



Séquestration de Carbone Organique dans les Sols Agricoles

Colloque Interreg-SPAD 08.03.2023

Pascal Boivin – Professeur Sols et Substrats

pascal.boivin@hes-so.ch

L'agriculture sous pression



ipcc

REPORTS WORKING GROUPS ACTIVITIES NEWS CALENDAR

FOLLOW SHARE

Climate Change and Land

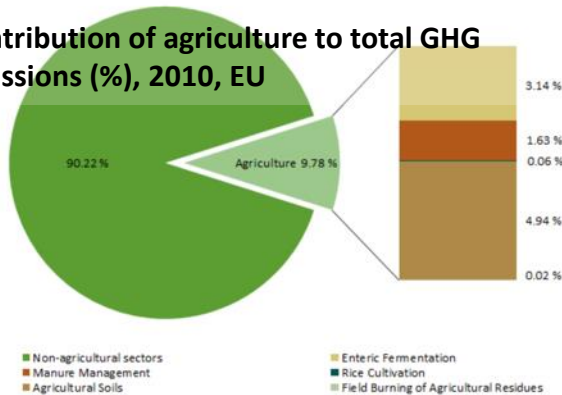
REPORT

An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems

DOWNLOAD REPORT



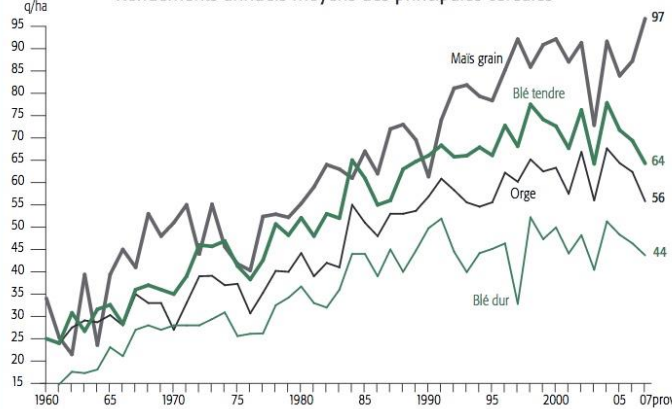
Contribution of agriculture to total GHG emissions (%), 2010, EU



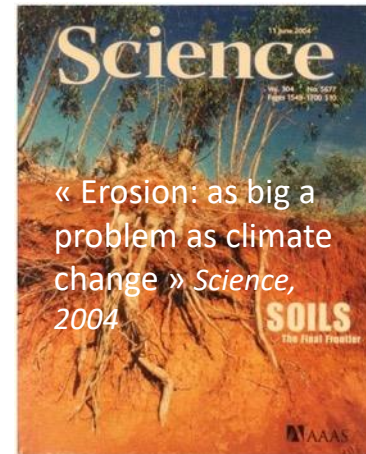
Ray et al., 2012. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. Nature

Autour de 70 quintaux de blé tendre à l'hectare depuis une dizaine d'années

Rendements annuels moyens des principales céréales



Source: Agreste - Statistique agricole annuelle



Les sols menacés

SOIL, 2, 79–82, 2016

www.soil-journal.net/2/79/2016/

doi:10.5194/soil-2-79-2016

© Author(s) 2016. CC Attribution 3.0 License.



Threats to Soil Quality in Europe

World's soils are under threat

Luca Montanarella¹, Daniel Jon Pennock², Neil McKenzie³, Mohamed Badraoui⁴, Victor Chude⁵, Isaurinda Baptista⁶, Tekalign Mamo⁷, Martin Yemefack⁸, Mikha Singh Aulakh⁹, Kazuyuki Yagi¹⁰, Suk Young Hong¹¹, Pisoot Vijarnsorn¹², Gan-Lin Zhang¹³, Dominique Arrouays¹⁴, Helaina Black¹⁵, Pavel Krasilnikov¹⁶, Jaroslava Sobocká¹⁷, Julio Alegre¹⁸, Carlos Roberto Henriquez¹⁹, Maria de Lourdes Mendonça-Santos²⁰, Migue Sayed Kazem AlaviPanah²⁴, Elsidd Arbertain²⁷, Fr

