

# Peut-on définir un niveau souhaitable de MO dans les sols ?

PASCAL BOIVIN & OPHÉLIE SAUZET - HEPIA AGRONOMIE

SAMUEL ABIVEN - CNRS / ENS - UMS 3194

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève

**Hes**·SO//GENÈVE  
Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale

# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?



La gestion de la MO est largement passée « sous les radars » de la recherche en Agronomie au cours du 19<sup>ème</sup> siècle.

On ne trouve pratiquement pas de recommandations concrètes en Europe (so far)

- Quelques exceptions mais basées sur des concepts de fertilisation (e.g. minéralisation de l'azote - Suisse)
- Quelques données basées sur la stabilité des agrégats (travaux INRA Laon – JC Rémy, Feller & Beare, 1997...) mais délaissés depuis.

La question de la MO est redevenue populaire en fin de 20<sup>ème</sup> siècle : le dossier climatique

La question s'est enflammée : initiative 4/1000

Elle prend de l'ampleur:

- les services écosystémiques et les sols comme clé de voute (Hooper et al., 2005)
- les Sustainable Development Goals et leur dépendance aux sols
- Rapport Climate change and Land IPCC 2019 etc.

# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?

Qualité des sols : aptitude des sols à fonctionner

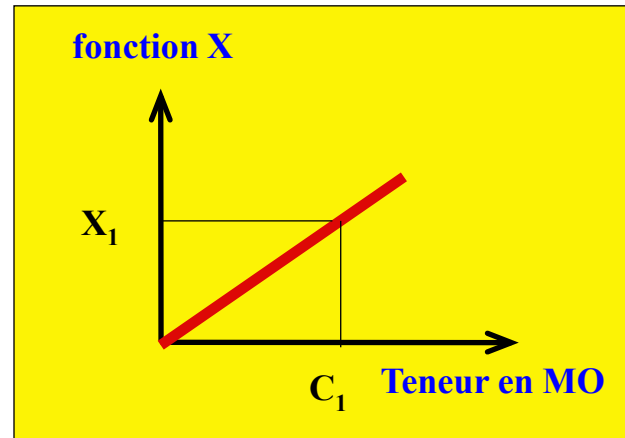
Qualité du sol, un indicateur central:  
 la teneur en matière organique (MO)

En particulier pour l'Agronomie

(King et al., 2020)

Fonctions dans l'écosystème  
 Fonctions dans les sols

D'après Feller, 2006



- Porosité
- Rétention d'eau
- Aération
- Infiltration
- Portance
- Stabilité – résistance mécanique
- Activité biologique
- Réserve de nutriments
- Biodiversité
- Thermique
- Epuration
- Etc.

}

Fertilité physique

# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?



La fertilité physique des sols: grande oubliée du 20<sup>ème</sup> siècle

- Point de rupture actuel pour beaucoup d'exploitations européennes
- Dangers naturels, services écosystémiques mis à mal

Qualité physique du sol : La structure et les porosités

- Structure: ne doit pas être **vulnérable**
- Vulnérabilité: forte **résistance** et forte **résilience**
- Systèmes poraux : aération fine, drainage rapide, RFU, stabilité et connectivité
- La porosité **structurale**

Indicateurs : de gros progrès

- Tests visuels (VESS, CoreVESS)
- Mesures physiques (distinction plasma / porosité structurale)



# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?



Etablissement de valeurs de référence à partir de la notion de vulnérabilité et des caractéristiques de la porosité structurale (*Johannes et al., 2017 et suivants*)

Résultats sur échantillons « on-farm », collectés à n'importe quel moment de l'année et n'importe quel stade de la rotation (> 300 profils plateau Suisse)

