

Agriculture de conservation : quelle fertilité du sol ?



**Joséphine Peigné (ISARA Avignon)
Jean-François Vian et Olivier Duchêne (ISARA Lyon)**

LES PILIERS DE L'AGRICULTURE DE CONSERVATION



Minimiser les perturbations du sol

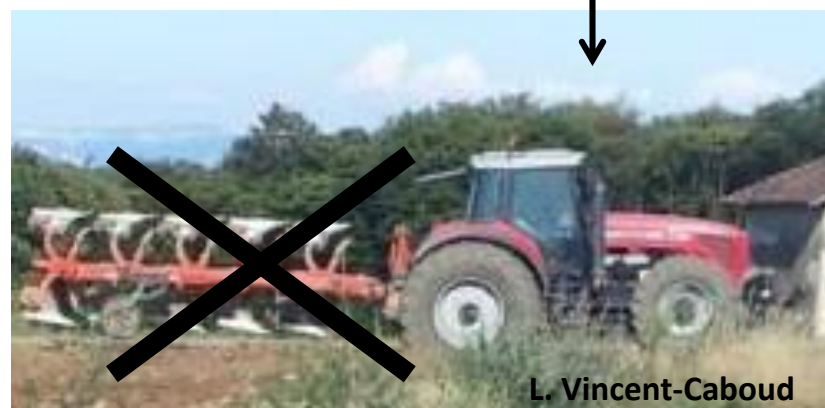


Couvrir en permanence le sol



Diversifier les rotations culturales et associer les cultures

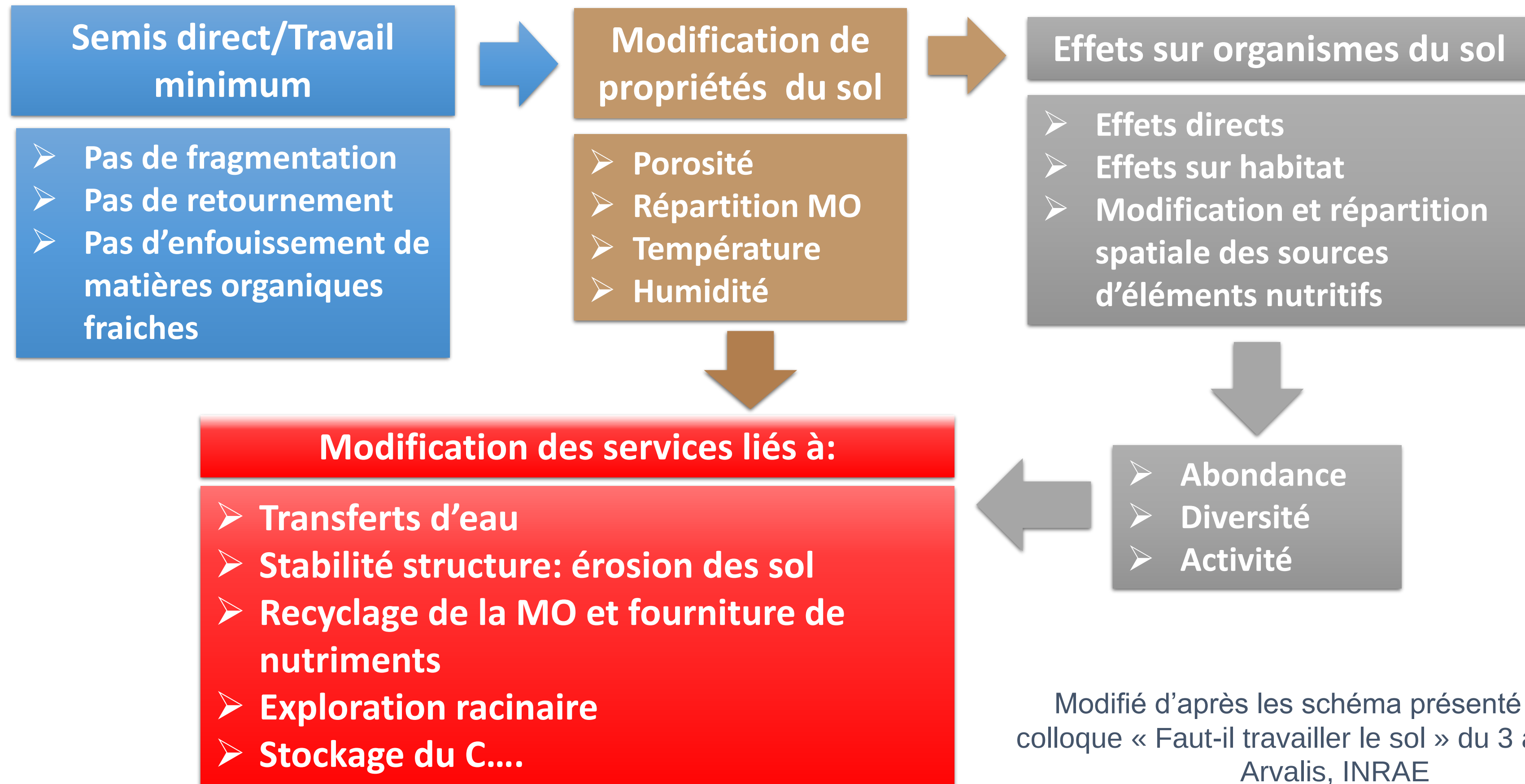
Sources : FAO, 2011



Techniques culturales sans labour (TCSL)

Semis direct

Les enjeux de gestion de la fertilité des sols en semis direct/travail très superficiel



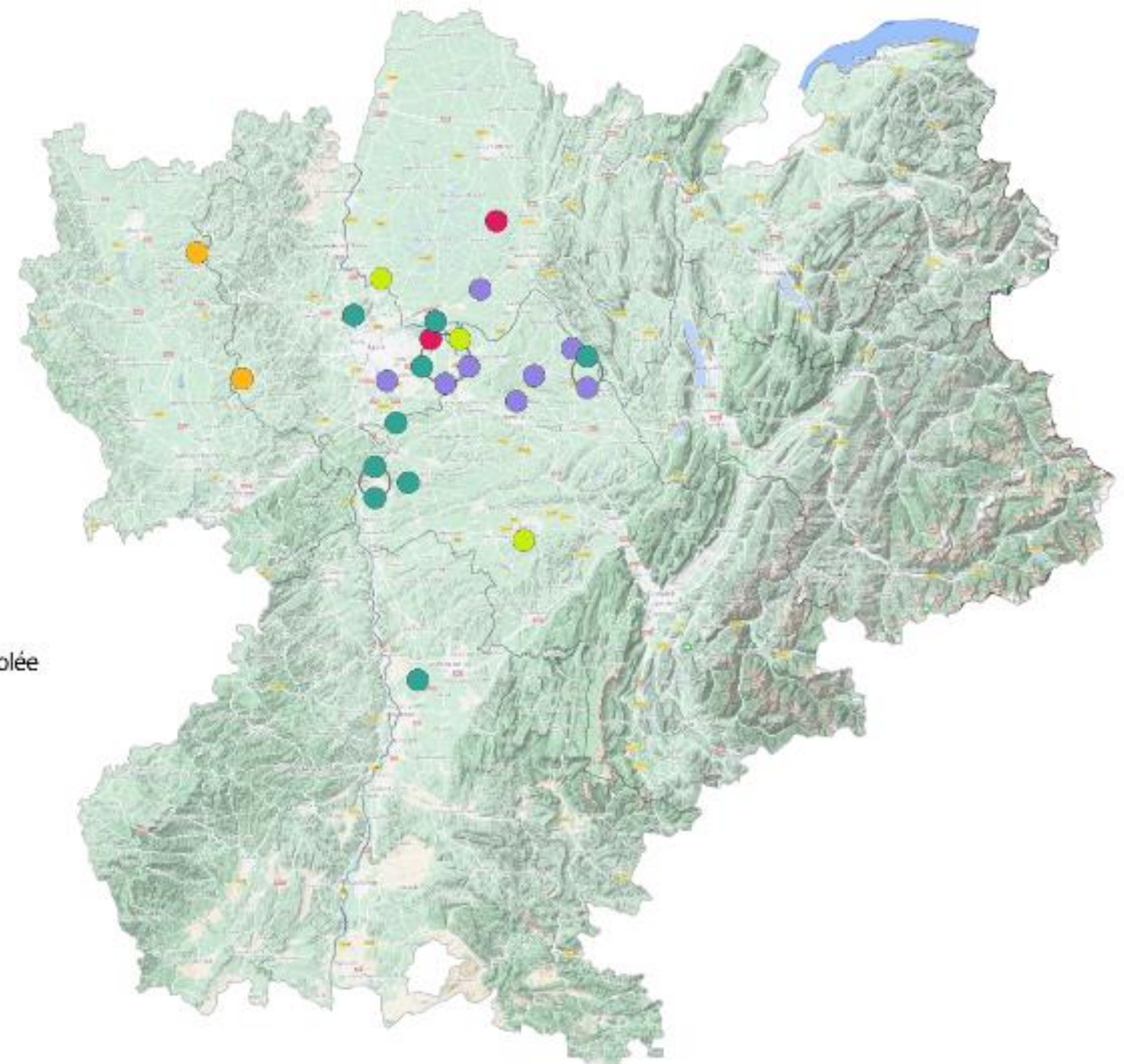
De nombreux essais menés en région AURA (financement PEPIT)



Réseau essais SD

- Essai Système
- Fertilisation Strip till
- Semis de couverts à la volée
- Semis-relais
- SD sous couvert roulé

0 25 50 km



Dispositif expérimental de Thil: essai analytique AB (2005-2021/22)

