

Dynamique des teneurs en matière organique en cultures pérennes dans la région lémanique

Pascal Boivin – Professeur HEPIA Sols et Substrats
Journée d'information de l'Union fruitière lémanique
et Forum arbo bio romand du FiBl 2024

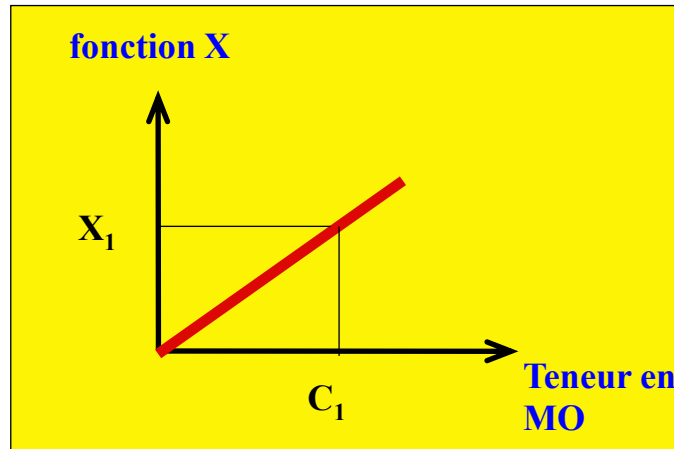
La qualité du sol ?

« L'aptitude d'un sol à fonctionner »
= à remplir ses fonctions



hepia - Agronomie

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



Fonctions dans l'écosystème
Fonctions dans les sols

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

Fertilité
physique

Perte jusqu'à 50 à 70% dans les sols cultivés

La fertilité physique du sol

- Toujours négligée
- Transferts : eau ET échanges gazeux
 - Infiltration et aération
- Réservoir : eau ET oxygène
 - RU et RFU
- Habitat pour le biota
- Colonisation racinaire
- La stabilité de cette structure doit être maximale
 - Erosion
 - Compaction



Portance et humus



hepia - Agronomie



HUMUS et infiltration

Vous pouvez observer ces eaux stagnantes partout en circulant dans nos régions

Ceci n'est en général pas naturel

Nos sols sont compactés !

Le manque d'humus en est une cause majeure

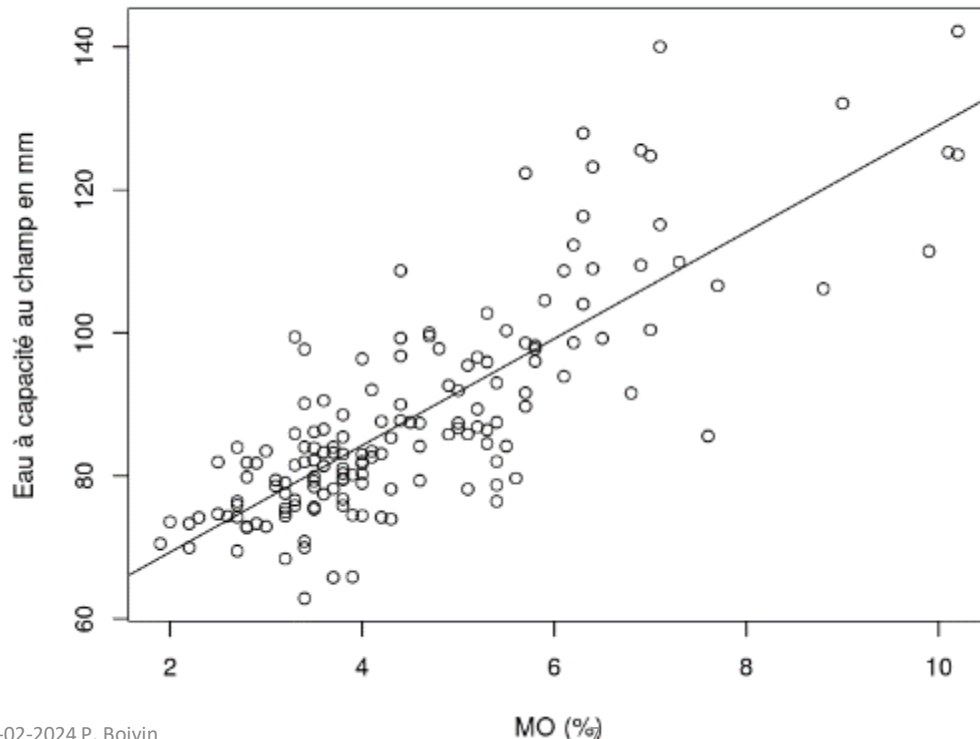


Matière organique et réserve en eau

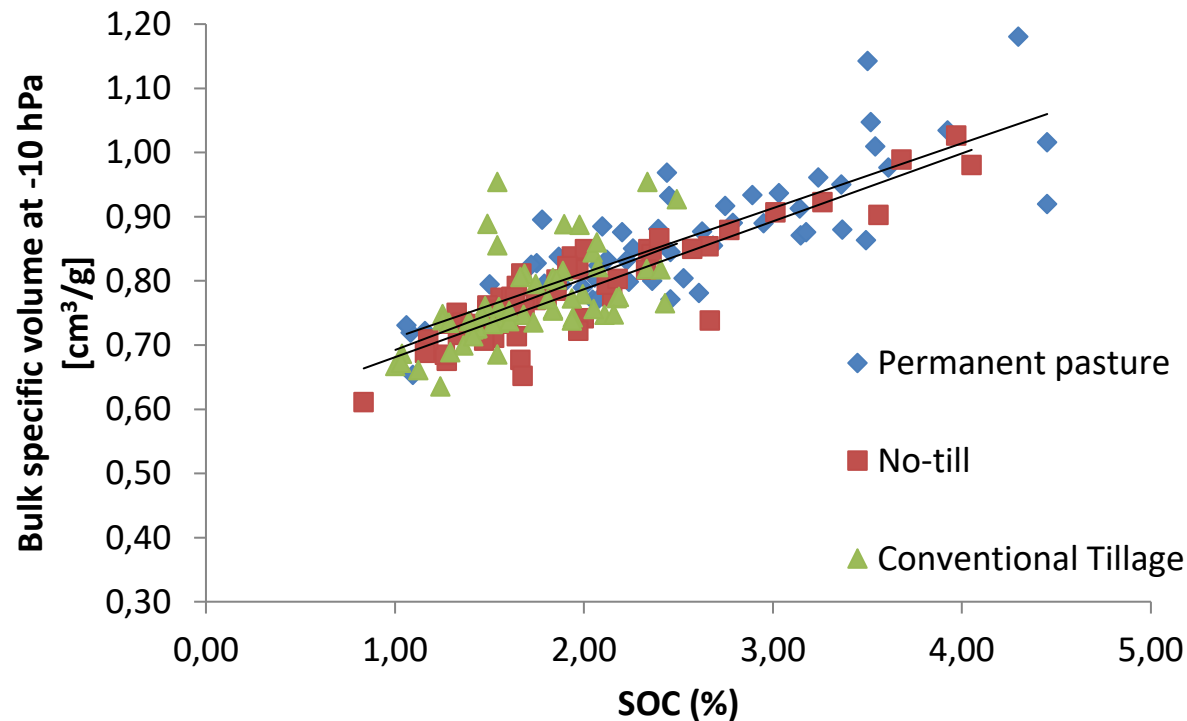


- Sols agricoles:
augmentation de 50%
de la RFU* sur 20 cm
en passant de 2% à 3%
de MO (7.5 mm par %
de MO).