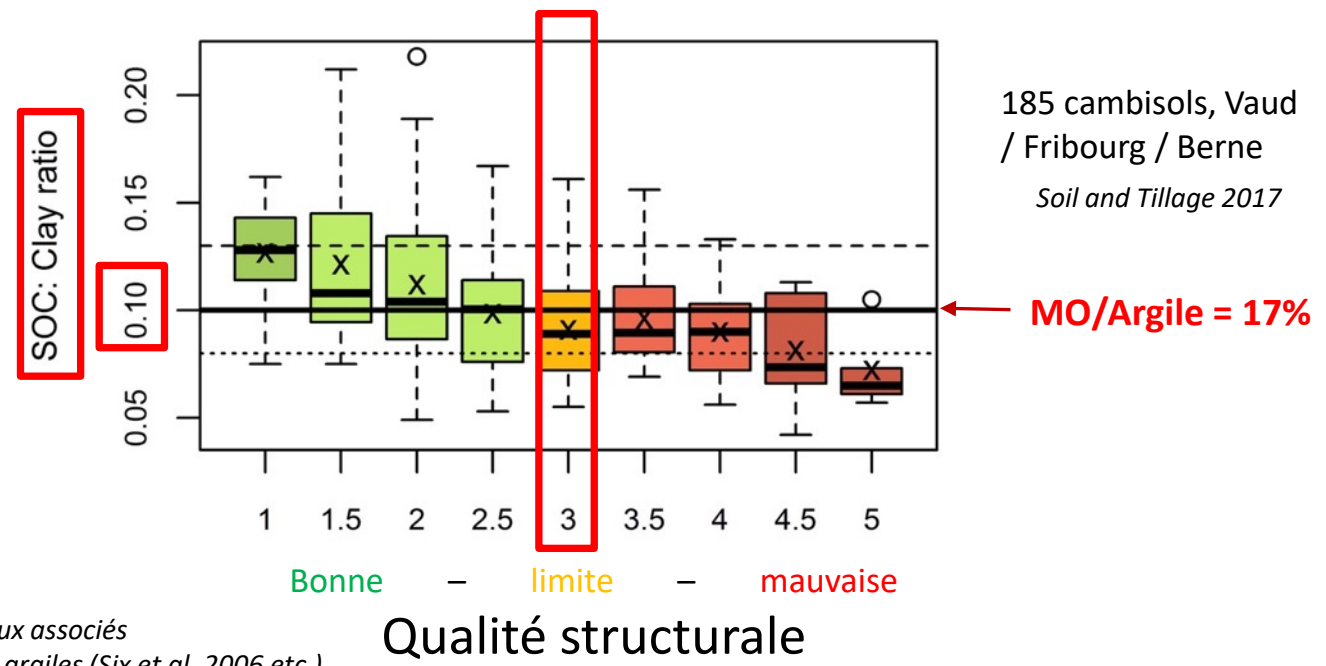
- Processus de résistance et résilience randomisés et moyennés → [Structure Vulnerability Index \(SVI\)](#) (*Fell et al., 2020, Dupla et al., 2021*)

Résultats confirmés en UK (*Prout et al., 2020, 5600 profils*) et en Wallonie (*unpublished*)

Résultats obtenus au champ → applicables au champ + lien avec les pratiques culturales



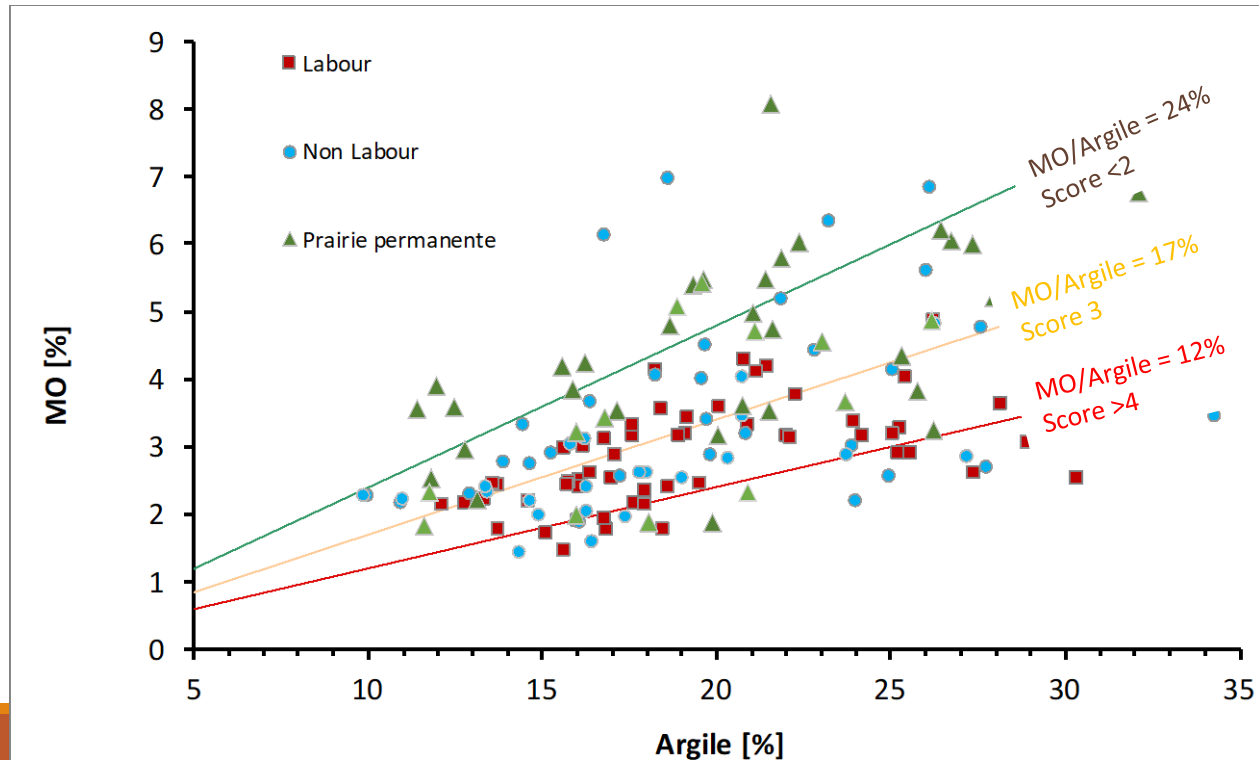
# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?



