

# Les matières organiques et les sols agricoles



[claire.marsden@supagro.fr](mailto:claire.marsden@supagro.fr)

Assemblée générale – Grap'Sud

28 janvier 2020

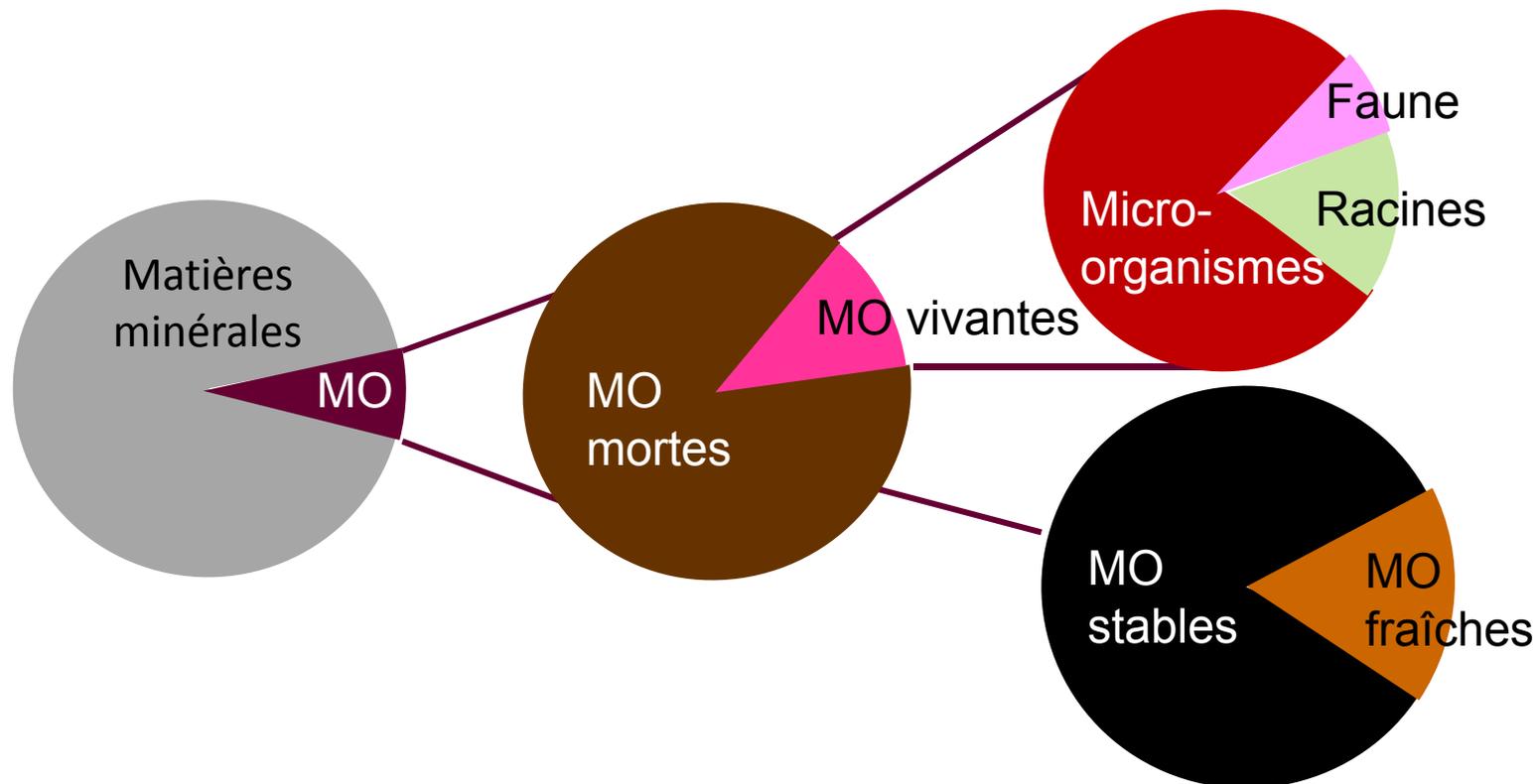
# Plan

---

- ▶ Matières organiques du sol, natures et rôles
- ▶ Les enjeux actuels autour des matières organiques des sols
- ▶ Raisonner les apports de produits résiduaux organiques aux sols

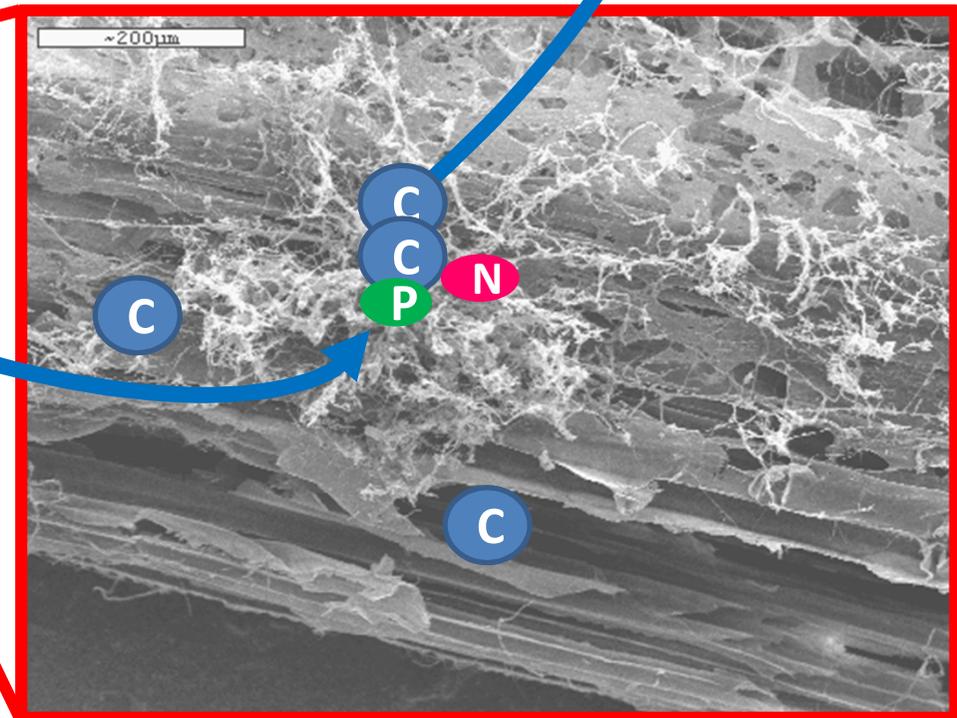
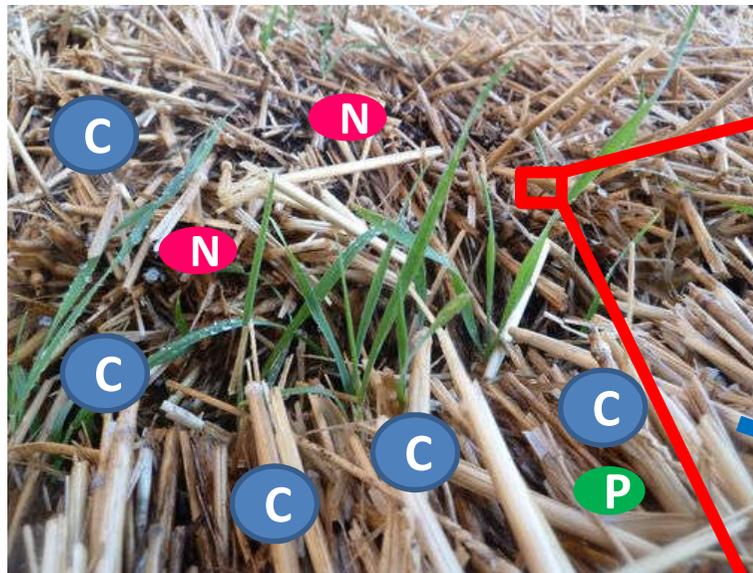
# Les matières organiques du sol, c'est quoi?

