



SOERE PRO Assemblée Générale

3 décembre 2021

Rennes – UMR SAS & visioconférence

Stabilité biogéochimique du carbone additionnel après 21 ans d'application de produits résiduaux organiques (PRO) : que nous renseigne le fractionnement granulo-densimétrique et l'analyse thermique RockEval®?

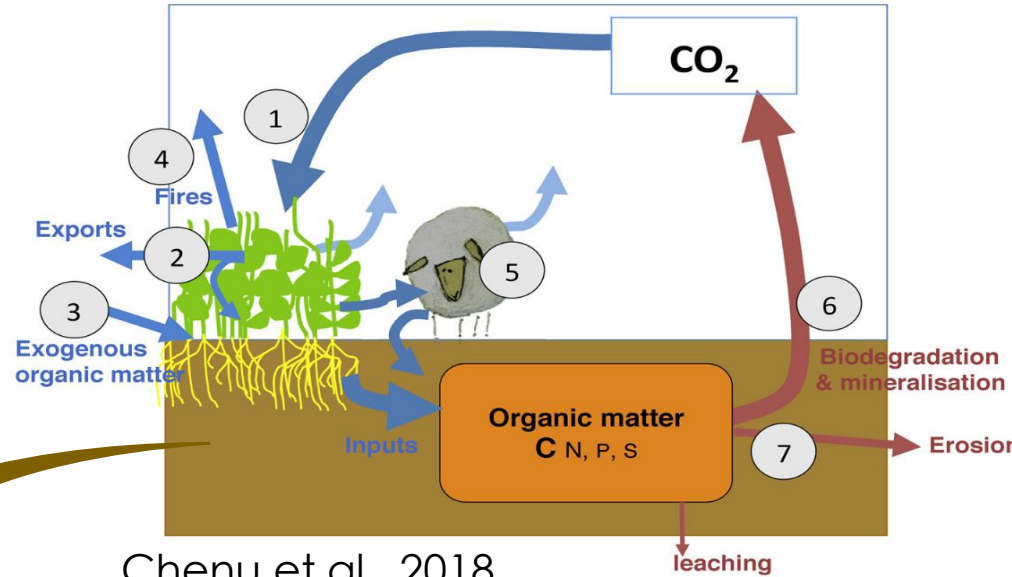
T.P.I. Kpemoua^{1,3} ; P. Barré² ; S. Houot¹ ; C. Chenu¹ et al.

1- UMR ECOSYS, INRAE-AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon, France

2- Laboratoire de Géologie ENS, 75005 Paris, France

3- Agence de la transition écologique, ADEME, 49004 Angers, France

Entrée de Carbone Augmenter

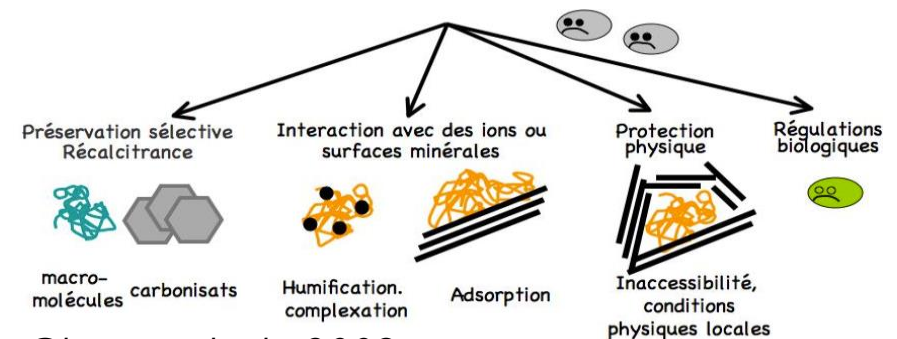


Chenu et al., 2018

Sortie de Carbone Baisser



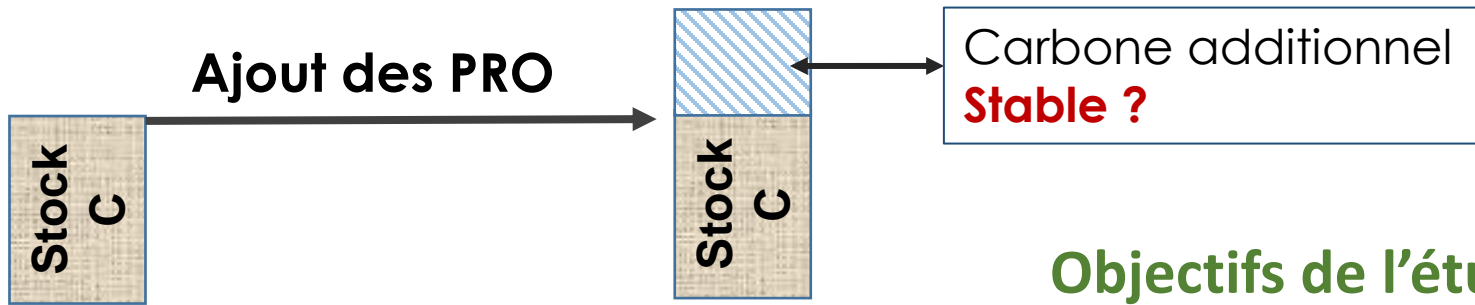
Stabilisation



Chenu et al., 2009

➡ Augmenter les stocks de C et améliorer la qualité des sols et la sécurité alimentaire

➡ Besoin d'approfondir la compréhension des mécanismes de stabilisation de la matière organique par les pratiques « stockantes »



Évaluer la stabilité biogéochimique du C additionnel stocké par l'ajout des PRO

- ✓ Dans quelle fraction se trouve le C additionnel?
- ✓ Est-il sous forme actif ou stable au sens du modèle AMG?