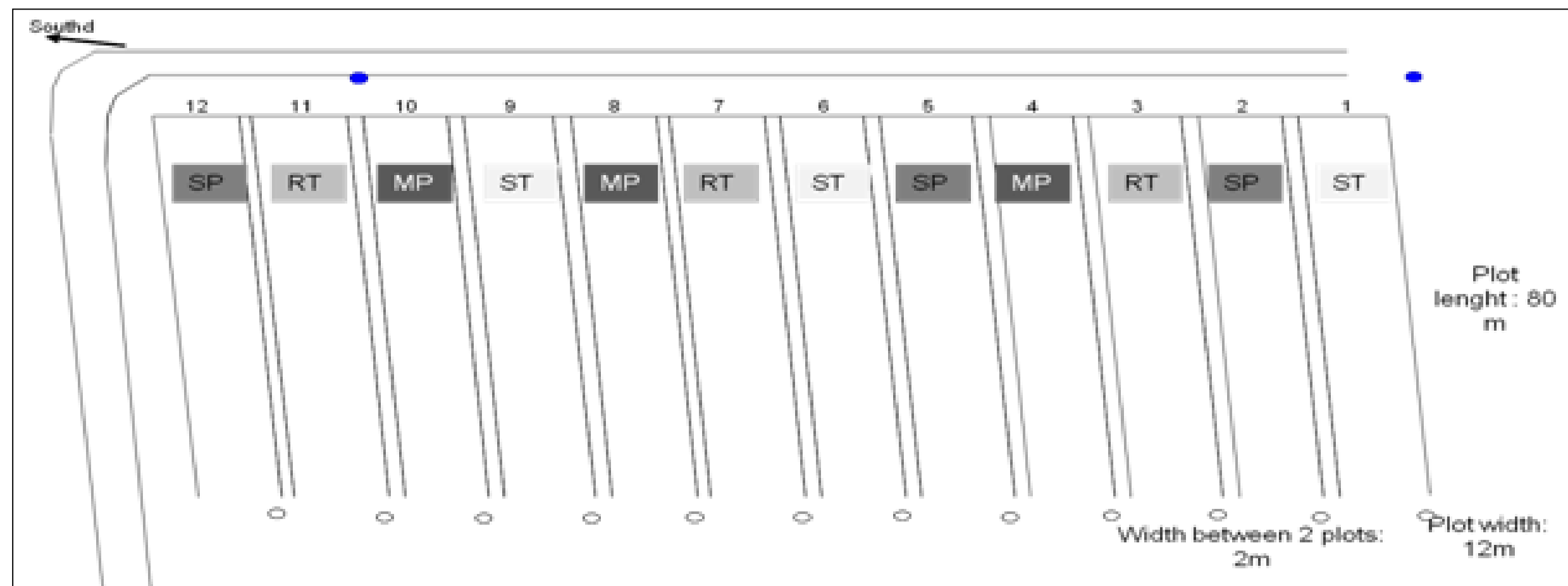
Sol : Sablo-limoneux

56% de sables; 15% d'argile; sol carbonaté, pH 8,2

Rotations 1, 2, 3 : Maïs-(CC: graminées) – Soja – Blé (CC: luzerne ou mélange légumineuses et graminées)

Rotation 4 : Maïs-(CC: graminées) – Soja – Blé (CC: luzerne ou mélange légumineuses et graminées)- Orge -(CC: luzerne ou mélange légumineuses et graminées)

Rotation 5 (fin d'essai) : Maïs – **Blé (2021)**



Comparaison de 4 types de travail du sol

Labour traditionnel (0-30 cm):
inversion du sol, rasettes = LT

Labour agronomique (0-18 cm): inversion
du sol, sans rasettes, hors raie = LA



Travail du sol superficiel (0-17 cm):
pas de retournement = TS



Travail du sol très superficiel (0-7
cm) ou SCV = TTS



Crimper roller...

Direct drilling...

Dispositif expérimental de Feyzin: essai système Conv (2011-2020)

Sol de limon battant profond

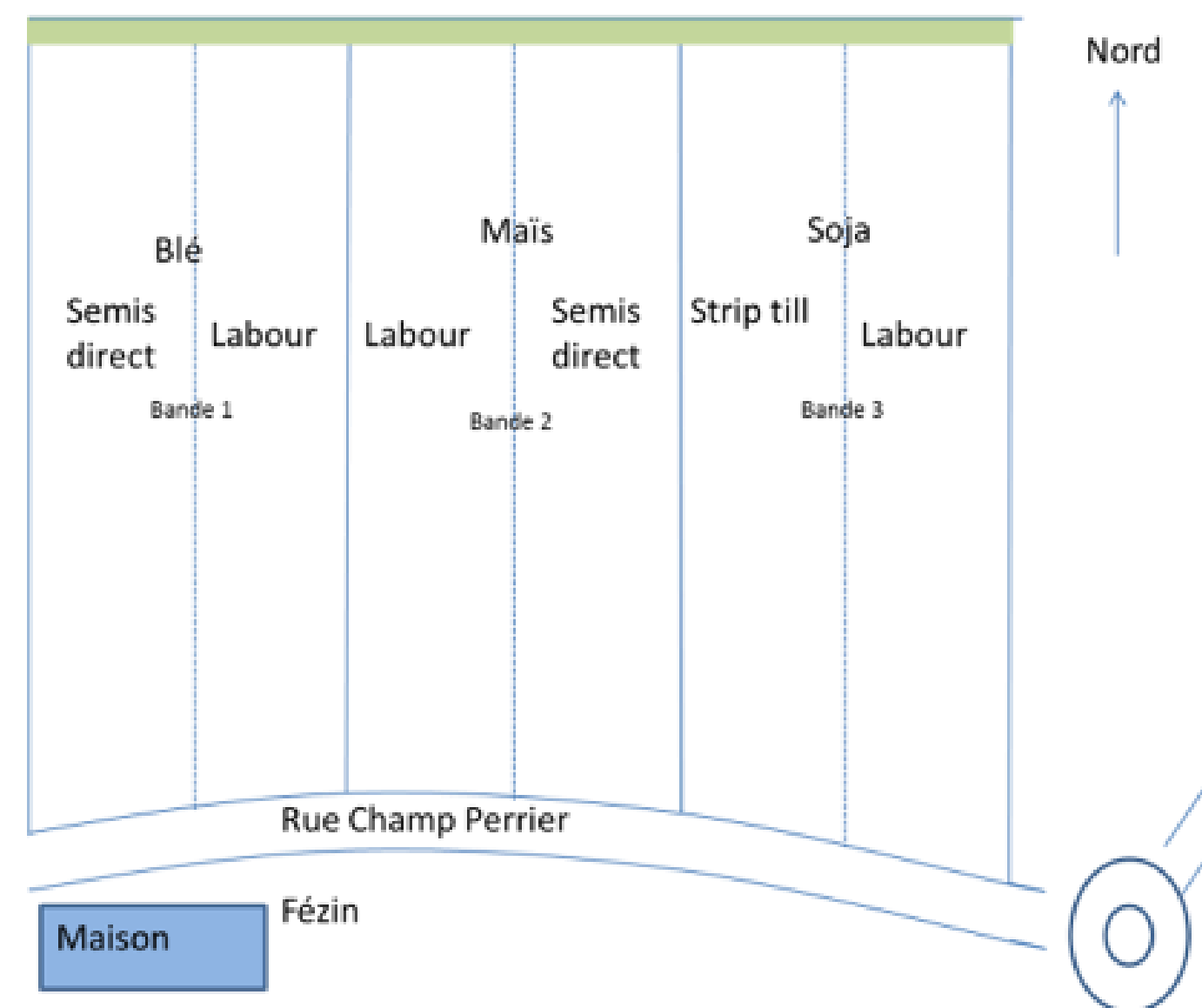
Surface parcelle d'origine: 7.5 ha



SD/ST

VS

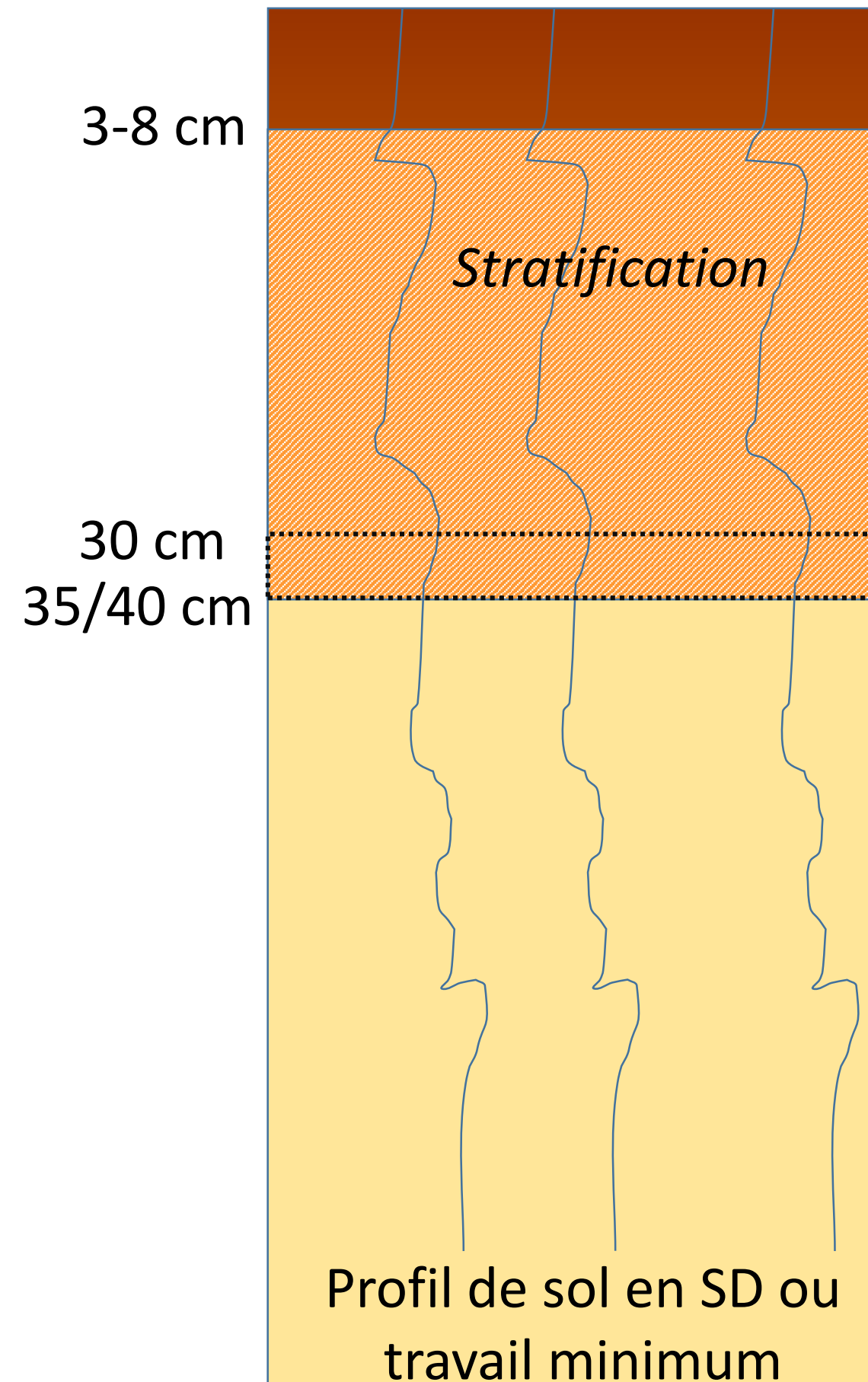
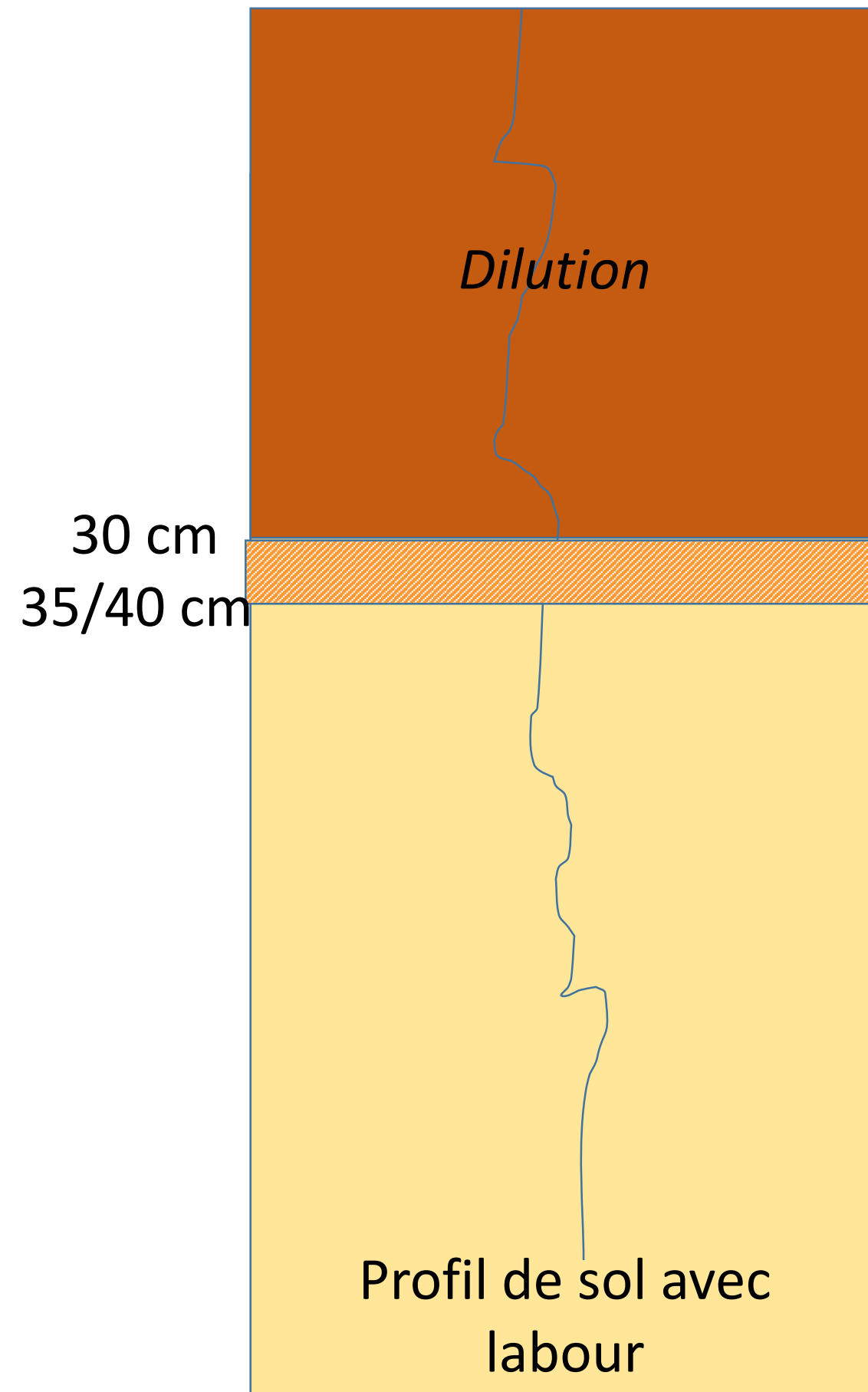
labour