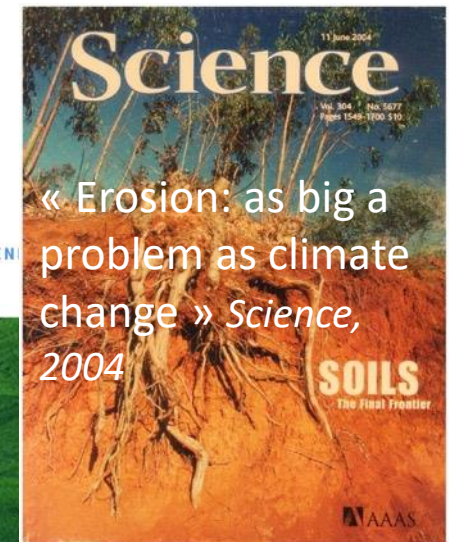
ipcc

REPORTS WORKING GROUPS ACTIVITIES NEWS CALENDAR

Climate Change and Land

An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems

DOWNLOAD REPORT



« Erosion: as big a problem as climate change » Science, 2004

En particulier les sols agricoles



- Intensification
- Compaction
- Erosion
- Perte d'Humus





La dégradation Mondiale des sols empire et est maintenant
'critique' pour le bien être de 3.2 milliards de personnes

IPBES – 2018



Guillaume Piolle (CC BY 3.0)

Les sols, clé de voûte des services écosystémiques

Challenges

60-70%
of soils are not
healthy

78%
of land take
takes place in
agricultural
land

13%
of EU soils suffer
from severe
erosion with 1.25
bEUR yearly
cost

200 – 800k
deaths globally
per year due to
contamination

**7.4 million
tonnes**
of CO₂
lost yearly by
mineral soils
under cropland

390.000
contaminated
sites to be
remediated

25%
of land in Southern,
central and Eastern
Europe at high or
very high risk of
desertification

Erosion, compaction, organic matter decline, pollution, loss of soil biodiversity, salinization, desertification, land take and sealing



La composante climatique



La qualité du sol

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



De quoi parle-t-on ?



Humus = matière organique (MO)

- Des résidus végétaux et animaux décomposés, condensés en humus, intimement liés à la matière minérale (les argiles)



Analyse de sol :