*RFU: Réserve en eau facilement utilisable



MO: Plus il y en a mieux c'est



Sols en bon état structural
(Thèse A. Johannes)

Climat, sol et agriculture



“ Une augmentation annuelle de la teneur en MO des sols mondiaux de 4‰ (ou 0,4%) peut stopper la hausse du CO₂ atmosphérique”

The 4per1000 Initiative, COP21 (2015)



«Stocker du CO₂ sous forme de MO est la seule technologie efficace, abordable, sans effet adverse et immédiatement déployable à grande échelle»

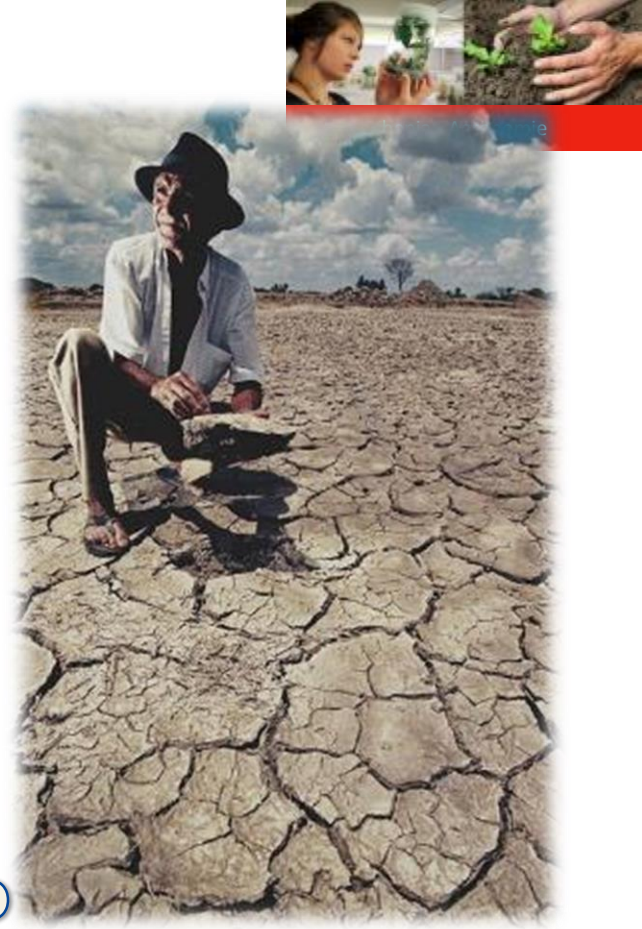
EASAC (2018-2019)



Adaptation au changement climatique

- Sécheresse
- Fortes précipitations
- Inondations
- Températures extrêmes
- Nouveaux ravageurs
- ...
- Il faut des sols résistants et résilients
- → **plus de matière organique**

Combien en faut-il ?



Qualité physique

To what extent do physical measurements match with visual evaluation of soil structure?

Alice Johannes^{a,*}, Peter Weisskopf^b, Rainer Schulin^c, Pascal Boivin^d

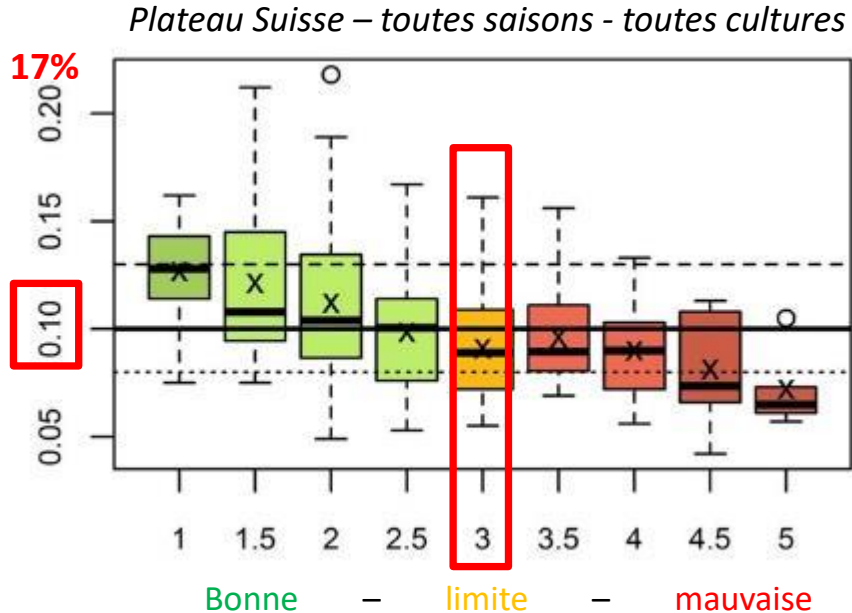
- Ne correspond à aucun paramètre physique seul
- Elle s'apprécie à travers un ensemble de paramètres (couteux et peu précis) ou par **évaluation visuelle de la structure**
- La **résistance** est la capacité de la structure à se maintenir (face à un stress)
- La **résilience** est la capacité de la structure à se régénérer
- La **vulnérabilité** combine les propriétés de résilience et de résistance.

Matière organique et qualité moyenne de la structure

La qualité moyenne à travers les saisons et les rotations dépend du rapport MO:argile

MO:argile = 17%

SOC: Clay ratio



Qualité structurale



Optimal organic carbon values for soil structure quality of arable soils. Does clay content matter?

Alice Johannes^{a,b,*}, Adrien Matter^a, Rainer Seitzinger^a, Pascal Boivin^a

Received: 11 February 2020 | Revised: 9 June 2020 | Accepted: 9 June 2020
DOI: 10.1111/gsa.12002

ORIGINAL ARTICLE

Soil Science WILEY

What is a good level of soil organic matter? An index based on organic carbon to clay ratio

Jonah M. Prout^{1,2} | Keith D. Shepherd³ | Steve P. McGrath¹ |
Guy J. D. Kirk² | Stephan M. Haefele¹

4 P. Boivin

12

Valeurs seuil de teneur en matière organique : MO:argile



**Qualité
maximale**

MO:argile = 24%



**Limite
acceptable**

MO:argile = 17%



**Remédiation
nécessaire**

MO:argile = 12%



REGENERATING TOGETHER PROGRAMME

A global framework for regenerative agriculture



Good food, Good life

About us Our stories Brands Sustainability Nutrition Ask Nestlé

Home > Sustainability > Nature > Regenerative agriculture

Regenerative agriculture



European Commission

REGENERATIVE AGRICULTURE SHIFTS THE PARADIGM



Initiatives publiques et privées

4 PER 1000 CARBON SEQUESTRATION IN SOILS FOR FOOD SECURITY AND THE CLIMATE

HOW CAN SOILS STORE MORE CARBON?

