



Sols et Environnement



Impact des techniques très simplifiées et du semis direct sur le sol

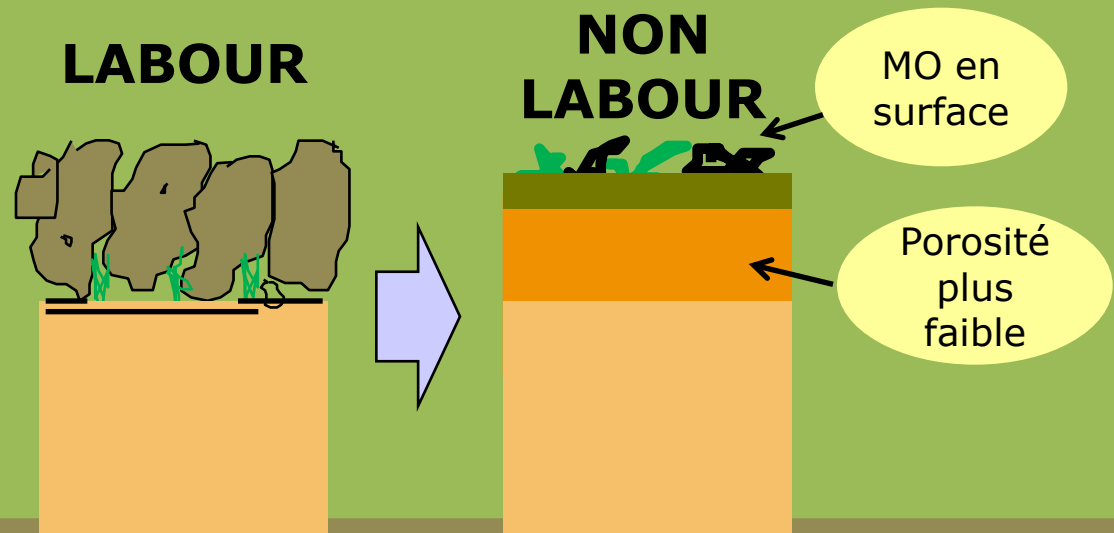
Christian Longueval
Chambre régionale d'agriculture
de Midi-Pyrénées



Conséquences du non-labour sur le sol

Le non-labour, c'est :

- le **non retournement du sol** => maintien des Matières Organiques (MO) en surface ou à faible profondeur
- une **réduction de la fragmentation mécanique** (plus ou moins prononcée selon le type de non-labour) => macroporosité plus faible



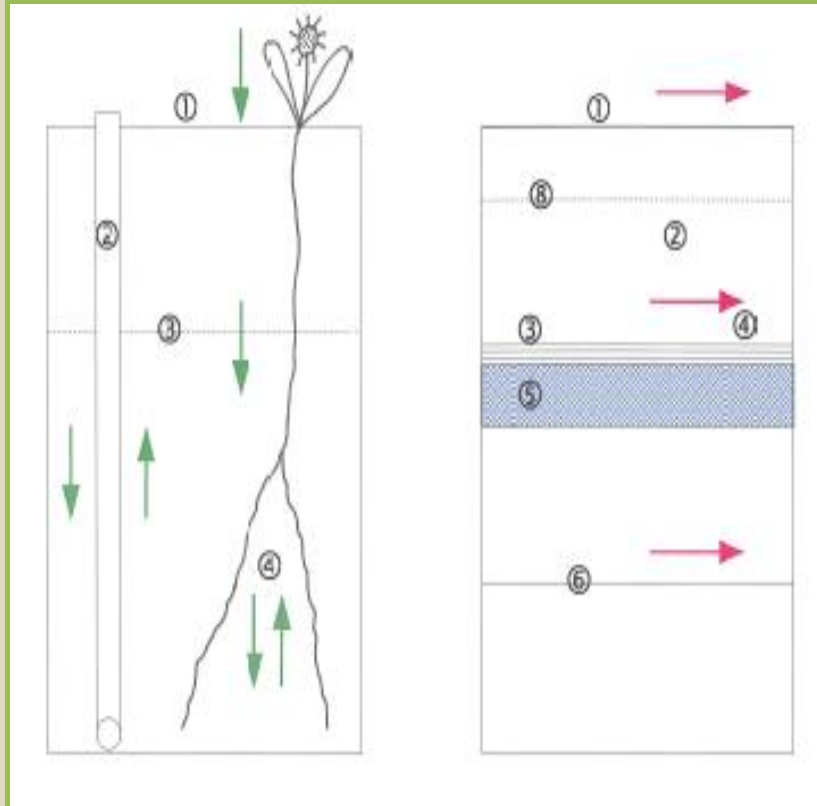
Conséquences du non-labour sur le sol

- Une nouvelle répartition de la MO et l'augmentation de la teneur en surface
- L'amélioration de la structure, de sa stabilité et la réduction de la battance
- L'augmentation de l'activité biologique (par la réduction de la perturbation liée aux passages d'outils) notamment de l'activité des vers de terre
- Le développement d'une porosité biologique
- La réduction de l'érosion hydrique
- Moins de macroporosité et plus de connectivité dans les flux (eau, gaz) avec la mise en place d'un fonctionnement plus vertical du sol (moins de discontinuités horizontales)

Mise en place d'un fonctionnement vertical du sol

Sol à fonctionnement vertical

- 1/ Absence de croûte de battance
- 2/ Galeries de vers de terre de 1cm ou plus sur plus d'1m de profondeur
- 3/ Fonds du labour de moins en moins visible (limite diffuse)
- 4/ Racines verticales ou obliques



Sol à fonctionnement Horizontal

- 1/ Croûte de battance favorisant ruissellement et érosion
- 2/ Peu de galeries de gros vers
- 3/ Limite nette entre horizon travaillé et couche non travaillée (couleur et porosité)
- 4/ Semelle de labour à structure feuilletée
- 5/ Semelle de labour à structure massive, non poreuse
- 6/ Changement brutal de nature ou de texture d'horizons pédologiques

Quelques données chiffrées

Critères caractérisés :

- La matière organique :
 - Taux de MO en surface et répartition dans le profil
 - Stock de carbone

- L'activité biologique :
 - Les vers de terre (galeries)
 - La biomasse microbienne.

