



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada



# Carbone et matière organique du sol : où en sommes-nous ?

Denis ANGERS



**CETAB<sup>+</sup>**  
INAB  CÉGEP DE VICTORIAVILLE

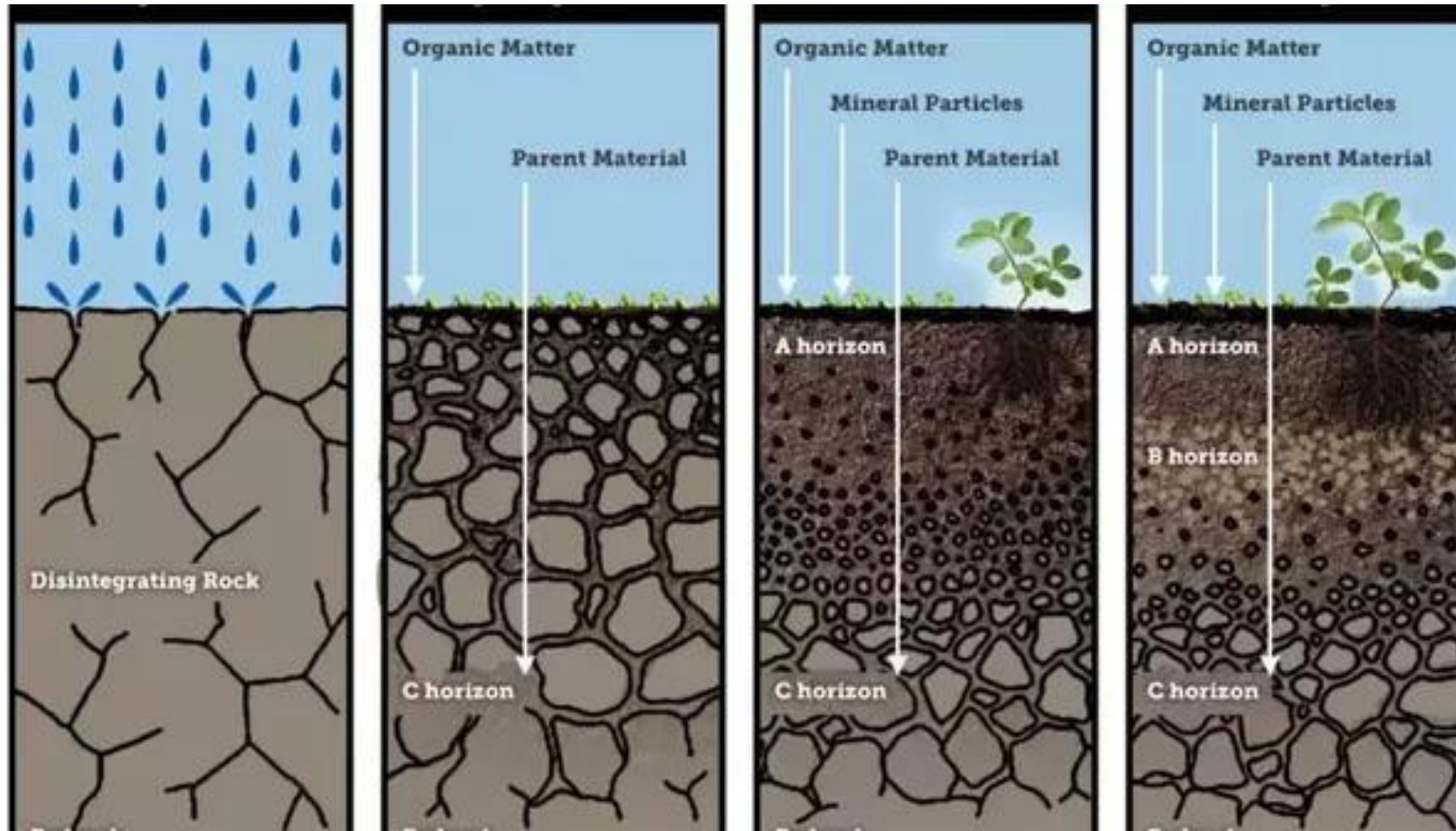


## Contenu :

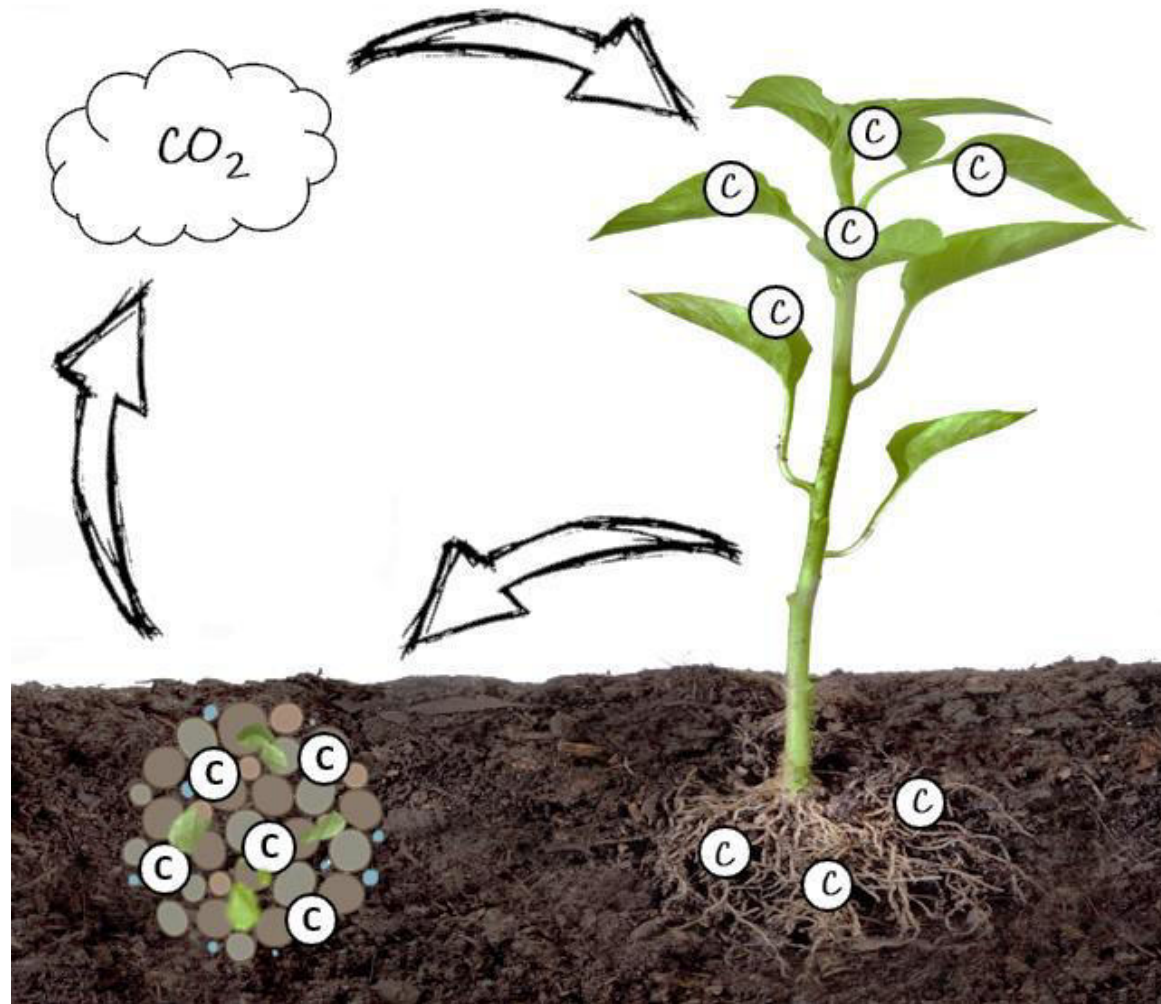
- Cycle du carbone et mécanismes de stabilisation
- Tendances actuelles au Québec
- Quelques défis... (variabilité, ça change pas vite !)
- Utilisation des fractions de MO en lien avec la santé des sols