The more soil is covered, the richer it will be in organic material and therefore in carbon. Until now, the combat against global warming has largely focused on the protection and restoration of forests. In addition to forests, we must encourage more plant cover in all its forms.

- Never leave soil bare and work it less, for example by using no-till methods
- Introduce more intermediate crops, more row intercropping and more grass strips
- Add to the hedges at field boundaries and develop agroforestry
- Optimize pasture management – with longer grazing periods, for example
- Restore land in poor condition e.g. the world's arid and semi-arid regions
- Improve water and fertilizers management and use organic fertilizers and compost

Agriculture de conservation (AC) $\cong$ regenerative

Low mechanical intensity

No tillage



Soils always covered

Multi-species cover crops

High biomass



High vegetal intensity

Diversified crops

Multi species



The Case for Regenerative Agriculture in Germany—and Beyond

March 2021
Dr. Thomas Kuhn, Benjamin Gubel, Paul Pfaffen, Fabrice Bligny, Hans Herrmann, and Christa Kuhn

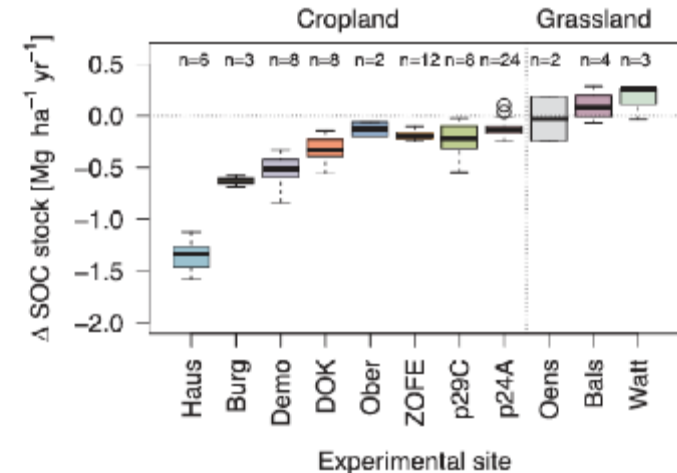


Peut-on stocker du carbone dans les sols ?

Une dispute scientifique



S.G. Keel, et al



Loss of soil organic carbon in Swiss long-term a wide range of management practices

Long-term effect of contrasted tillage and crop management on soil carbon dynamics during 41 years



Bassem Dimassi^a, Bruno Mary^{a,*}, Richard Wylleman^c, Jérôme Labreuche^b, Daniel Couture^b, François Piraux^b, Jean-Pierre Cohan^b

culture for climate

rard², Cheryl A. Palm⁴, Pedro A. Sanchez⁴

Peut-on augmenter rapidement les teneurs en MO ?

- Fermes de Suisse Romande en grandes cultures
- Analyses PER chaque 10 ans
- Contrôle qualité des analyses
- Séries chronologiques: tendances moyennes des changements de teneur en Matière Organique
- Pratiques culturales (carnet des champs) : relation entre pratiques et évolution des teneurs



Evaluation of the Potential for Soil Organic Carbon Content Monitoring With Farmers

Cédric Deluc¹, Madeline Nussbaumer¹, Ophélie Souzet¹, Karine Gondret¹ and Pascal Boivin^{1*}

Geoderma 408 (2022) 115338



Contents lists available at ScienceDirect

Geoderma

journal homepage: www.elsevier.com/locate/geoderma



Changes in topsoil organic carbon content in the Swiss leman region cropland from 1993 to present. Insights from large scale on-farm study

Xavier Dupla^{1,2*}, Karine Gondret¹, Ophélie Souzet¹, Eric Verrechia¹, Pascal Boivin^{1,2*}

¹University of Applied Sciences of Western Switzerland (HES-SO) Agronomie, 1700 route de Peseux 1294, Châtenais, Switzerland
²University of Lucerne, 3000-4001, Campus Matten, 3000, Lucerne, Switzerland

On-Farm Relationships Between Agricultural Practices and Annual Changes in Organic Carbon Content at a Regional Scale

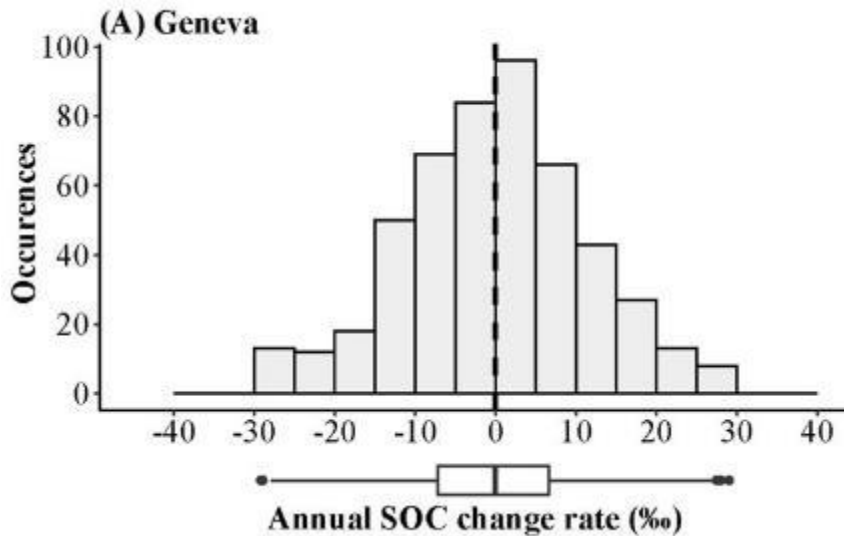
Xavier Dupla^{1,2*}, Fico Lemaitre¹, Stéphanie Grand¹, Karine Gondret¹, Raphaël Charles², Eric Verrechia¹ and Pascal Boivin¹

et d'architecture de Genève

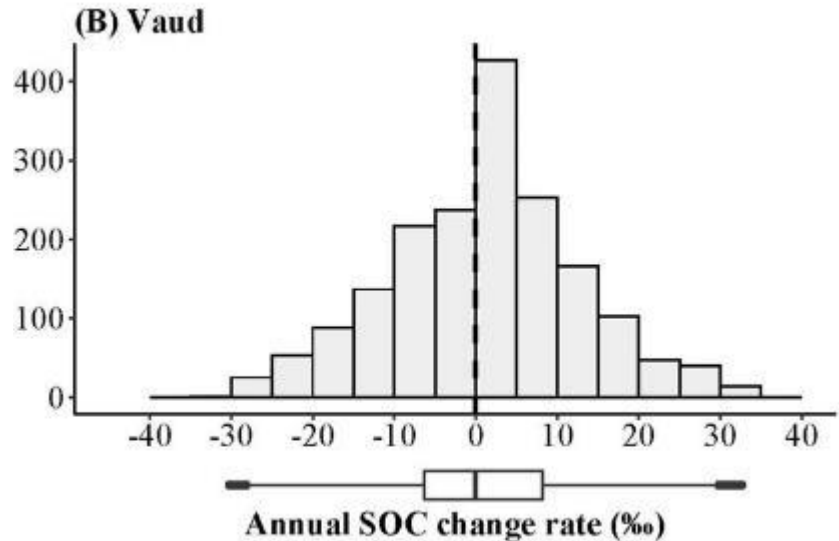
Changements observés en cultures annuelles