Rotation : maïs ST (irrigué) – soja SD (irrigué) – blé SD

3 périodes de mesures de fertilité du sol après chaque fin de rotation: mars 2015, mars 2018,
Décembre 2020

Après quelques années de SD/TTS : Un profil de sol modifié



Thil sol sableux



En labour : on distingue bien la limite inférieure du travail du sol vers 30 cm



Feyzin sol limoneux



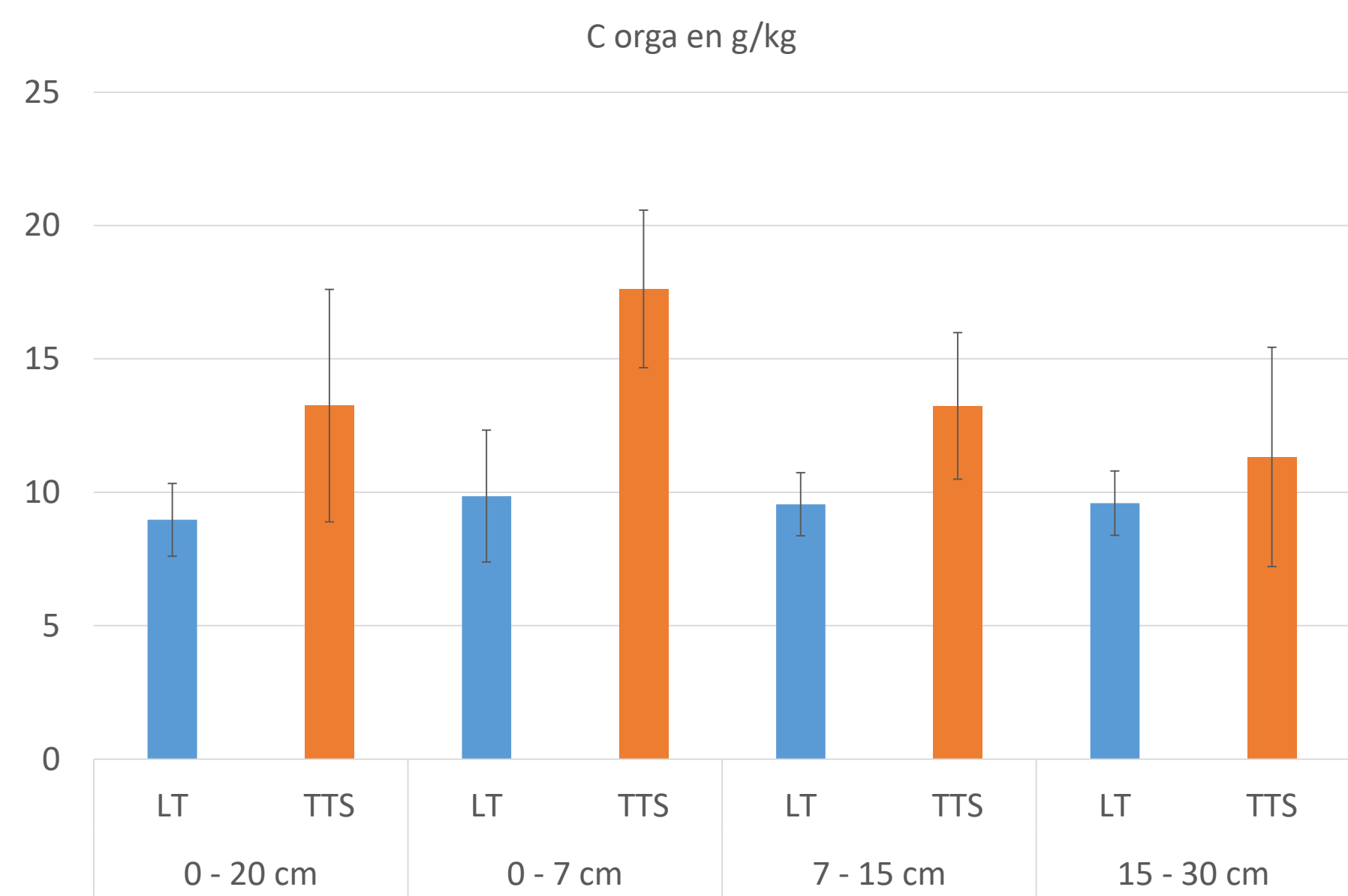
En labour : création d'une semelle de labour épaisse et tassée

En travail très superficiel ou SD : limite plus floue, possibilité d'observer l'ancien travail du sol



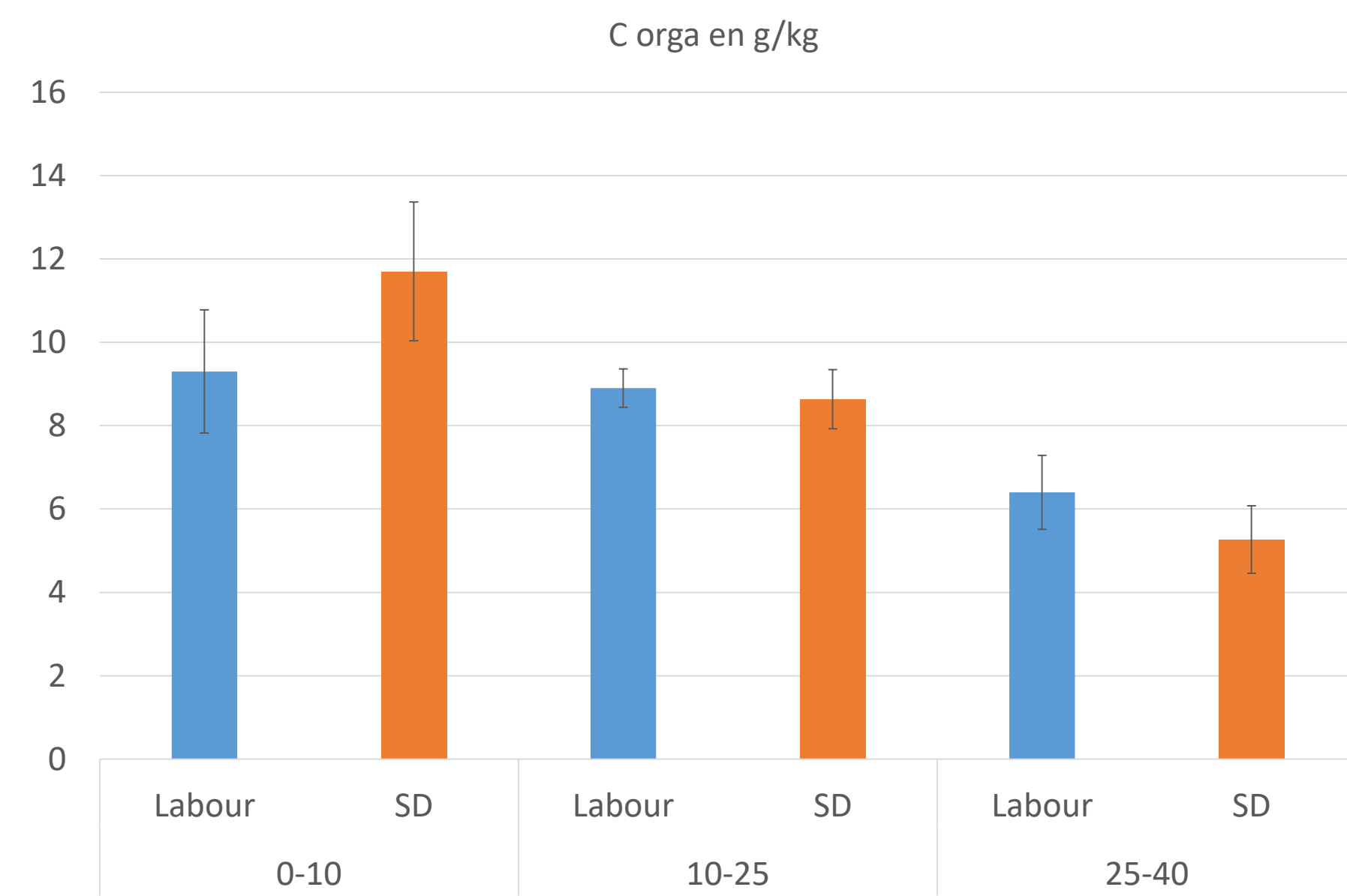
Vérifié et connu : une forte stratification du carbone et des nutriments