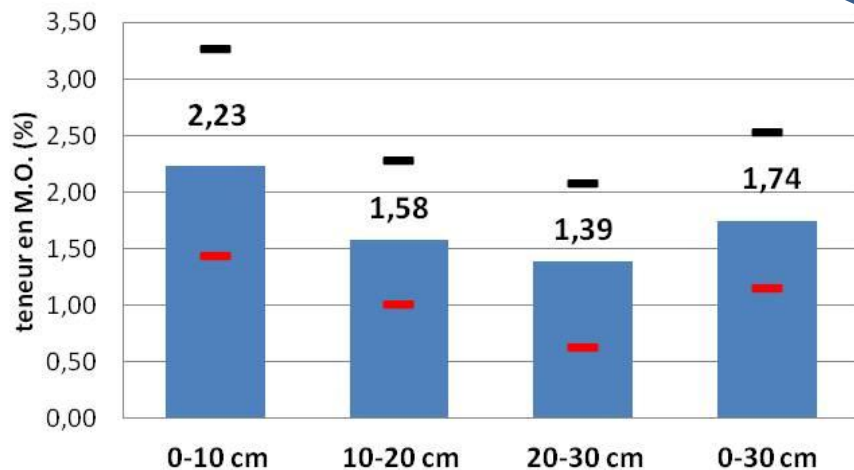
Protocole des investigations sols du projet CASDAR

- Investigations sur chacune des parcelles du réseau (60 parcelles)
- Creusement d'un profil cultural (60 cm prof) :
 - Description visuelle : délimitation de zones homogènes (couleur, structure, porosité, texture ...)
 - Comptages de galeries de vers sur la partie non travaillée
 - Mesures de densité apparente
 - Prélèvements d'échantillons de terre sur 3 tranches de profondeur (0-10 cm, 10-20 cm et 20-30 cm)

Nouvelle répartition de la matière organique

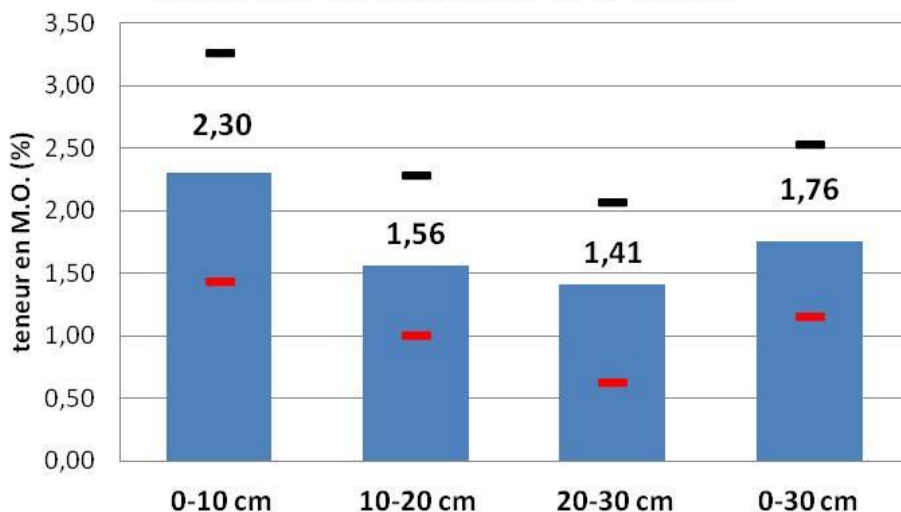
Nouvelle répartition de la MO en NL

Teneurs moyennes en MO (%) par tranche de profondeur des 60 parcelles du réseau TTSI



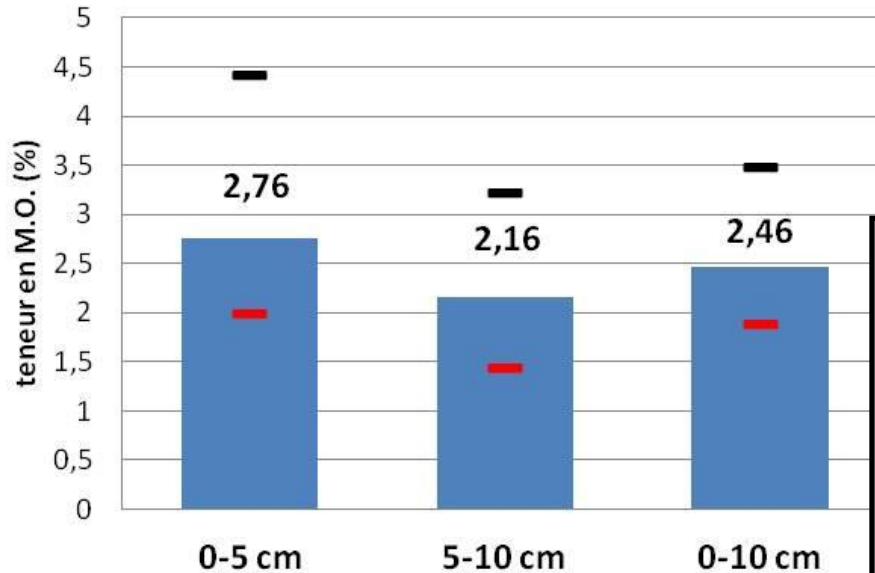
Sélection des 33 parcelles en **SD** ou **NLts** depuis 7 ans minimum

Teneurs moyennes en MO (%) par tranche de profondeur des 33 parcelles en SD ou NLts