- ▶ « Tout ce qui est vivant ou a été vivant dans le sol »
- ▶ Molécules organiques constituées de Carbone, Oxygène, Hydrogène, Azote, Phosphore, Soufre...



# Un continuum de substrats nourriciers

- ▶ Suivons le devenir de résidus au champ  
(« **matières organiques fraîches** »)

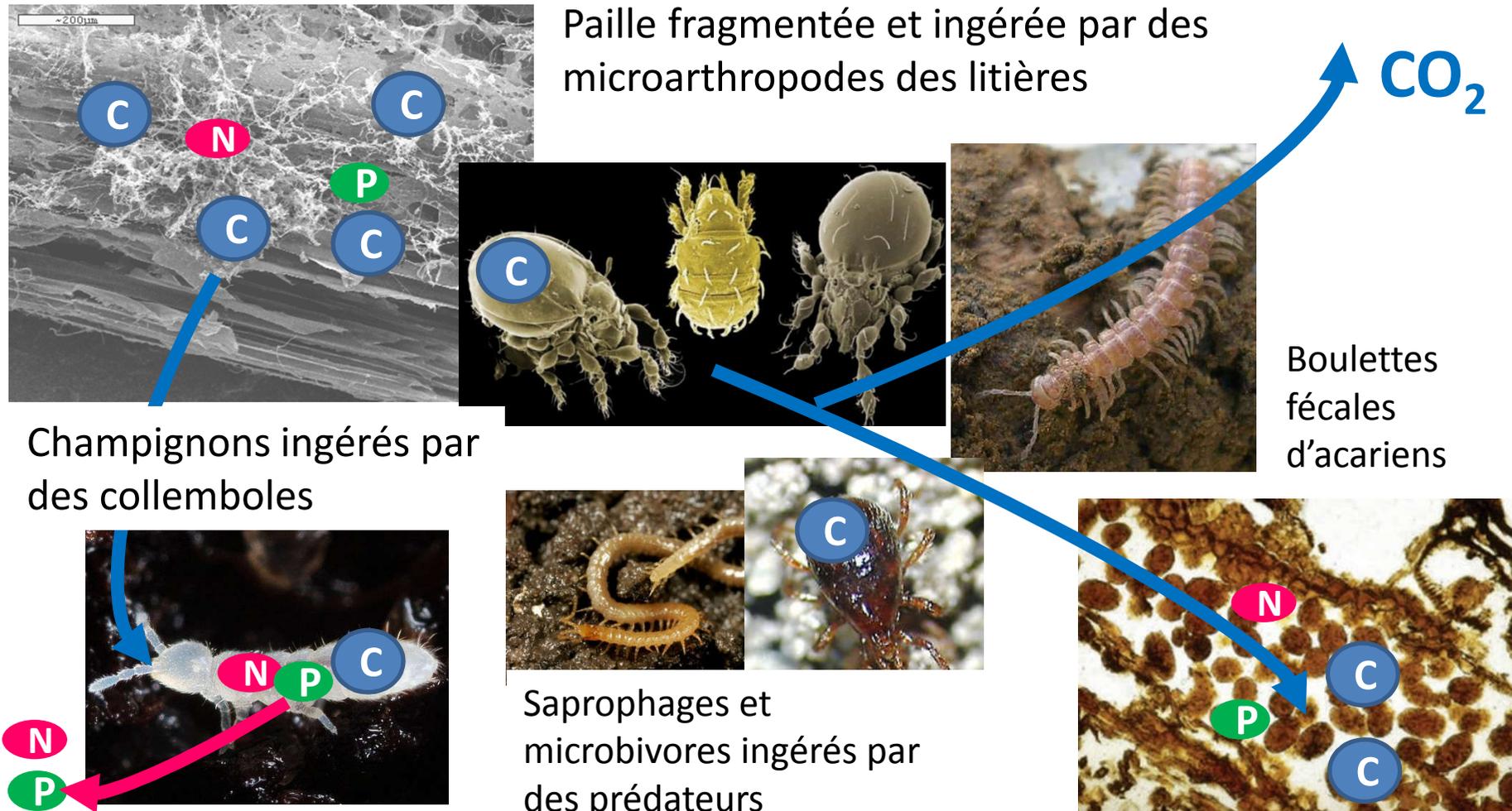


CO<sub>2</sub>

Colonisation et première minéralisation des MO fraîches par champignons, actinobactéries...

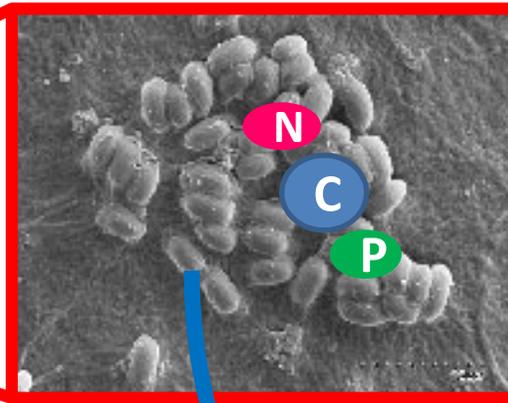
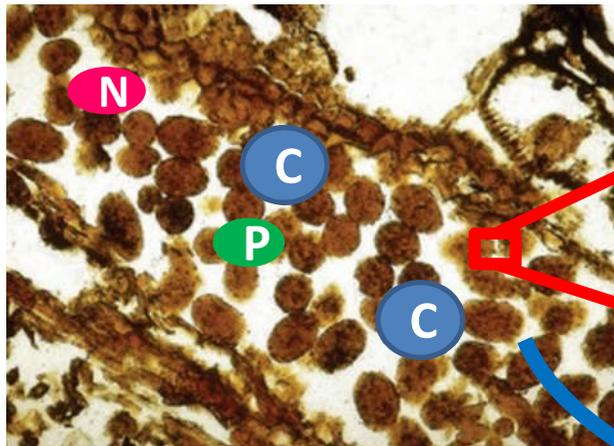
# Un continuum de substrats nourriciers

## ► Suivons le devenir de résidus au champ



# Un continuum de substrats nourriciers

- ▶ Suivons le devenir de résidus au champ



Matière organique particulaire dans le sol, colonisée par des microorganismes et ingérée par des vers de terre endogés...