Thil sol sableux



Teneur en C organique en g/kg suivant la profondeur de sol (0-20, 0-7, 7-15 et 15-30 cm) pour les modalités de travail du sol (labour versus travail très superficiel) du site de Thil (16 ans essai)

Feyzin sol limoneux



Teneur en C organique en g/kg suivant la profondeur de sol (0-10, 10-25 et 25-40 cm) pour les deux modalités de travail du sol (labour versus SD) du site de Feyzin (9 ans essai)

Forte stratification des teneurs de C organique (même tendance pour N, P et K) en Semis Direct/Travail Très Superficiel suivant la profondeur du sol, et des valeurs plus homogènes sur 0-25/25 cm en labour.

Et un impact direct sur la stabilité du sol et la battance

Feyzin sol limoneux

Une amélioration de la stabilité des agrégats du sol en surface et une meilleure protection contre la battance.



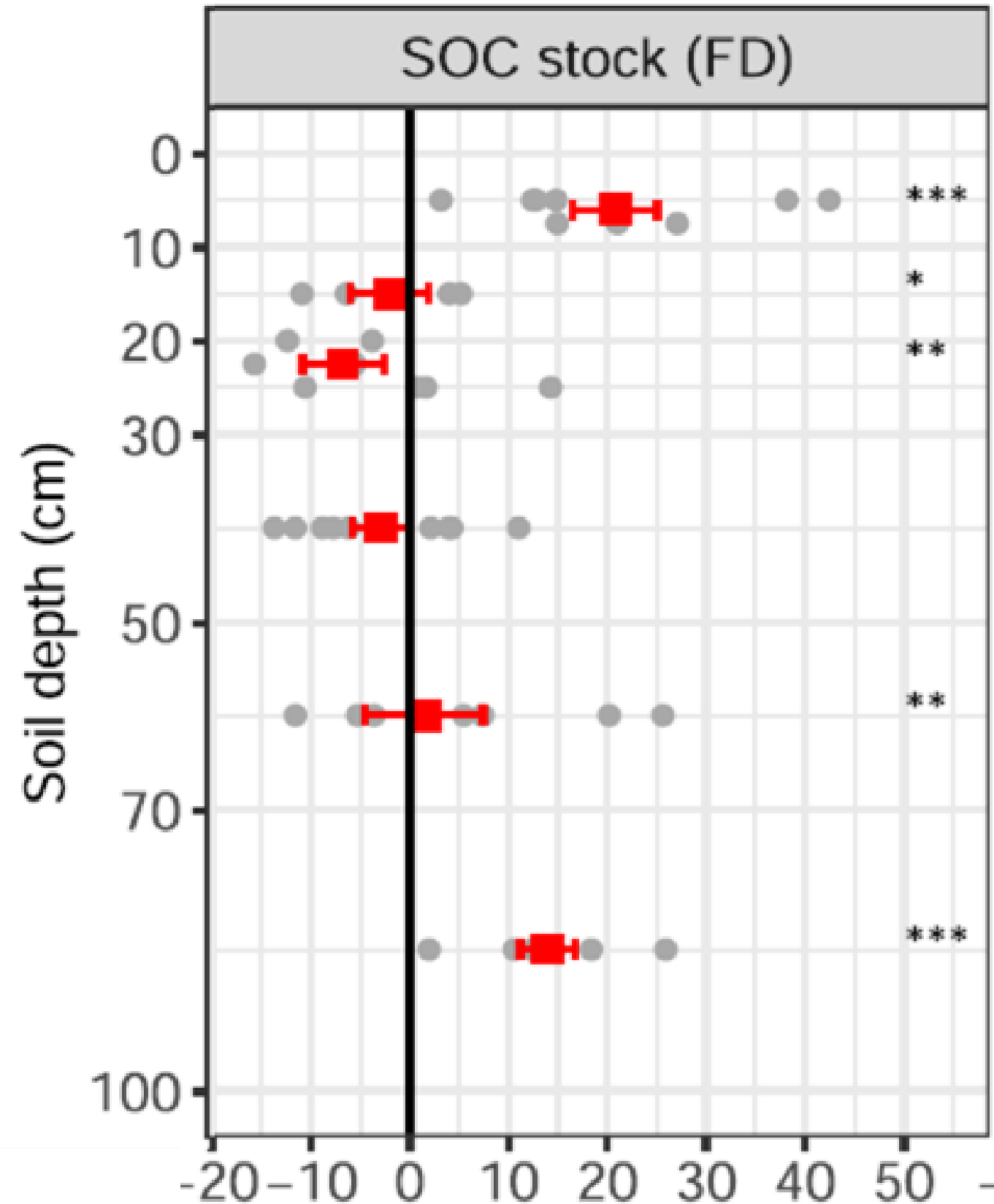
Battance en labour



Rugosité en SD

Observation du sol mars 2020

Peu d'effet sur le stockage de C



- Des augmentations de stocks en surface (0-10 cm) en non-labour
- Des réductions de stocks entre 10 et 50 cm de profondeur en non-labour
- Pas de différence de stocks sur 0-70 cm
- Entrées de C moins importantes en non-labour (baisse rendement) et + de C issu des couverts

Différence relative en (%) entre le travail très superficiel et le labour
agronomique
(moyennes de 6 essais dont Thil)