- ❓ H1: Les PRO favorisent un stockage additionnel du C dans les sols agricoles
- ❓ H2: La persistance/stabilité du carbone additionnel dépend de la qualité biochimique des PRO appliqués

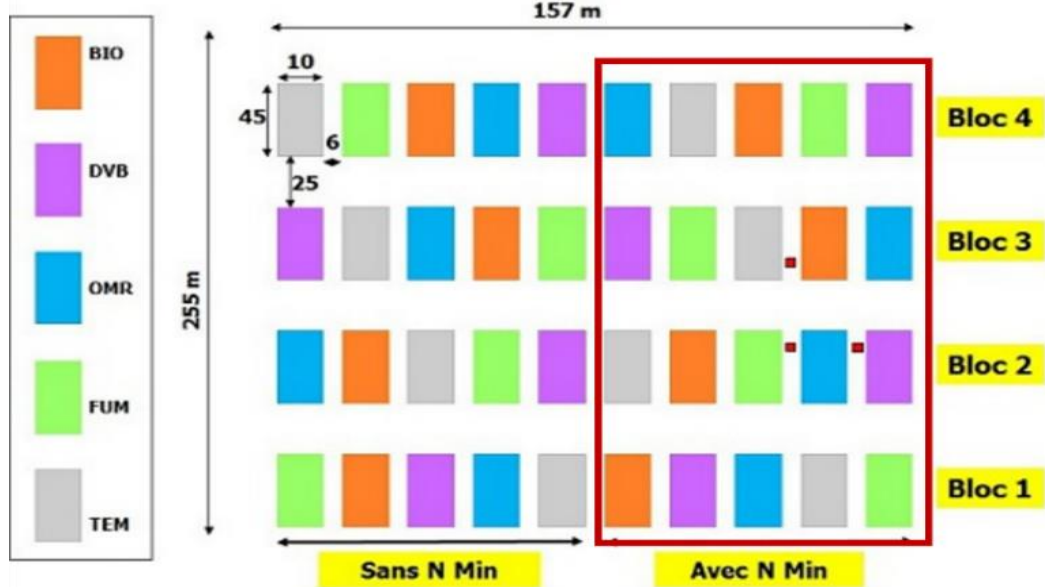
Contexte de l'étude

Objectif & Hypothèse

Méthodologie

Résultats & Discussion

Conclusion

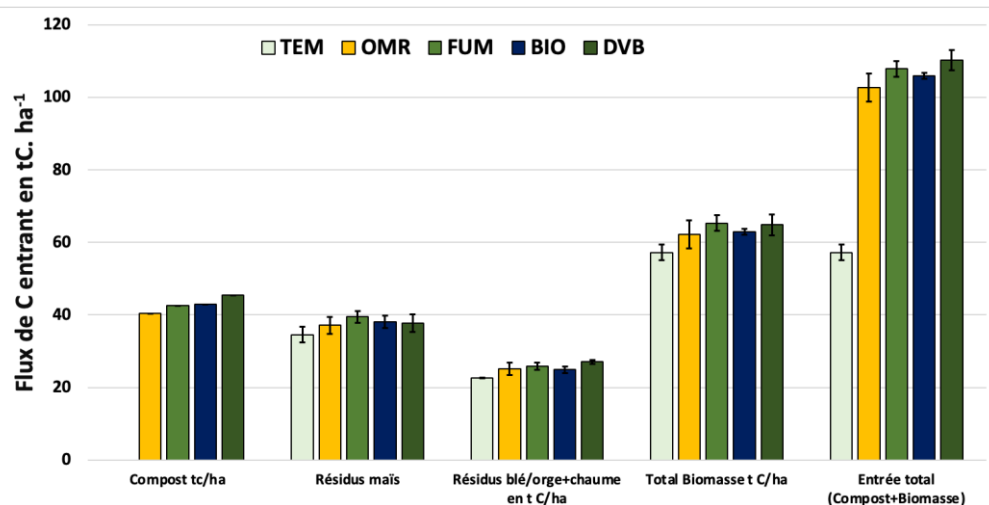


Echantillons

Approche diachrone
Comparaison avec les échantillons de 1998