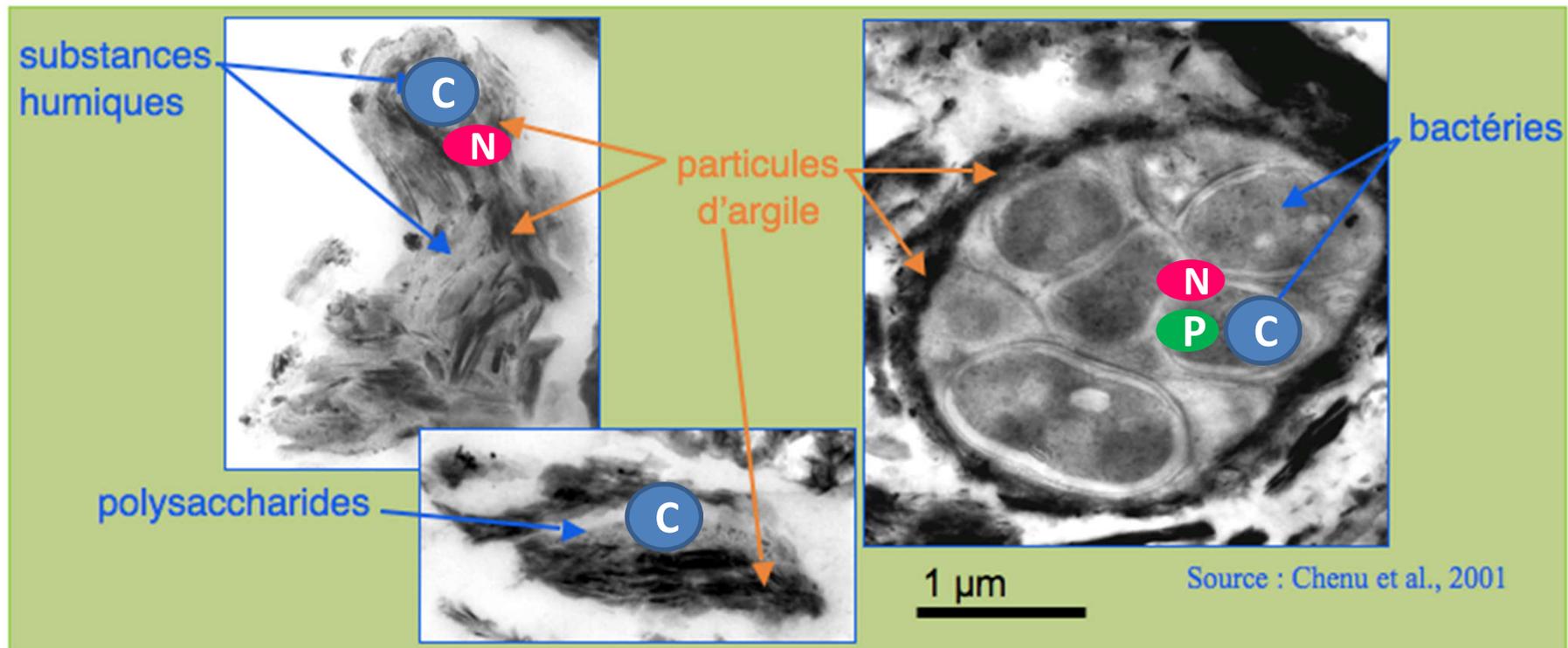
CO<sub>2</sub>



# Pour aboutir à de la matière organique stable

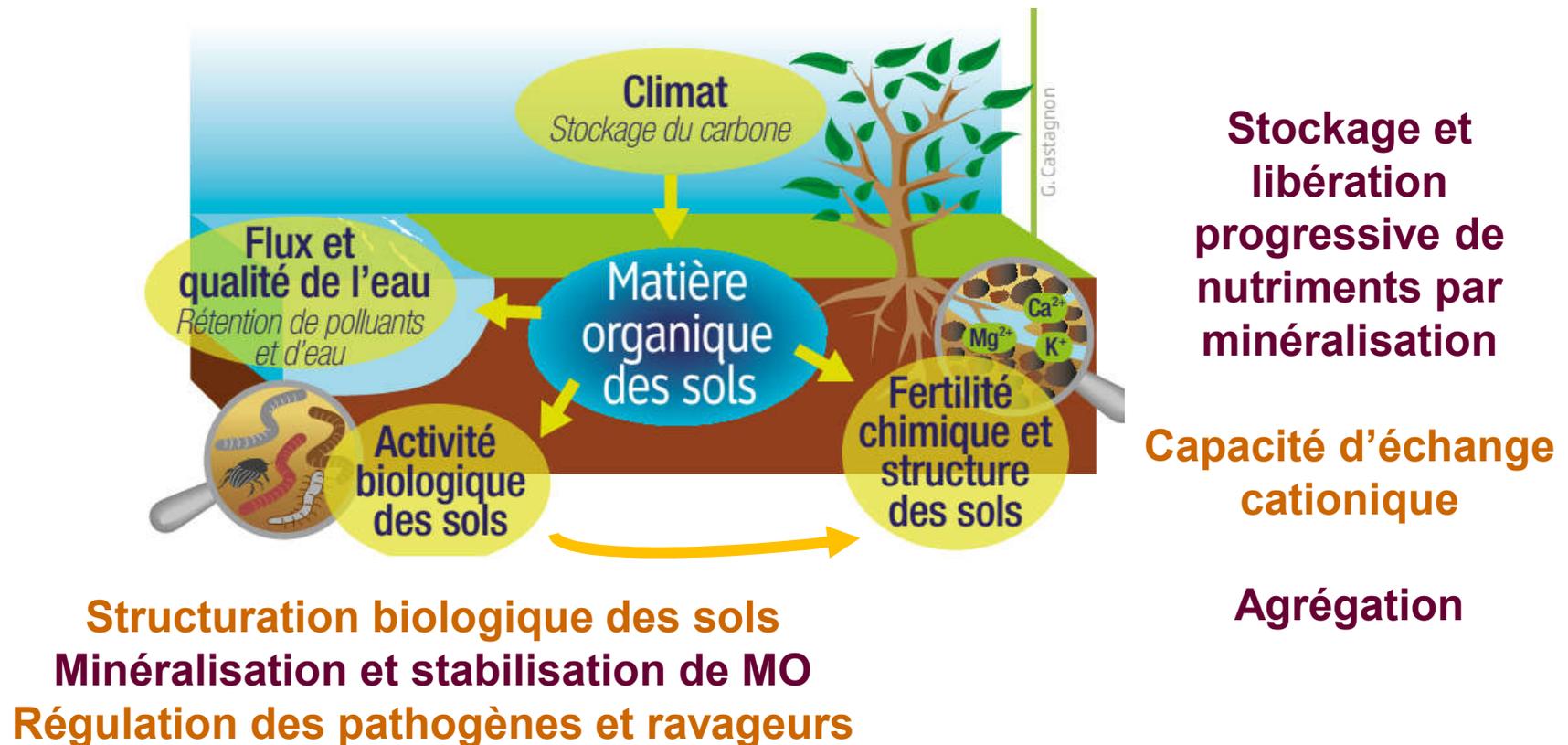
## ► Les résidus de ces interactions :

- Des matières organiques de taille micrométrique, dans la fraction argileuse du sol
- MO de minéralisation lente = « MO stable »



# Rôles centraux dans les fonctions des sols...

- ▶ ... et donc dans les **services écosystémiques** rendus (bénéfices que l'humanité obtient des écosystèmes)