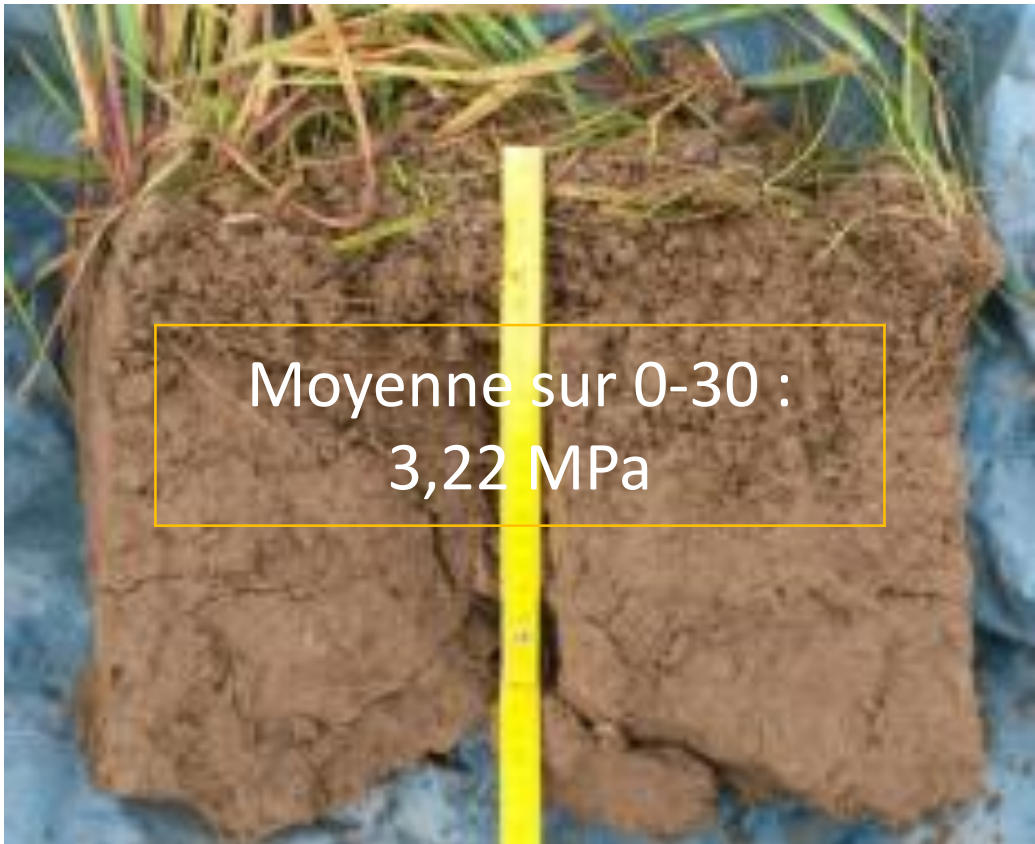
Forte stratification de la porosité



Moyenne sur 0-30 :
1,49 MPa

En labour : une
résistance à la
pénétration plus
homogène

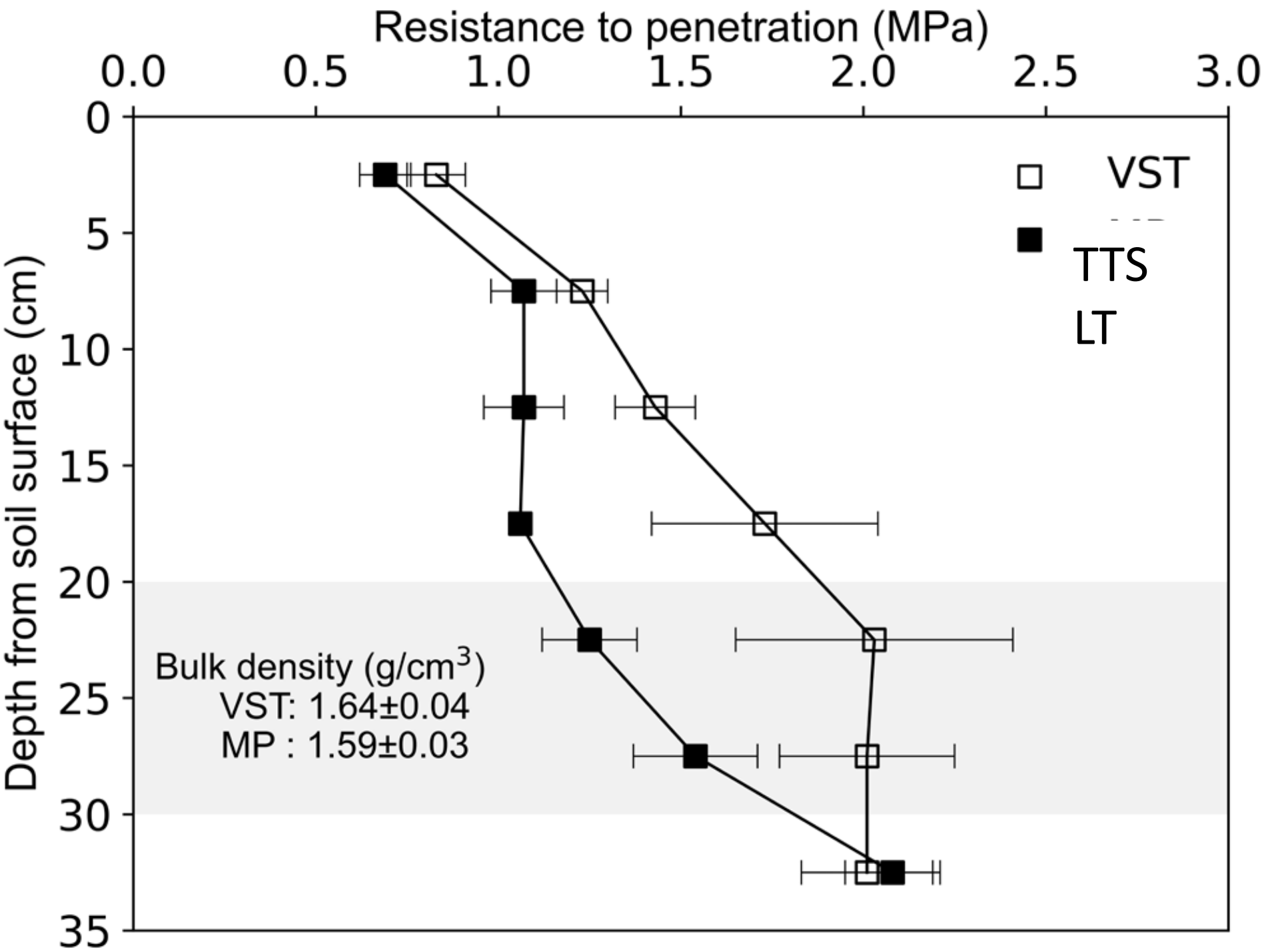
Labour (30 cm)



Moyenne sur 0-30 :
3,22 MPa

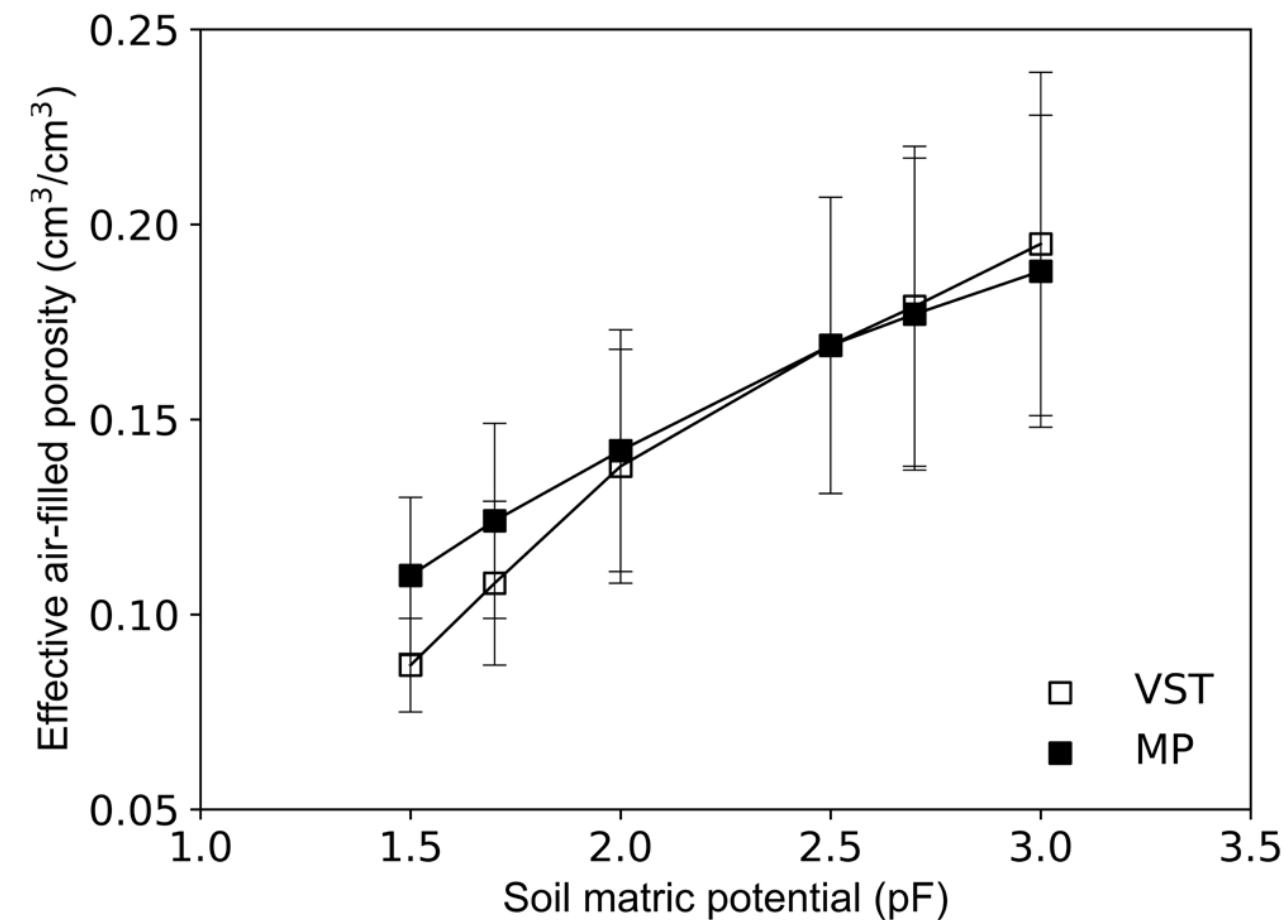
En travail très
superficiel : une
résistance à la
pénétration qui se
stratifie – en moyenne
plus importante sur
l’horizon travaillé

Travail du sol très superficiel (7 cm)



MP : Labour
VST : Travail très superficiel

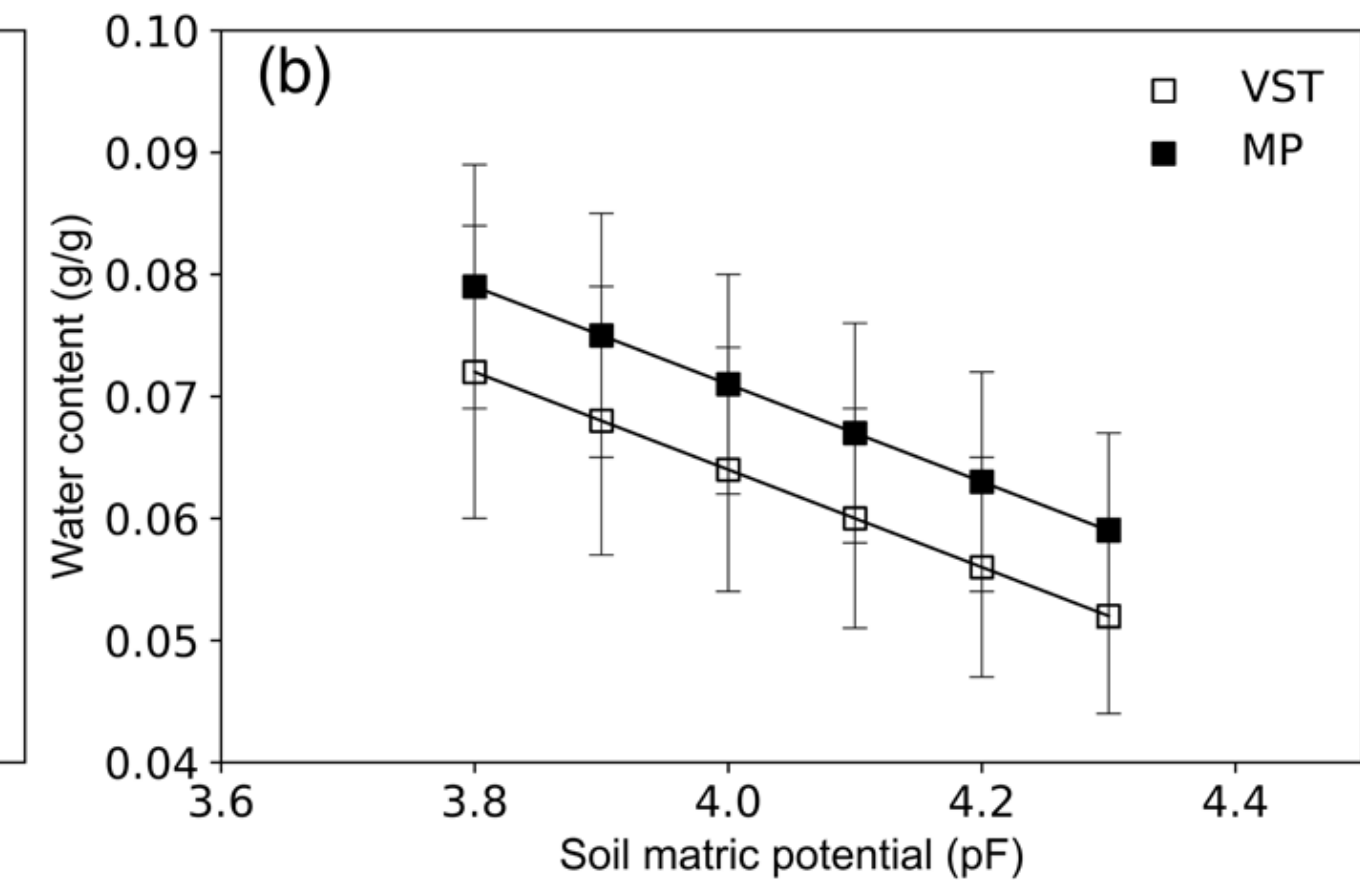
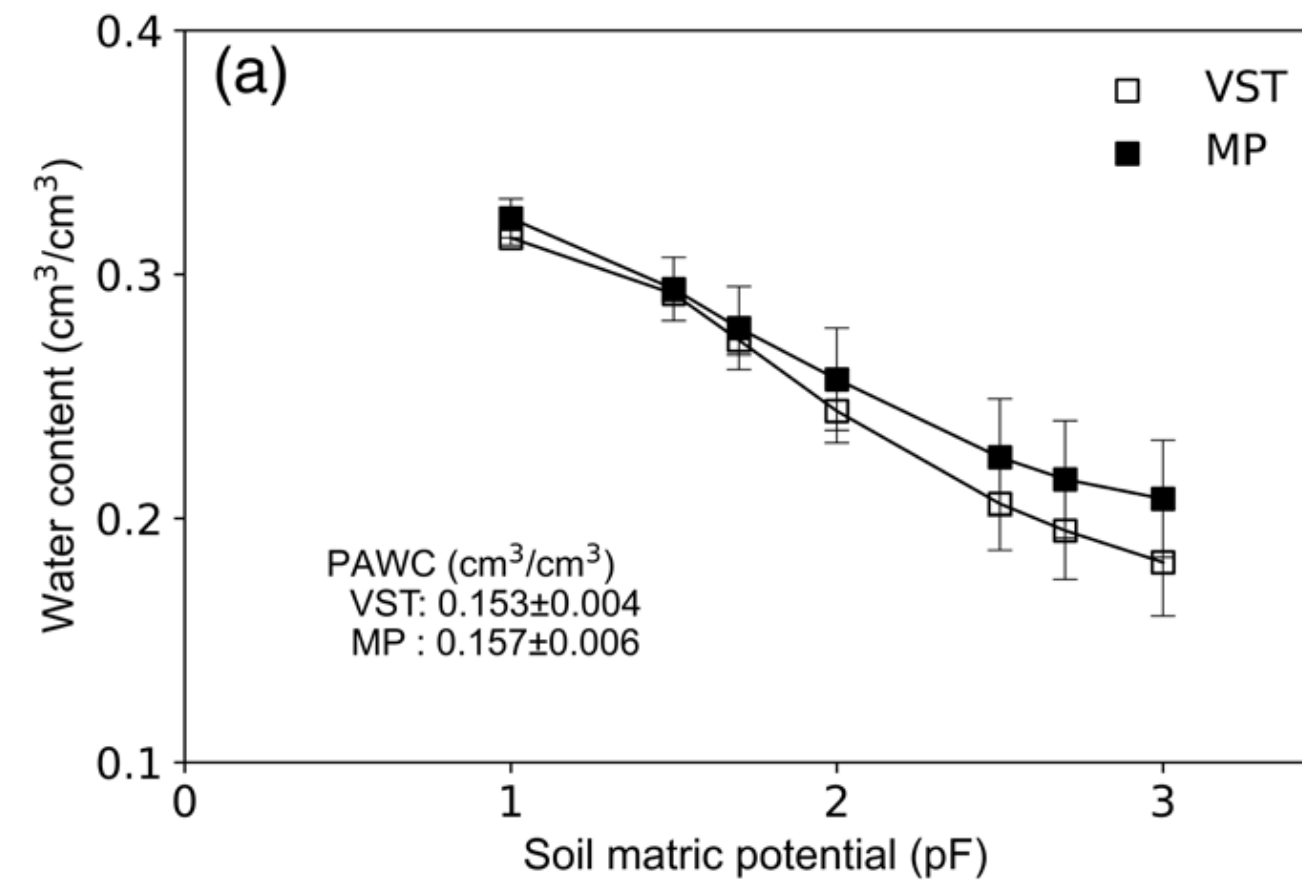
Mais des effets variables de la prise en masse sur 20-30 cm sur les propriétés physiques à long terme



