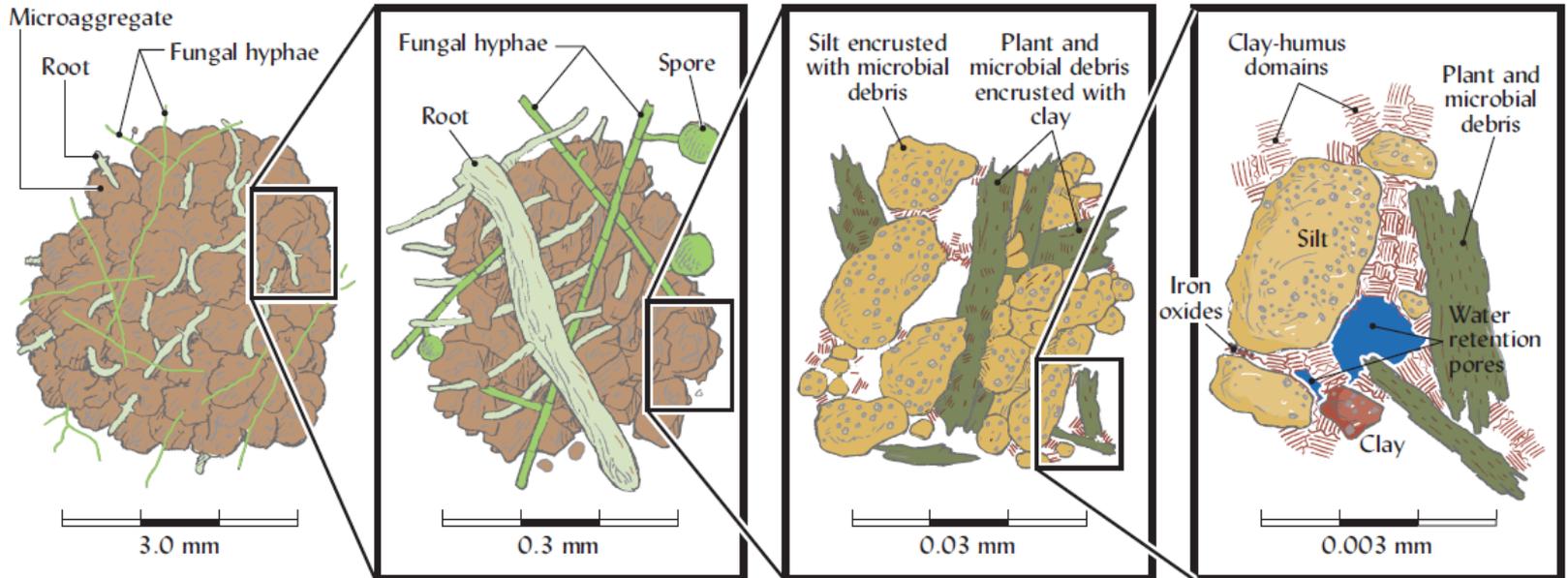
- La matière organique est la base de la pyramide alimentaire du sol
- L'activité biologique du sol assure des fonctions essentielles:
 - Recyclage des nutriments
 - Solubilisation du P
 - Formation d'agrégats, ...

[La biodiversité des sols \(encyclopedie-environnement.org\)](http://encyclopedie-environnement.org)

Matière organique et structure

L'activité biologique et la MO promeuvent l'agrégation

Weil & Brady (2017)



Motte > (tassement!)

Macroagrégat

Microagrégat

Cluster

Particules élémentaires

- Racines et hyphes

- Mucilage (algues, cyanobactéries)
- Polysaccharides (bactéries)

- Acides fulviques
- Assoc. org.-min.