Approche synchrone
Comparaison avec un témoin pour une même période

Flux de C entrant

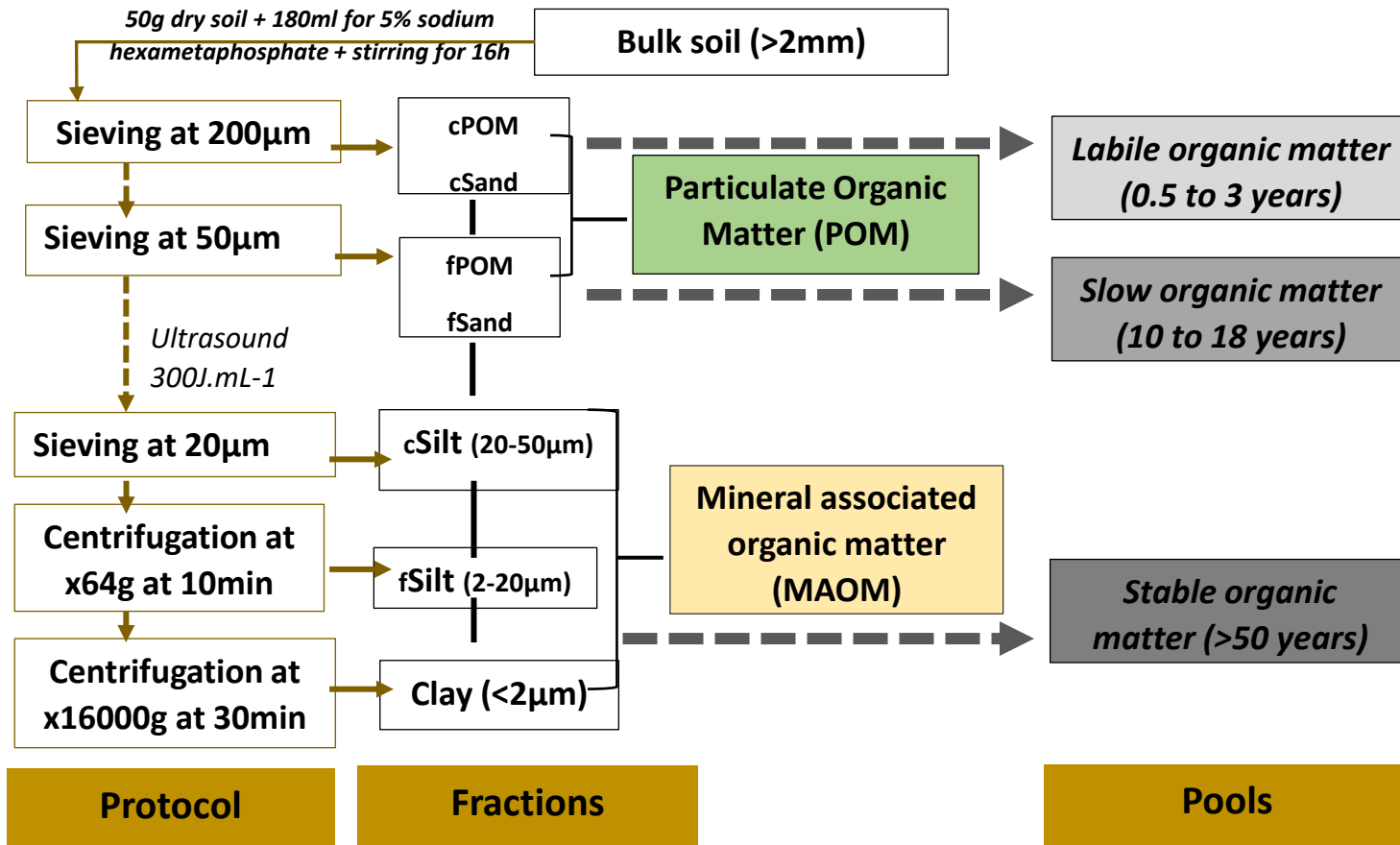


- 40 à 55 tC.ha⁻¹ par les composts
- 57 à 65 tC.ha⁻¹ par la biomasse végétale
 - Dont 14 à 16 tC.ha⁻¹ via les racines
- **Les composts ont légèrement augmenté les rendements en grains et biomasse**

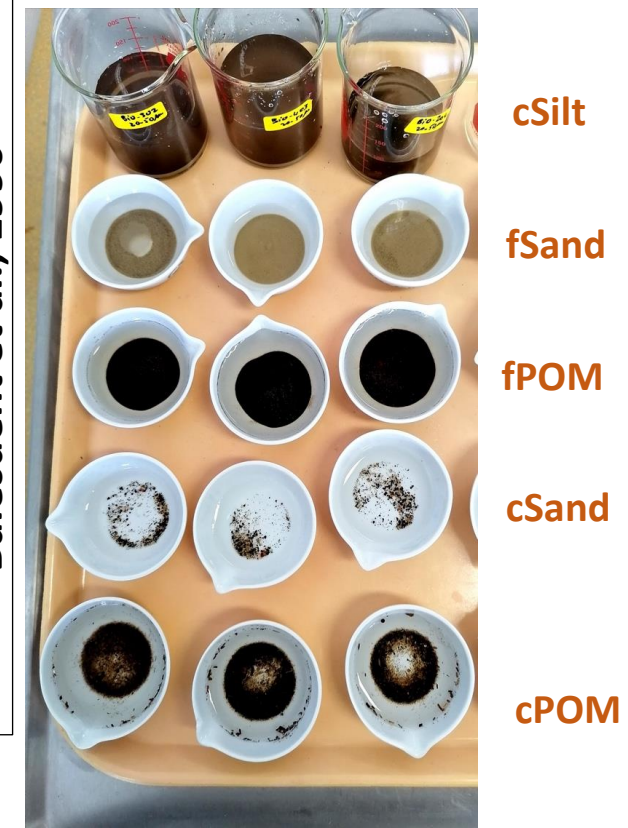


Que nous renseigne le fractionnement granulodensimétrique?