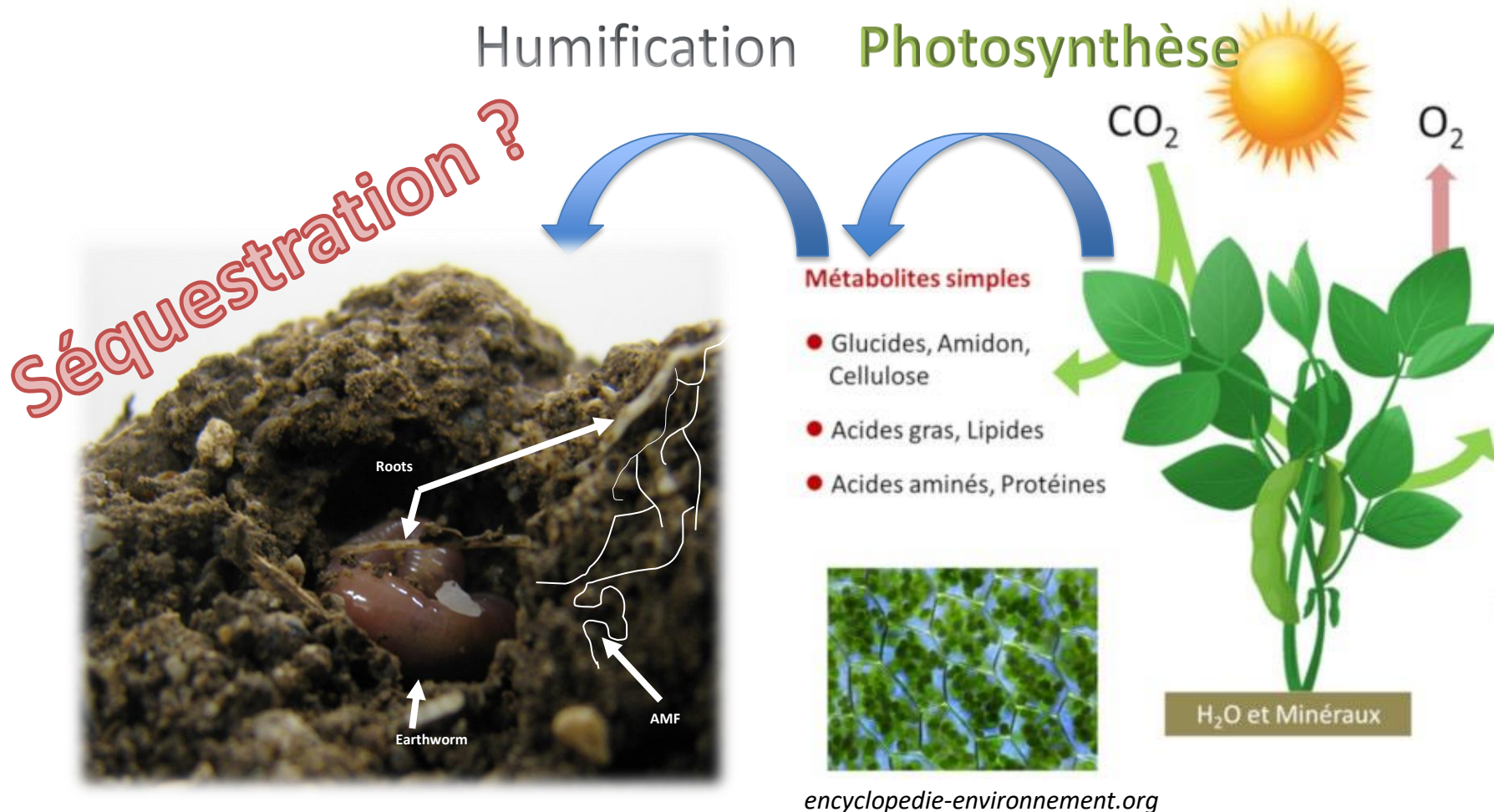
- Mesure de Corg
- Conversion en MO

$$MO = Corg \times 1.73$$

Humus et carbone organique (Corg)

- Près de 60 % de carbone organique
- $1t \text{ Corg} = 3.66 t \text{ CO}_2$

Plantes – sols et cycle du carbone



Carbone organique du sol

- Surtout en surface (0-30 cm) – mais présent sur +/- 2 mètres
- Renouvellement >> en surface (*Balesdent et al., Nature, 2018*)