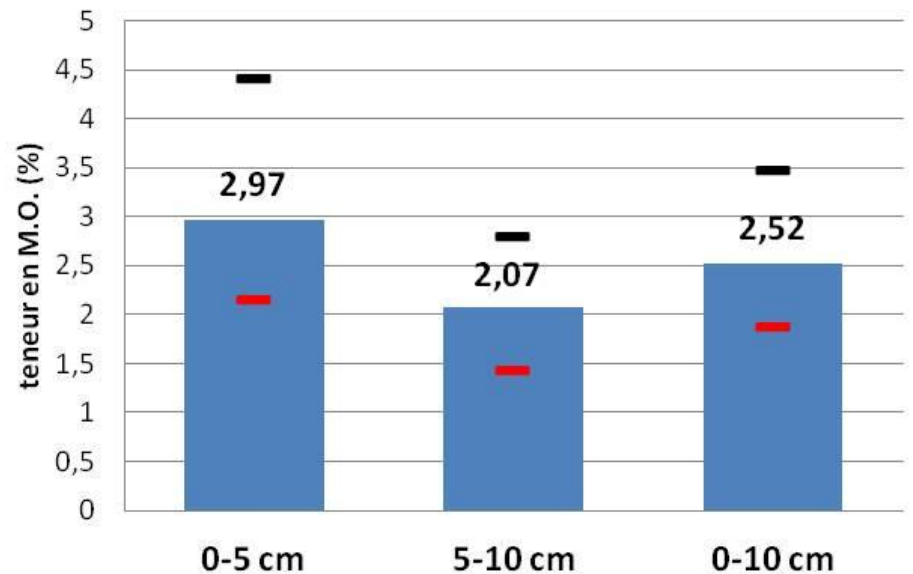
MO en surface (0-10cm) en NL

Teneurs moyennes en MO (%) dans les horizons superficiels de 54 parcelles du réseau



Sélection des 31 parcelles en **SD** ou **NLts** depuis 7 ans minimum

Teneurs moyennes en MO (%) dans les horizons superficiels pour les 31 parcelles en SD et NLts



Sols des coteaux argilo-calcaires et systèmes de grandes cultures en sec

Teneur en MO (en %) dans 4 exploitations de coteaux en SD-NLTS

Code exploitation	3	4	13	9
Année d'arrêt du labour	1999	1989	2001	1998
Type de NL	NLTS + couverts depuis 2006	SD + couverts depuis 2004	SD + couverts depuis 2005	SD sans couverts depuis 2006
Nombre de parcelles	6	6	5	5
0 – 10 cm	2,30	2,17	2,30	2,04
10 – 20 cm	1,75	1,45	1,69	1,43
20 – 30 cm	1,33	1,35	1,61	1,33

Des taux de MO en surface plus faibles en broubènes irriguées

Teneur en MO (en %) dans 3 exploitations irriguées			
Code exploitation	1	2	14
Système de production	bovins lait avec irrigation	bovins lait avec irrigation	grandes cultures irriguées
Année d'arrêt du labour	2001	1999	2002
Type de non-labour	SD + couverts depuis 2001	SD et ST + couverts depuis 2005	NL 15-25 cm + couverts depuis 2002
Nombre de parcelles	3	2	4
0 – 10 cm	1,93	2,00	1,63
10 – 20 cm	1,27	1,05	1,40
20 – 30 cm	1,17	1,05	1,20

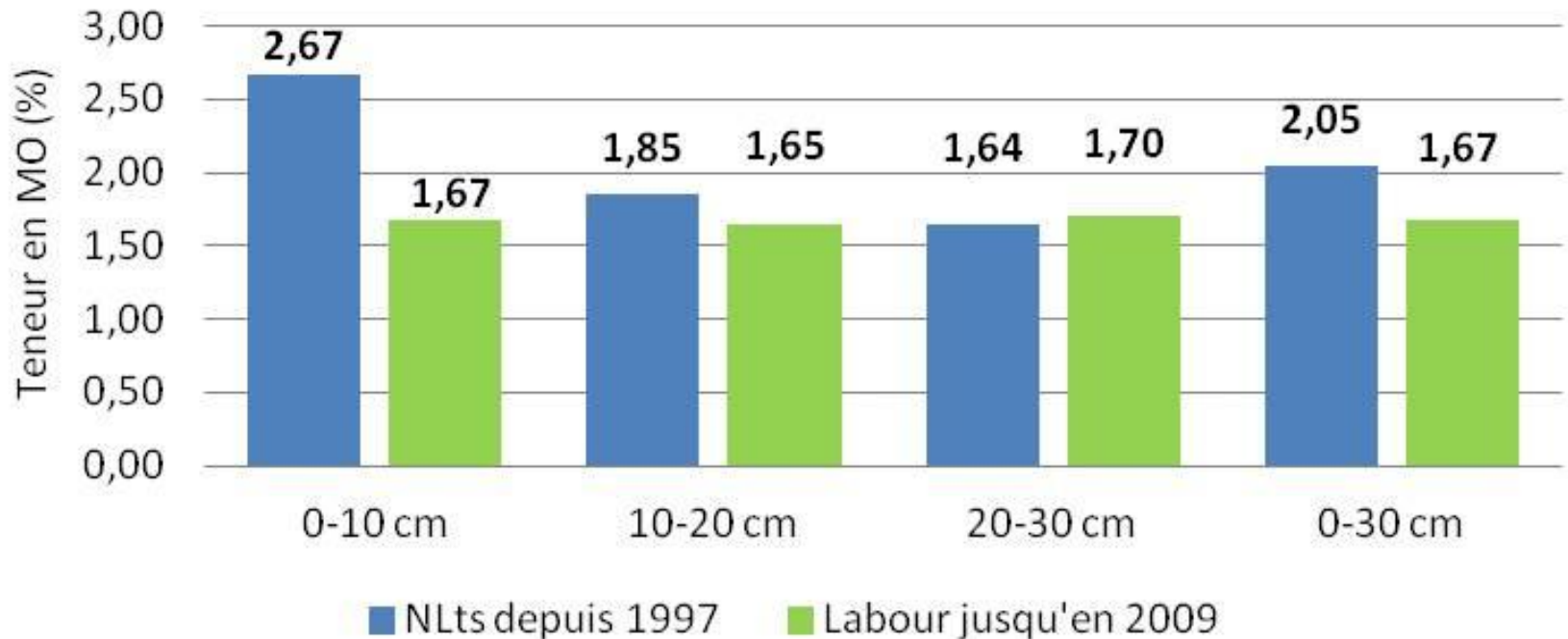
Une nouvelle répartition
mais y a-t-il une augmentation
du taux moyen sur 30 cm ?