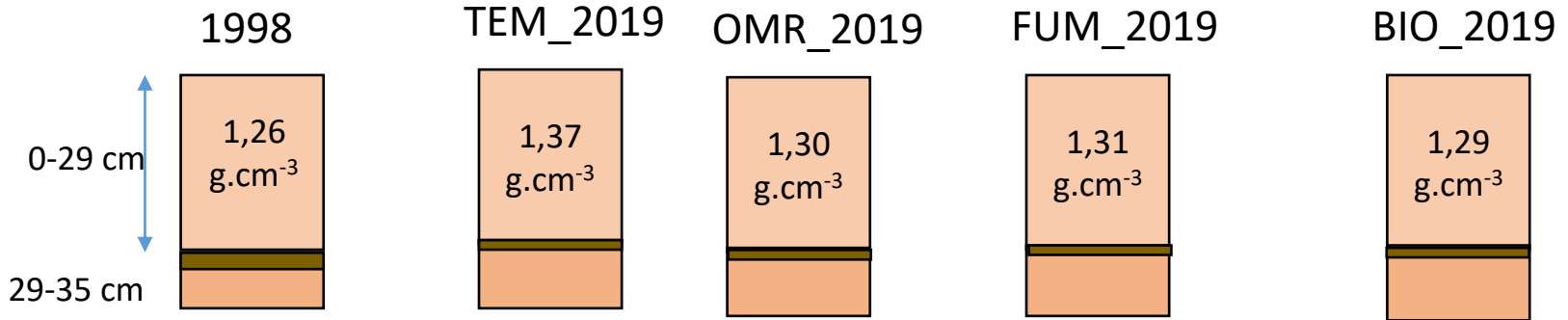
Protocole de fractionnement granulo-densimétrique



Organic matter pools as defined by Balesdent et al., 1996



Analyses élémentaires et calcul des stocks



Masse sol 3661 kg.ha⁻¹ 3963 kg.ha⁻¹ 3756 kg.ha⁻¹ 3806 kg.ha⁻¹ 3751 kg.ha⁻¹

(M_{top}) $M = BD * T * 10^2$
 + 302 kg.ha⁻¹

+ 207 kg.ha⁻¹ + 157 kg.ha⁻¹ + 212 kg.ha⁻¹

Ref

Masse sol ajouté (M_{sub})

$$M_{sub} = M_{equiv} - M_{top}$$

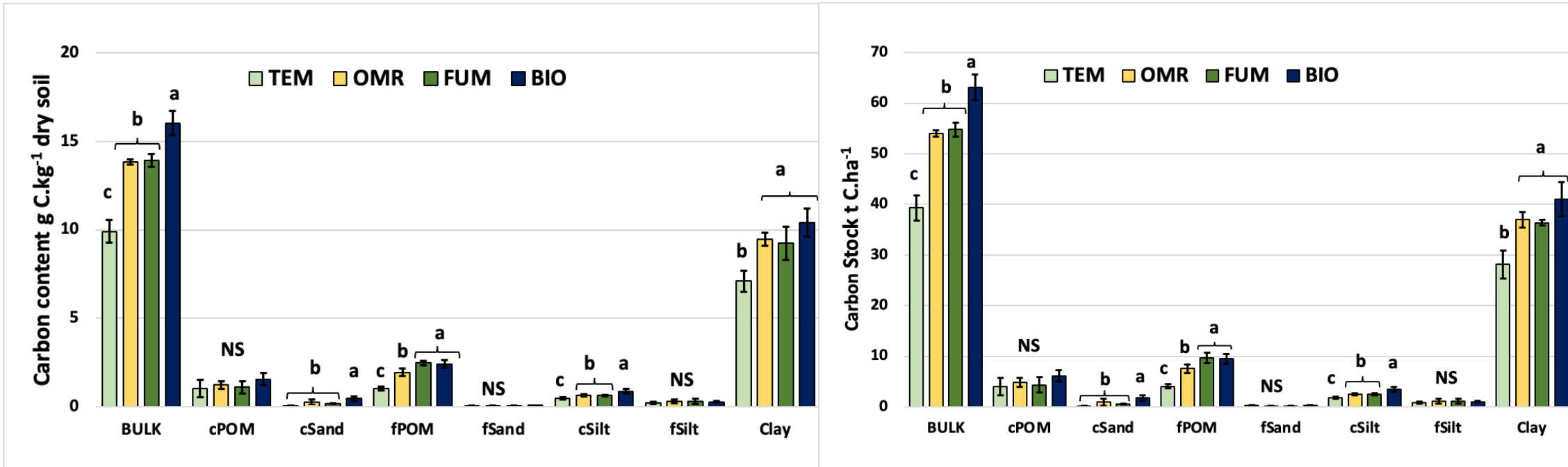
$$Stock_{top} = \{C\}_{top} * M_{top}$$

$$Stock_{M_{equiv}} = Stock_{top} + \{C\}_{sub} * M_{sub}$$

- 1998: utilisation des teneurs en {C}_{sub} mesurées en 2004 pour calculer le stock de C à ajouté (M_{sub})