RESEARCH LETTER

NATURE | VOL 559 | 26 JULY 2018

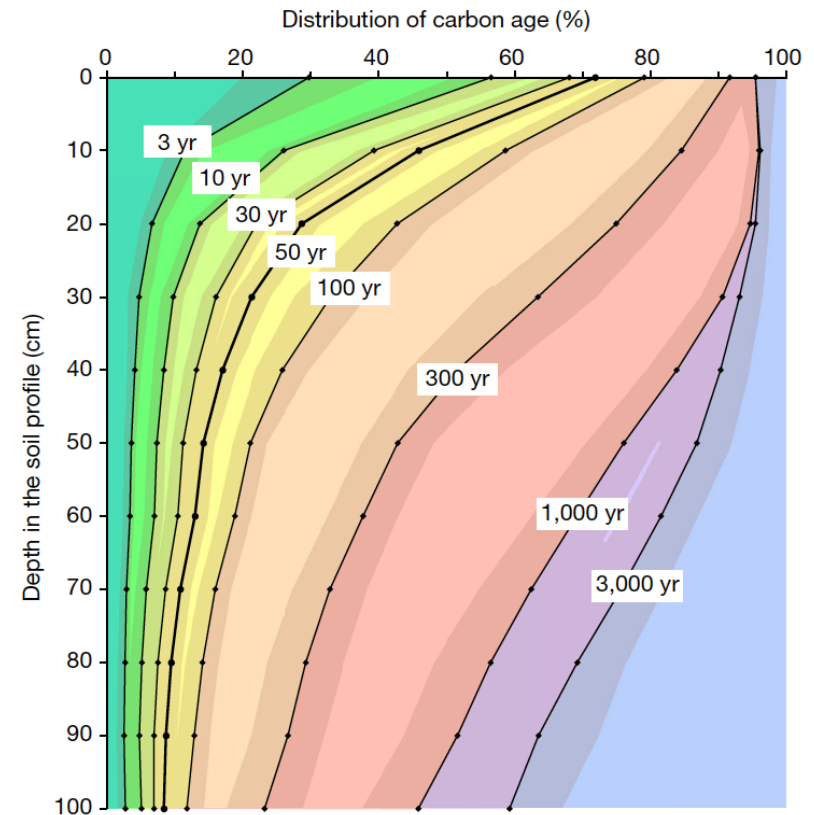
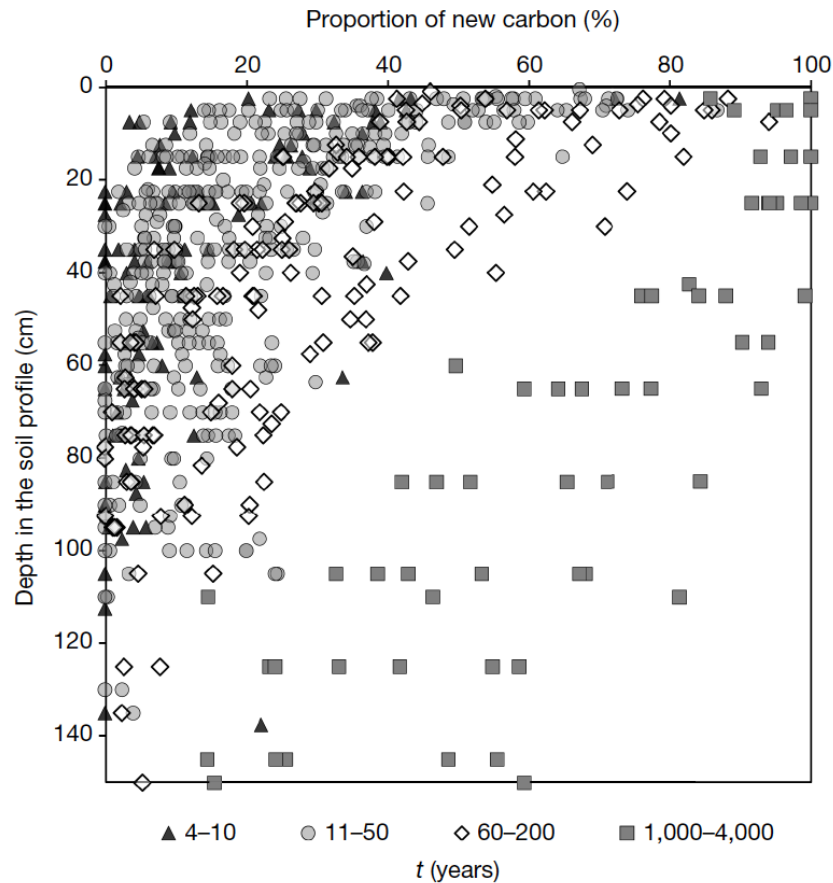
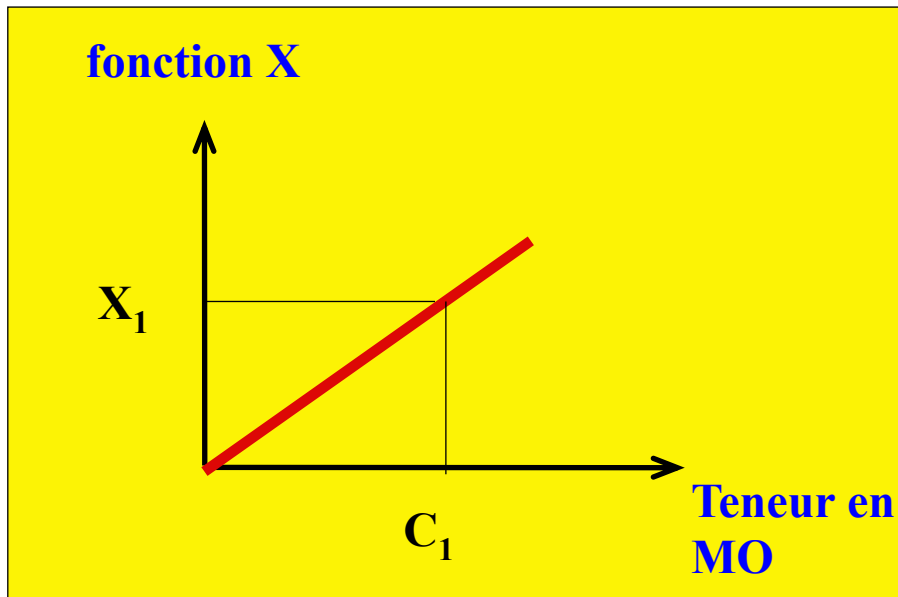