Photosynthèse -> carbone -> matière organique -> formation des sols

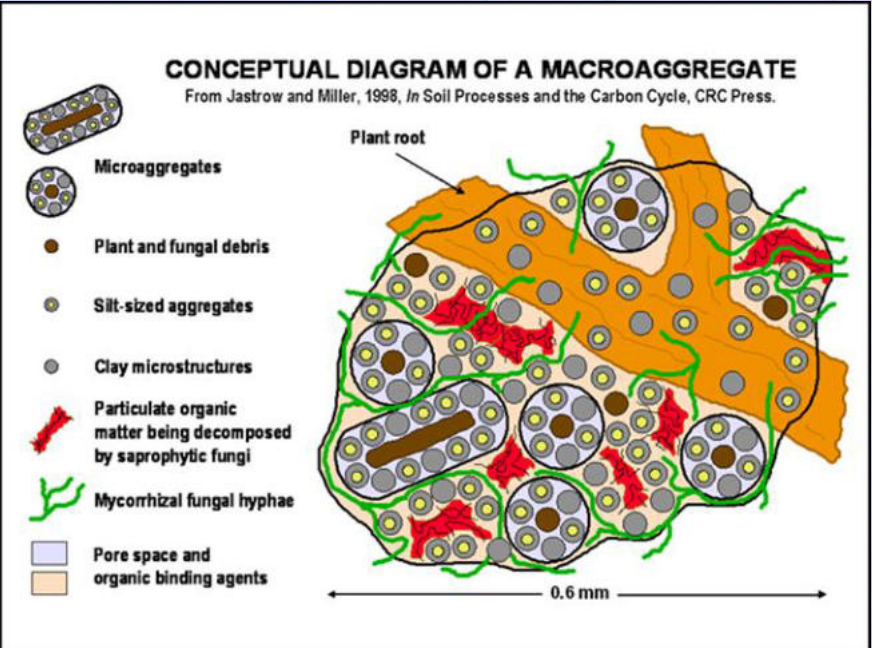
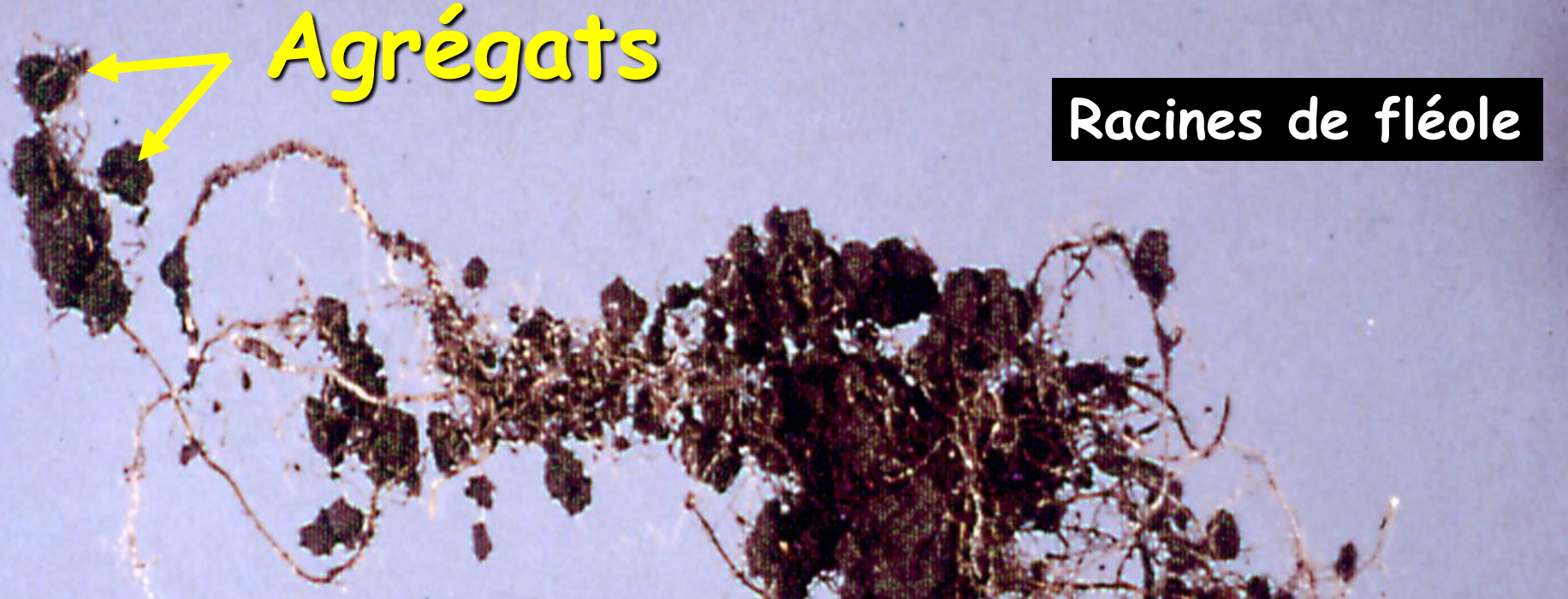


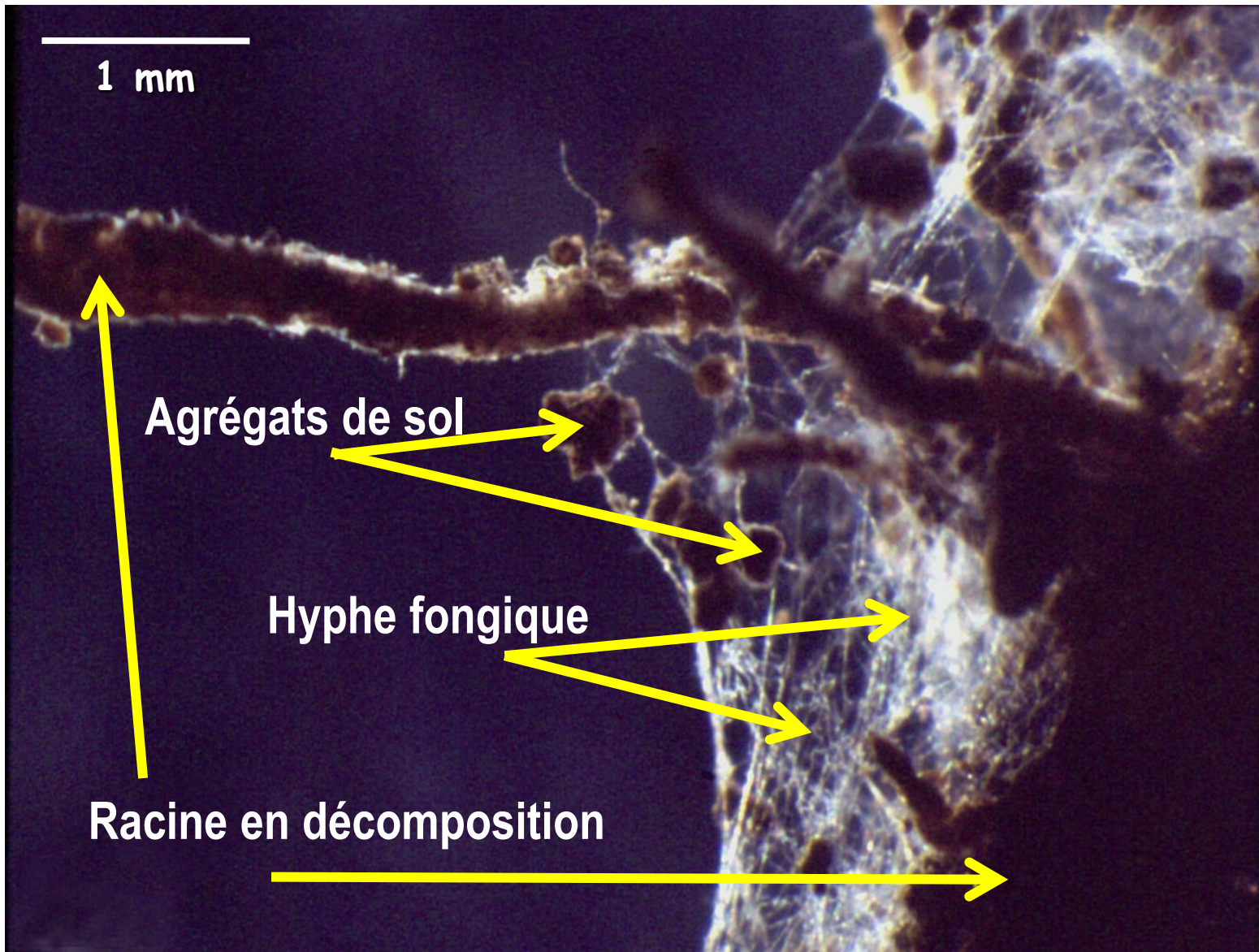
Le C capté par les plantes passe ensuite dans le sol... une partie est « **stabilisée** » sous forme de MO