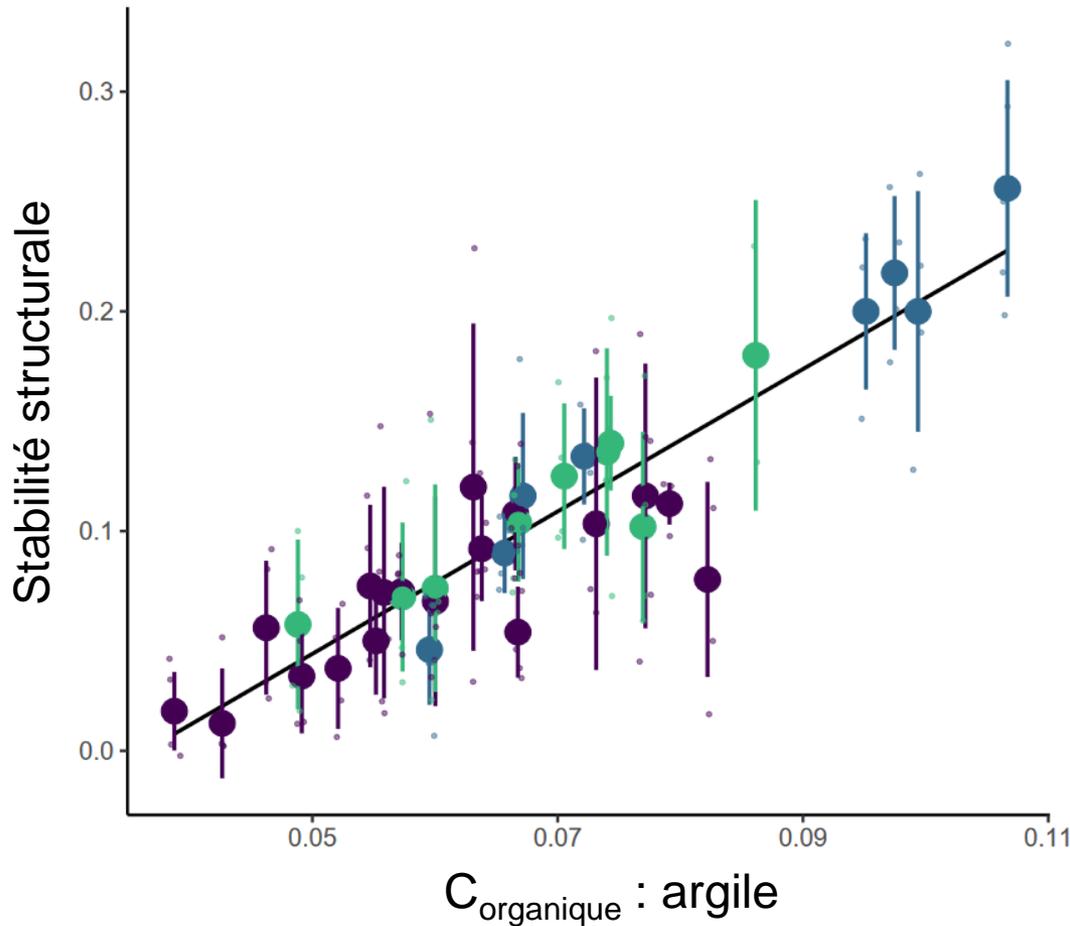
Autres « ciments »:

- Ca^{2+} , Mg^{2+}
- Oxydes de Fe, Al, Mn

- Ingestion/bioturbation par les vers de terre

Matière organique et structure

Le rapport C_{organique}:argile



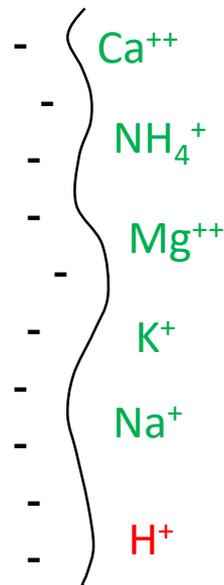
- Mesure du **taux de saturation du sol en matière organique** (statut organique)
- Estimation du **potentiel de stabilité structurale** du sol
- Indicateur de perte en MO choisi par l'Europe
- Indicateur de la MAEC-sol (2024)

Matière organique et fertilité chimique...

Fourniture et rétention de nutriments

Rétention

Capacité
d'échange
cationique
(CEC)



CEC_{argile} ~ 40 cmolc/kg

CEC_{MO} ~ 100 cmolc/kg

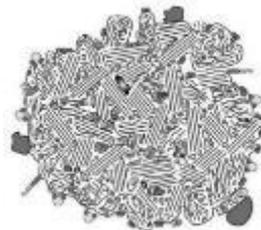
Fourniture

- Nutriments majeurs: NPK, Ca, Mg, S
- Oligoéléments: B, Mn, Fe, Zn, Cu
- La minéralisation/la mobilisation des réserves du sol apportent une part non négligeable des majeurs (**2 % MO → 100 kgN/ha/an**)
- La minéralisation/l'activité biologique permettent de restituer/solubiliser l'essentiel des éléments mineurs

Fertilité physique, chimique et biologique...