Ademe 2014

# Matières organiques du sol, au cœur du réacteur



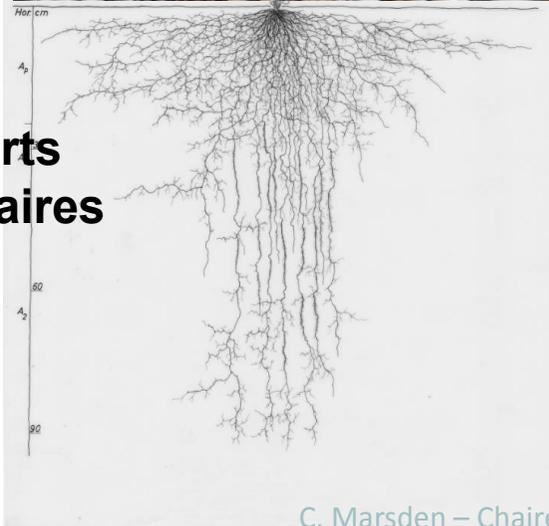
# Cycle des matières organiques

## APPORTS

Résidus de culture



Apports racinaires



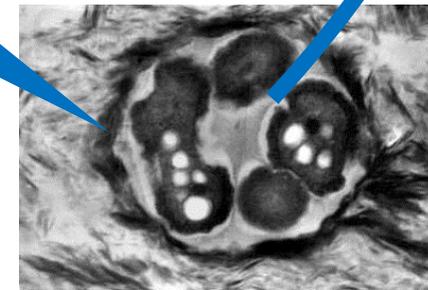
## PERTES

CO<sub>2</sub>

Minéralisation

Erosion

Lessivage



# Cycle des matières organiques

---

- ▶ Assurer un bon stock de MO est essentiel au bon fonctionnement du sol et de la culture
- ▶ Les pertes annuelles de MO sont:
  - Inévitables
  - Importantes car beaucoup de fonctions essentielles des MO sont rendues via leur dégradation!
- ▶ Il faut donc les compenser: importance des APPORTS

# Plan

---

- ▶ **Matières organiques du sol, natures et rôles**
- ▶ **Les enjeux actuels autour des matières organiques des sols**
- ▶ Raisonner les apports de produits résiduaux organiques aux sols

► **Des stocks**  
très inégaux  
de MOS d'une  
région à  
l'autre

► **Ordre de  
grandeur :**

*Sur 0-30 cm*

*Densité apparente de 1.5*

*4500 tonnes de terre/ha*

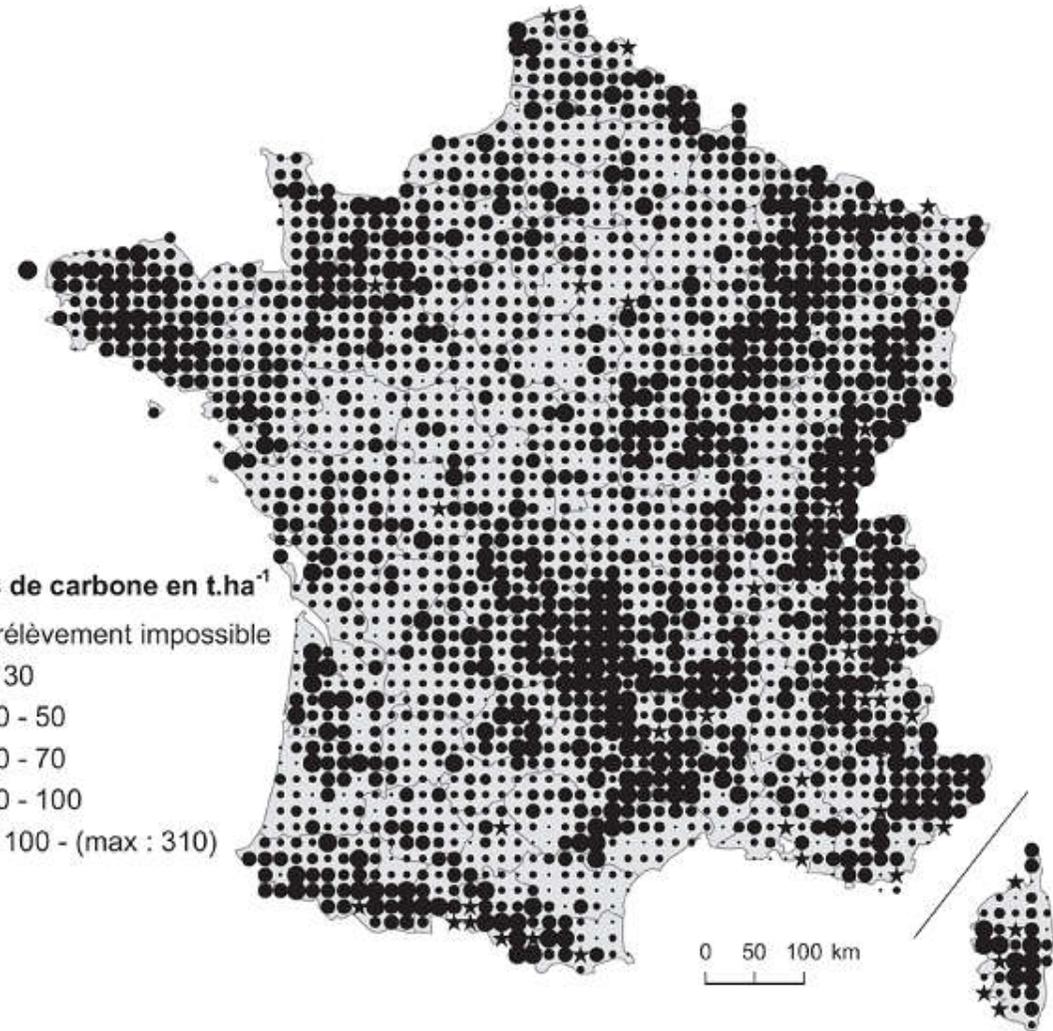
*2% de MO*

**90 tonnes de MO/ha**

**Soit 52 tonnes de  $C_{org}$ /ha**

stocks de carbone en  $t \cdot ha^{-1}$

- ★ prélèvement impossible
- < 30
- 30 - 50
- 50 - 70
- 70 - 100
- > 100 - (max : 310)



Source : Gis Sol-RMQS, 2010, Inra - RMQS, 2010.

Note : La distribution des stocks de carbone est principalement contrôlée par des paramètres climatiques (par exemple, effets de l'altitude), d'occupation du sol (stocks élevés dans les régions bocagères ou forestières, faibles dans les régions de grande culture et sous vigne), ainsi que par la texture du sol (stocks d'autant plus élevés que les sols sont plus argileux).

# L'initiative « 4 pour 1000 »



Ministère de l'Agriculture, de

## LE 4 POUR 1000

LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS  
POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LE CLIMAT

La quantité  
de carbone contenue  
dans l'**atmosphère**  
augmente  
chaque année de  
**4,3 milliards de tonnes**

**+4,3** Md t.  
carbone  
/ an

↑↑  
émissions de CO<sub>2</sub>



Forêts ⊖⊖

Océans ⊖⊖

Activités humaines ⊕⊕⊕⊕

Déforestation ⊕

⊖ absorption ⊕ émission

Les **sols** du monde  
contiennent sous forme  
de matières organiques  
**1 500 milliards de tonnes**  
de carbone

absorption de CO<sub>2</sub>  
par les végétaux



stockage de carbone  
organique dans les sols

**1 500** Md t.  
carbone

**Si on augmente de 4‰ (0,4%) par an**  
la quantité de carbone contenue  
dans les sols, **on stoppe l'augmentation**  
**annuelle de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère**,  
en grande partie responsable  
de l'effet de serre  
et du changement climatique

augmentation  
de l'absorption  
de CO<sub>2</sub> par les  
végétaux :



sols cultivés,  
prairies,  
forêts...