Une approche par comparaison avec les parcelles voisines : 2 cas étudiés

- En sols argileux (25 à 35 % A, non calcaires)
 - Non-labour depuis 1997, NLts depuis 2000 (Horsch puis SD), rotation GC 5 ans, couverts végétaux
 - Acquisition en 2008 d'une parcelle labourée
 - = > Comparaison SD-NLts depuis 1997 avec labour jusqu'en 2007
- En sols limoneux (boulbènes)
 - Éleveur BL, SD depuis 2001, en irrigué, maïs et couverts fourragers
 - = > Comparaison avec parcelle attenante chez le voisin.

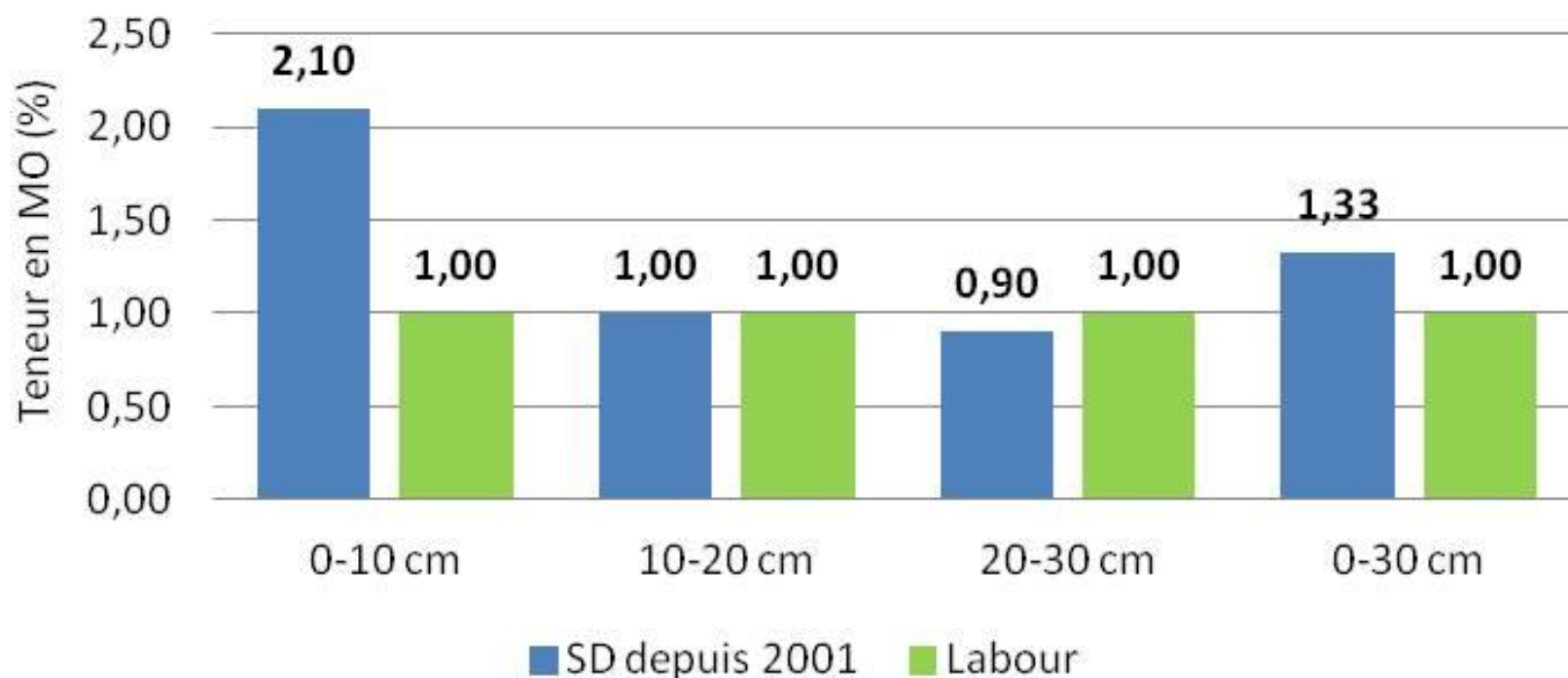
Cas 1 : sols argileux

Comparaison des teneurs en MO entre deux techniques d'implantation différenciées depuis 1997 (sol argileux)



Cas 2 : boubènes

Comparaison des teneurs en MO entre deux techniques d'implantation différenciées depuis 2001 (boubènes)