- Les prélèvements de 2019: utilisation des teneurs en {C}_{sub} mesurée en 2017

Distribution du C dans les fractions du sol



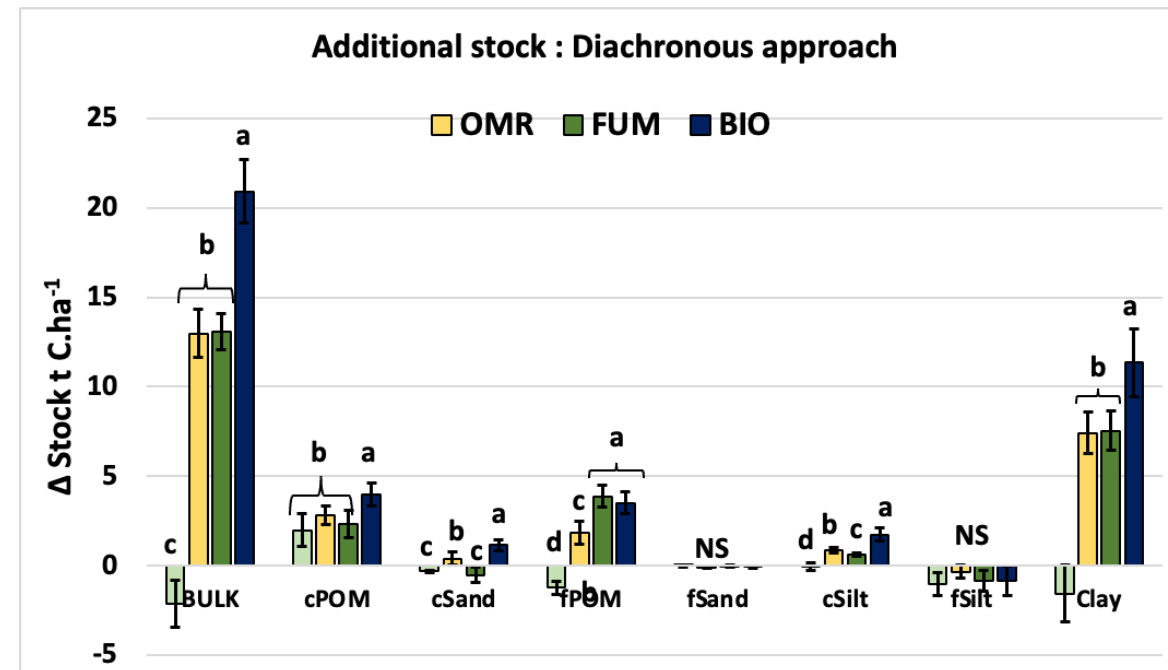
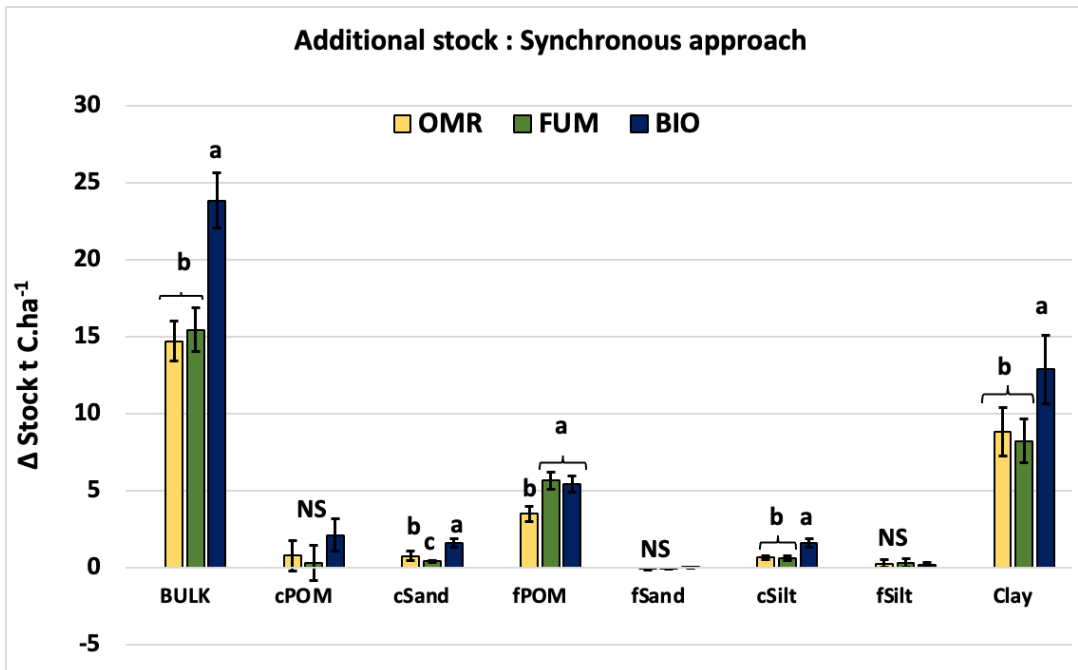
☞ Effet significatif d'ajout de PRO sur les teneurs en C et stocks de C total

☞ Augmentation significative des teneurs et stock de C dans les fPOM, cSilt et Clay par rapport au TEM

✓ 70 À 80% du C dans la fraction <50µm (Peoplau et al; 2018)

✓ 65 à 70% dans les argiles (Christensen, 2001; von Lützwow et al., 2007; Jagadamma and Lal, 2010)

Distribution du stock de C additionnel



➡ Effet significatif d'ajout de PRO sur les stocks additionnel de C

Augmentation significatif Δ Stock de C dans les fPOM, cSilt et Clay par rapport au TEM-2019