Voir aussi :  
Dexter et al., 2008 et travaux associés  
Concepts de saturation des argiles (Six et al. 2006 etc.)

# MO/Argile échelle de vulnérabilité

- Qualité de la structure et MO/Arg sont proportionnels
- Il faut plus de MO pour atteindre la même qualité structurale lorsque la teneur en argile augmente



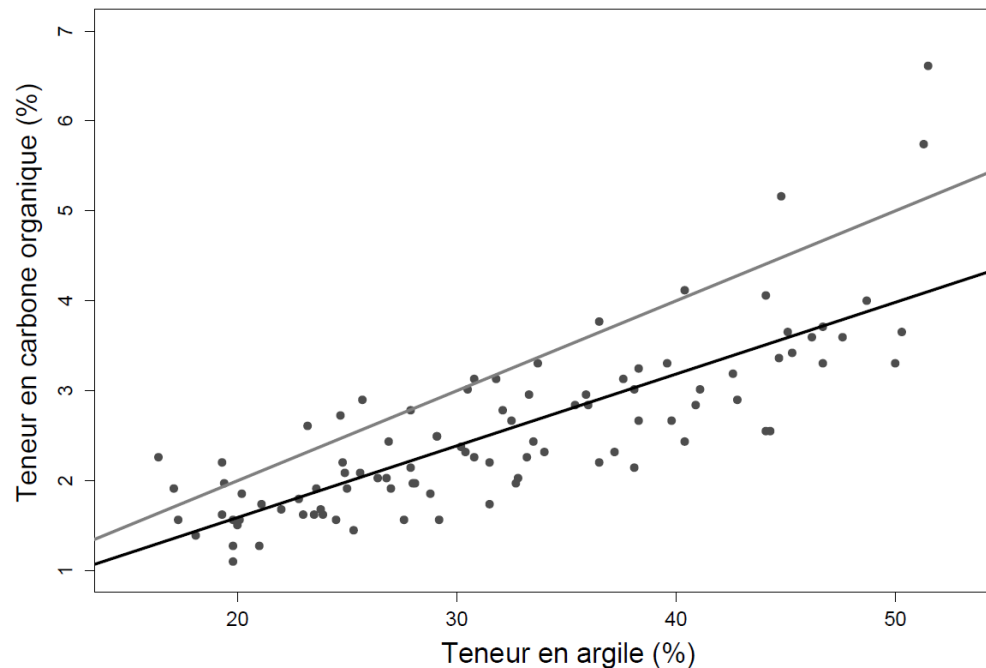


# Influence des hautes teneurs en argile

A système de culture égal, la relation entre la teneur en argile et la teneur en MO est linéaire.

Même à de très fortes teneurs en argile (> 50%)

Ce qui signifie que le SVI est constant avec l'augmentation de la teneur en argile (Sauzet et al., soumis)





# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?

Carbone/Argile = 10% OU MO/Argile = 17%

- Une exigence **minimale** pour une qualité des sols durables
- Un objectif de séquestration **réaliste et nécessaire** du point de vue agronomique

SVI (MO/Argile) = 24%

- L'optimum pour résistance et résilience maximales
- Atteignable et atteint dans tous les systèmes de culture suisses