Stock de carbone dans les sols

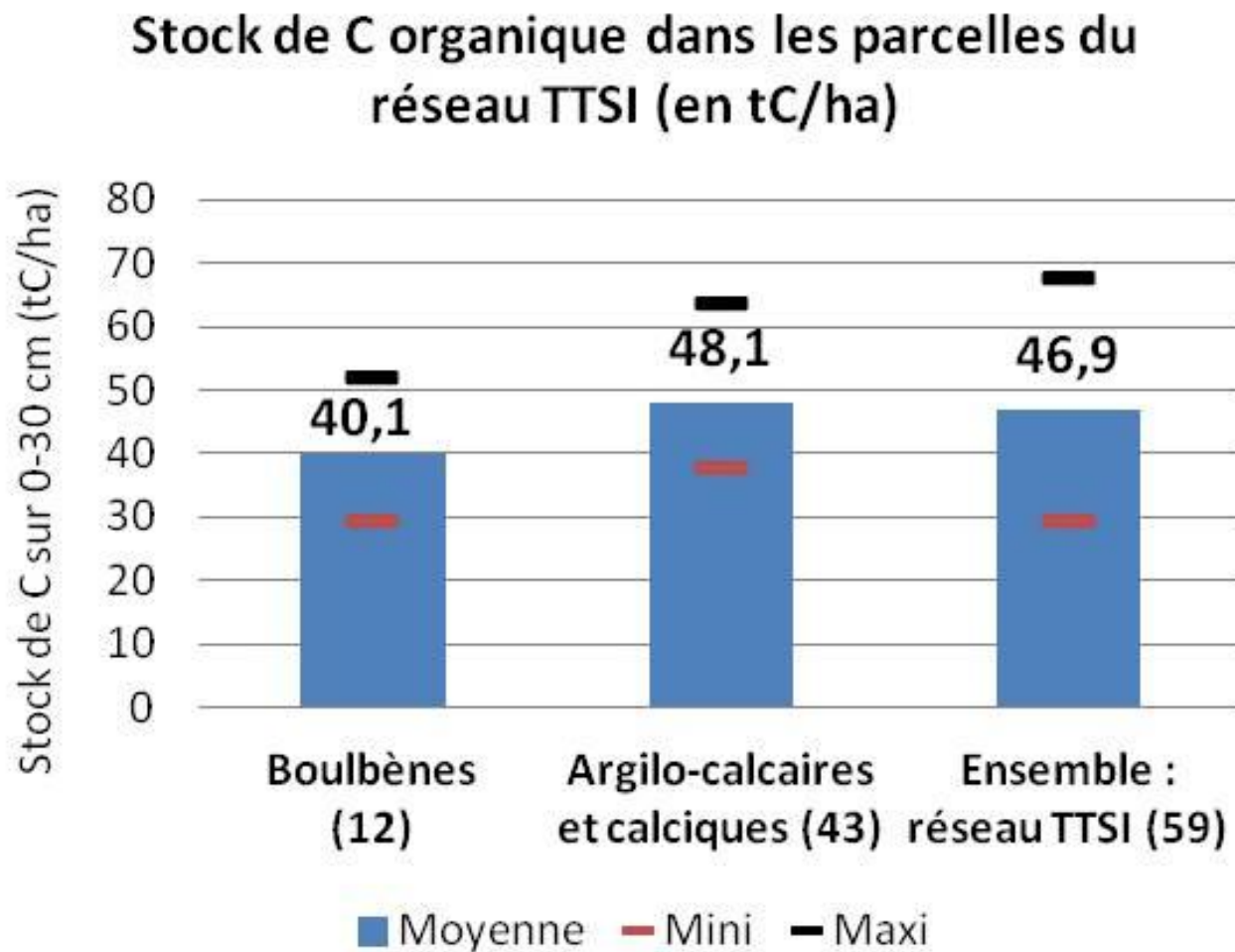
Calculs du carbone stocké (SCO)

Le stock de carbone organique du sol (SCO) dépend directement de :

- la teneur en C (TC)
- la densité apparente (Da)

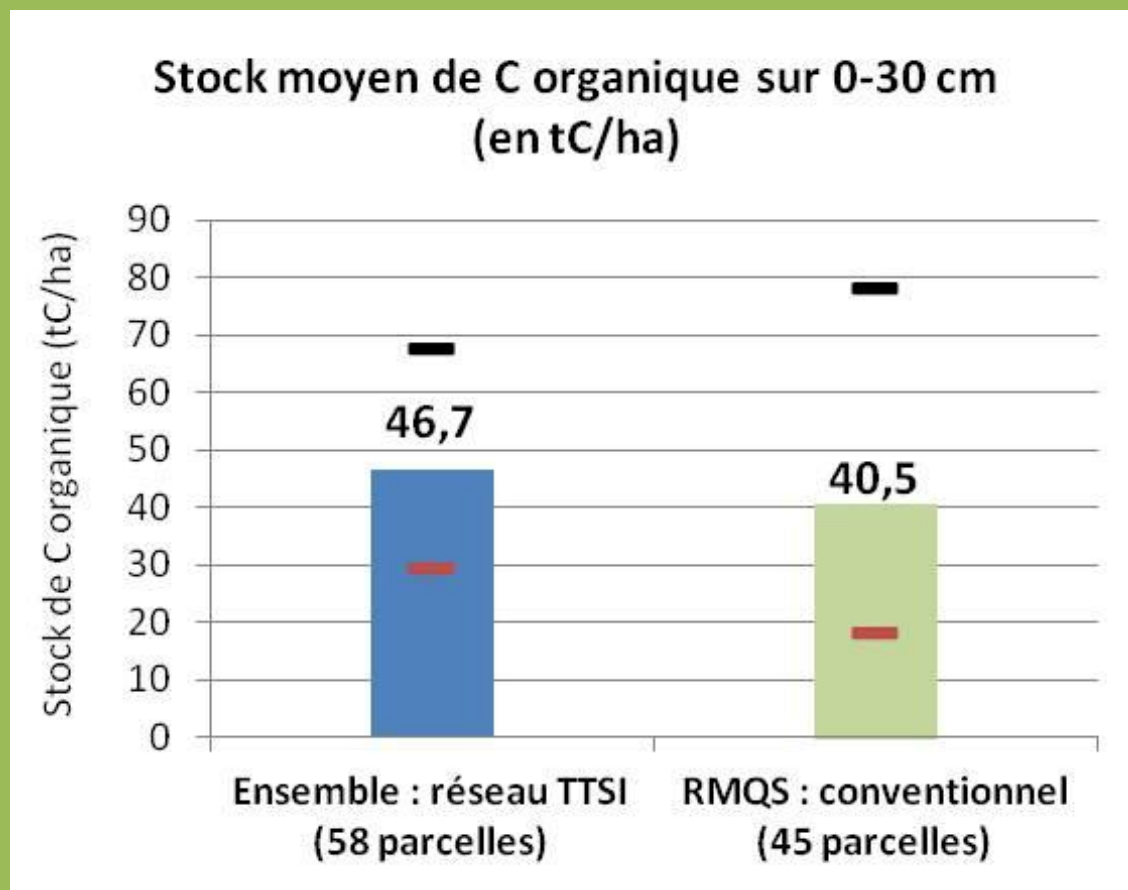
TC et Da mesurées sur 0-10, 10-20 et 20-30 cm