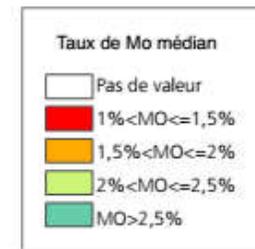
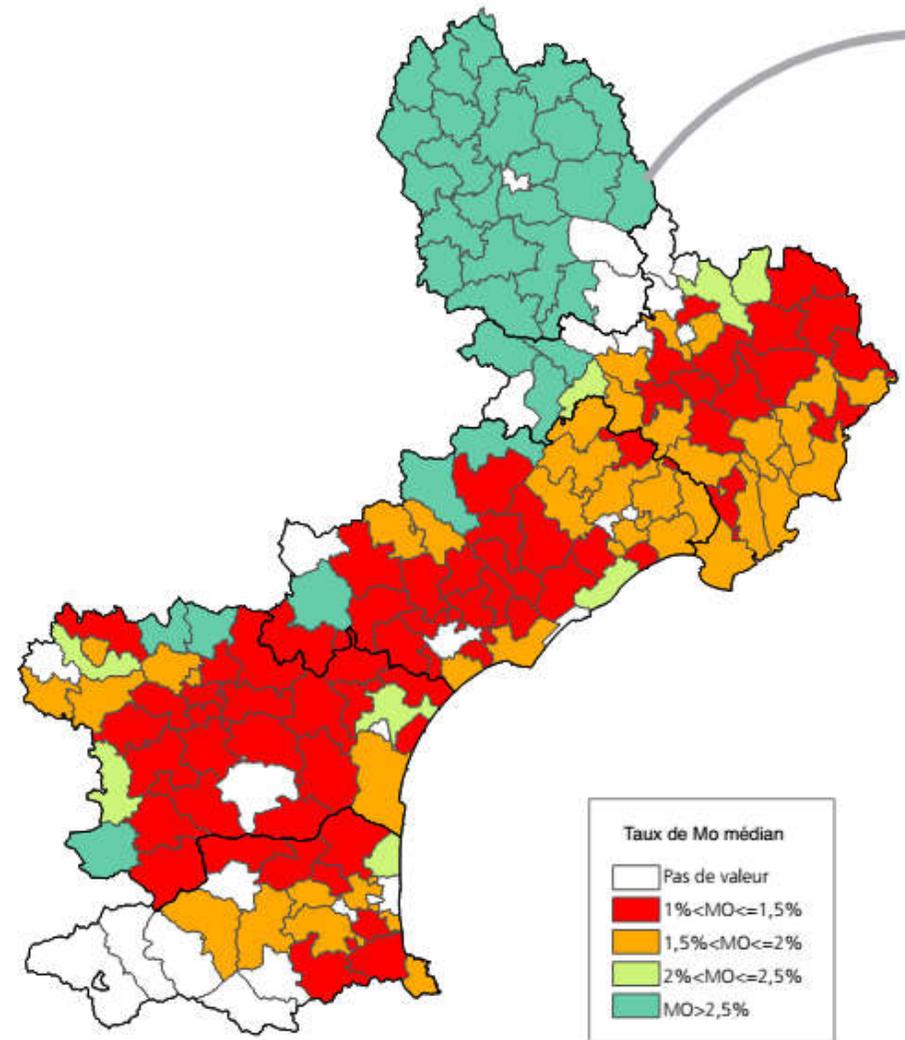
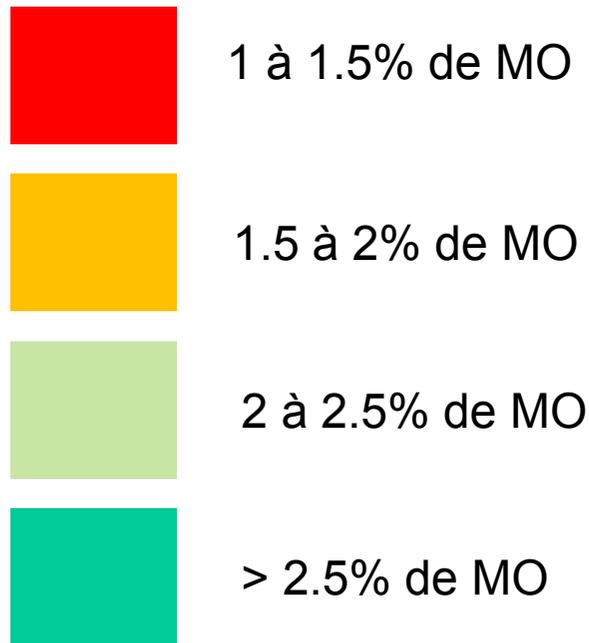


stockage de **+4‰**  
de carbone dans les sols mondiaux

= des sols + fertiles  
= des sols + adaptés aux effets  
du changement climatique