MP : Labour

VST : Travail très superficiel

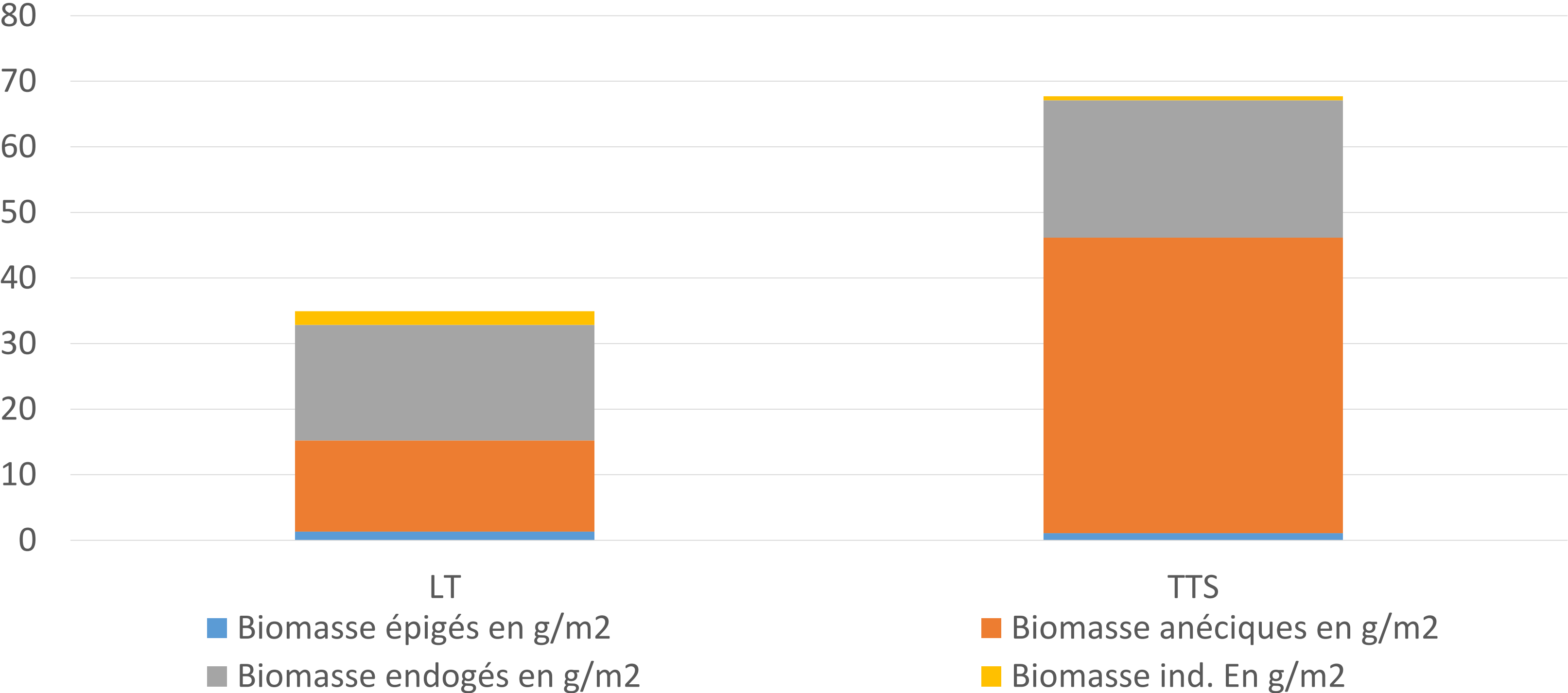
Pas de différence significative sur le transport d'air dans l'horizon 20-30 cm entre le labour et le travail très superficiel



Pas de différence significative sur le stockage de l'eau dans l'horizon 20-30 cm entre le labour et le travail très superficiel

Plus de biomasses de lombrics en travail très superficiel

Biomasse Lombrics en g/m2 (méthode bêche) - mars 2021



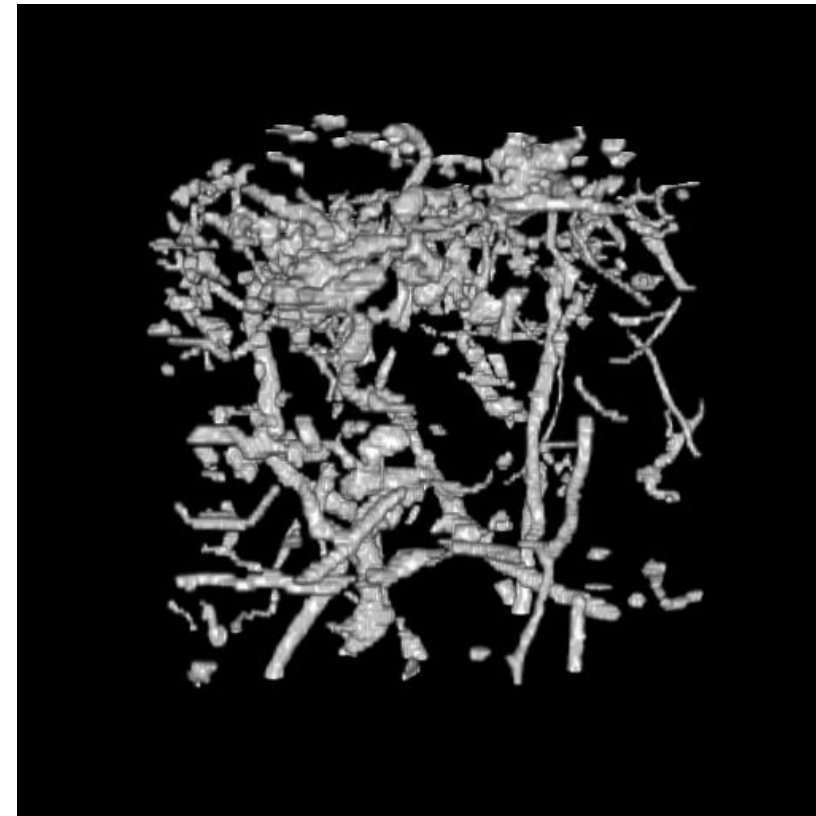
Plus d'activité de bioturbations ?