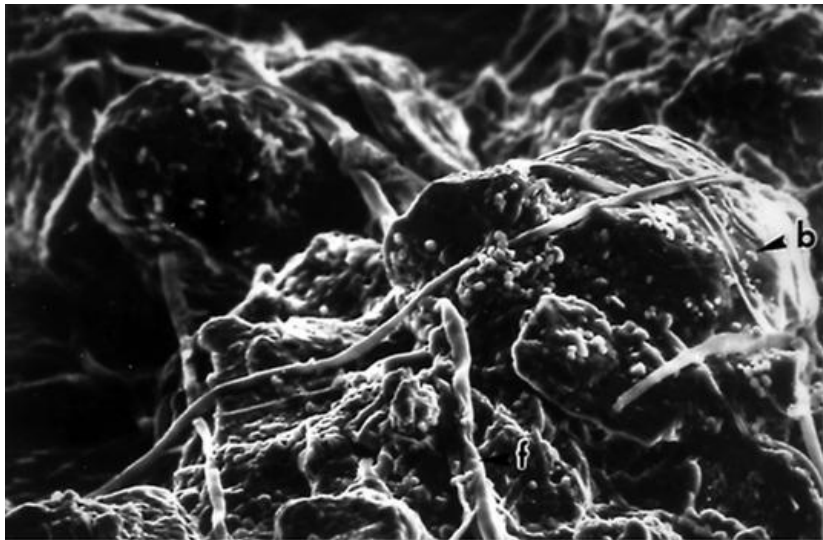
# Agrégats

Racines de fléole





# Formation des agrégats, activité microbienne et séquestration de carbone



b

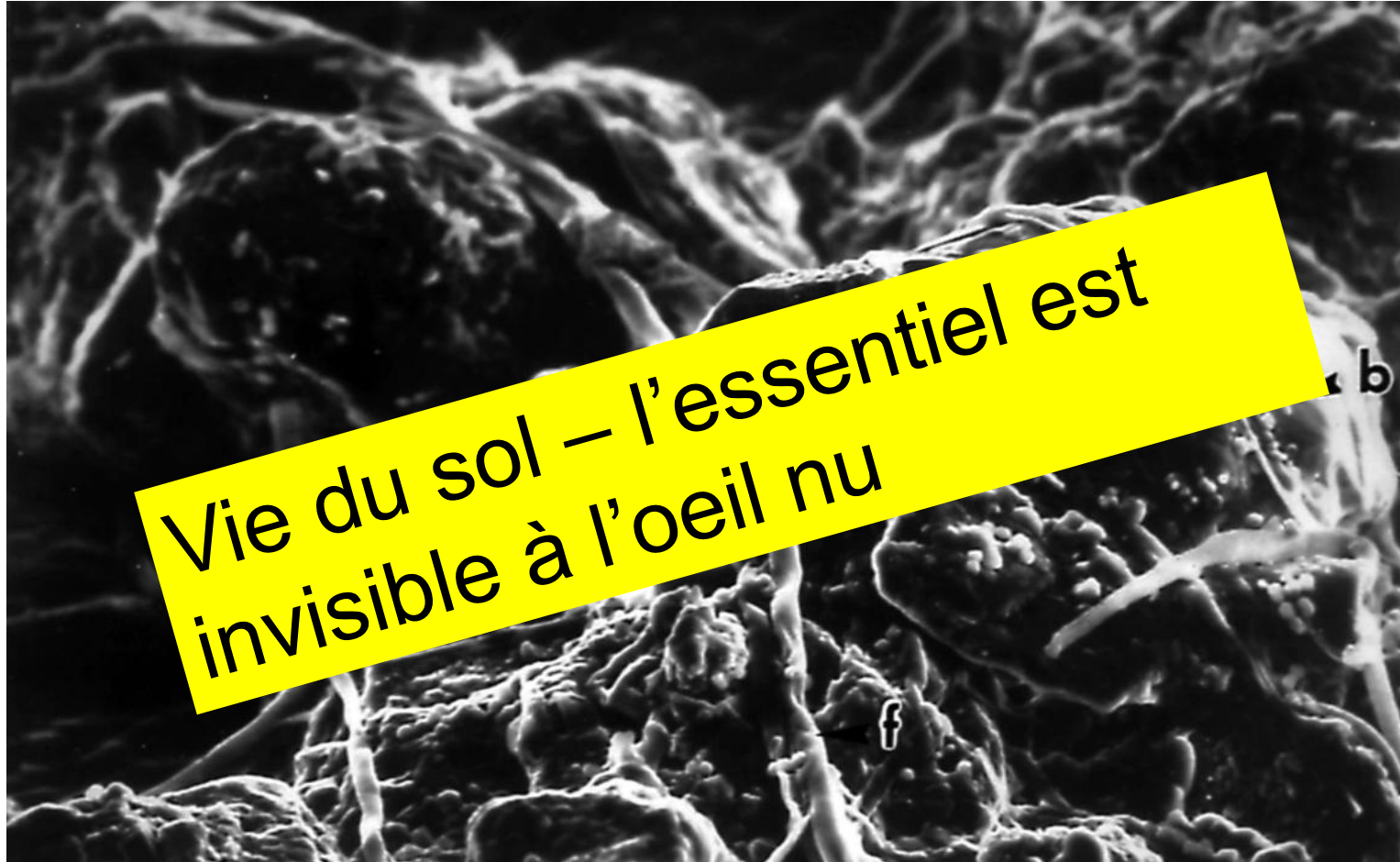
0.01 mm



© D. Angers, S. Recous

Cryo SEM, Angers & Chenu, 1998

# Associations organo-minérales



Vie du sol – l'essentiel est invisible à l'oeil nu

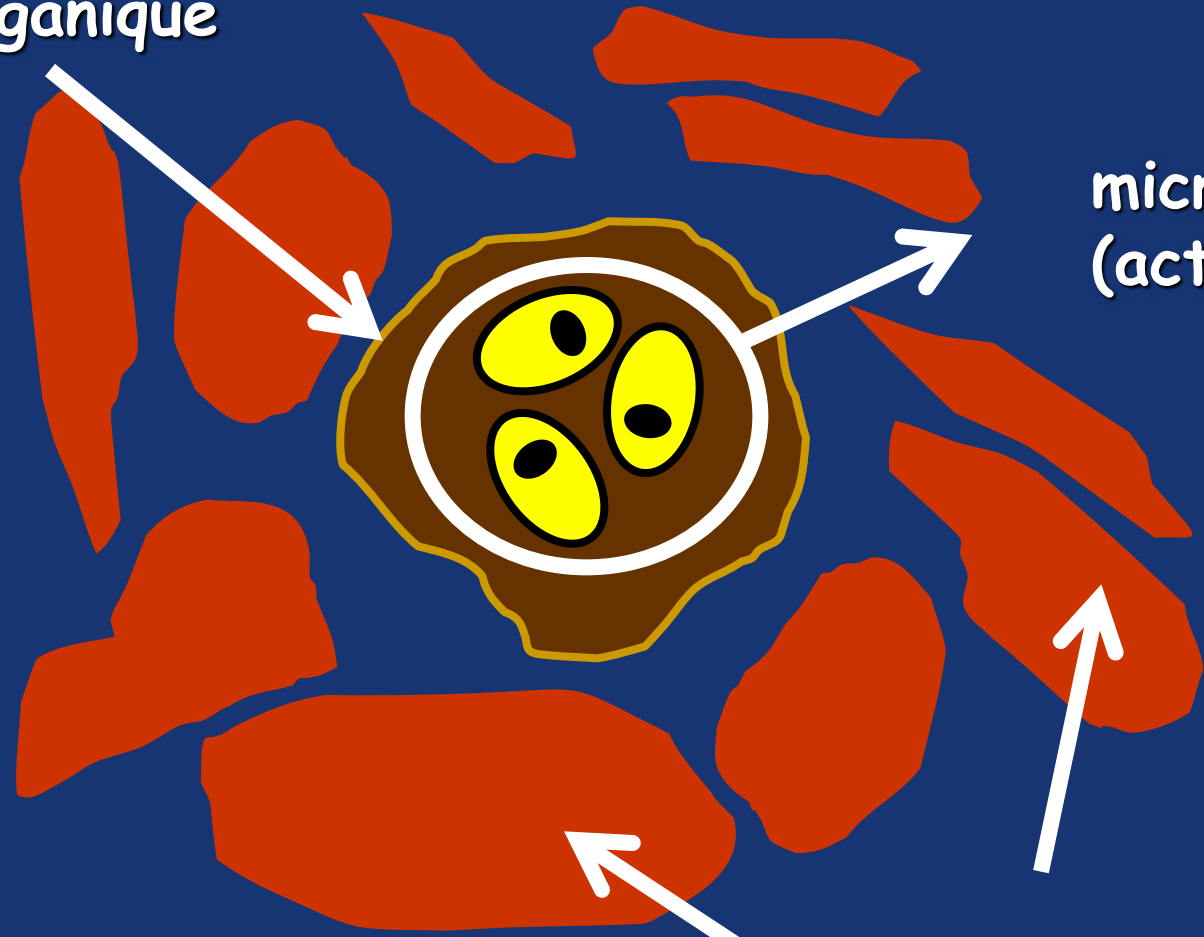
**b**

**0.01 mm**

Cryo SEM, Angers & Chenu, 1998

# Un processus microbien

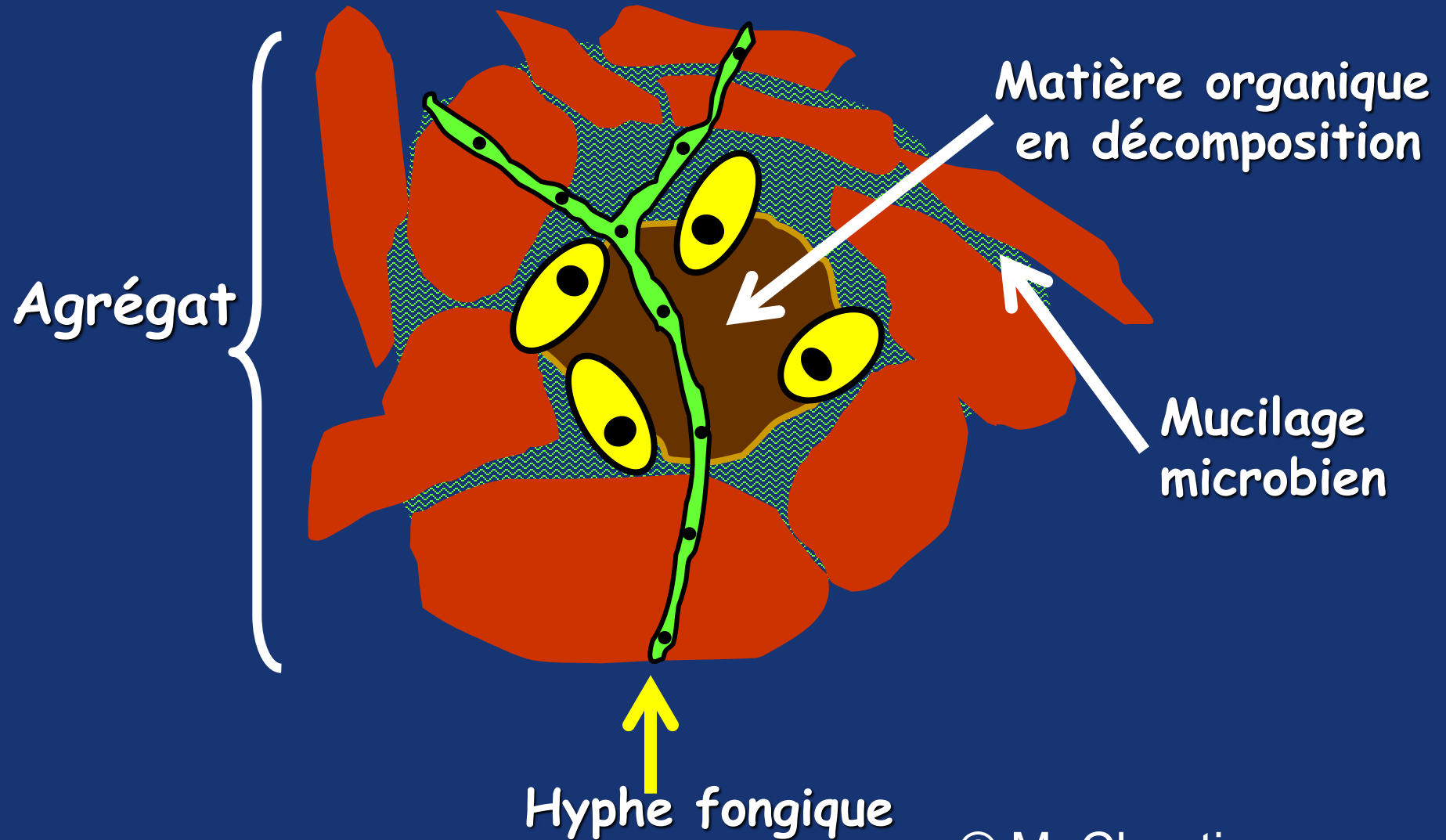
Matière organique  
(énergie)