Objectifs déjà incorporés dans le memento agricole suisse

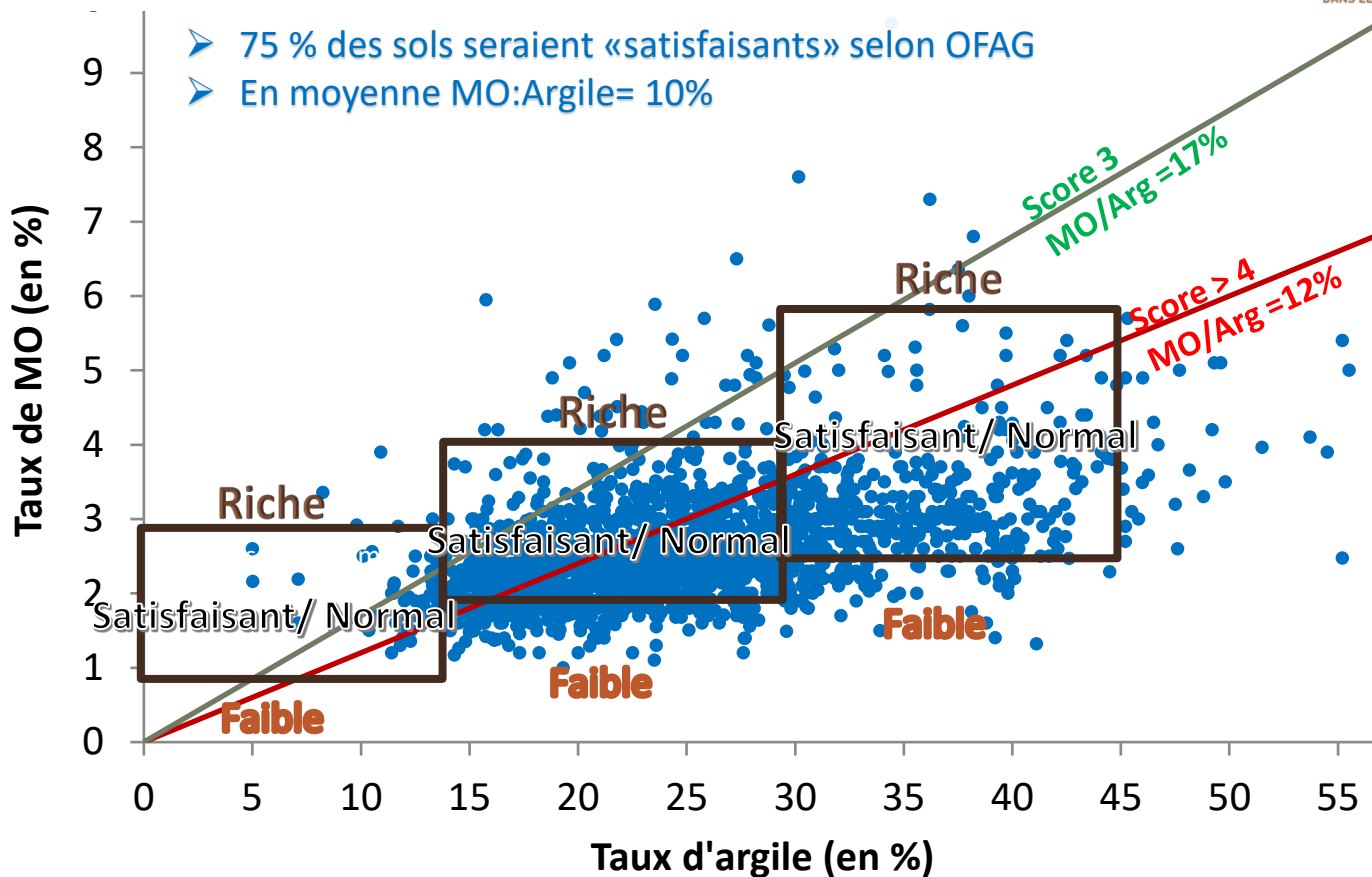
Mais sur le terrain, la vaste majorité en est très loin.

Exemples...