Augmentation significatif Δ Stock de C dans les cPOM, fPOM, cSilt et Clay par rapport au 1998

- ✓ 59 à 66% Δ Stock de C sont stockés dans MOAM
- ✓ 33 à 40% dans les POM

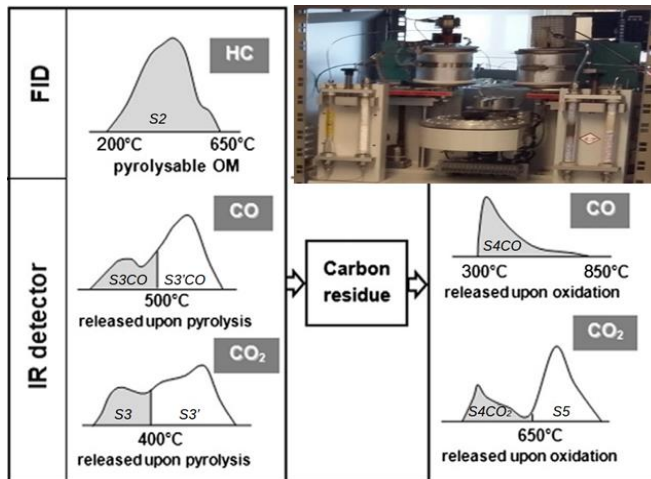


Que nous renseigne l'analyse thermique Rock-Eval ®?

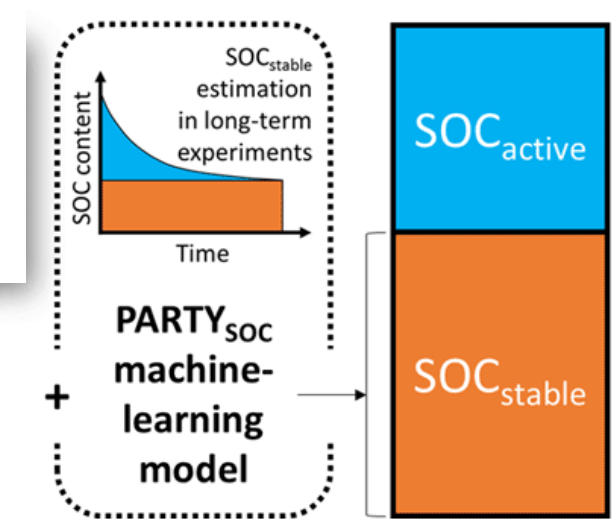
Analyse thermique RockEval

Étape 1: Craquage en condition inerte avec le N₂, (FID) → **Composés hydrocarbonés (HC libre courbe S1, HC thermique courbe S2)**
 Détecteur infra rouge (IR) → **CO et CO₂ courbe S3**

Machine-learning model : PARTY_{SOC}



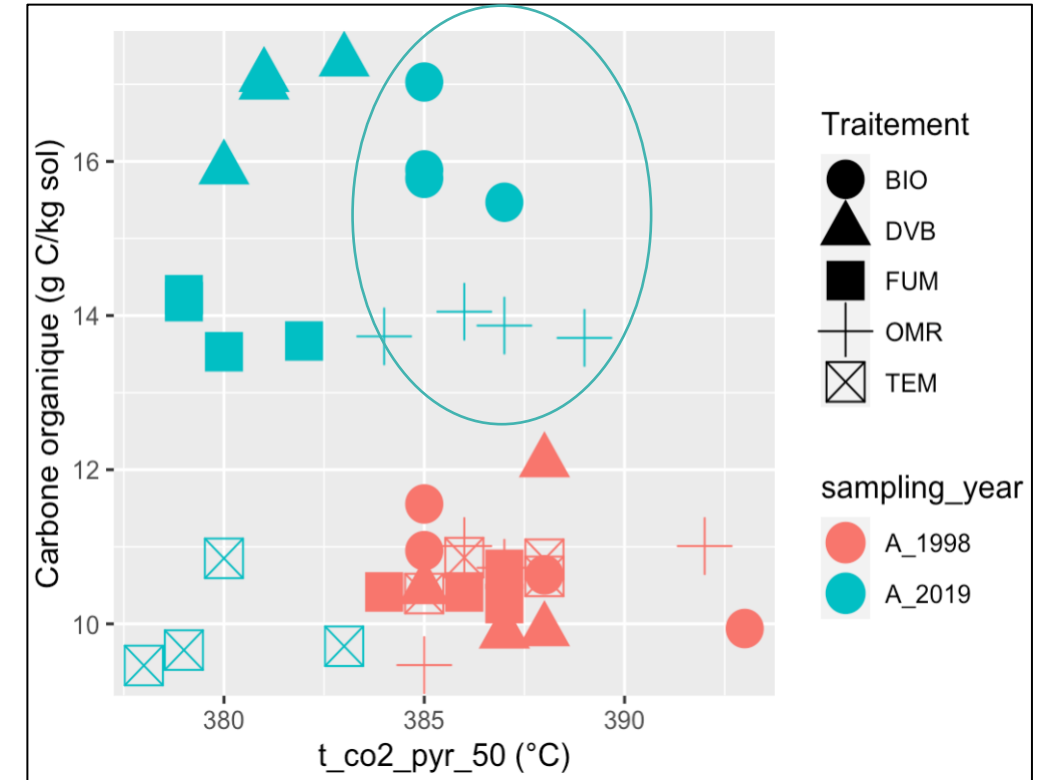
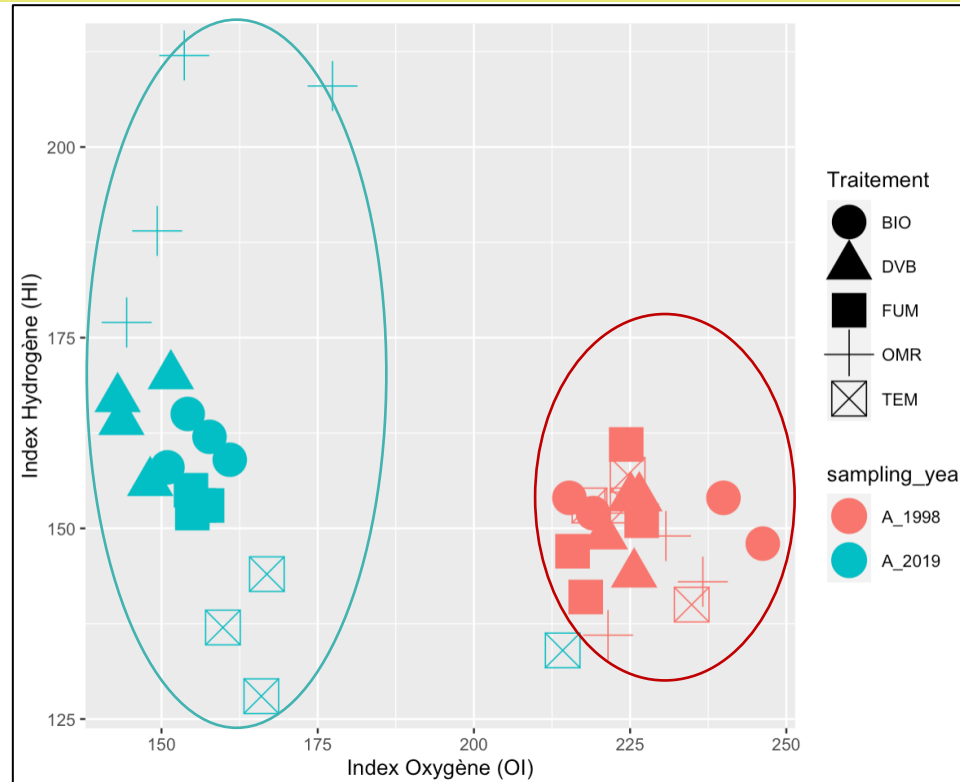
SOC thermal fractionation using Rock-Eval®