# Sols viticoles...

- ▶ ... du Languedoc-Roussillon: teneurs très faibles en MOS

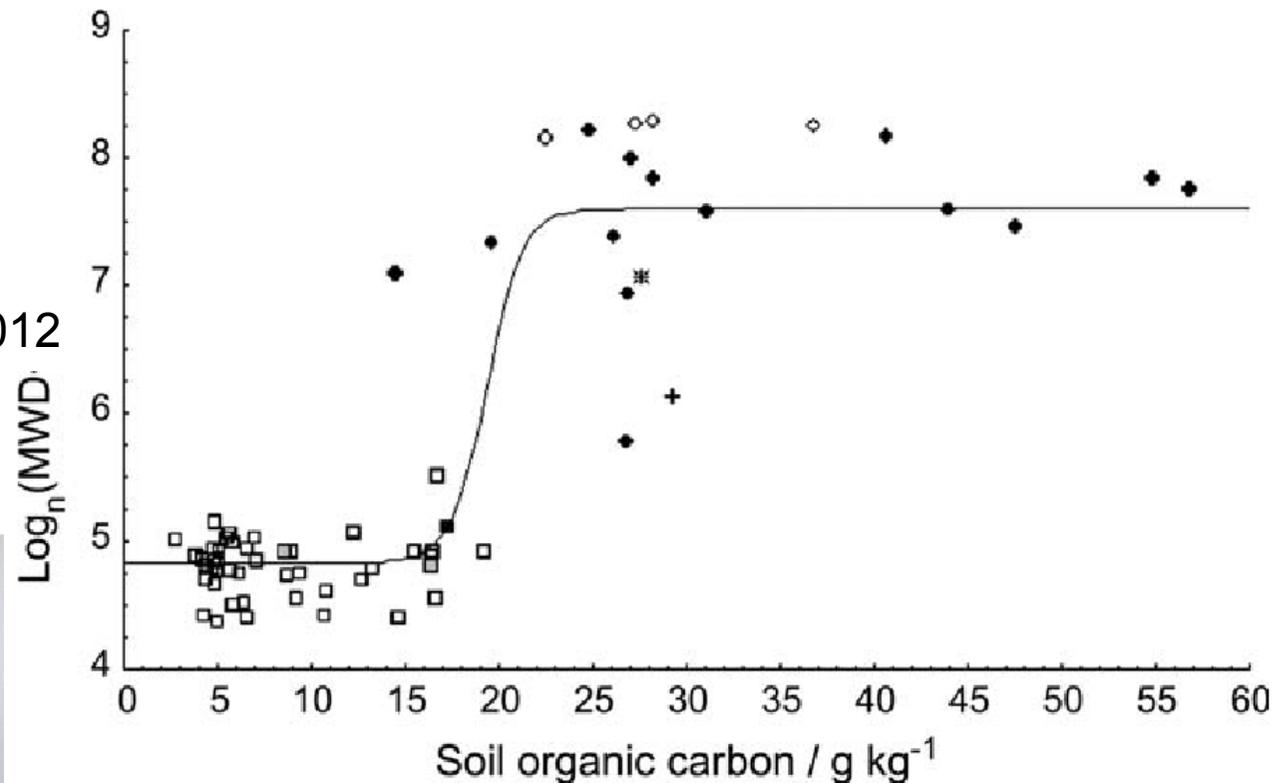


# Sols faibles en MO = vulnérables

- ▶ Faible teneur en MO → sensibilité à l'érosion

Stabilité des  
agrégats,  
méthode  
normée  
ISO 10930:2012

« Slake test »



- Garrigue ○ Grassy fallow + Bare soil prepared for vineyard
- \* Spoil earth from vineyard preparation ■ Vineyard with straw mulch
- Grassed vineyard □ Weeded vineyard

Le Bissonais et al, 2007

# Sols faibles en MO = vulnérables

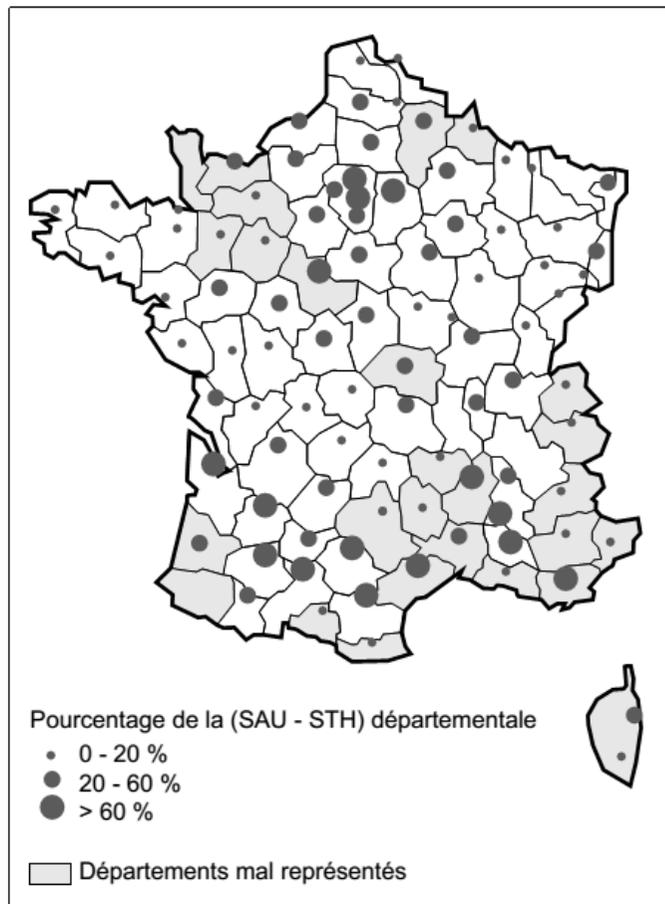
---

- ▶ Faible teneur en MO → sensibilité à l'érosion
- ▶ MAIS AUSSI...
  - Mauvaises propriétés structurales → problèmes de portance, battance, défauts d'infiltration, défauts de minéralisation printanière...
  - Capacité de rétention et de libération de nutriments affaiblie
  - Capacité de rétention d'eau affaiblie
- ▶ Vulnérabilité aux changements climatiques.

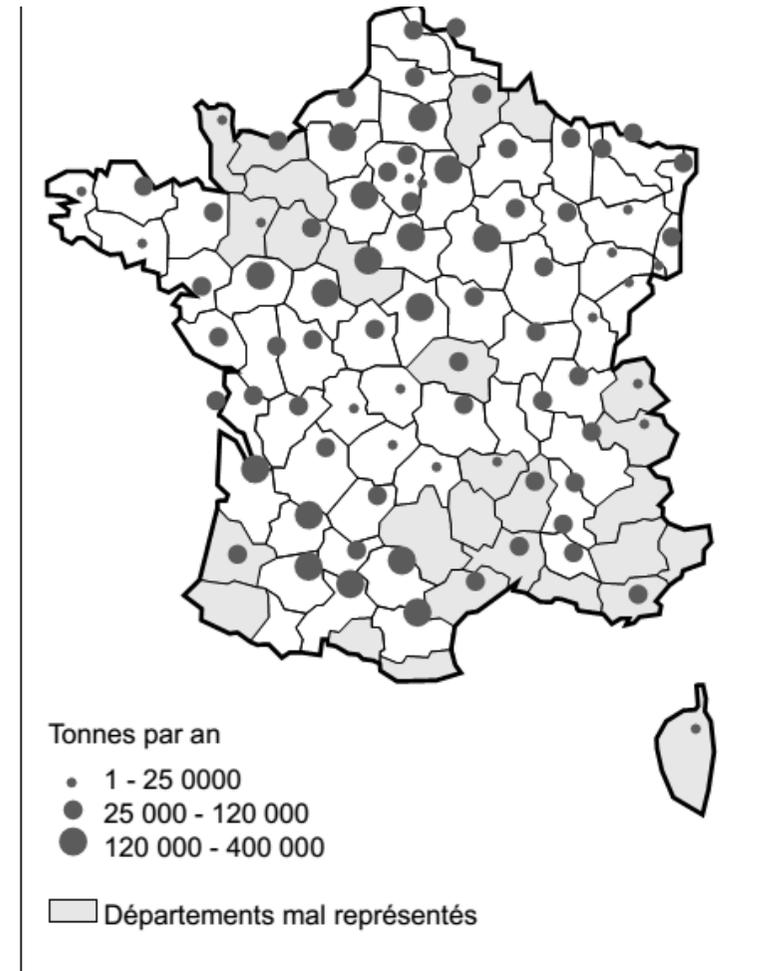
# Ordres de grandeur des apports à effectuer

**Figure 8** - Estimation des surfaces déficitaires en MO par département. Les départements grisés sont ceux pour lesquels moins de 20 % de la SAU-STH est représentée dans la base ORVAL

**Figure 8** - Estimate of surfaces in OM deficit (by department)



**Figure 9** - Estimation, selon le modèle d'Andriulo et al., des quantités des MO humifiée à apporter pour un redressement de 10 % en 10 ans. Cas de l'hypothèse basse. Résultat global en tonnes par département.