Article N° : 1683

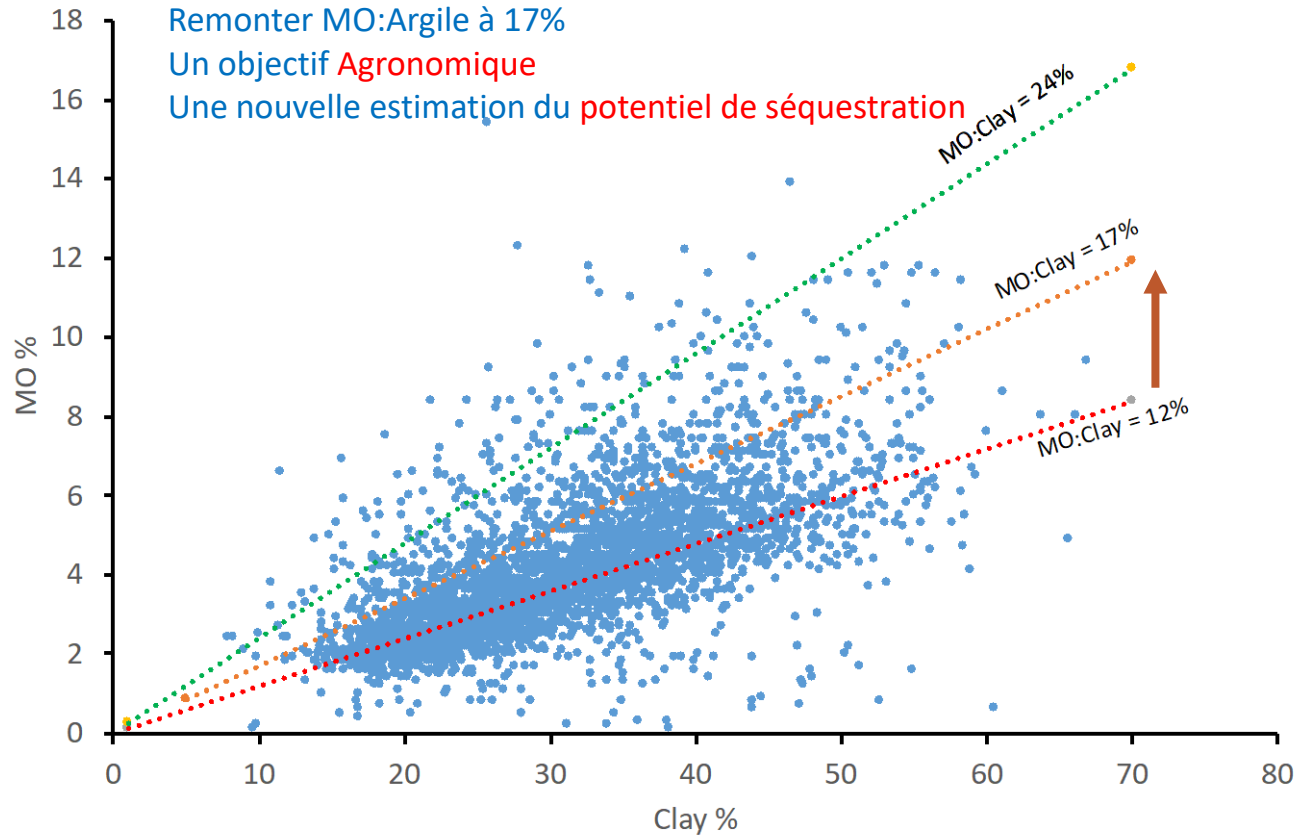
# Ex. de Genève – Grandes cultures





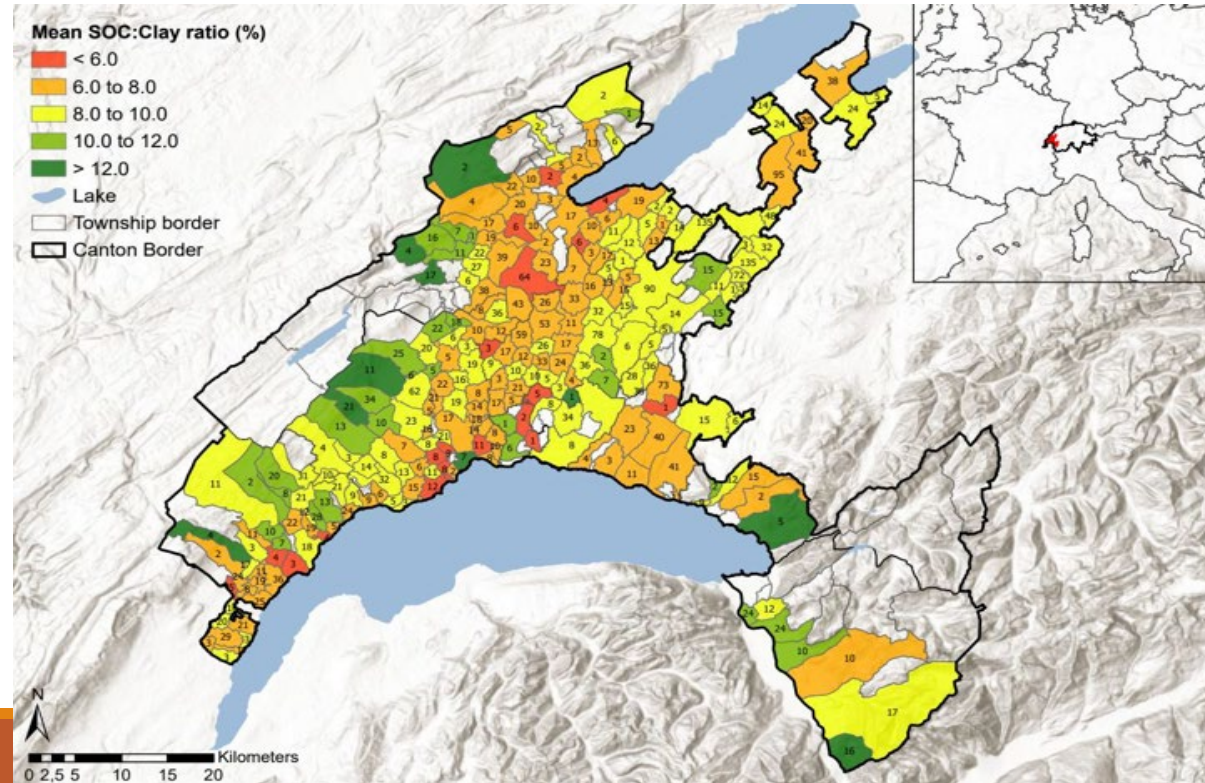
# Canton du Jura – Médiane = 12% (Grandes cultures)