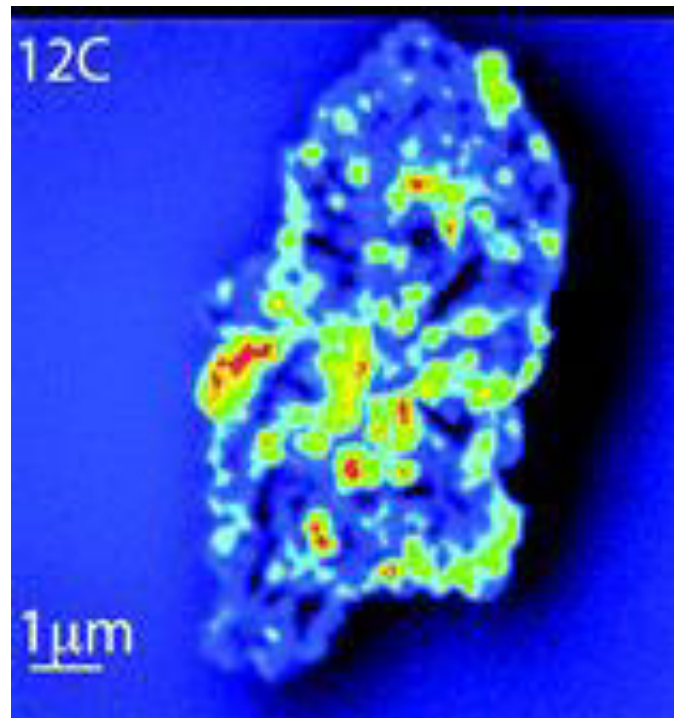
microcolonie  
(active)

Particules minérales

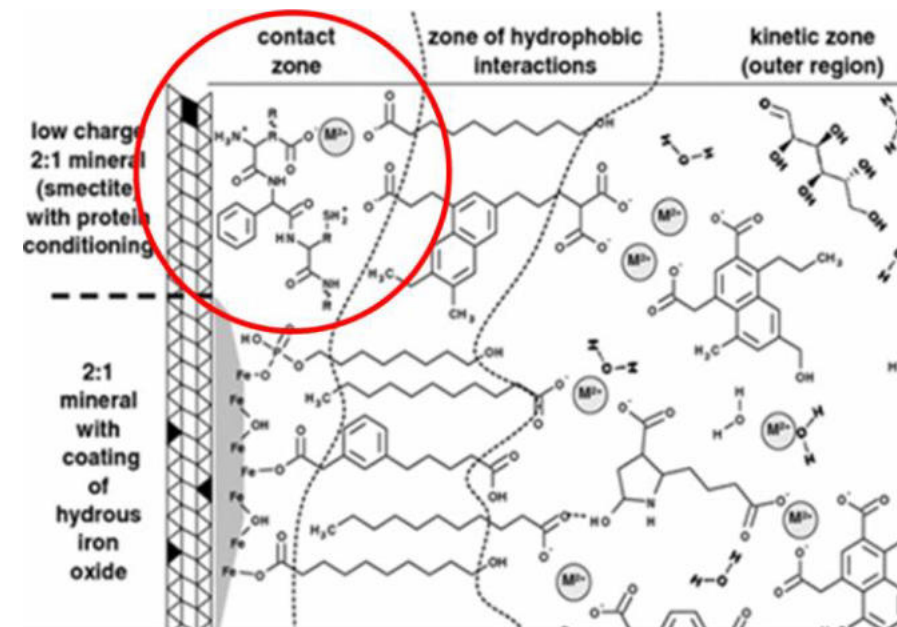
# Un processus microbien



# Mécanismes de stabilisation



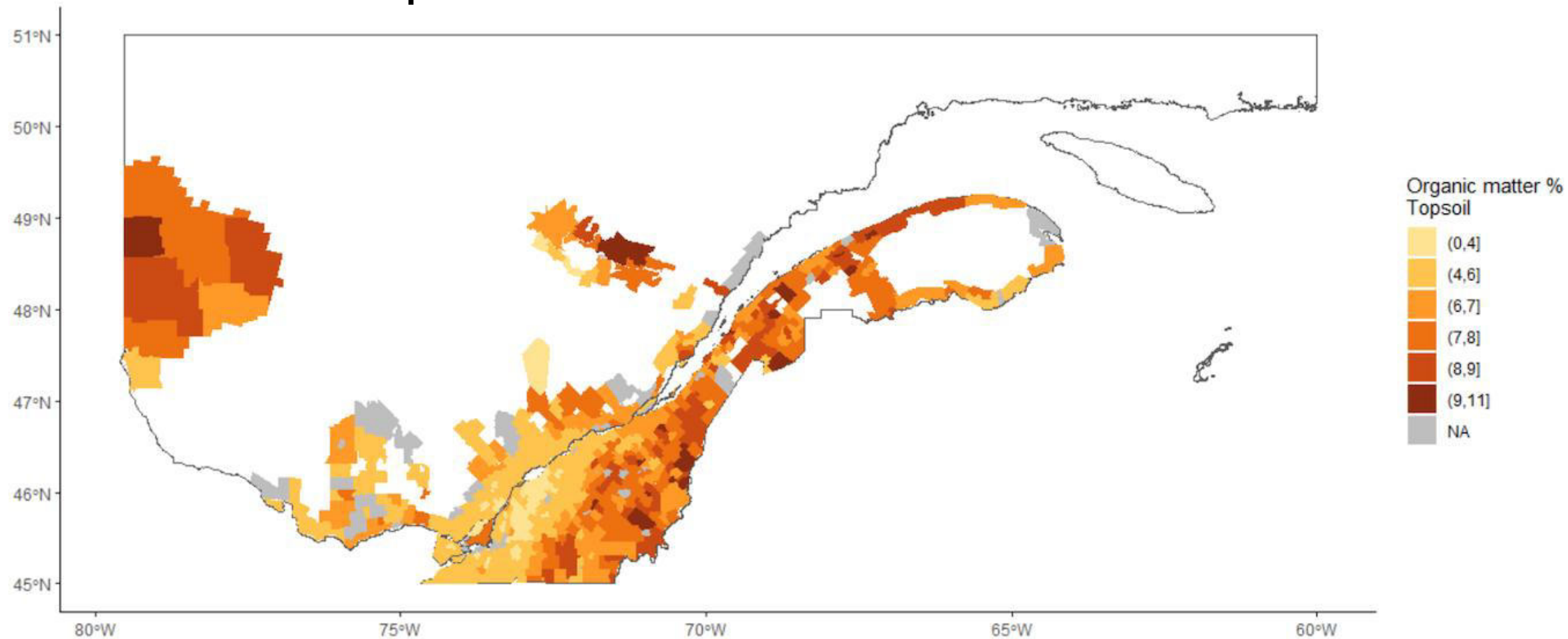
Remusat et al., 2012



Kleber et al. 2007

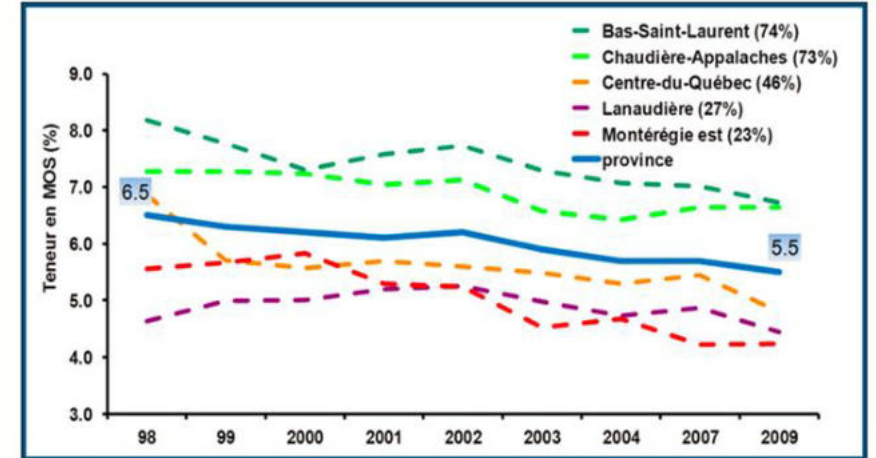
# Le carbone des sols (agricoles) du Québec

# Le portrait actuel...



**Figure 18 :** Teneur moyenne en MOS (2007-2019) par municipalité.

# Évolution du C (MO) des sols (agricoles) du Québec



MAPAQ, Direction de l'agroenvironnement et du développement durable (DAEDD), 2012

**Baisse significative des teneurs en MO** (et donc du carbone) des sols agricoles du Québec depuis quelques décennies.

C'est ce que beaucoup de producteurs/trices nous rapportent...

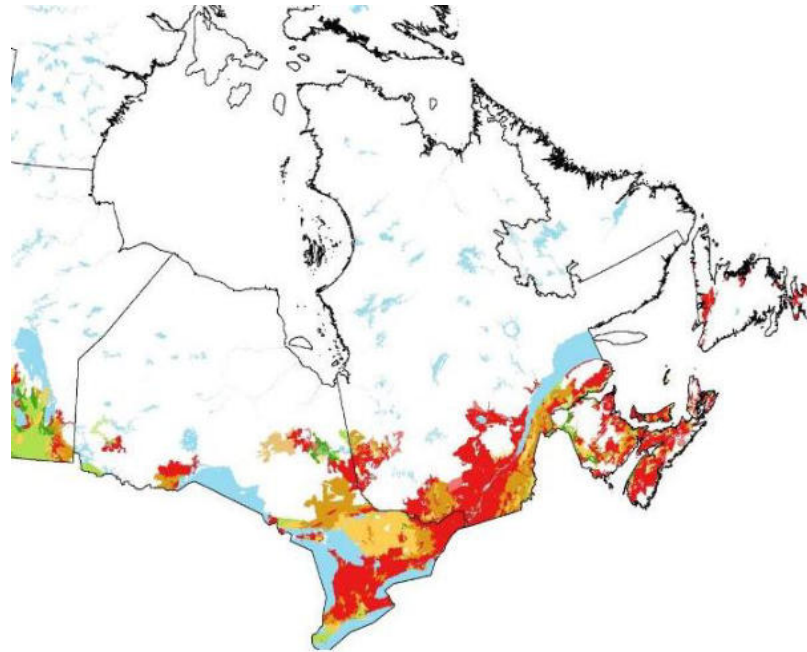
Plusieurs études en cours (Univ. Laval, IRDA) le confirment

Basées sur des **milliers d'analyses de sols à la ferme**

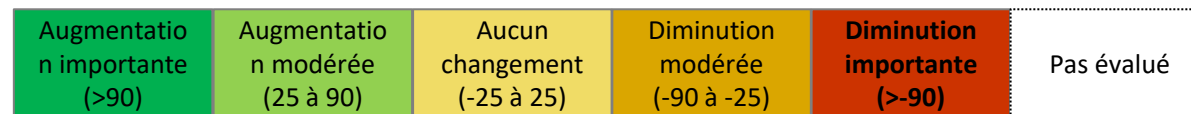
## À suivre !