Fig. 2 | Meta-analysis of carbon age distribution over 55 tropical grassland and forest soil profiles. At each depth, the proportion of

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.

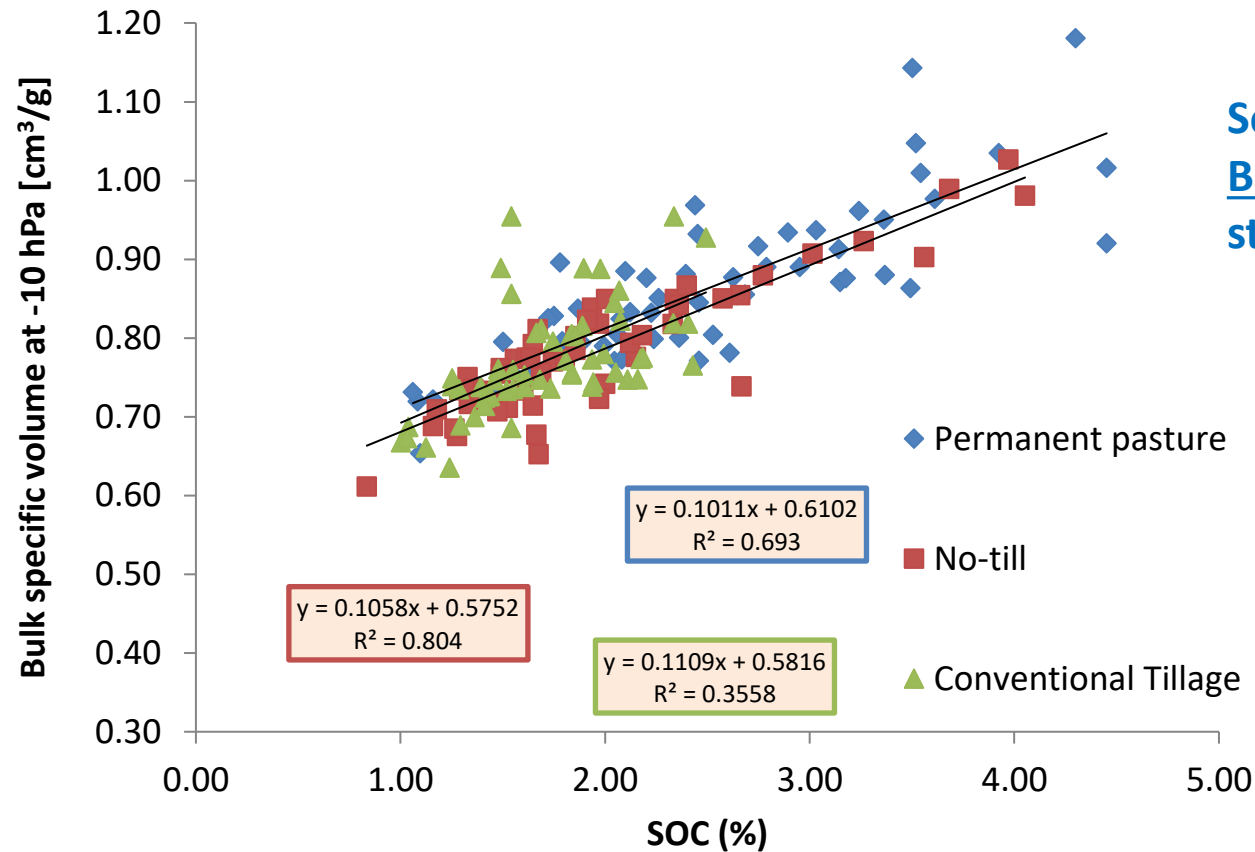
Fertilité
physique

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

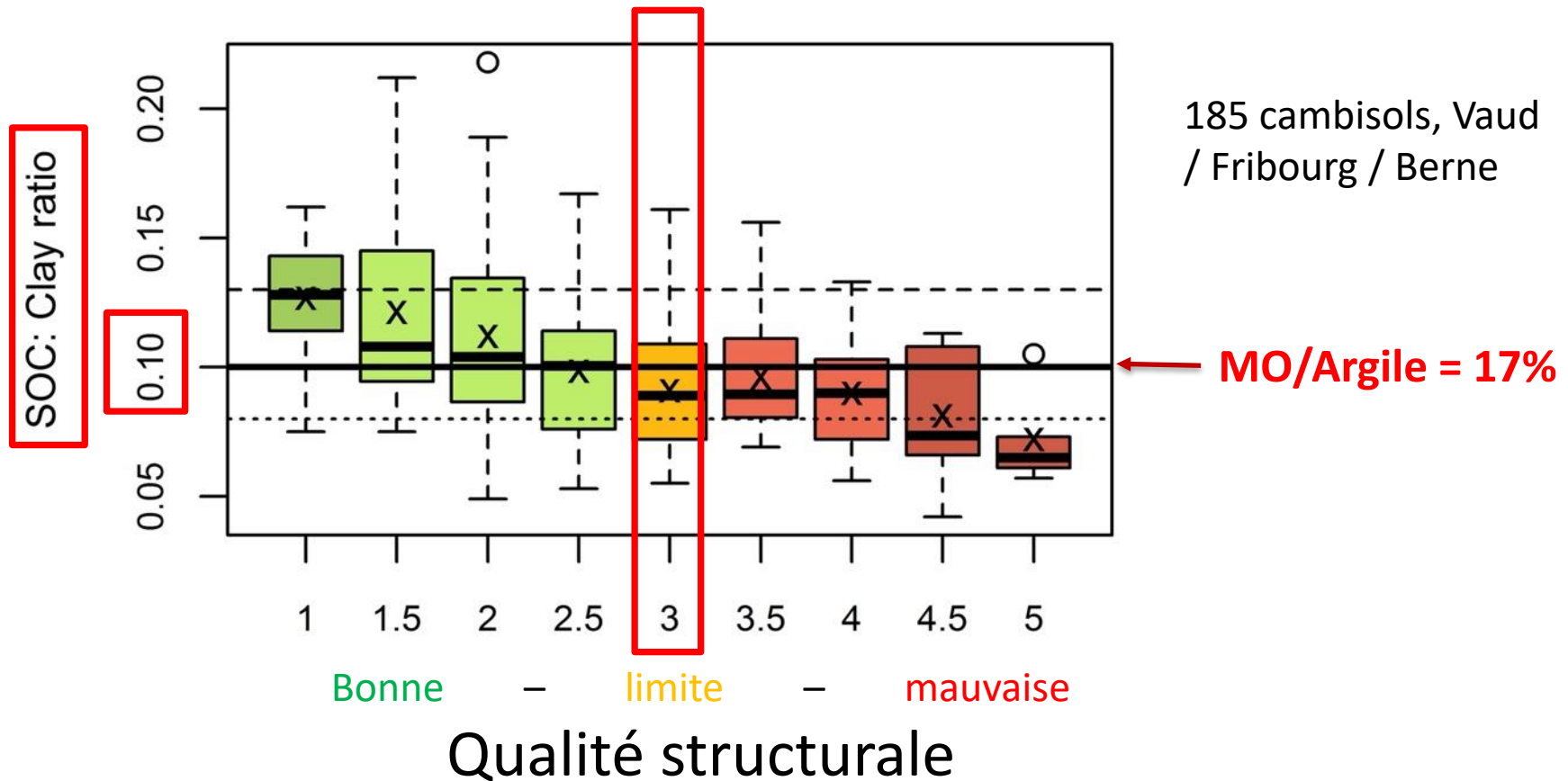
Combien faut-il de matière organique dans nos sols ?