Stock de carbone dans le sol



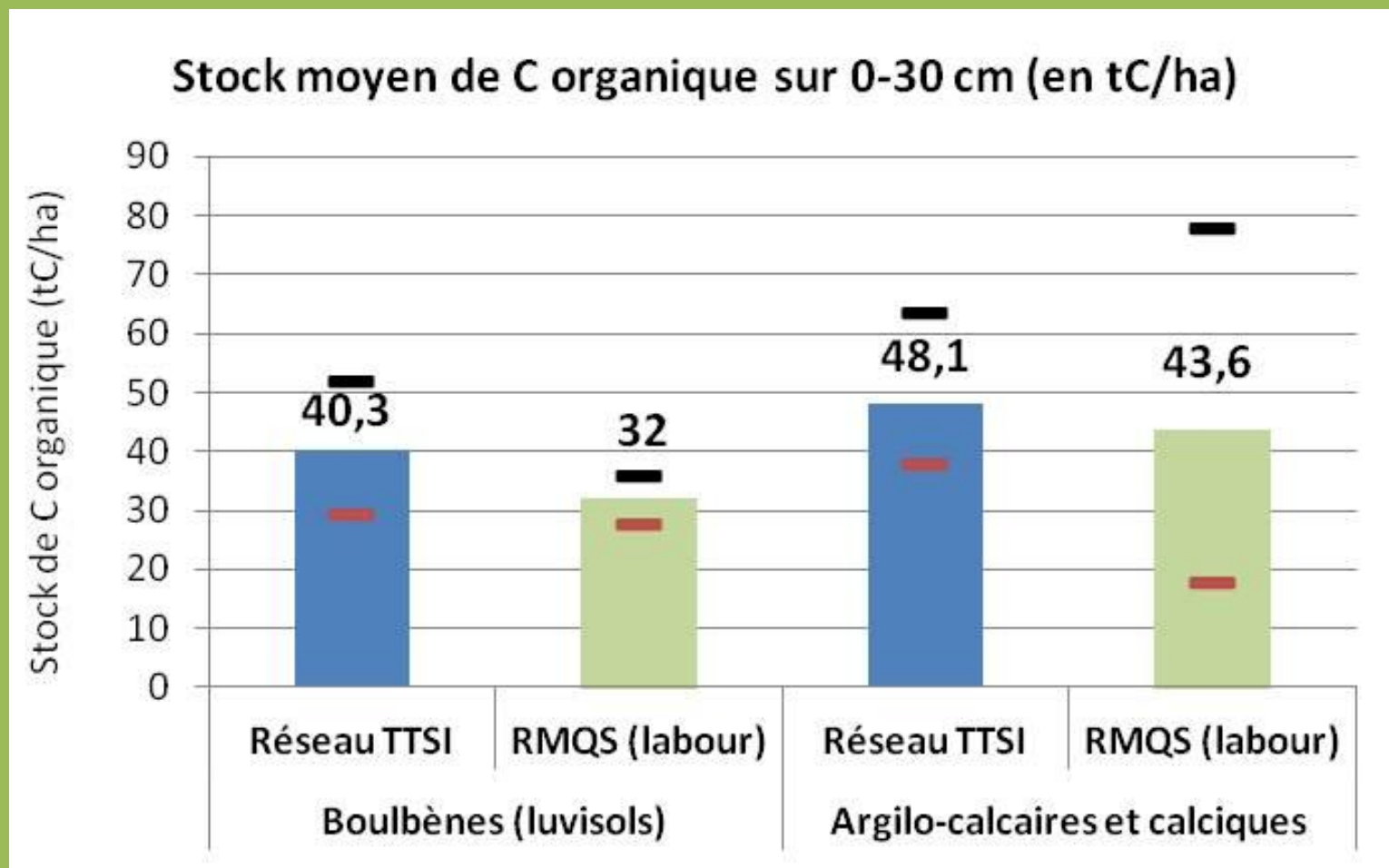
Comparaison avec les données du réseau INRA RMQS de Midi-Pyrénées (ECOLAB) (pour des types de sols identiques)

Un écart de 6t C/ha entre les 2 réseaux



NB : l'écart n'est pas plus dû à une teneur moyenne sur 0-30cm en C plus élevée en TTSI qu'en RMQS que par une densité plus élevée.

Un écart de stock plus élevé en broubènes qu'en sols argileux



Estimation de l'accroissement annuel du stock de C en SD-NLts

Cas du sol argileux

	Moy 2 parcelles = NLTS + SD depuis 1997	12-CAM : labour jusqu'en 2007
SCO sur 0-30 cm (tC/ha)	58,2	48,1
interprétation	très élevé	élevé

- Ecart de stock : 10,1 tC/ha en 2009
- Période : 12 ans

=> + **0,8 tC/ha/an** (soit 3 tCO₂/ha/an)

Cas du sol limoneux

	01-BOU	VOISIN
Type d'implantation	SD + couverts depuis 2001	Labour
Culture	Mais-10	Mais-10
SCO sur 0-30 cm (tC/ha)	35,9	26,7
Interprétation	faible	très faible

➤ Ecart de stock = 9,2 tC/ha en 2009

➤ Période : 9 ans

=> + 1 tC/ha/ an

Effet SD + fumiers + couverts

L'augmentation de l'activité des vers de terre

La porosité biologique



Photo de Marie-José Blazian, Agrod'Oc

Les vers de terre remontent
jusqu'en surface pour se nourrir
des résidus végétaux