Roussel et al 2001

# Économie circulaire

---

- ▶ Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV 2015) et feuille de route de l'économie circulaire (FREC)

*« augmenter la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation sous forme de matière, notamment organique, en orientant vers ces filières de valorisation, respectivement, 55 % en 2020 et **65 % en 2025** des déchets non dangereux non inertes, mesurés en masse. »*

- Et avant le 31 décembre 2023, tous les biodéchets doivent être triés à la source.
- Valoriser les biodéchets de qualité (valeur agronomique et innocuité garantie) Pour permettre au secteur agricole d'être moteur de l'EC
- Elaboration d'un pacte de confiance, pour des filières vertueuses de production de MF et SC (composts, digestats,...)

# Économie circulaire

## ● Volet agricole de la FREC pour renforcer et conforter le rôle du secteur agricole dans l'EC (février 2019)

= un des plans composant le projet agro-écologique pour la France

= en cohérence avec le plan d'action bioéconomie 2018-2020

= Calendrier des actions 2018-2020

### ➔ ACTION : Mobiliser les matières fertilisantes de qualité issues de ressources renouvelables

- Fixer des objectifs d'augmentation de la part de fertilisants issus de ressources renouvelables à horizon 2025-2035
- Faciliter la valorisation de sous-produits animaux et fertilisants dans le respect de la réglementation nationale et européenne (sanitaire)
- Soutenir les innovations et les investissements dans les technologies de recyclage des nutriments majeurs (N, P, K, S) sous forme minérale à partir d'effluents d'élevage et de matières issues du recyclage)
- Soutenir la recherche pour améliorer les connaissances sur les matières fertilisantes d'origine organique, le développement d'outils et techniques pour mieux raisonner la fertilisation

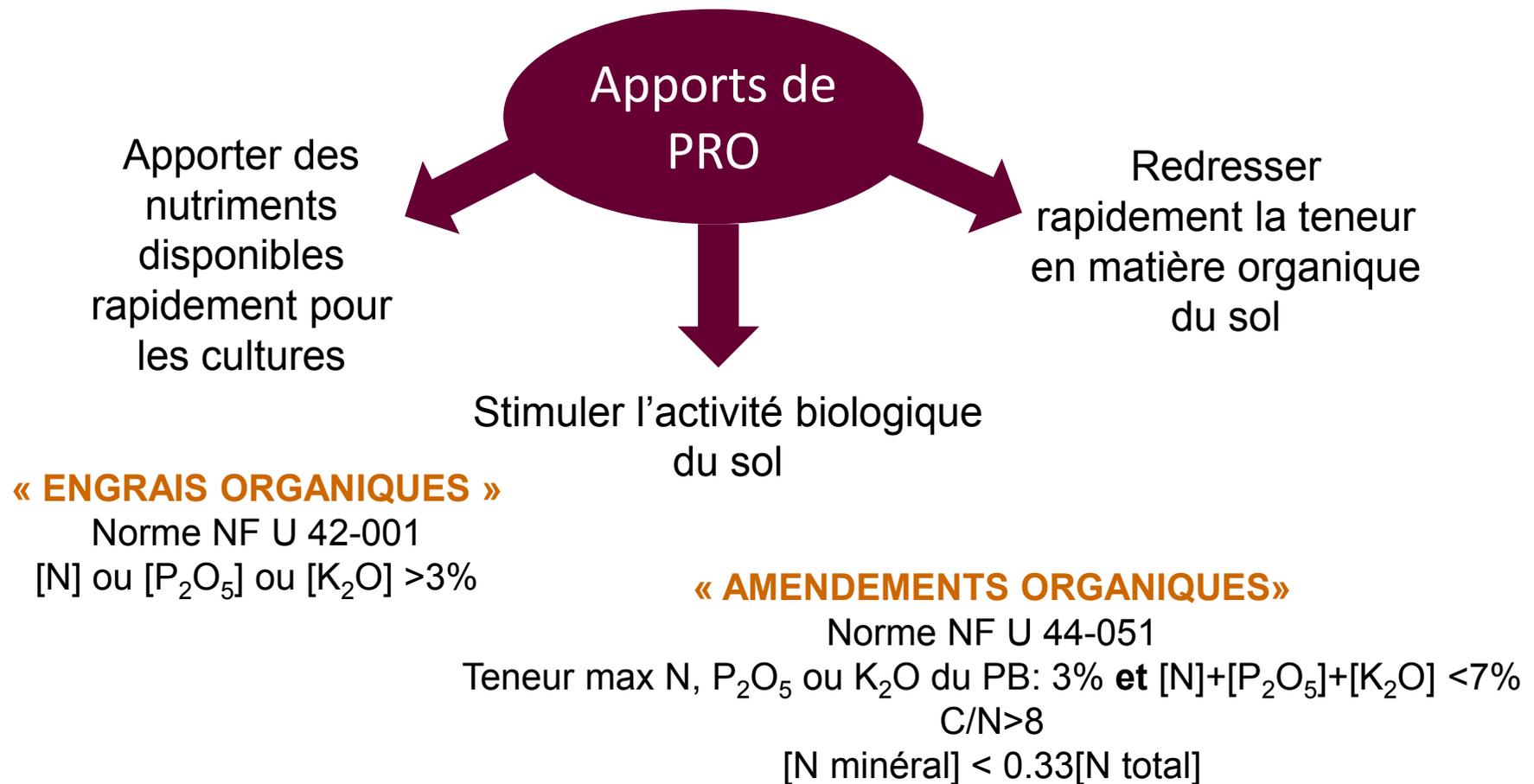
# Plan

---

- ▶ **Matières organiques du sol, natures et rôles**
- ▶ Les enjeux actuels autour des matières organiques des sols
- ▶ **Raisonner les apports de produits résiduaux organiques aux sols**