De -40 to +40 ‰ (1993-2019)

Mediane = 0



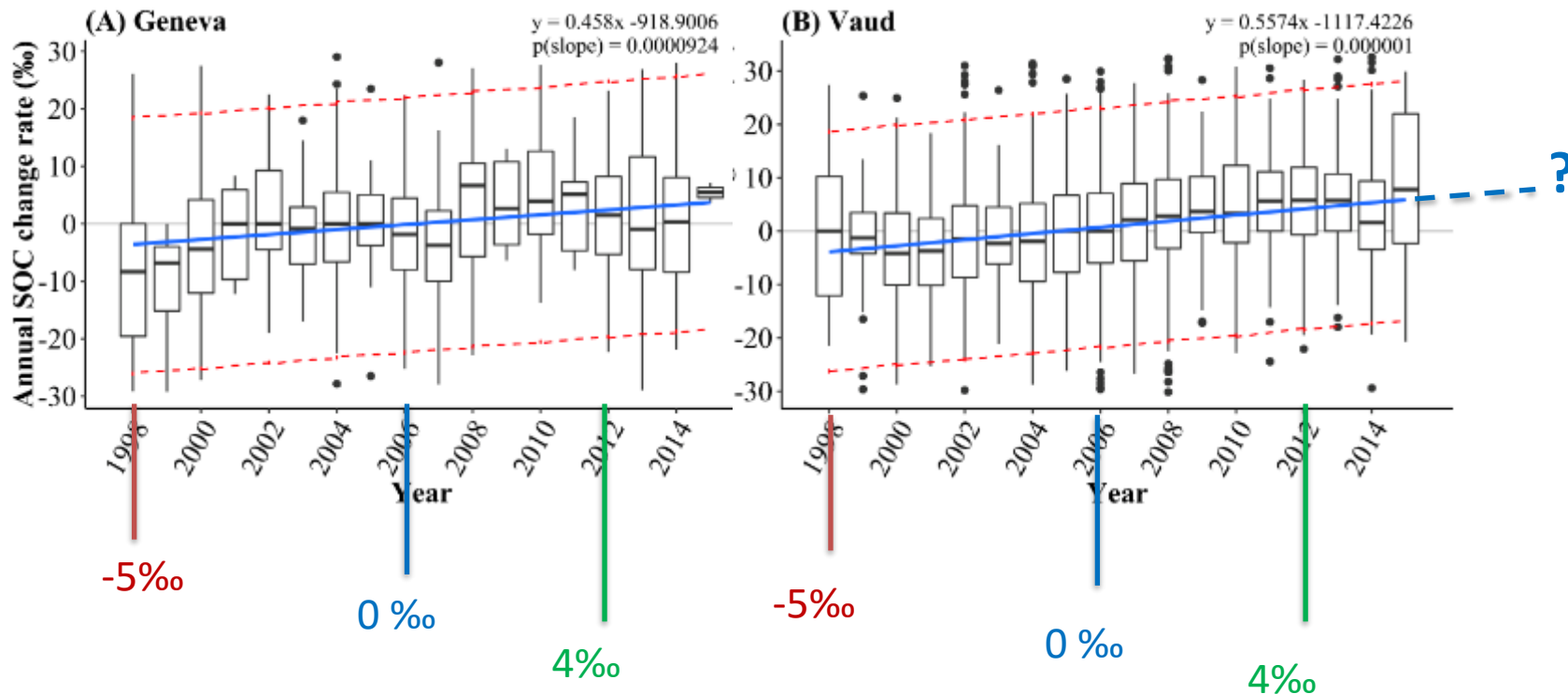
Dupla et al. 2021



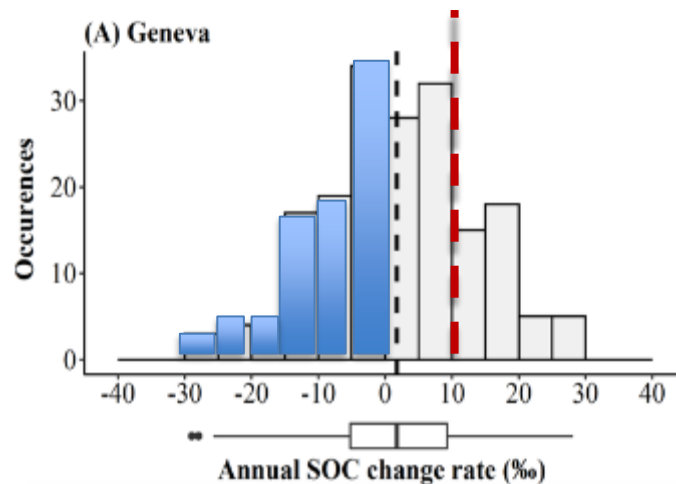
Geneva 496 fields and Vaud 1793 fields



Tendance Temporelle



Un grand potentiel de progrès



PLAN CLIMAT CANTONAL – Volet 2

PLAN DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES 2018-2022

Fiche 6.4



Séquestrer du carbone grâce à la généralisation de l'agriculture de conservation des sols

Objectif tCO₂e : 15'000

→ 2030

Service cantonal du développement durable
Département présidentiel



Les leviers

- Couverts végétaux +++
 - Biomasse, diversité, % de sols nus...
- Bilan organique ++
- Travail du sol --