Turricule de 5 à 6 cm de haut



Galeries de gros vers anéciques



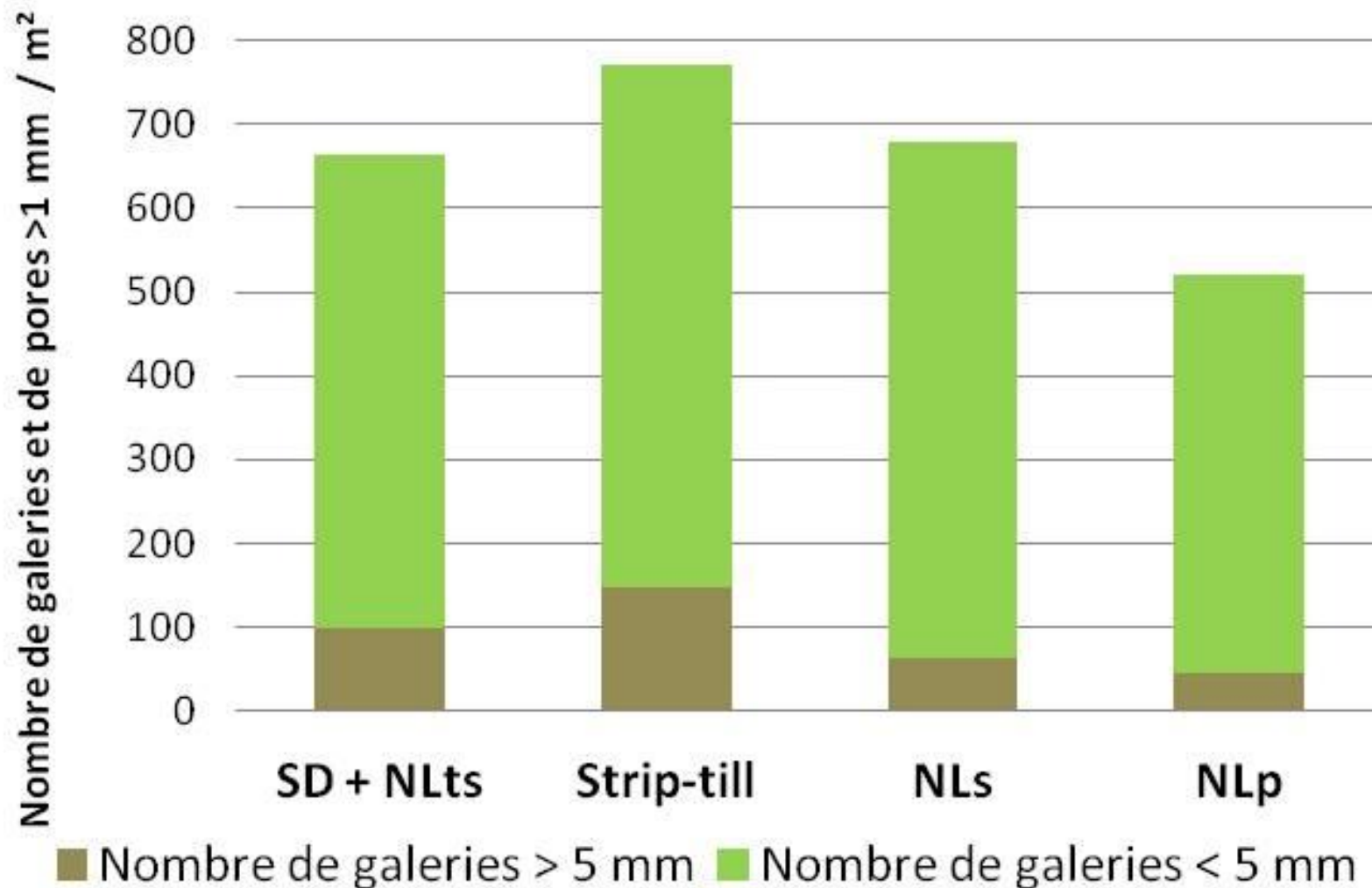


Photo de Yves Ferrié, CA 81

Estimation du nombre de galeries de vers et de pores

- Profondeur moyenne de comptages : 8,5 cm (3-15 cm)
- Nombre total de galeries : 679 / m² (258 à 1108) forte variabilité (écart-type = 250)
- Nombre de galeries > 5mm : 63/ m² (0 à 192) forte variabilité (écart-type = 55)