Herbages + élevage



# Cartographie du déficit

Ex. Canton de Vaud



# Combien faut-il de MO dans les sols... ... cultivés ?

---

C'est aussi une question climatique : détermination du potentiel de séquestration

MO/Argile = 17% ? 2Mt sur Vaud (0-20 cm)

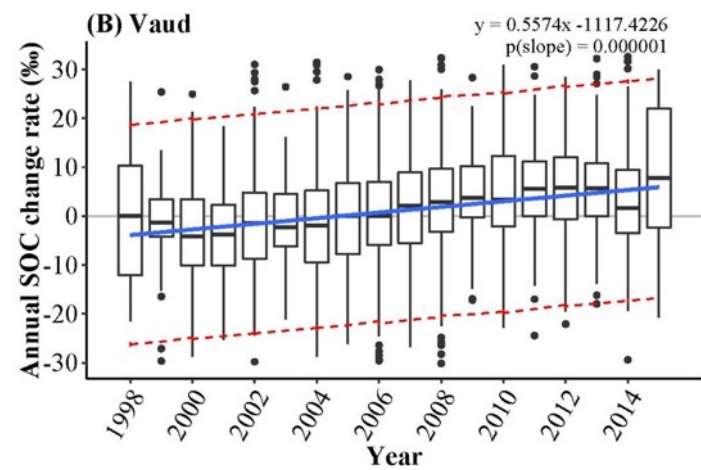
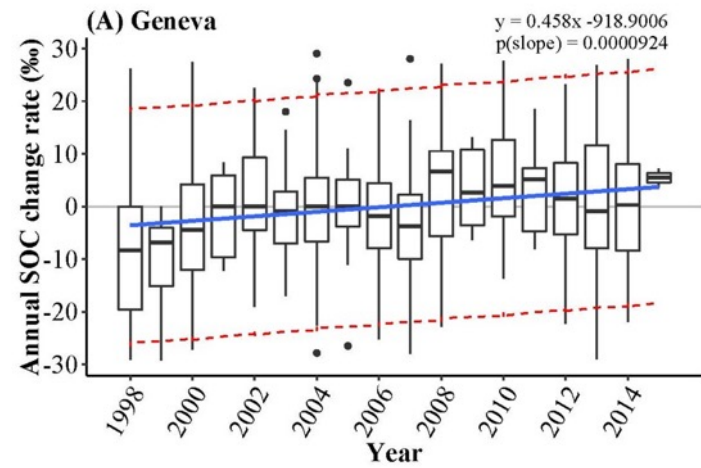
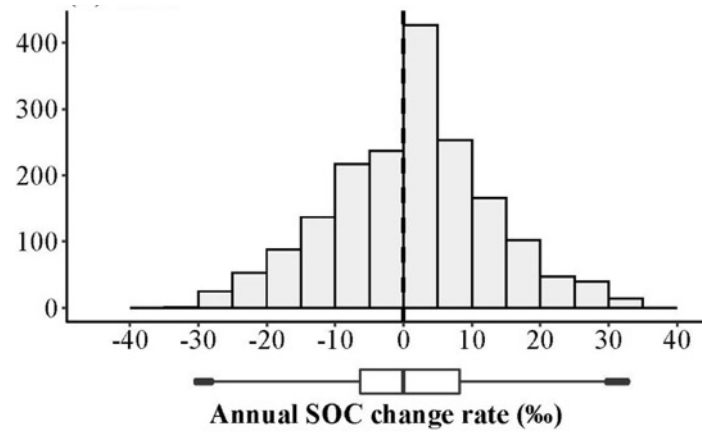
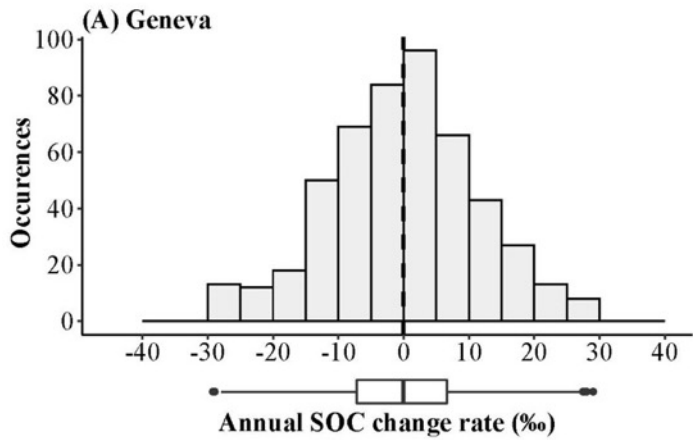
MO/Argile = 21% ? 4Mt sur Vaud (0-20 cm)