Plus il y en a mieux c'est ! Vrai pour les propriétés



Vulnérabilité de la structure: MO **et** teneur en argile

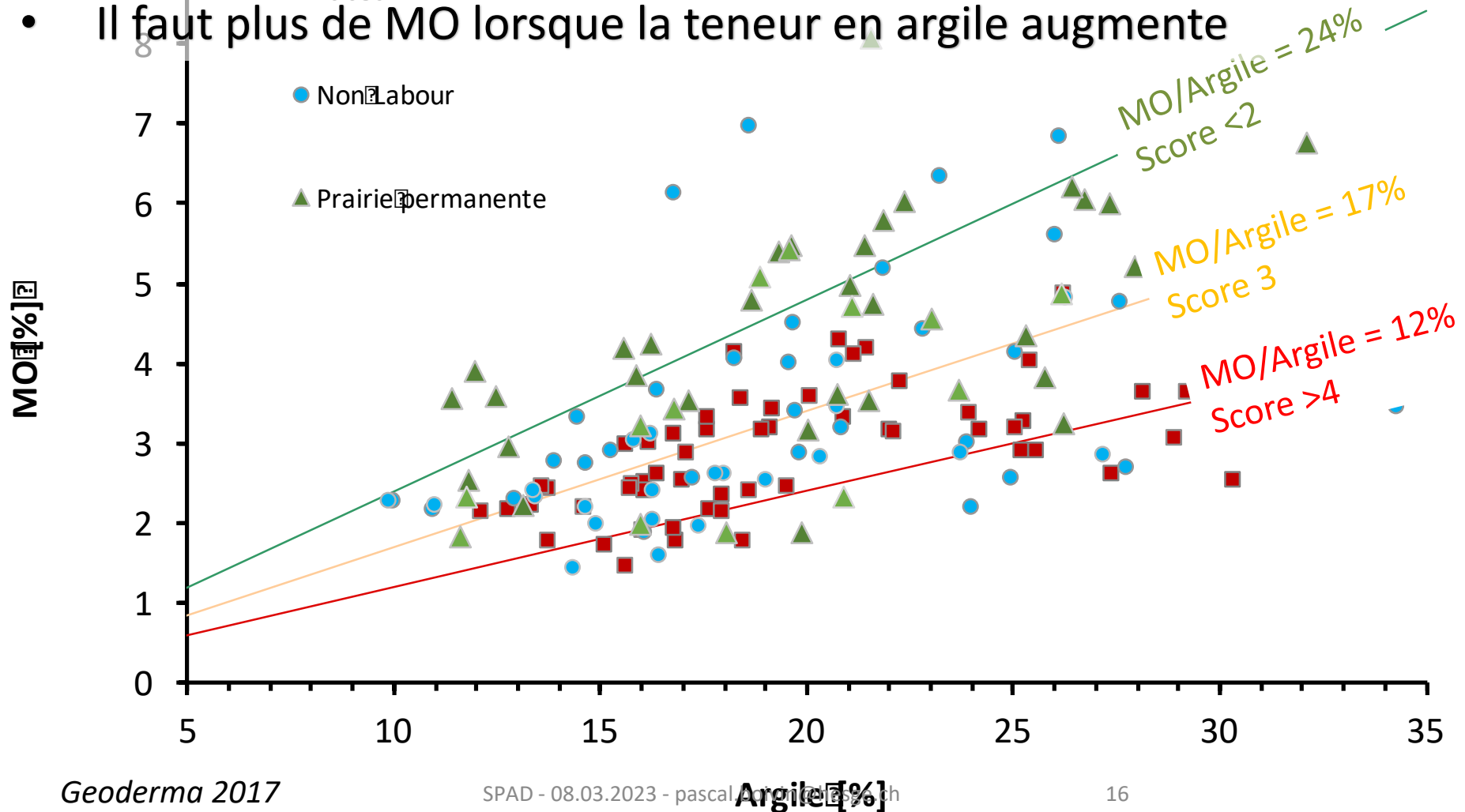


Soil and Tillage 2017

MO/Argile échelle de vulnérabilité



- Qualité de la structure et MO:Arg sont proportionnels
- Il faut plus de MO lorsque la teneur en argile augmente