# Évolution de la matière organique du sol (carbone)

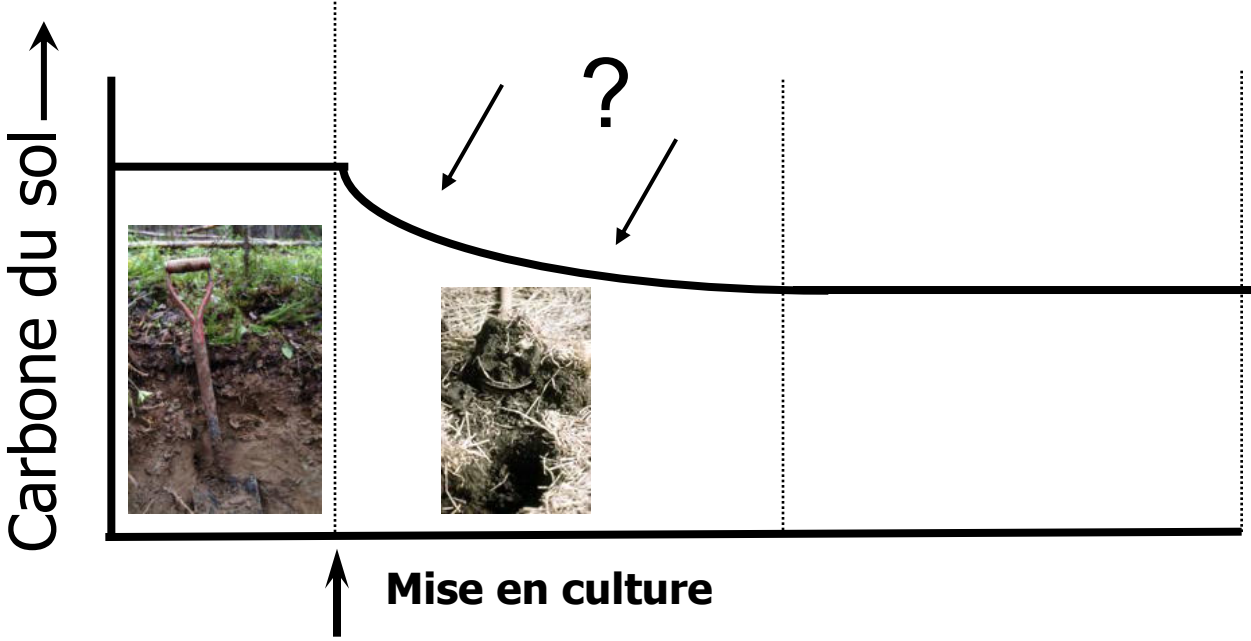
## Modélisation AAC



Changement au contenu en carbone organique du sol (kg/ha/an)



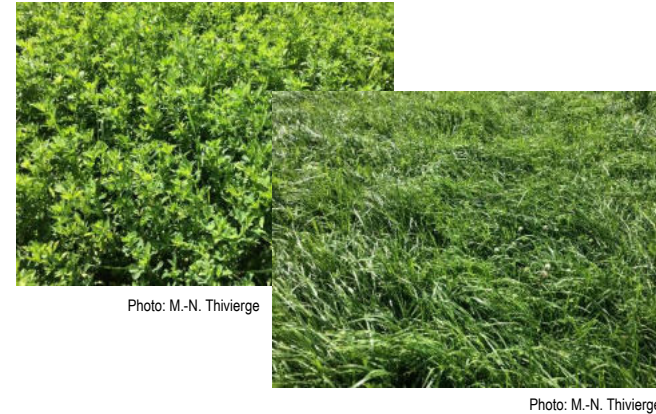
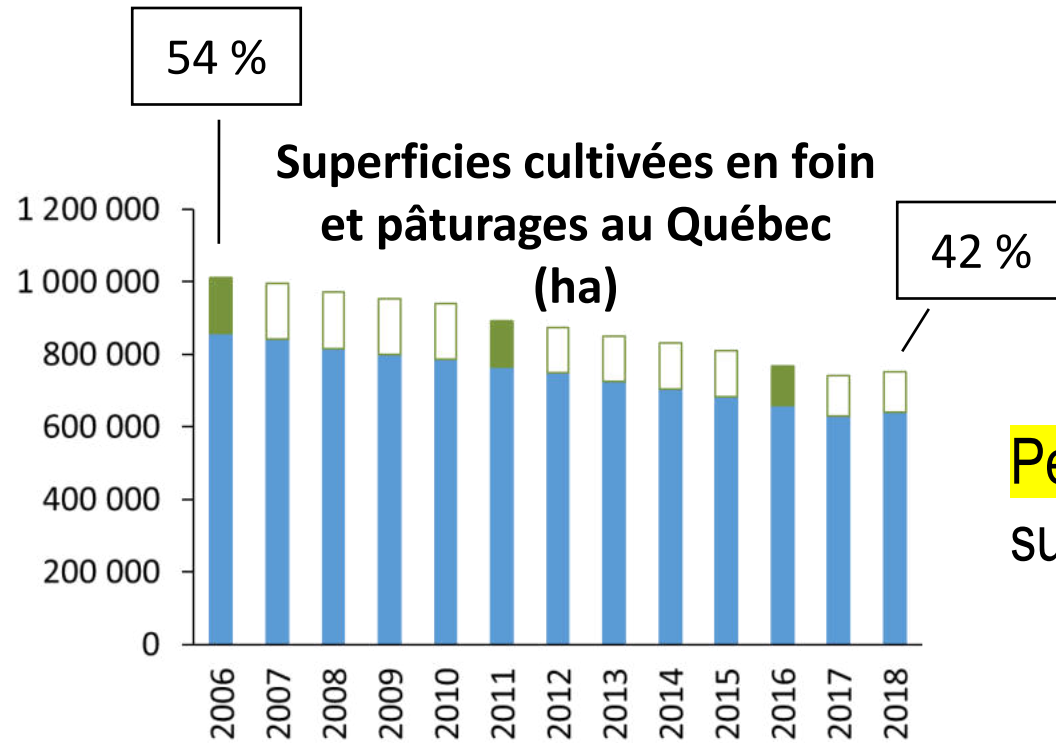
# Tendance à la baisse...



# Pourquoi cette baisse ?

- Expansion des grandes cultures au détriment des prairies
- Augmentation de la température
  - Accélère la minéralisation (perte de MO et C)
- Effet résiduel du drainage, du chaulage ?

# Diminution des superficies en prairies



Perte d'environ 200 000 ha depuis 2006, surtout au profit des cultures annuelles

- Pâturage ensemencé (données)
- Pâturage ensemencé (estimations)
- Foin cultivé

Sources: Statistique Canada et Institut de la Statistique du Québec

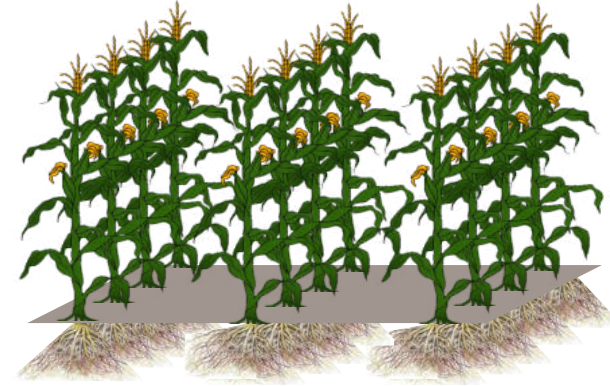
# C du sol : Cultures annuelles vs pérennes

Prairie



~ **100-150** t soil C/ha

Cultures annuelles



80-110 t soil C/ha

En moyenne pour le Québec, COS **est 15-30% plus élevé sous culture pérennes (prairie) que sous cultures annuelles**

Basé sur des études à la ferme:

Martel et Deschesnes (1976), Martel et MacKenzie (1980), Elustondo et al. (1990), Bolinder et al. (1999)

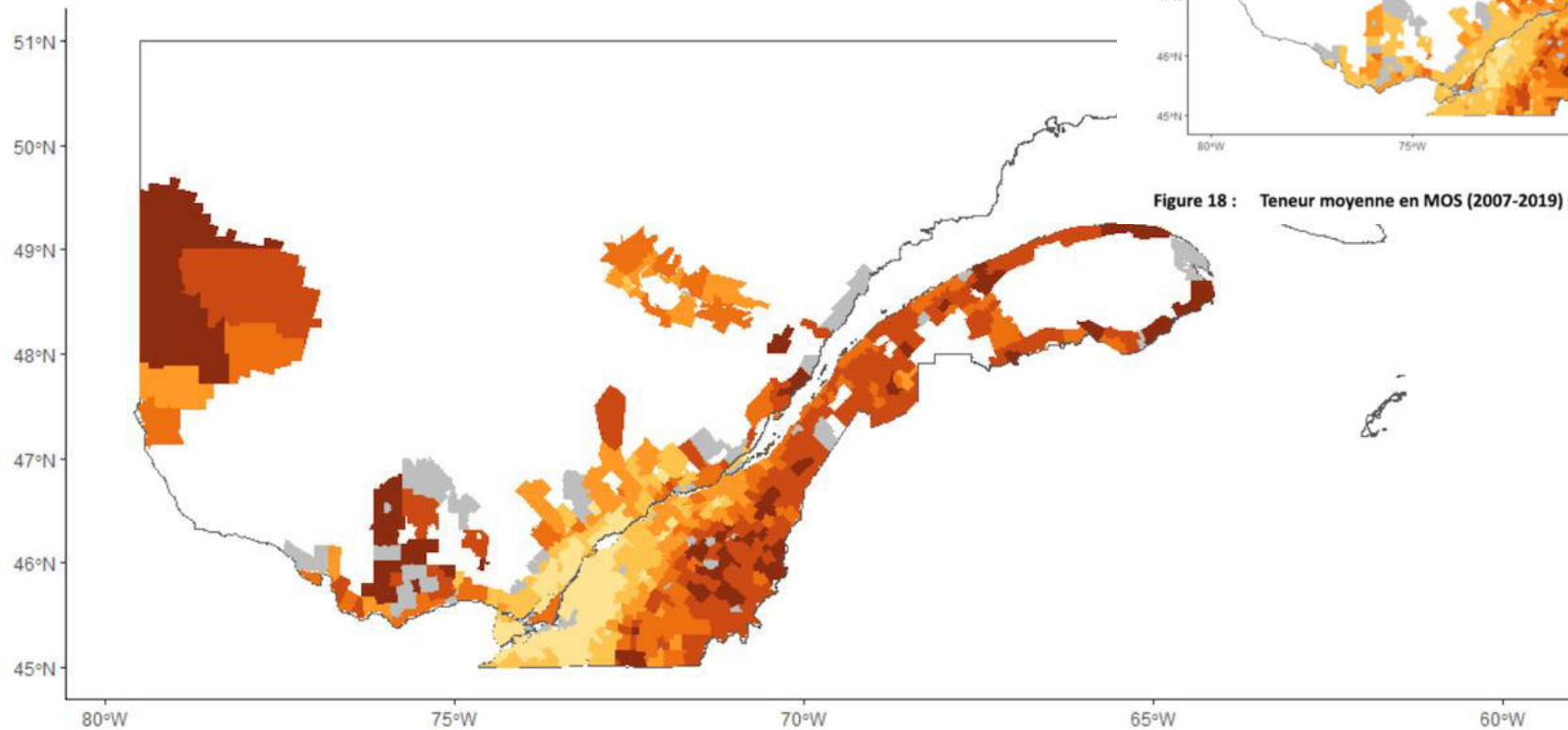


Figure 15 : Ratio moyen de cultures pérennes sur cultures annuelles (2003-2020) par municipalité.