Étape 2: Combustion en condition oxygénée
 IR → **CO et CO₂ produits lors de la phase d'oxydation (courbes S4 et S5)**

- La méthode permet de quantifier les compartiments stables et actifs au sens du modèle AMG, c'est à dire stable à 100 ans et actif avec un TMR de 30-40 ans

Caractéristiques chimiques et Stabilité thermique

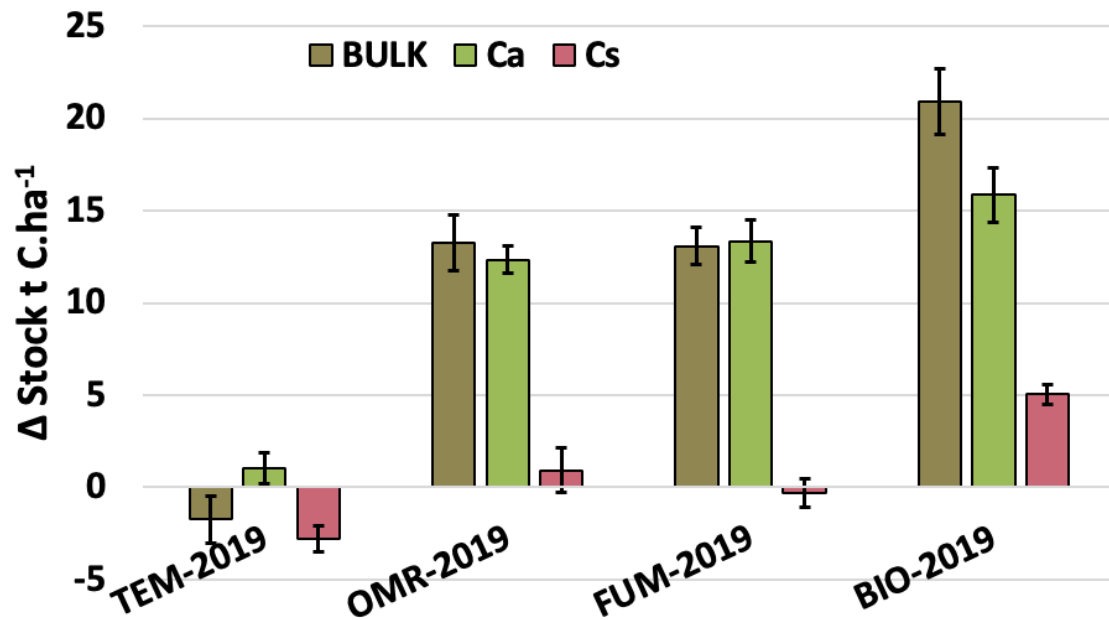


- ✓ L'ajout des PROs modifie la composition chimique des MOS
- ✓ L'OMR a l'HI plus élevé donc + riche en composés HC