Sur 0-20 cm en mai 2021

Labour



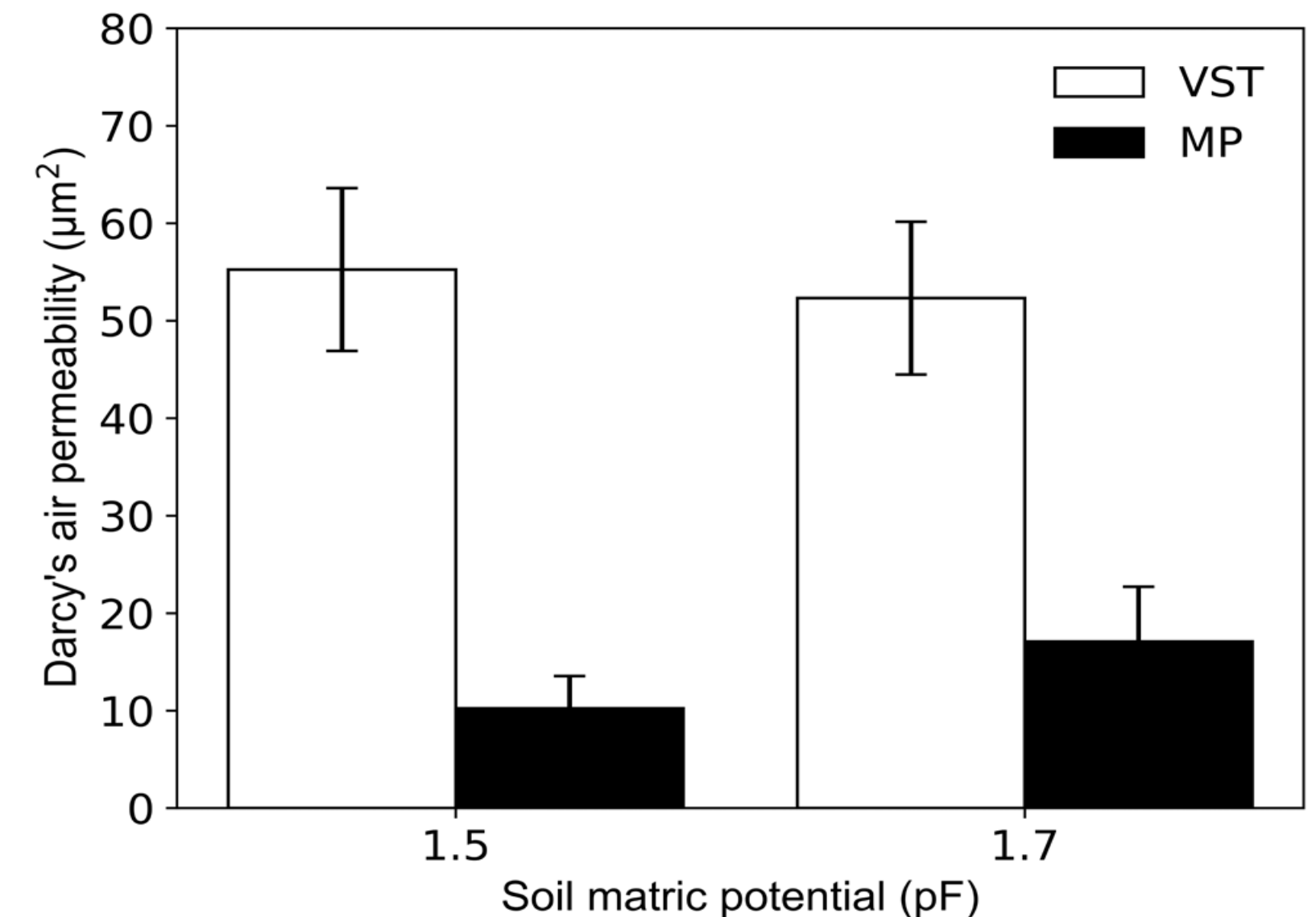
Travail Très superficiel



Représentation des galeries de vers de terre (tomographie) d'un volume de sol de 0 à 20 cm – Mai 2021

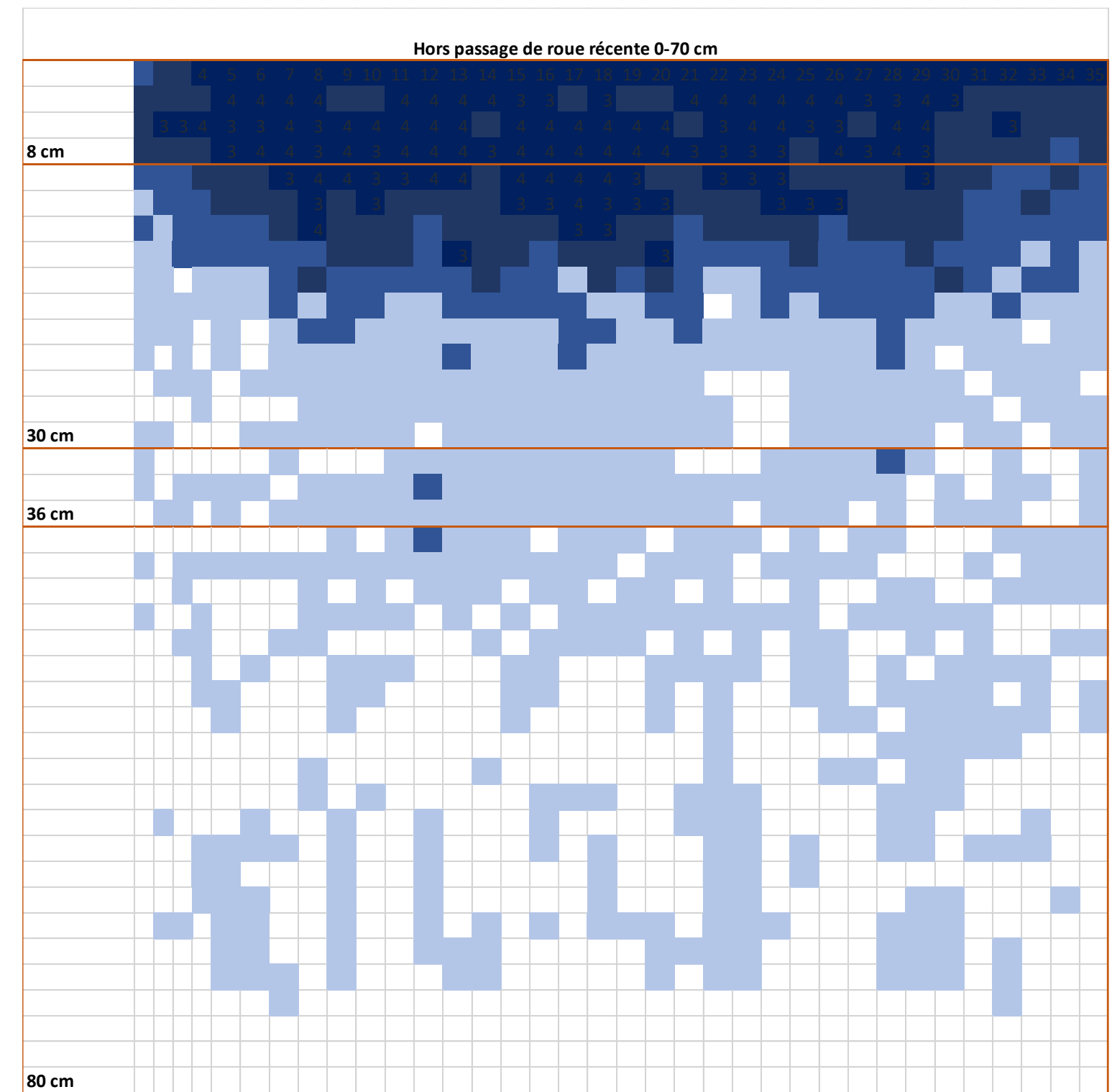
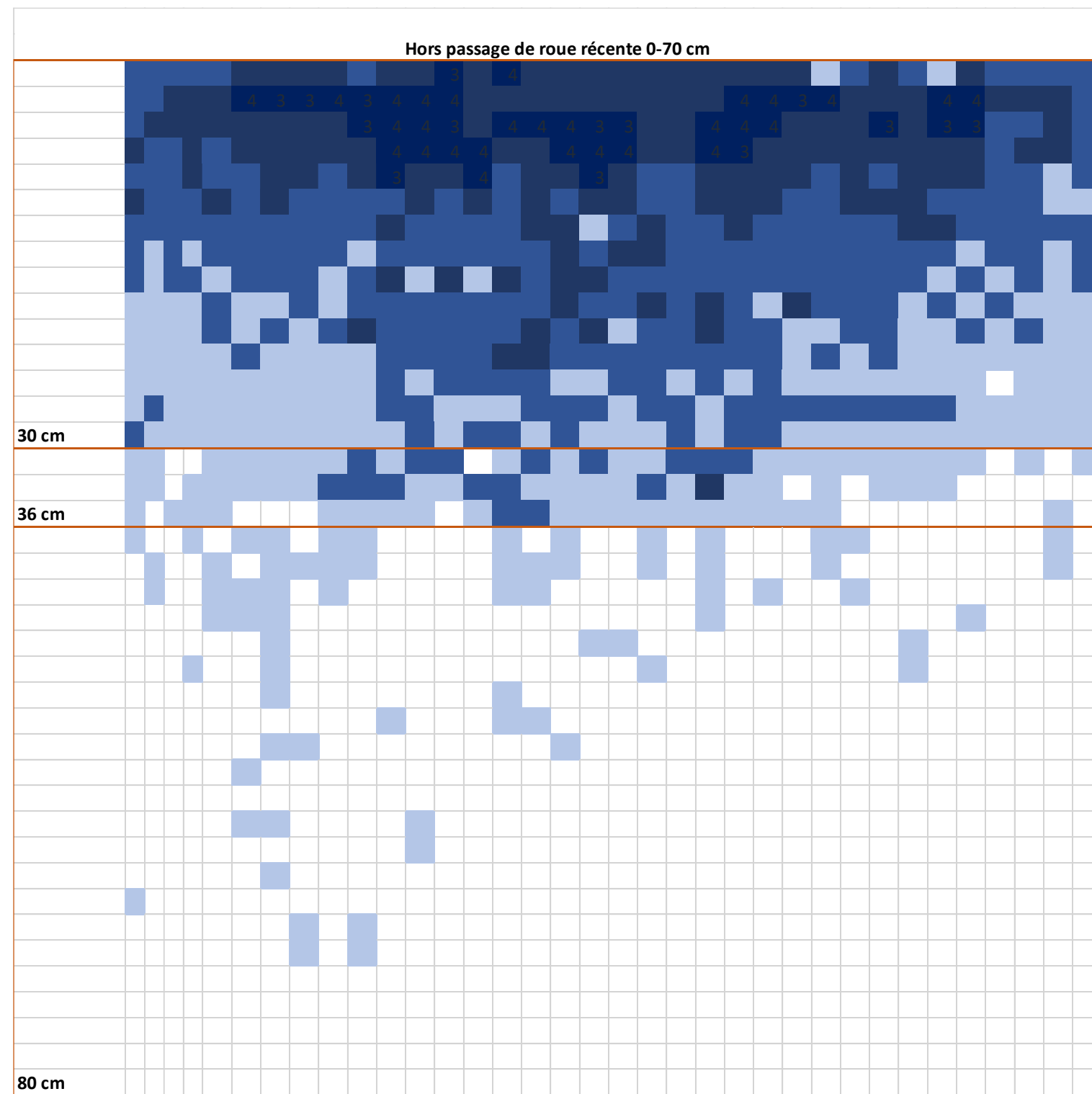
Plus de galeries connectées à la surface en travail très superficiel et barycentre plus bas : **plus d'activités des anéciques ?**