Gasser et al., 2023

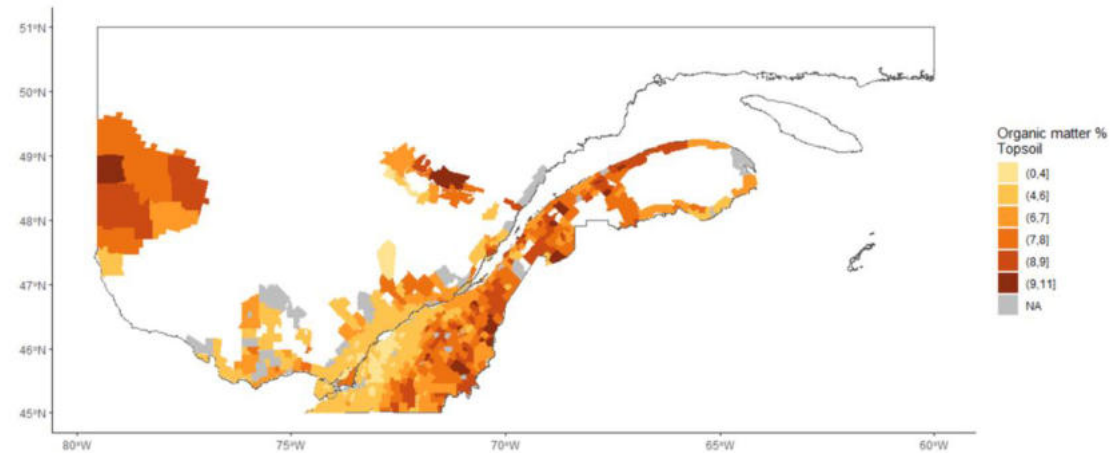
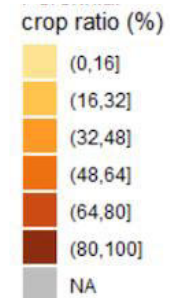
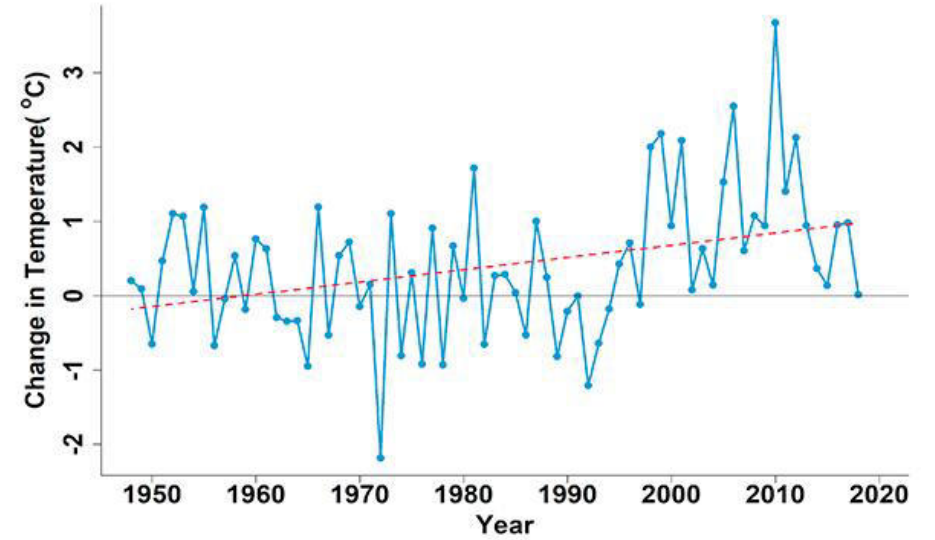
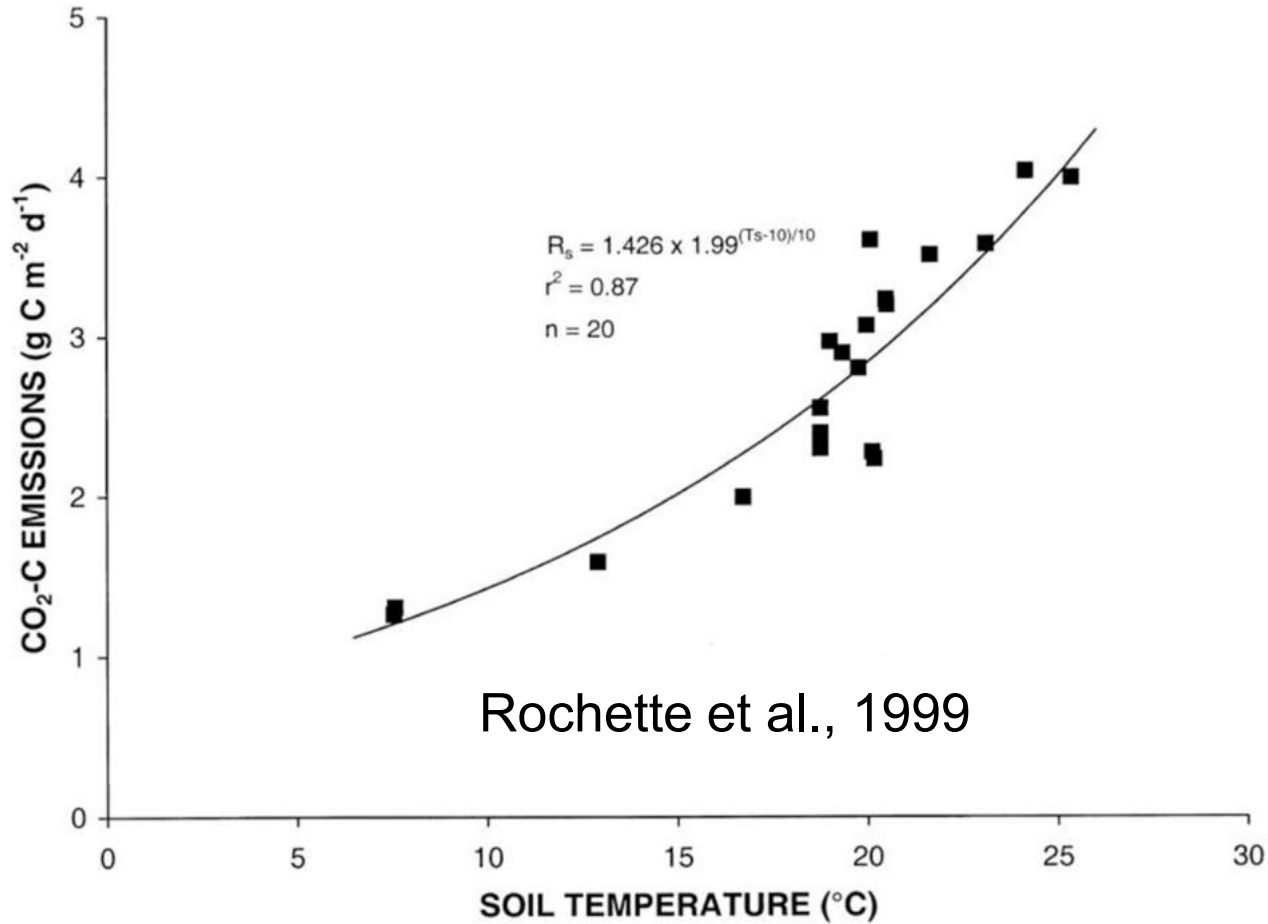


Figure 18 : Teneur moyenne en MOS (2007-2019) par municipalité.