hepia - Agronomie

frontiers
in Environmental Science

ORIGINAL RESEARCH
published: 04 March 2022
doi: 10.3389/fenv.2022.818019

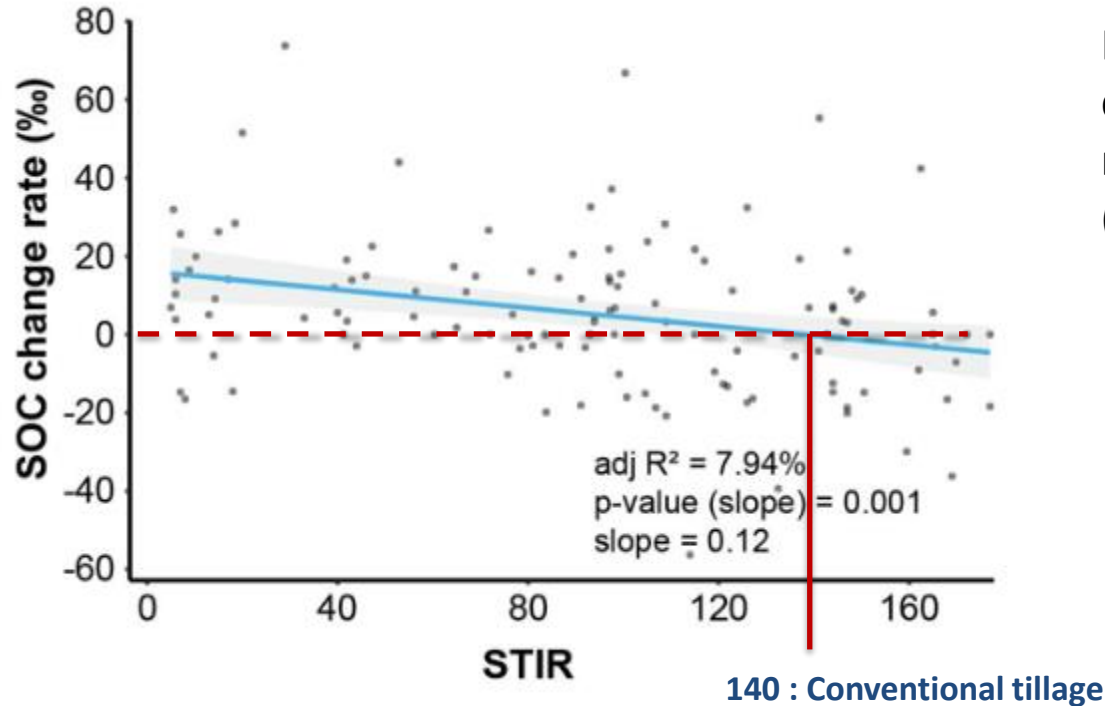


On-Farm Relationships Between Agricultural Practices and Annual Changes in Organic Carbon Content at a Regional Scale

20 Xavier Daplat^{1,2*}, Yéle Lemaître¹, Stéphanie Grand¹, Karine Odoiret¹, Raphaël Charrier³, Eric Vermeir⁴ and Pascal Boivin¹

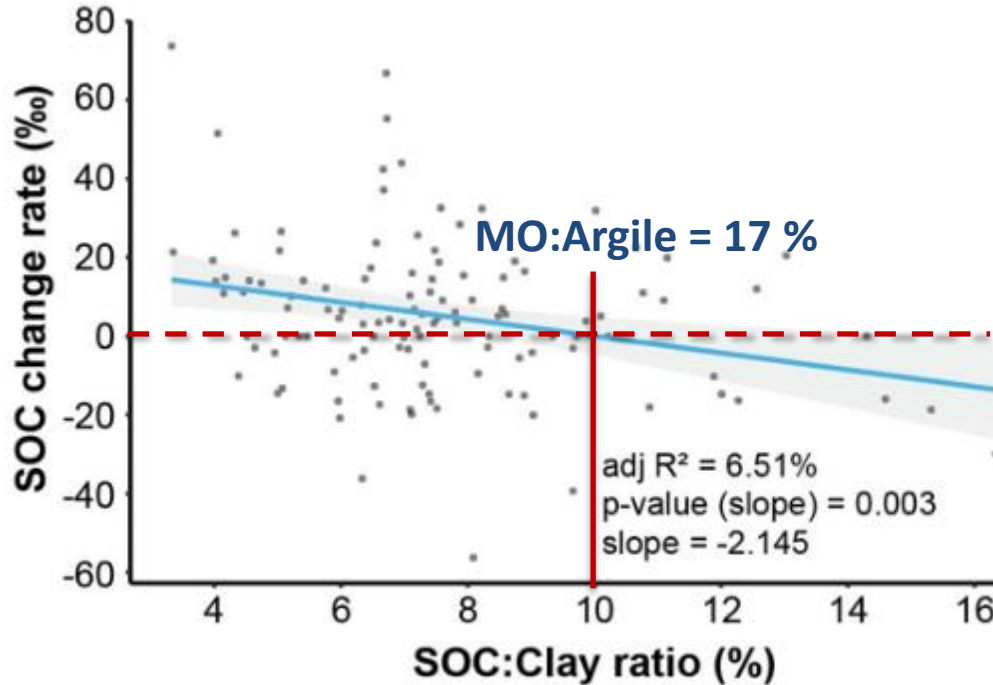
¹University of Applied Sciences of Western Switzerland, HES-SO, HEPH-Agronomie, Geneva, Switzerland, ²University of Lausanne, FOSG-EPFL, Lausanne, Switzerland, ³Research Institute of Organic Agriculture FOL, Lausanne, Switzerland

Intensité mécanique



En Moyenne les taux d'évolution deviennent nuls pour un STIR de 140 (labour conventionnel)

Rapport MO/Argile

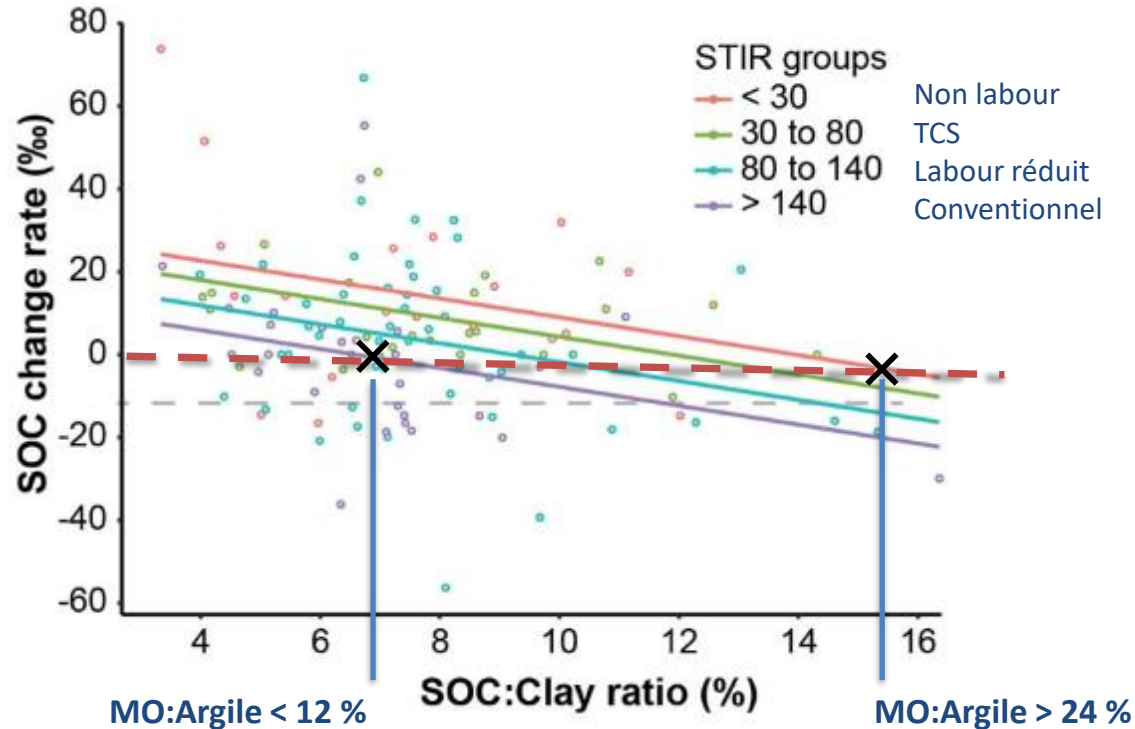


En Moyenne, les taux d'évolution deviennent nuls lorsque MO:Argile dépasse 17% (Effet de saturation)