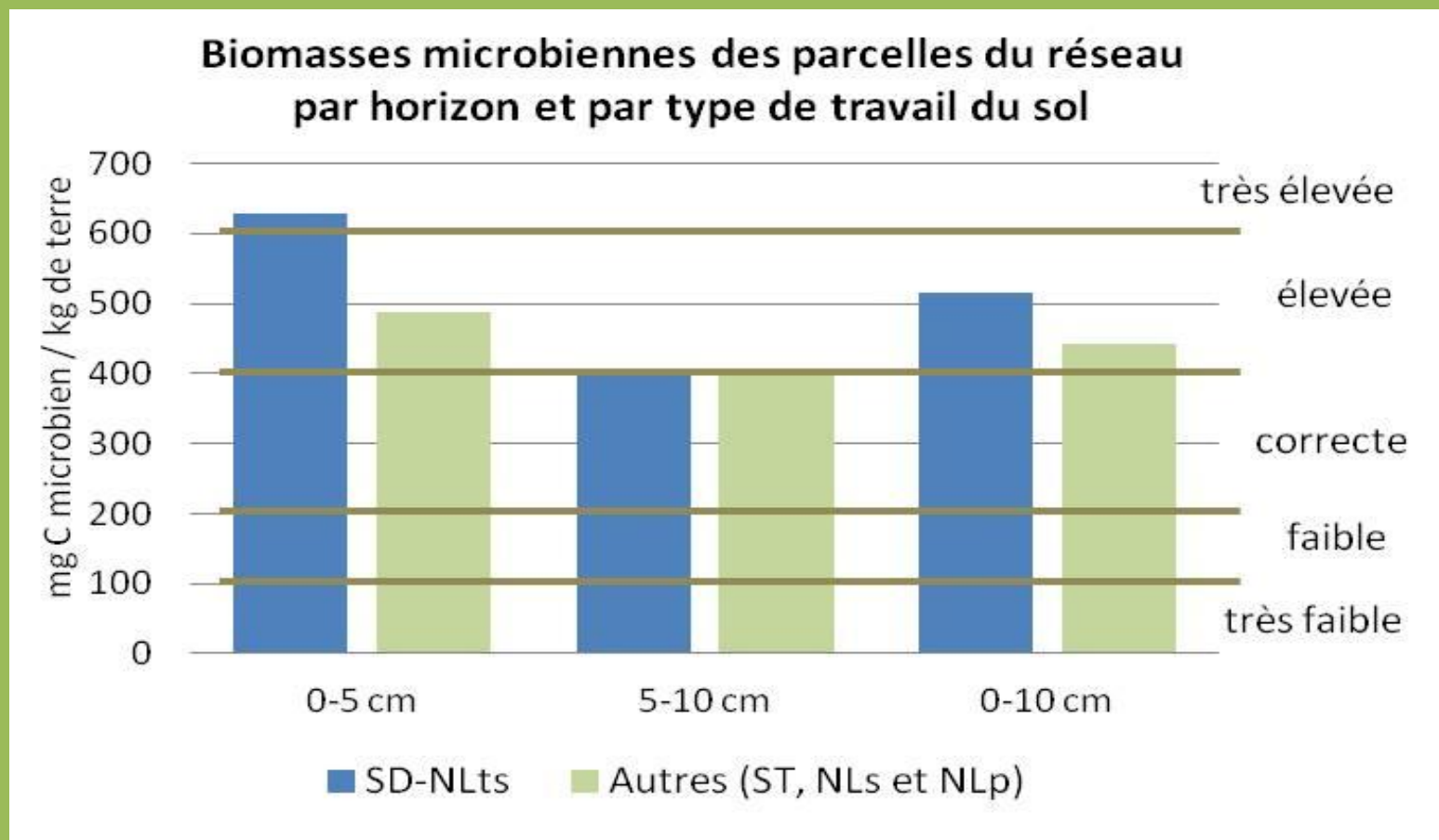
Galeries de vers de terre et pores sur les parcelles du réseau TTSI selon les techniques d'implantation



L'augmentation de l'activité biologique

*traduite par l'augmentation de la
biomasse microbienne*

Non-labour et biomasse microbienne



Cas du sol argileux : comparaison entre les 2 modalités

BM (mg/kg)	Moy 2 parcelles = NLTS-SD	12-CAM : labour jusqu'en 2007
0-5 cm	643	313
5-10 cm	376	206
0-10 cm	510	260
interprétation	élevé	correct

La biomasse microbienne est deux fois plus élevée sur les parcelles en SD-NLts

Autres résultats

- Données d'observations des profils de sols
- Données de densité apparente et de porosité
- pH et acidification de la surface
- Répartition P2O5

Réduction de la fragmentation mécanique

Densité-porosité

Coupe de sol en SD-NLts

SD et NLts (≤ 5 cm)

- **0-3/5 cm** : structure fine, plus ou moins grumeleuse, bonne porosité, riche en MO, visible parfois à la couleur plus sombre.
- **3/5-15/20 cm** : zone critique du SD pour les sols sans structure naturelle (boulbènes et argiles non calcaires) : non fragmentée, d'aspect continu et massif, peu poreuse et peu structurée ; porosité et circulation de l'eau = galeries de vers et quelques fissures espacées si taux d'argile $> 25\%$.

En argilo-calcaire, structure naturelle fine + fissures

- **au-delà de 15-20 cm** : de moins en moins compact, de plus en plus structuré, de plus en plus de porosité fine.

Densité - Porosité

Mesures sur 60 parcelles

Tranche de profondeur	Densité apparente moyenne	Porosité moyenne (%)	Ecart-type	Mini	Maxi
0-10 cm	1,51	43	5,6	32,6	60,7
10-20 cm	1,59	40,1	3,3	30,5	48,2
20-30 cm	1,61	39,5	3,4	31,3	48,1

- Grande variabilité dans la tranche de surface
- Peu d'écart entre les 2 tranches inférieures

Densité - Porosité

- En SD-NLts, les densités sous 5 cm peuvent être très élevées et atteindre 1,8 (P=32%)
- Les densités moyennes sur (0-30 cm) sont plus élevées en SD-NLts qu'en NLs
 - SD-NLts : 1,6 (P=39,8%)
 - NLs : 1,53 (P=42,3%)

Conclusion : impacts des TTSI sur le sol

- 1- Une nouvelle répartition de la matière organique dans la couche 0-30cm
- 2 - Une augmentation de la teneur en MO en surface :
forte et jusqu'à 3% sur 0-5 cm pour les parcelles en SD ou NLts
dépassant 2% sur 0-10 cm pour la plupart des parcelles
plus limitée en brouillards irrigués
- 3 - Un stock de carbone dans les sols plus élevé qu'en
conduite labour
- 4 - Un stockage annuel de C estimé à 0,8-1 t de C/ha/an en
SD-NLts.

Conclusion : impacts des TTSI sur le sol

- 5 - Une activité biologique, mesurée par la biomasse microbienne élevée à très élevée
- 6 - Une présence de vers de terre et de galeries globalement importante mais très variable d'une parcelle à l'autre

Tous les effets mesurés sont d'autant plus marqués que la simplification est poussée ($Nlp < NLs < SD$).

Merci de votre attention

Pour plus d'informations :

christian.longueval@mp.chambagri.fr