La matière organique est la pierre angulaire de la fertilité

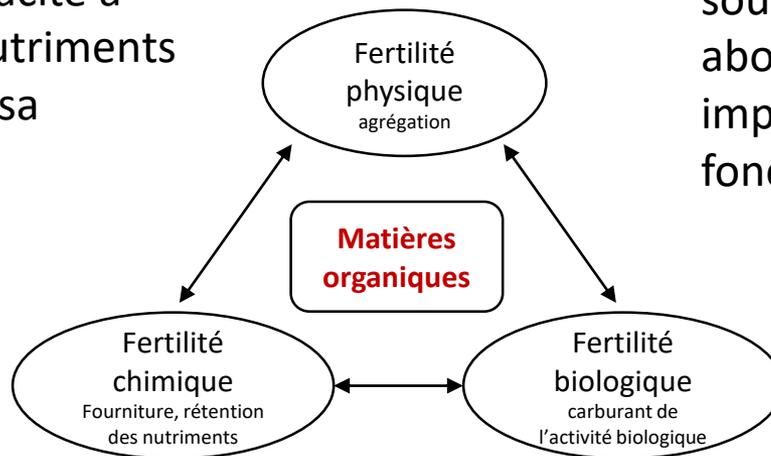
Fertilité physique : Capacité à réguler les transferts d'air, d'eau et de nutriments et à assurer la pénétration racinaire via la porosité du sol



Fertilité chimique : Capacité à fournir à la plante les nutriments dont elle a besoin pour sa croissance

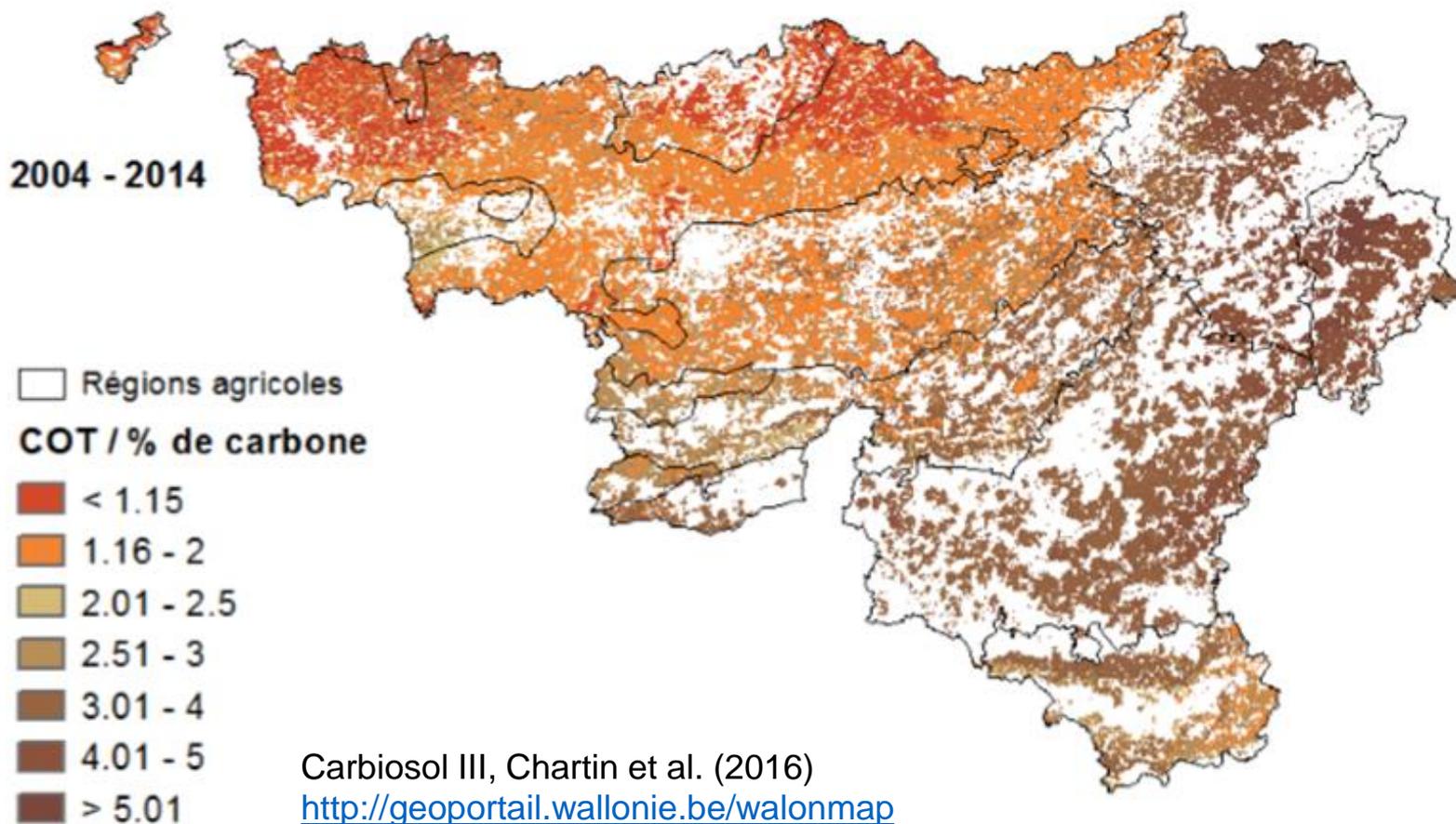


Fertilité biologique : Capacité à soutenir l'activité d'organismes abondants et divers qui ont une importance cruciale pour le bon fonctionnement du sol