Intensité mécanique et MO:Argile

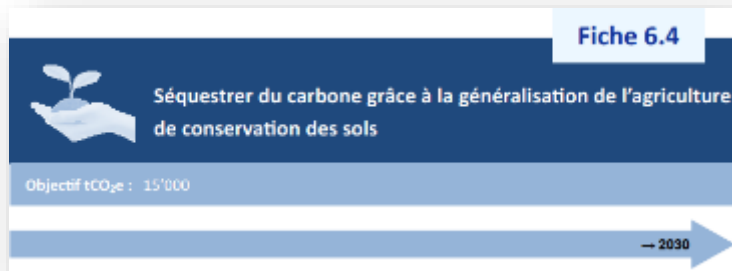


hepia - Agronomie



Résultats au champ – Grandes cultures

Arc Lémanique



- Objectif 2030 : -1'700'000 t CO₂
- Mesure 6.4: 15'000 t / an dans les sols agricoles
- Manquent 700'000 t dans les sols pour une **qualité minimale**

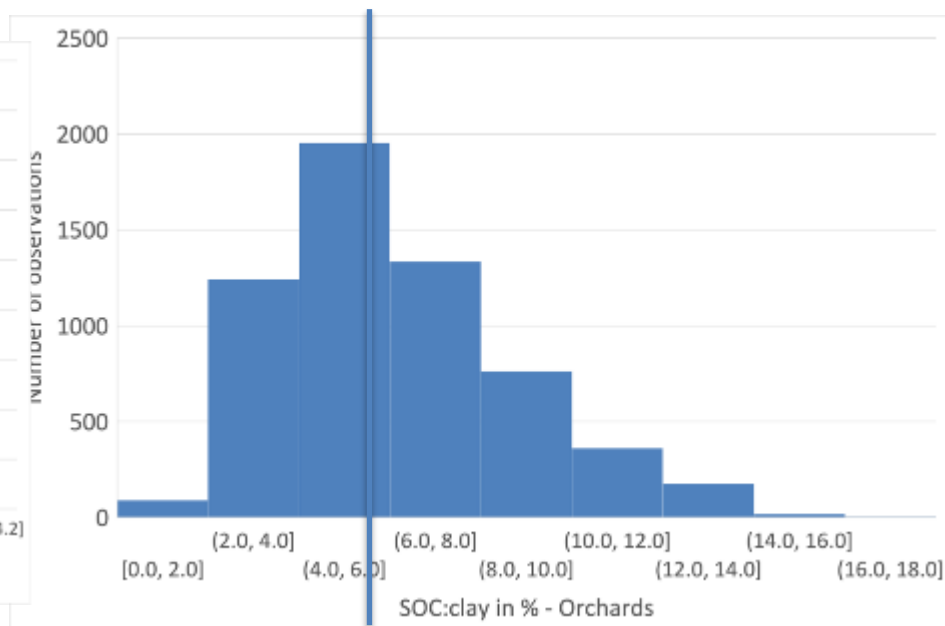
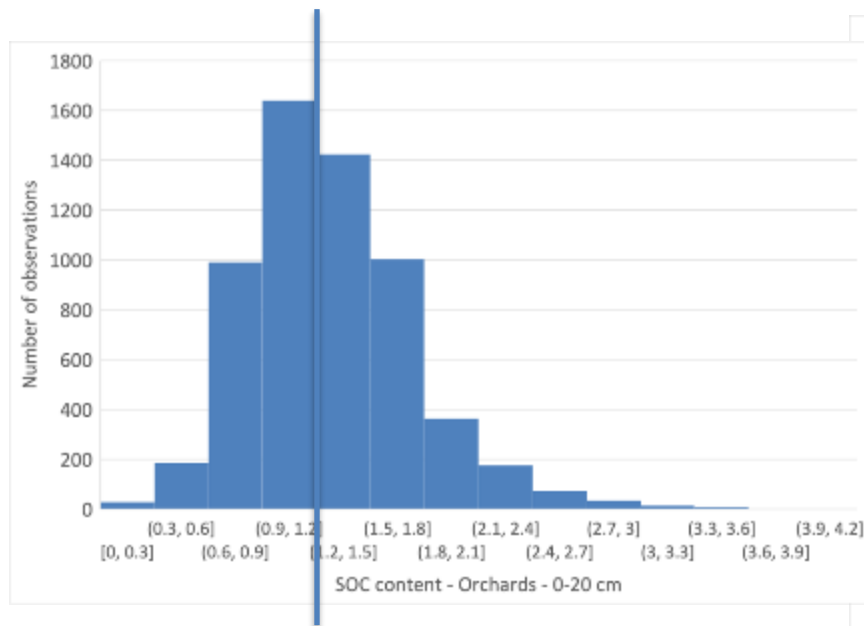
4/1000 X 30 ans : + 13%

Besoin des sols : + 70%



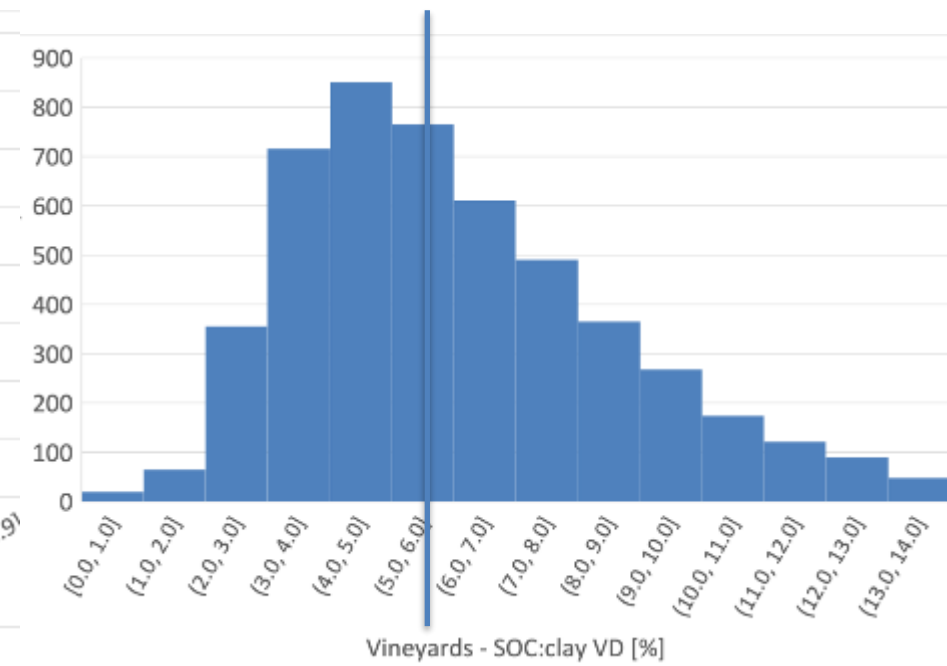
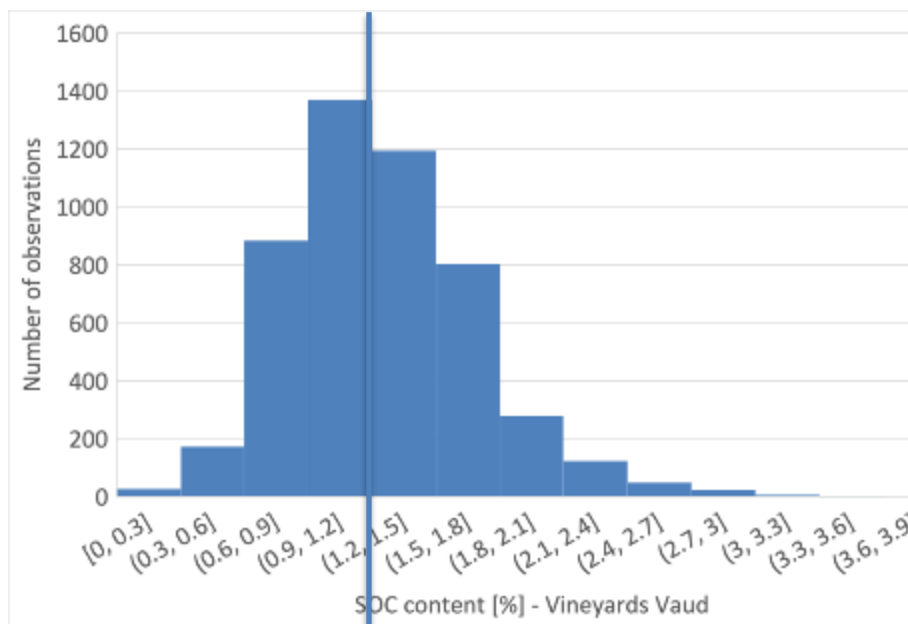
Vergers ?
Vignes ?
Etude
en cours