Sur 20-30 cm en septembre 2022



La perméabilité de l'air est souvent corrélée aux macropores et leur connectivité : **meilleure perméabilité de l'air à 20-30 cm en TTS, plus de macropores car plus d'anéciques ?**

Une stratification des racines plus marquée en travail très superficiel, mais in fine plus d'exploration en profondeur

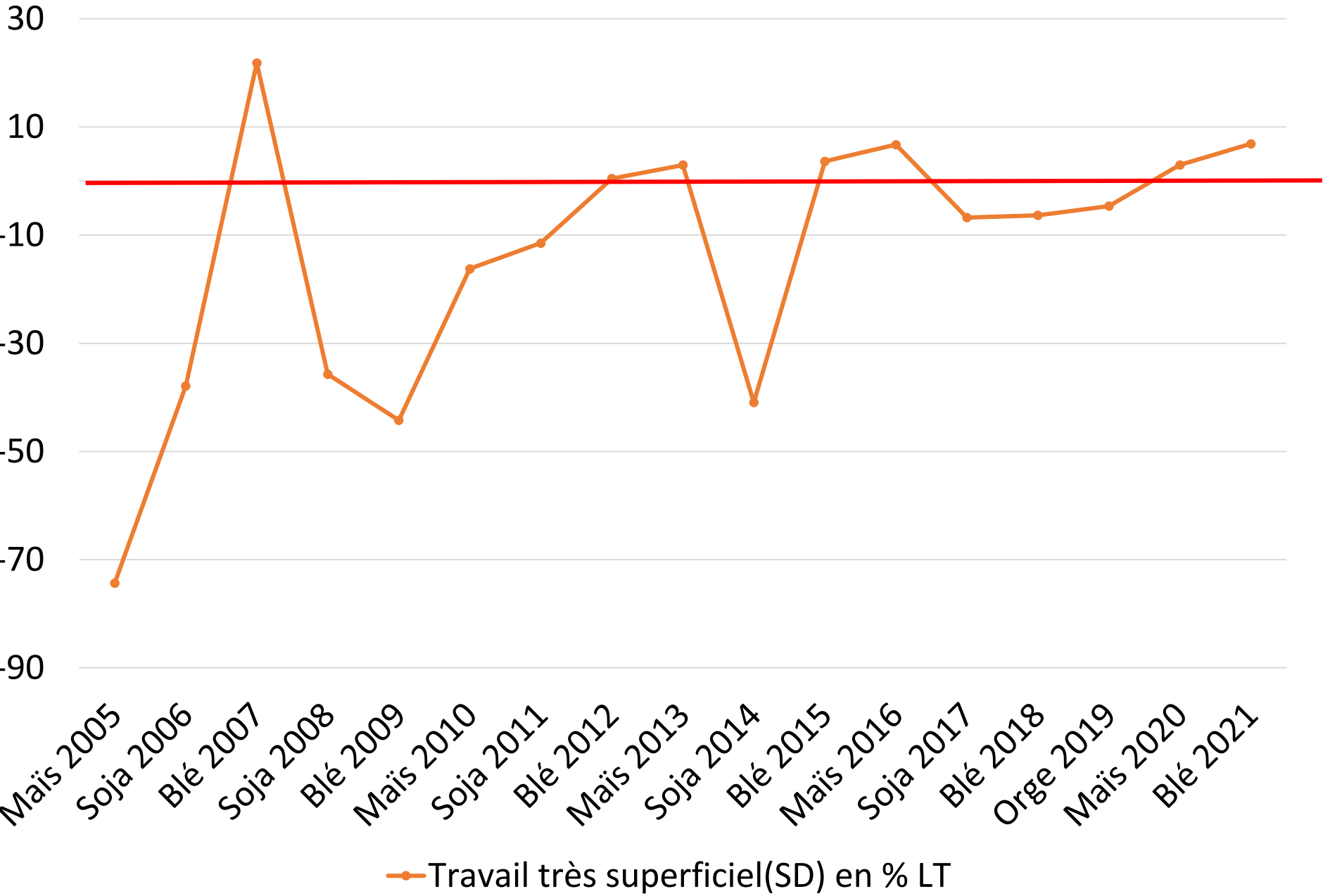


Et les rendements ?

Thil sol sableux (AB)

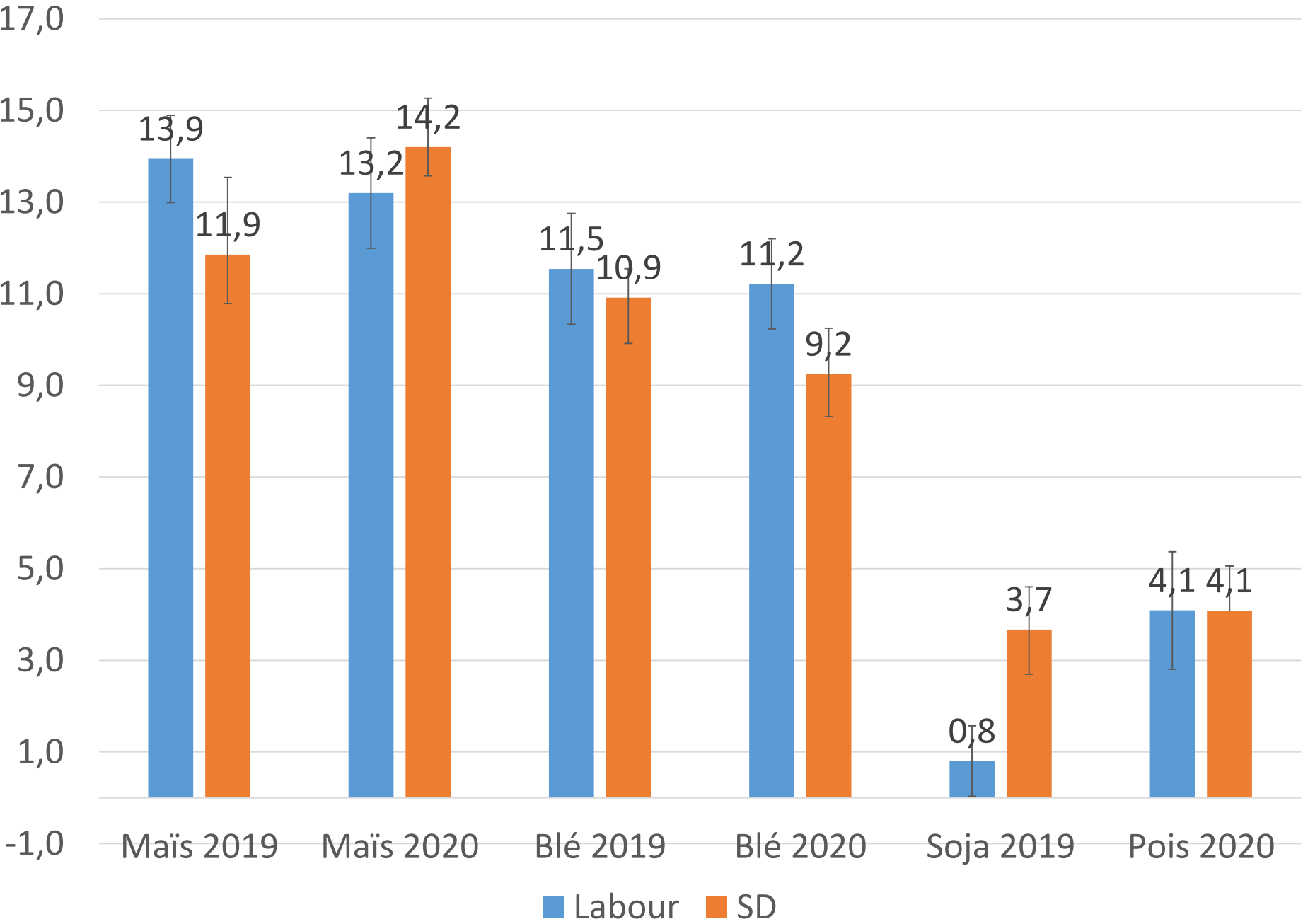
En moyenne : - 8% / labour sans SD et - 14% avec SD

Rendement TTS
en % du
rendement LT



Feyzin sol limoneux (Conv.)

Rendements en t/ha (15% Humidité)
récoltes 2019 et 2020



Conclusion

- **Quels que soient les sites expérimentaux et de nombreuses références scientifiques:**
 - Forte stratification de la fertilité du sol sur les 10 premiers centimètres du sol avec plus de carbone organique, de biomasse microbienne et d'activité biologique (minéralisation, régulation ...), meilleure agrégation et moins de battance
 - Globalement plus de vers de terre en SD/TTS comparé au labour, et plus particulièrement les vers de terre de type anéciques
 - Une 'prise en masse' dans l'horizon non travaillé en SD/TTS comparé à l'horizon travaillé du labour
- **Mais attention, des effets plus ou moins marqués suivant:**
 - Le type de sol et le système de culture
 - D'où on part : effet plus marqué sur les sols dégradés (peu de MO, tassement) que sur sol fertile
 - Des effets plus marqués des couverts que du travail du sol : très bonne activité biologique en labour avec couvert dans un essai système (non présenté)
- **Des effets variables sur les fonctions du sol, encore à explorer:**
 - Plus ou autant de C stocker ?
 - Quels effets sur les stocks et flux des fluides (air, eau..) ? Des travaux à mener en tenant compte des tailles de porosité (plus de macro ?, moins de méso ?....)
 - Plus ou moins de racines ? Pas de conclusions nettes, suivant la structuration du sol....

Merci de votre attention,

Les publications citées ci dessous

FAO (2011) 1. Introduction. <https://www.fao.org/4/y2781f/y2781f03.htm>. Accessed 10 July 2025

Duchene, O., Capowiez, Y., Vian, J. F., Ducasse, V., Cadiergues, A., Lhuillery, T., & Peigné, J. (2024). Conservation tillage influences soil structure, earthworm communities and wheat root traits in a long-term organic cropping experiment. *Plant and Soil*, 503(1), 183-200.

Krauss, M., Wiesmeier, M., Don, A., Cuperus, F., Gattinger, A., Gruber, S., ... & Steffens, M. (2022). Reduced tillage in organic farming affects soil organic carbon stocks in temperate Europe. *Soil and Tillage Research*, 216, 105262.

Nawaz, M. M., Peigné, J., Fouladidorhani, M., Lamandé, M., & Arthur, E. (2024). Long-term conservation tillage in organic farming maintains sandy loam soil functioning despite increased penetration resistance. *Soil Use and Management*, 40(4), e13150.

Peigné, J., Vian, J. F., Payet, V., & Saby, N. P. (2018). Soil fertility after 10 years of conservation tillage in organic farming. *Soil and Tillage Research*, 175, 194-204.