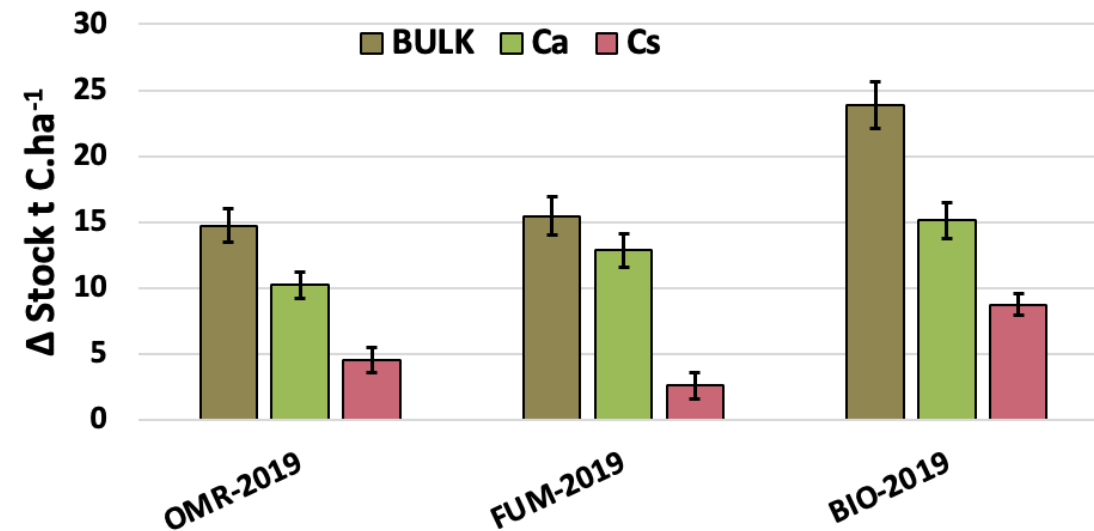
- ✓ OMR et BIO ont une stabilité thermique plus élevée que Le DVB, FUM ET TEM-2019

Modèle PARTY_{SOC} : C.actif et C.Stable du stock additionnel

Additional C stocks : Diachronous approach



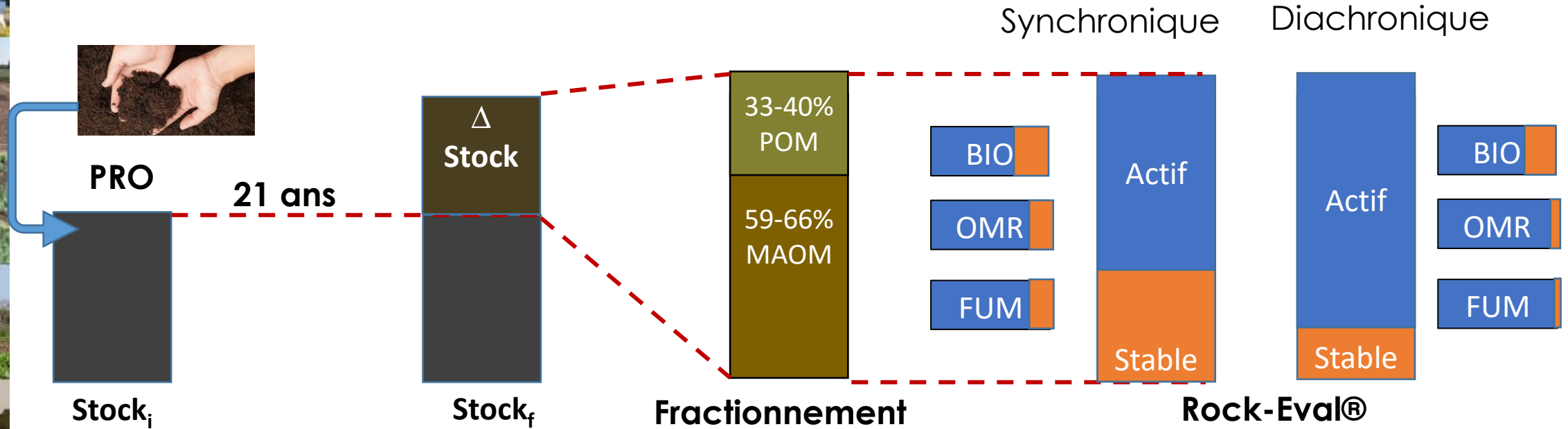
Additional C stocks : Synchronous approach



- Stock additionnel est majoritairement dans le compartiment actif
- Sauf le BIO ou le stable était significatif

- ✓ Le stock de carbone additionnel est distribué en C. actif > C. stable
- ✓ Stock actif et stable : BIO > FUM > OMR

Conclusion



- ➔ Stock additionnel majoritairement associé aux argiles, n'est probablement pas stocké sous une forme ayant un TRM > 30 ans
- ➔ Stock non négligeable dans les POM par les PRO dont le TRM est de 0.5 à 18 ans

L'ajout des PRO permet un Δ **Stockage** à **court terme** substantiel à QualiAgro mais que ce stockage ne se maintiendra à un niveau élevé que si les apports de PRO sont **maintenus**



MERCI POUR VOTRE ATTENTION!!

Correspondance : israel.kpemoua@inrae.fr