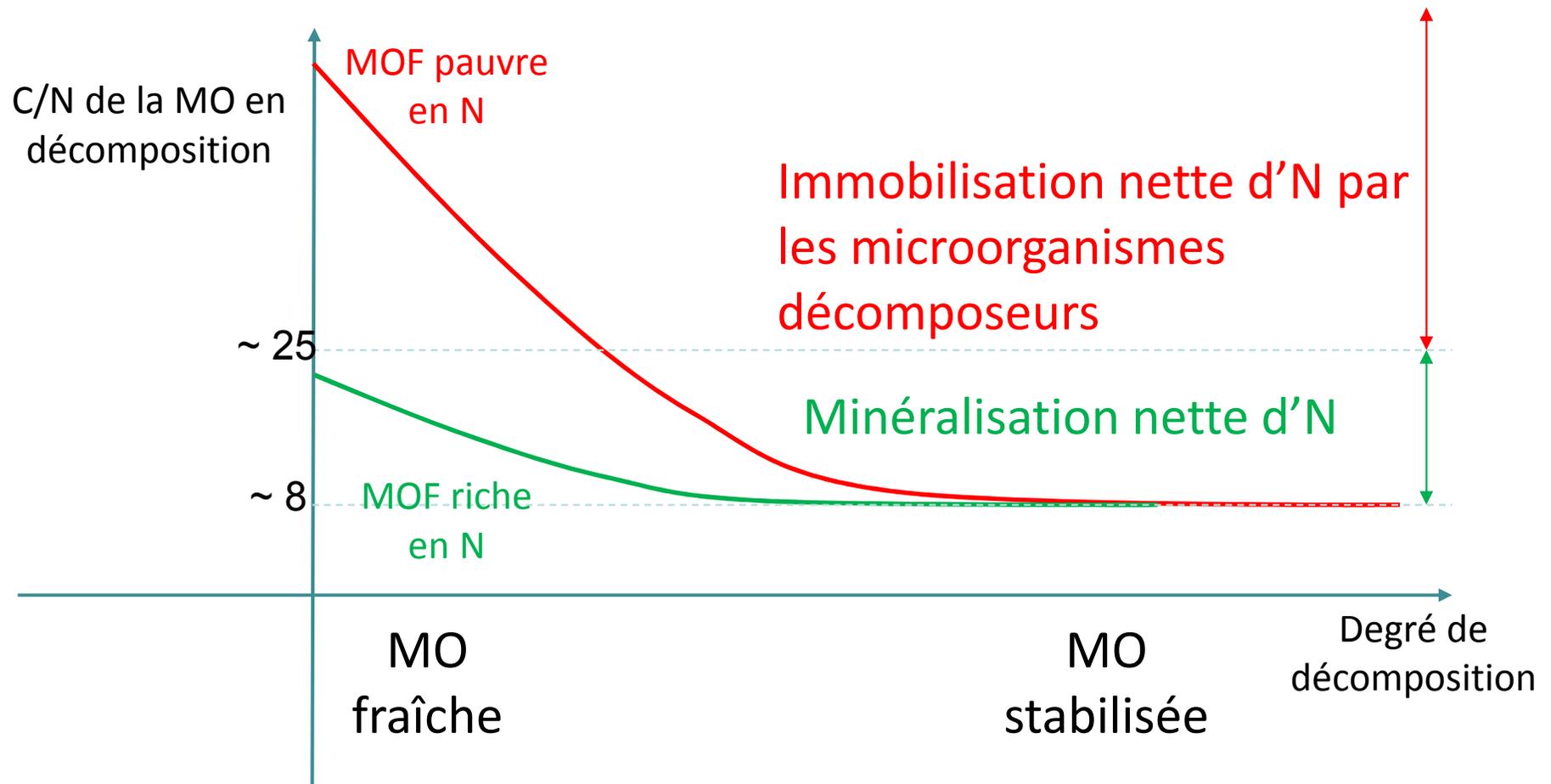
# Apports de Produits Résiduaux Organiques

- ▶ Des apports à raisonner en fonction des objectifs



# Quelques critères de caractérisation de PRO

- ▶ Rapport C/N : minéralisation ou immobilisation, degré d'évolution de MO



# Quelques critères de caractérisation de PRO

- ▶ Coefficient de minéralisation à 91 jours
  - dépend surtout de la nature biochimique

Interprétation agronomique (échelle de valeurs de Celesta lab) :

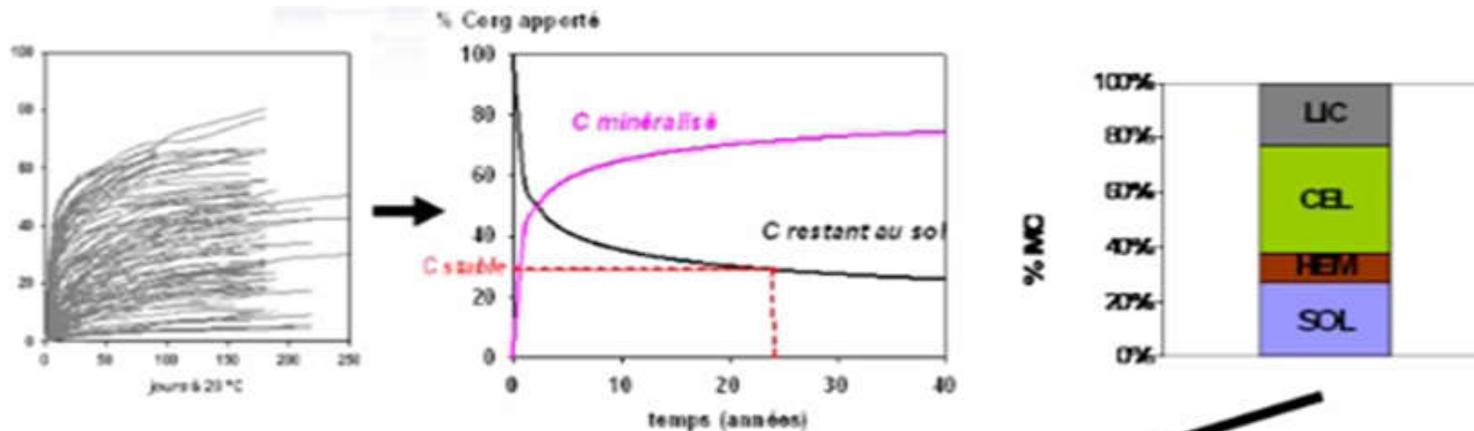
$0 < Ct_{91} < 15 \%$	$15 < Ct_{91} < 30 \%$	$30 < Ct_{91} < 50 \%$	$Ct_{91} > 50 \%$
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forte stabilité</li> <li>▪ Fort potentiel humigène</li> <li>▪ Faible effet sur la biomasse microbienne et lombricienne</li> <li>✓ <u>Effet sur le sol</u> :</li> <li>- anti-érosion</li> <li>- Amélioration de la <b>CEC</b> et de la <b>RU*</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bonne stabilité</li> <li>▪ Bon potentiel humigène</li> <li>▪ Faible effet sur la biomasse microbienne et lombricienne</li> <li>✓ <u>Effet sur le sol</u> :</li> <li>- structurant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stabilité intermédiaire</li> <li>▪ Potentiel humigène moyen</li> <li>▪ Effet moyen sur la biomasse microbienne et lombricienne</li> <li>✓ <u>Effet positif sur la stabilité structurale</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Produit non stabilisé</li> <li>▪ Potentiel humigène faible</li> <li>▪ Fort effet positif sur la biomasse microbienne et lombricienne</li> <li>✓ <u>Peu ou d'effet à long terme sur le sol</u></li> </ul>

\**RU* : Réserve Utile

Les produits organiques utilisables en agriculture en Languedoc-Roussillon - Tome 1

# Quelques critères de caractérisation de PRO

- ▶ ISMO : Indice de stabilité des matières organiques
  - Estimation « labo » du coefficient isohumique  $k_1$  du modèle de Hénin Dupuis (utilisé pour le « bilan humique »)



Analyse statistique de la relation entre  $C_{stable}$  et fractions biochimiques

$$ISMO = 44.5 + 0.5 SOL - 0.2 CEL + 0.7 LIC - 2.3 MinC3$$

**Proportion de matière organique susceptible d'entretenir le stock de matière organique du sol**



Source : Lashermes *et al.*, 2009

# Quels PRO préférer...

---

- ▶ Pour apporter des nutriments disponibles rapidement pour les cultures?
  - Des matières aux teneurs en nutriments élevées (et si possible équilibrées...)
  - Des matières à minéralisation rapide: coefficient de minéralisation élevé et C/N faible
- ▶ Pour redresser rapidement la teneur en MO d'un sol?
  - ISMO élevé
  - Matières compostées
- ▶ Pour stimuler l'activité biologique du sol?
  - Matières « fraîches », non ou peu compostées
  - Attention au risque de faim d'azote si C/N >25



**En conclusion: vos MO sont une  
richesse pour les sols et pour nous tous**



**Merci pour votre attention**