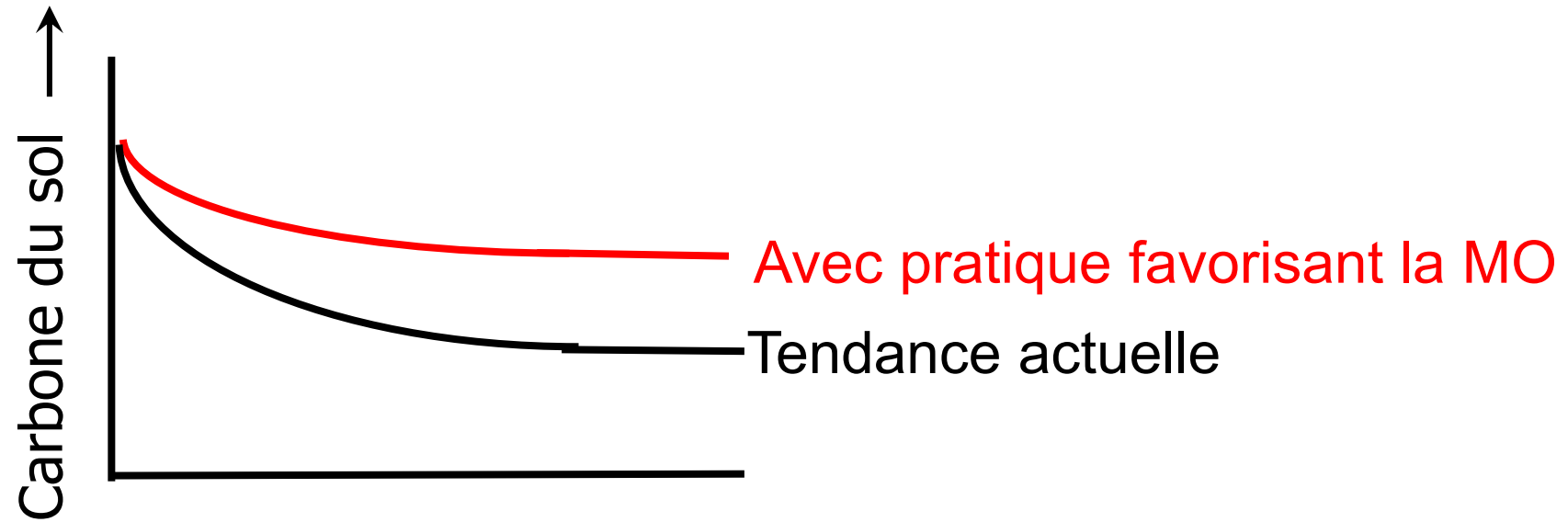


# Augmentation de la température = émissions de carbone





<https://www.ouranos.ca/fr/science-du-climat-changements-quebec>

# Ralentir cette baisse ?





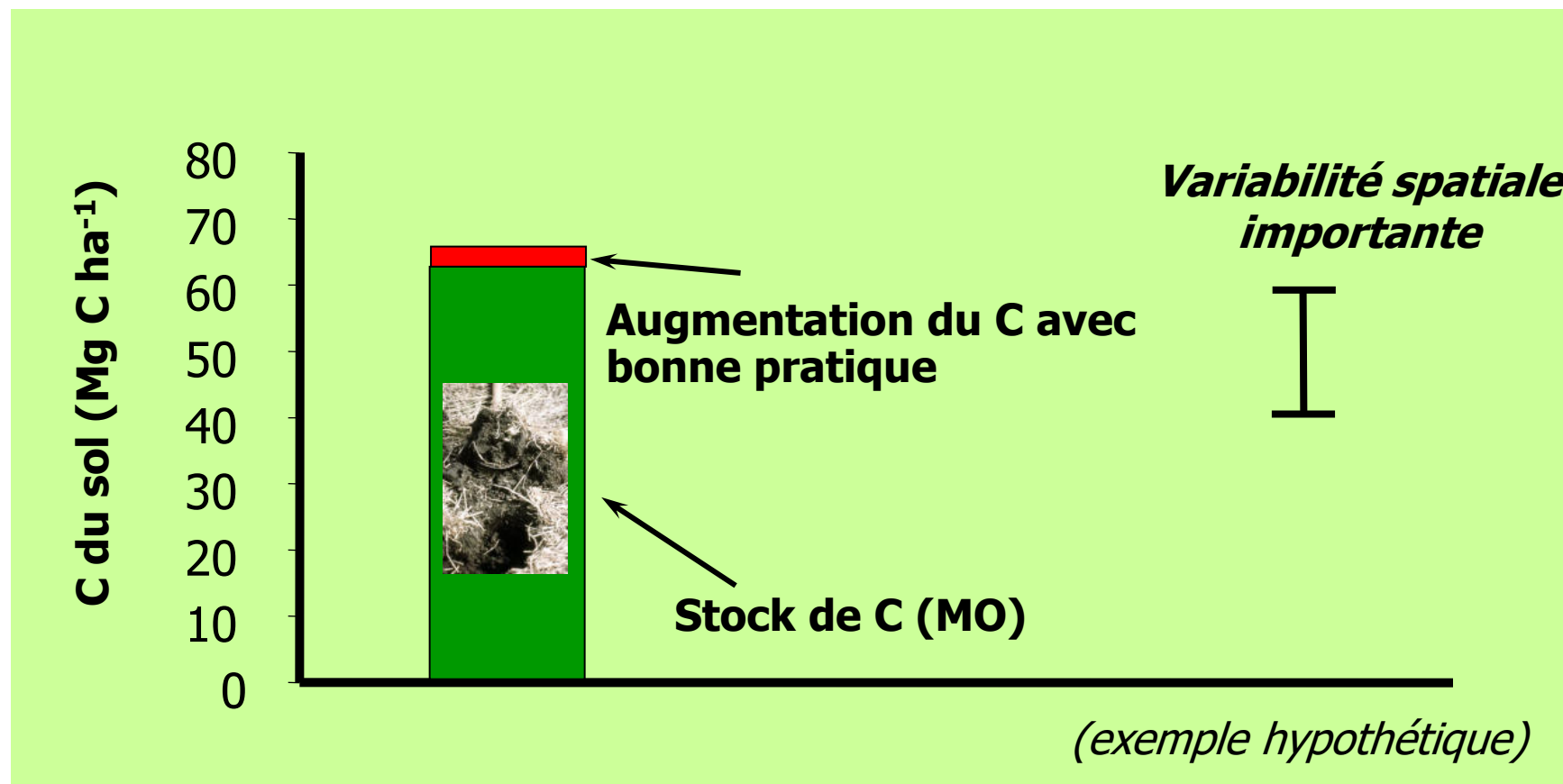
## Long-term efficiency of cropland management strategies for the mitigation of soil organic carbon losses

David I. Schubert <sup>a,b</sup>  , Christopher Just <sup>a</sup>, Lorenz Heigl <sup>b</sup>, Konrad Offenberger <sup>b</sup>,  
Michael Diepolder <sup>b</sup>, Ingrid Kögel-Knabner <sup>a</sup>, Martin Wiesmeier <sup>a,b</sup>

### Stratégies d'atténuation des pertes de C du sol

- Cultures pérennes
- Apports de MO (fumier, compost, etc.)
- Culture de couverture
- Retour de résidus
- Travail réduit (pas toujours !)

# La MO du sol, c'est variable et ça change pas vite !



Des **fractions de MO sensibles** aux changements de pratiques et qui reflètent la **qualité/santé des sols**.

- Biomasse microbienne, MO particulaire, C labile

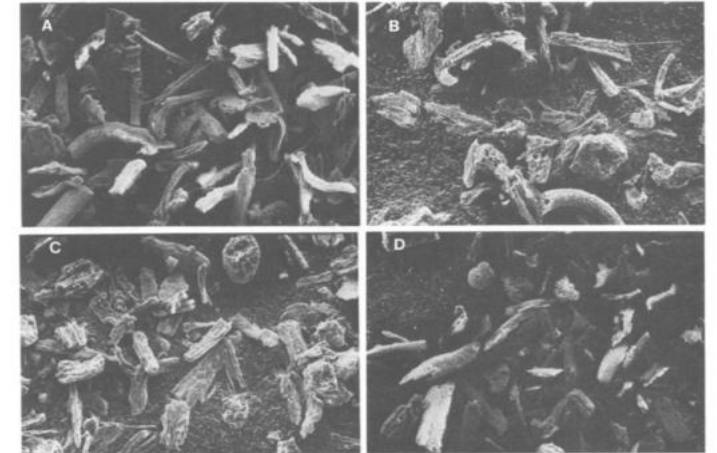
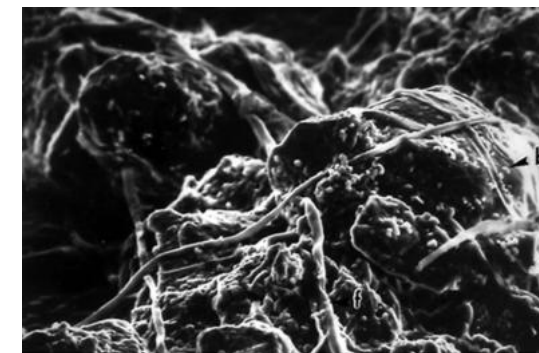


Fig. 1. Particulate organic matter (POM) isolated from (a) native sod soil, (b) no-till soil, (c) stubble-mulch soil, and (d) bare-fallow soil. The POM fraction isolated from all the tillage treatments and the native-sod control passed through a 500- $\mu$ m screen but was retained on a 250- $\mu$ m screen. Magnification 32.8 $\times$ .

Cambardella et Elliott 1992

- **Structure** (agrégation)