Vergers (VD + GE): faibles teneurs en MO (0-20 cm)



Médiane : MO = 2.1 %; MO:Argile = 9.8 %

Vignes (0-20 cm)

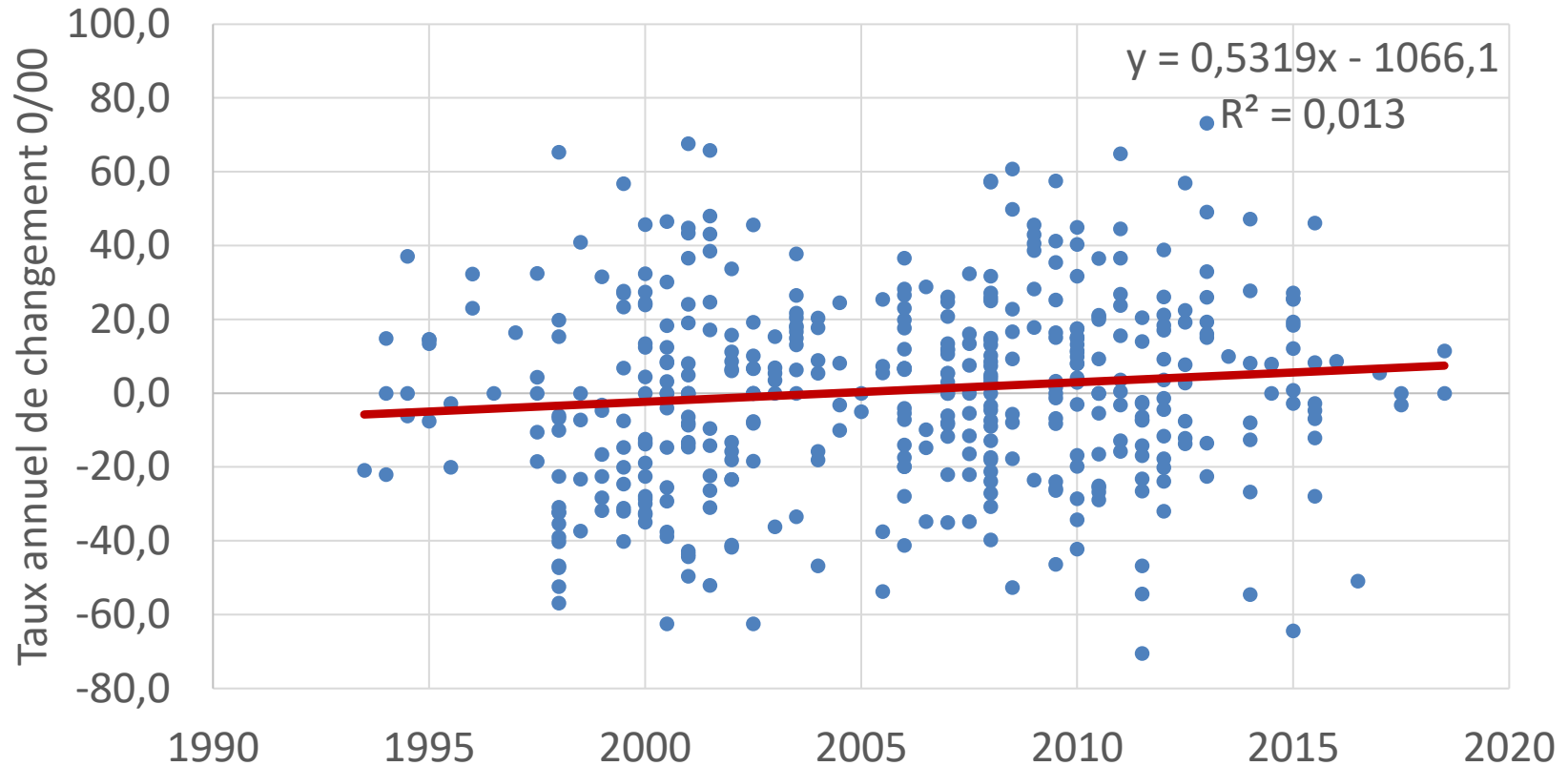


Médiane : MO = 2.1 %; MO:Argile = 9.6 %

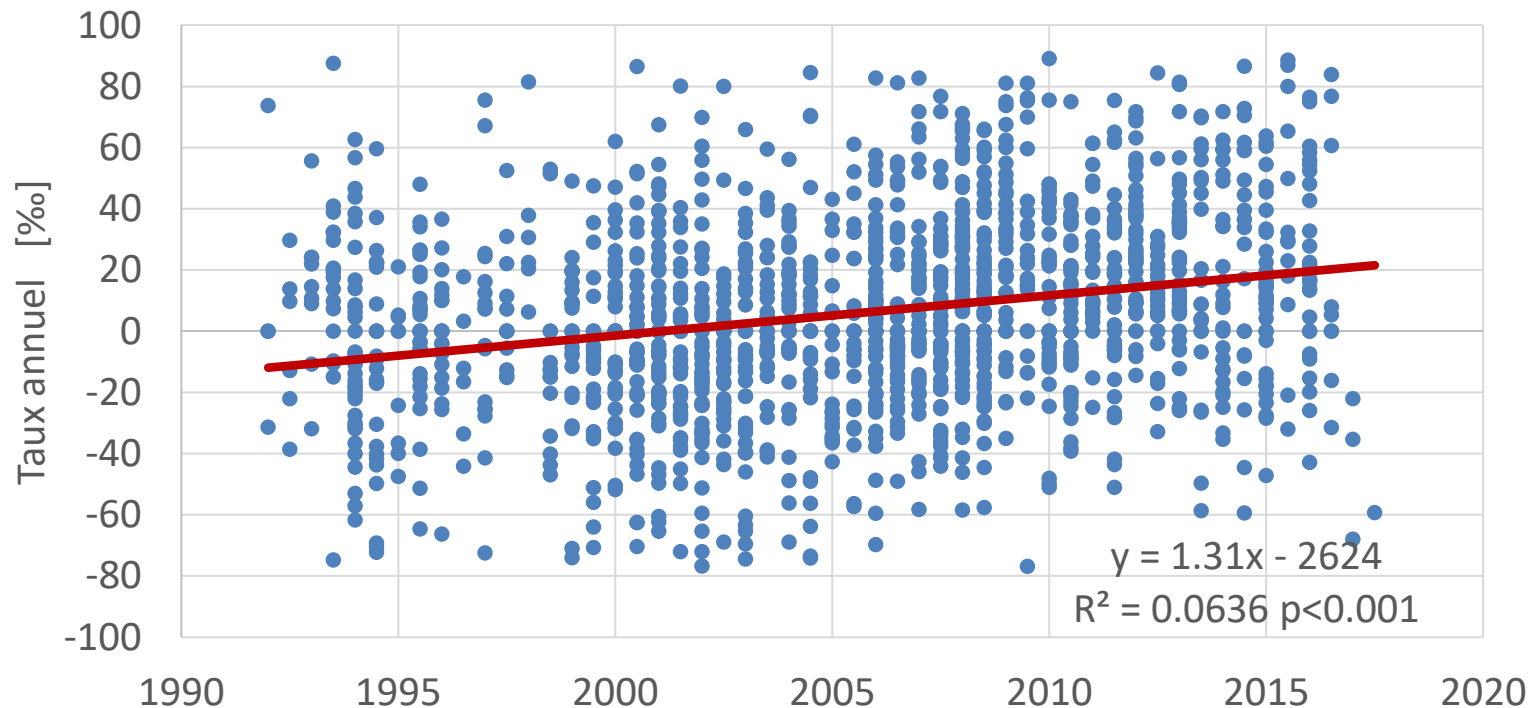
Evolution sous vergers – 0-20 cm



hepia - Agronomie



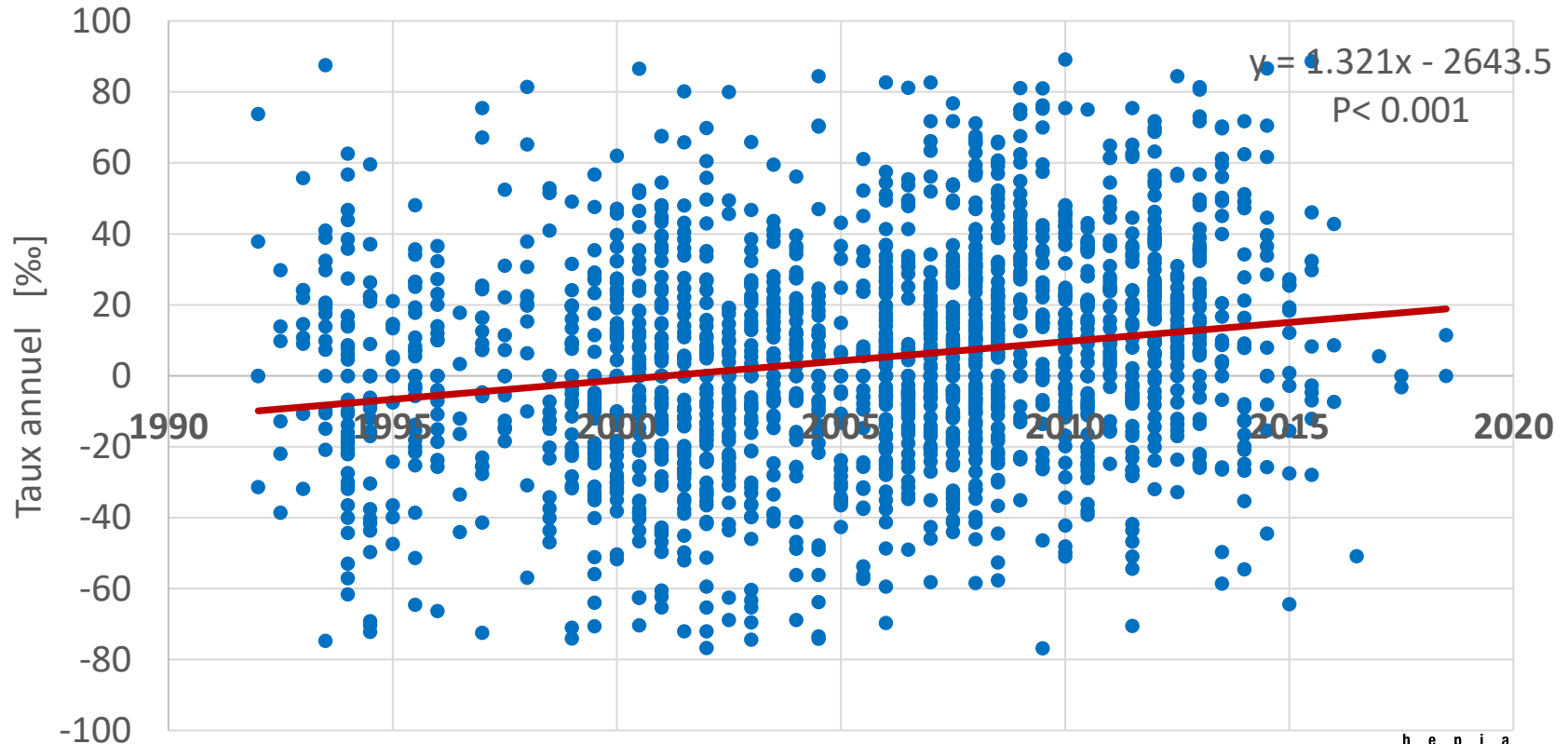
Vignes - VD (0-20 cm) (GE: pas d'évolution)



Vignes – 20-40 cm



hepia - Agronomie



Facteurs impliqués ?

- Très faibles teneurs → augmentation rapide (sol non saturé en carbone)
- Précautions : échantillonnage sous le rang ?
- Effets des facteurs ?
 - Bois de taille
 - Enherbement
 - Apports de matière organique
 - Et ??
- Enquêtes en cours (Romain André, faites lui bon accueil !)

Conclusions provisoires

- Manifestement de fortes hausses
- Ce n'est qu'un début (couverts ...)
- Protocoles d'échantillonnage à préciser
- Remettre la qualité des sols au cœur de l'agronomie
- Action climatique