Les deux objectifs sont atteints et atteignables

C'est aussi une question de vitesse

- Les taux d'évolution des teneurs dans les sols sont connus

Les leviers pour les obtenir sont connus



Résultats sur l'arc lémanique, plus de 3000 parcelles.

- Taux de changements élevés
- Tendance à la correction: bilan positif dès 2006

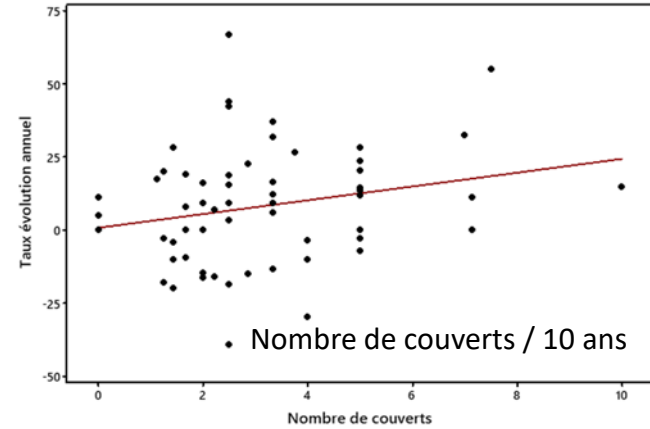
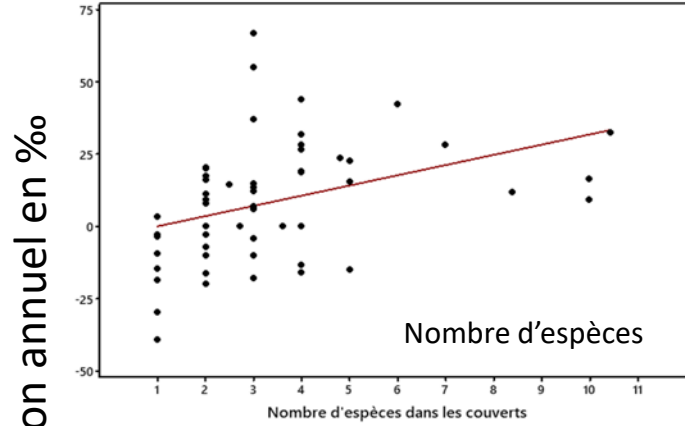
*Dupla et al., 2021  
 Geoderma (rev)*