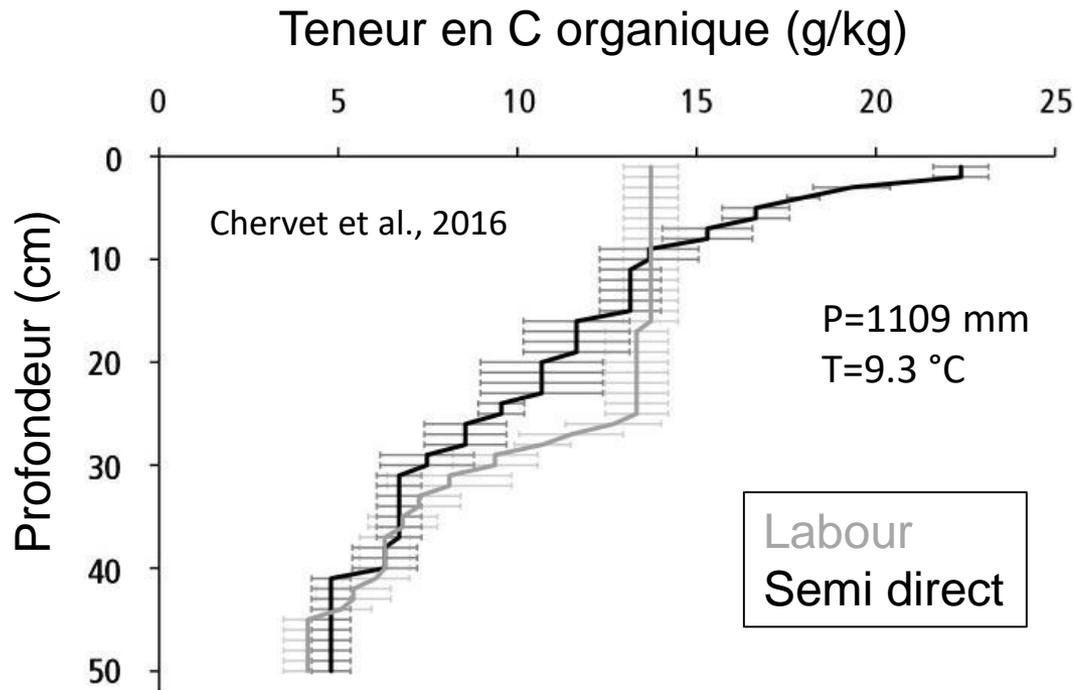
Et la matière organique des sols agricoles wallons ?

L'effet de l'occupation du sol



Quel effet du travail du sol sur le carbone du sous nos latitudes?

Une redistribution plutôt qu'un stockage net...



- **Essai long terme (20 ans) Oberacker, Berne, Suisse**

→ Redistribution du C organique (et des nutriments) dans le profil

→ Protection contre la battance, l'érosion!

Comment stocker plus de MO dans nos sols agricoles?