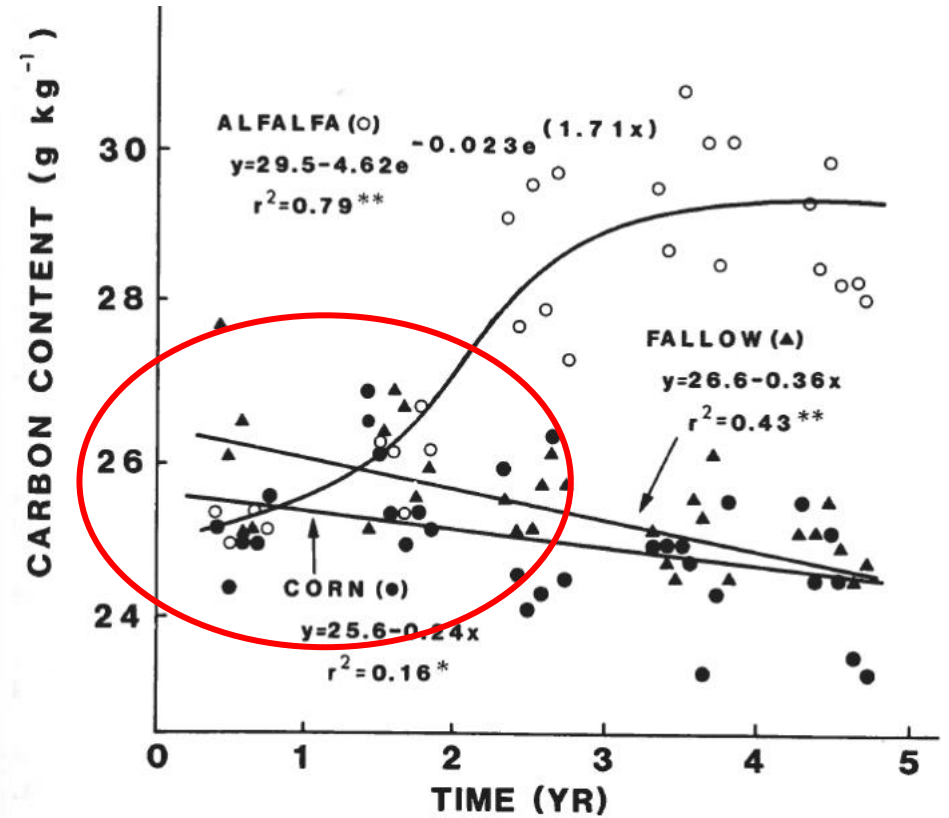
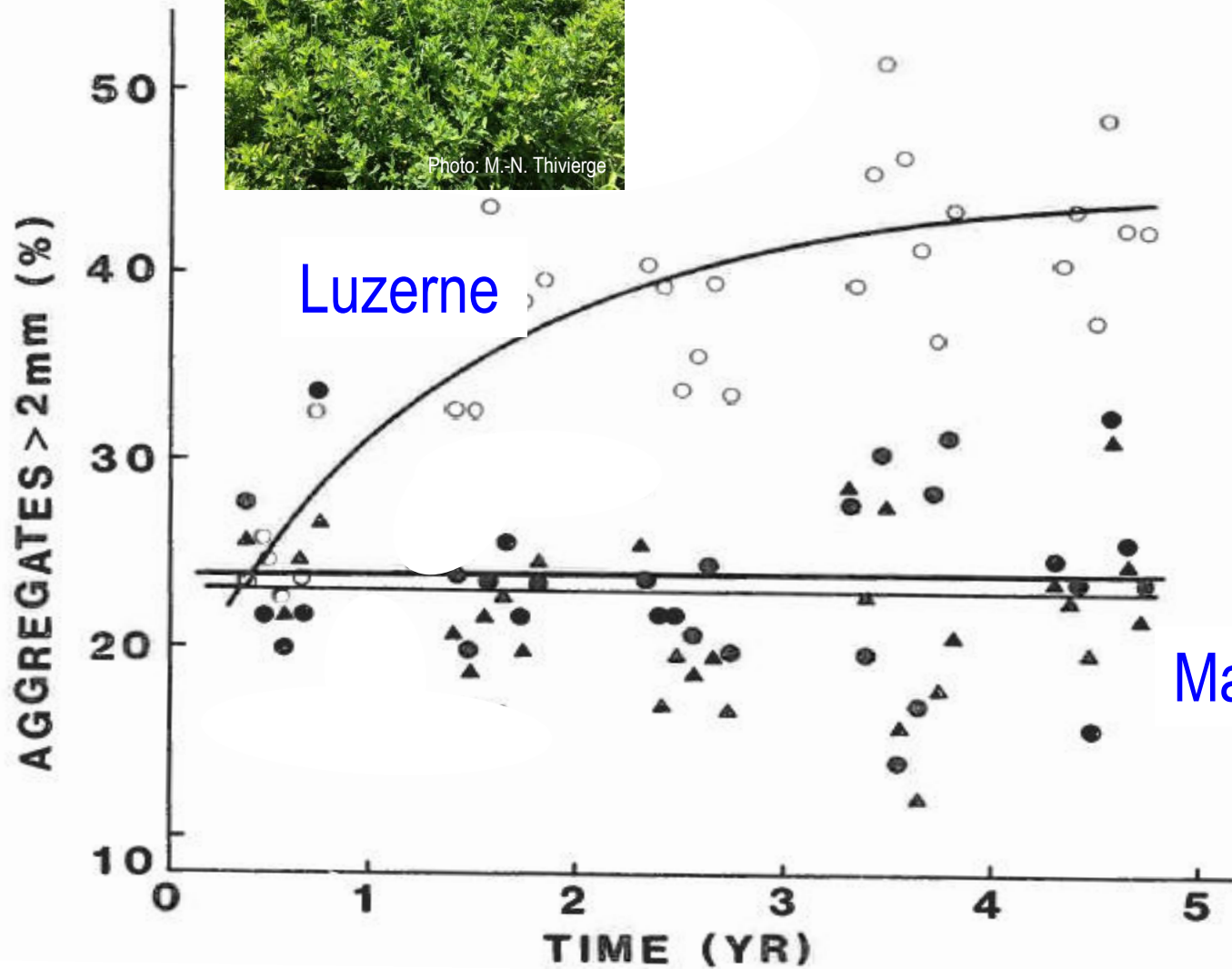
b

0.01 mm

# Agrégation : amélioration rapide après l'établissement d'une luzernière



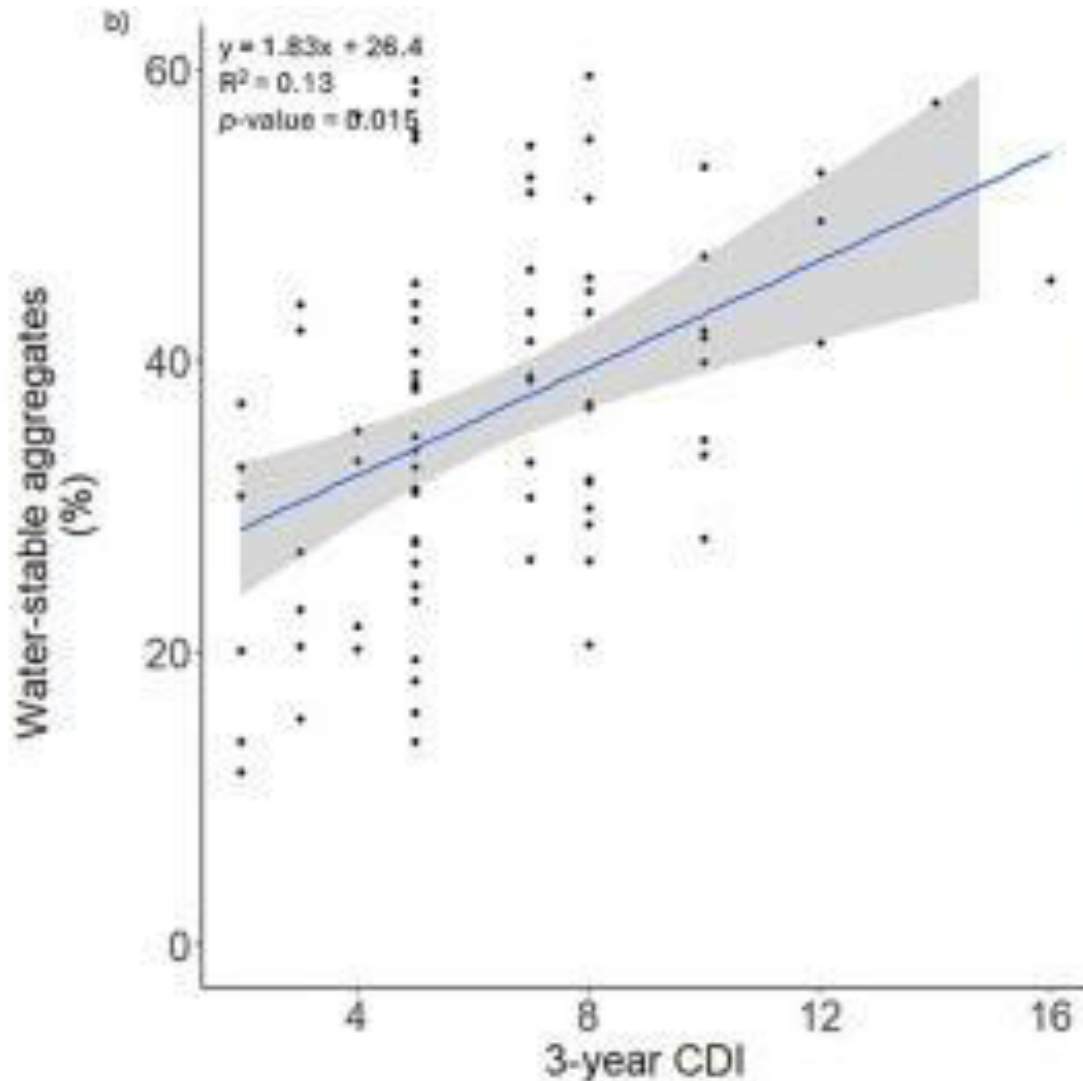
Photo: M.-N. Thivierge



Angers, 1992

# Importance de la **diversité des cultures** sur la stabilité des agrégats

Résultats issus de fermes québécoises...



Geoderma  
Volume 461, September 2025, 117441



Cropping diversity is a main driver of soil health under intensive organic cropping systems

Stéphanie Lavergne <sup>a,1</sup> ✉, Caroline Halde <sup>b</sup>, Derek H. Lynch <sup>a</sup>

Lavergne et al., 2025

# Structure du sol, **un indicateur sensible**

Nouvelle application cellulaire pour l'évaluation de la structure du sol dans le profil  
**au champ**



**irda**

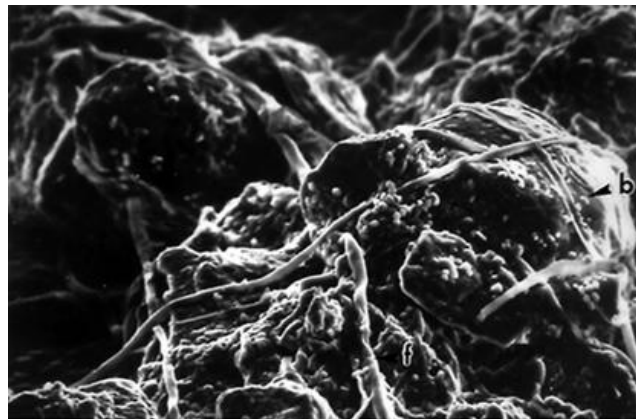
**ProfilSol** (IRDA 2025; M-O Gasser et C. Bossé)  
<https://irda.qc.ca/fr/outils/profilsol/>

# Conclusions

- Le carbone organique des sols est un pool important dans le cycle du C global et **très fortement lié à la santé et la vie du sol...**
- Les données à la ferme et les modèles montrent une tendance à la baisse du COS au Québec...
  - **Analyse de grandes bases de données en cours...**
- La nature même des sols et leur variabilité imposent des défis (variabilité, **ça change pas vite !**)...
- On peut détecter des changements assez rapidement avec certaines fractions de la MO mais aussi avec d'autres indicateurs reliés comme **la structure du sol...**

**Merci !**

denis.angers.1@ulaval.ca



b

0.01 mm