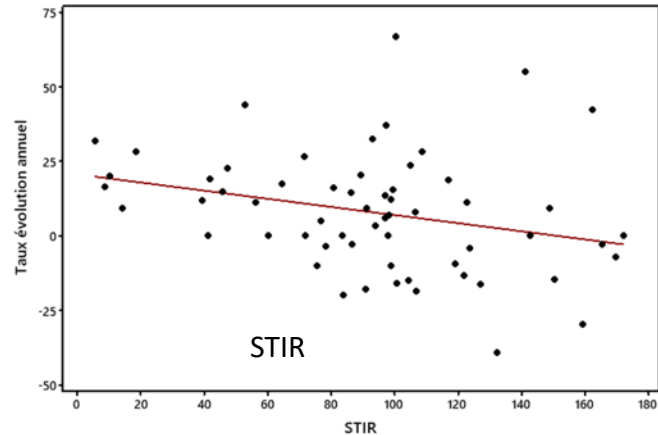
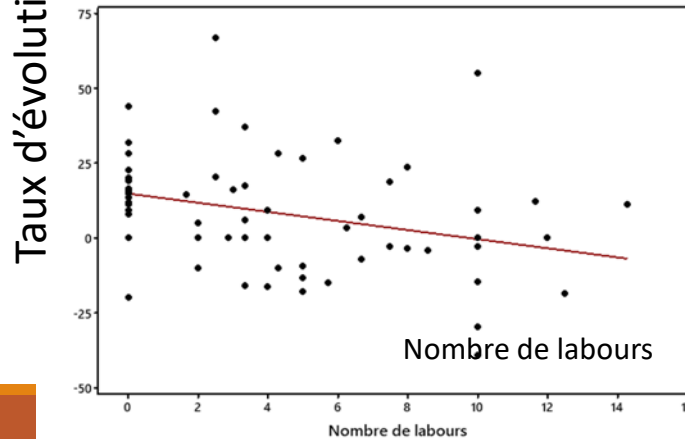
# Principaux facteurs significatifs

120 exploitations  
Arc lémanique  
*In prep*

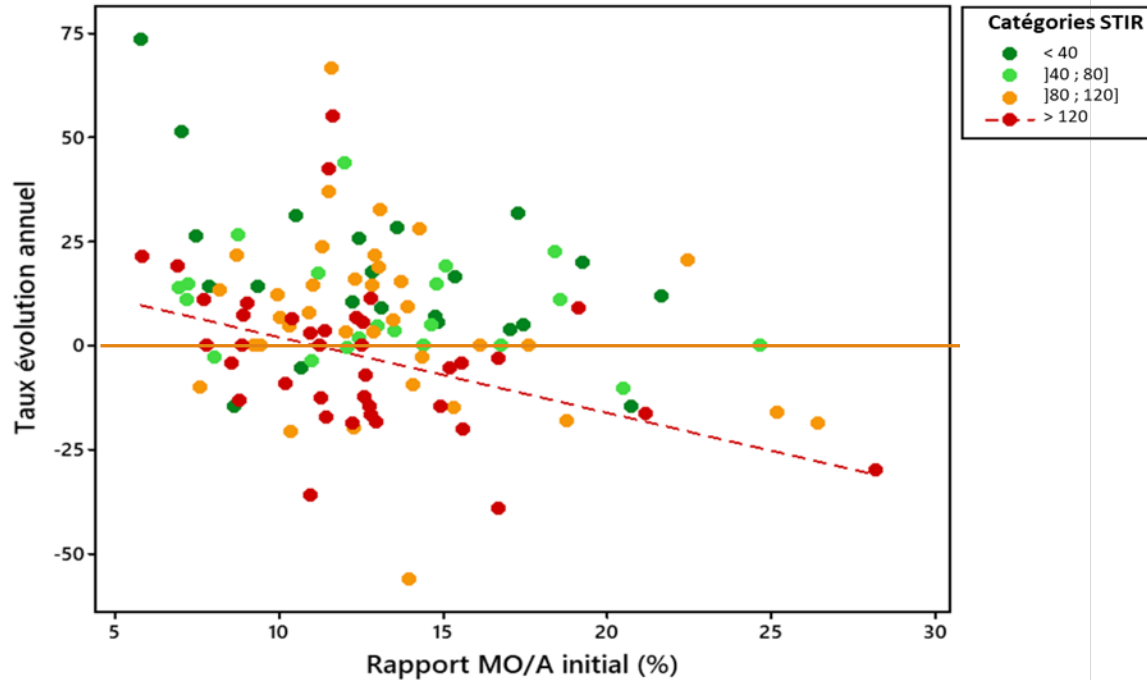
Couverts



Travail du sol



# On ne peut séquestrer avec labour que si le sol est très déficitaire





# Conclusions

---

Du point de vue de la vulnérabilité du sol, on sait combien de MO il faut dans un sol

Cela se détermine par rapport à la teneur en argile (s'il y a de l'argile)

Donner une teneur dans l'absolu n'a pas de sens !

Il n'y a pas de saturation observée du point de vue des propriétés du sol

- Propriété = Ft linéaire de SOC en tout cas au delà de  $MO/A = 25\%$
- Des SVI élevés sont observés dans tous les systèmes, on sait comment les obtenir

Cela a des implications sur le pilotage de l'agriculture

Les seuils MO/A ont été peu testés autrement sur d'autres propriétés que la structure.

- Microbiologie (Naveed et al., 2016)
- Propriétés de la MO (rapport formes labiles / réfractaires) (*In prep*)