Augmenter les entrées pour augmenter le stock du sol

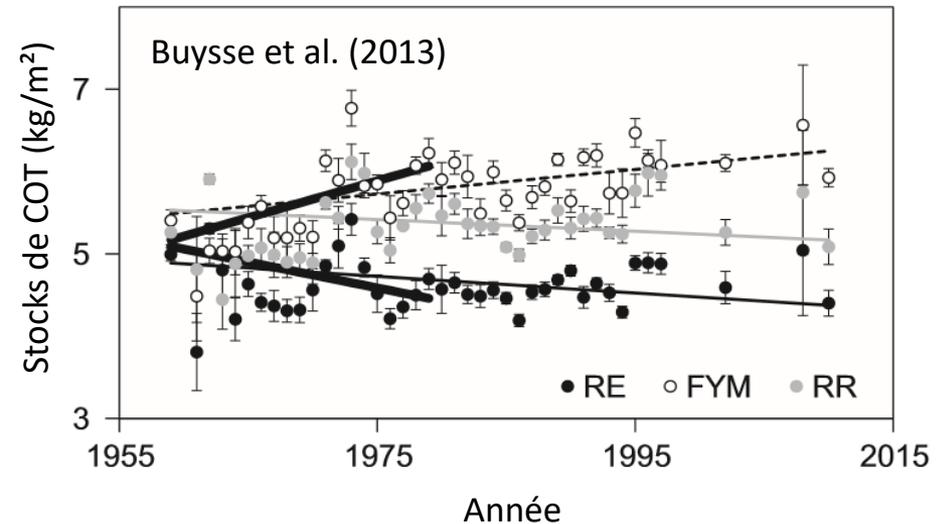


Les engrais verts: cultiver pour nourrir le sol

- Retour de MO vers le sol
- Protection de la ressource en eau
- Economies d'engrais
- Conservation de la biodiversité
- Protection contre l'érosion
- Nourrir la vie du sol
- Intérêt paysager

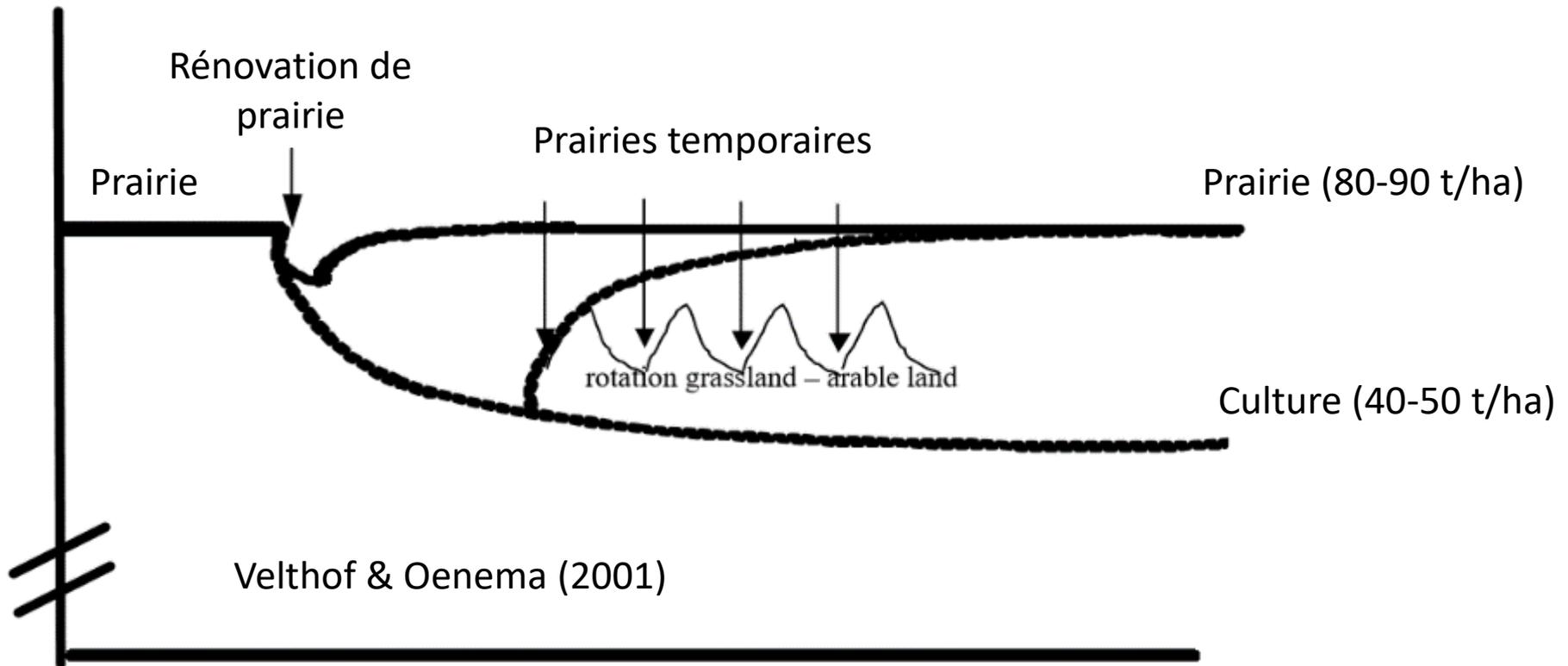
Les matières organiques exogènes:

- Effluents d'élevage, digestats de biométhanisation, compost, boues, sous-produits industriels...
- Améliorer le statut organique
- Recycler les nutriments
- Attention aux risques de contaminations!



La plante pour alimenter le sol en carbone...

L'exemple de la prairie temporaire



La permanence du couvert, via les cultures principales ou la gestion de l'interculture, est un principe clé pour favoriser le retour de MO vers le sol

Merci de votre attention!