Teneur en MO des sols agricoles

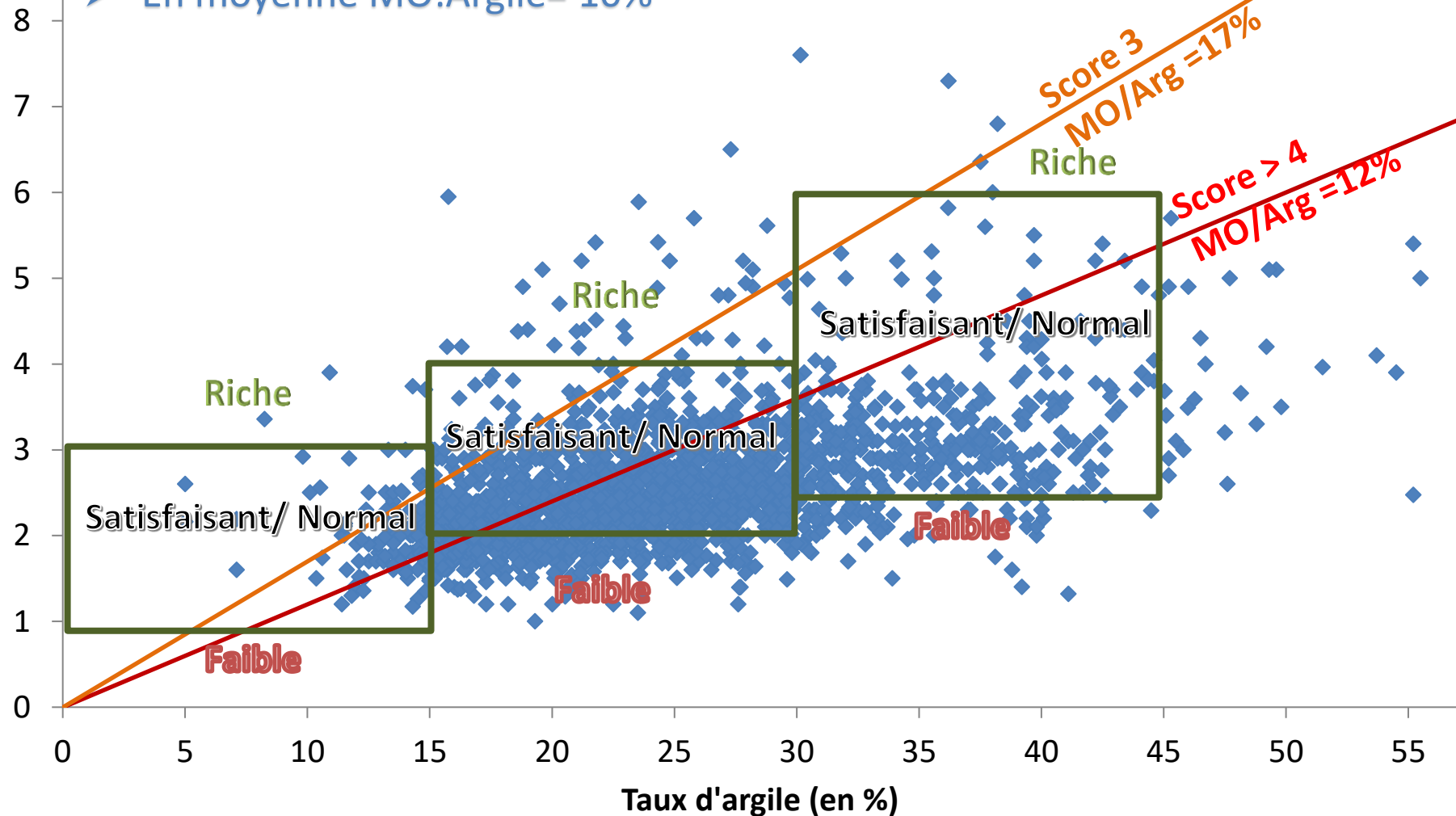
- En Suisse: toutes les parcelles analysées tous les 10 ans: une base d'information unique au monde.
 - Estimation du déficit en matière organique
 - Evolution des teneurs depuis 1990
 - Pratiques expliquant les variations
- 4/1000 : dans le monde: un débat scientifique vif et confus.
- Chez les agriculteurs : problème résolu pour une forte minorité en croissance



Etat actuel des sol - Ex. de Genève

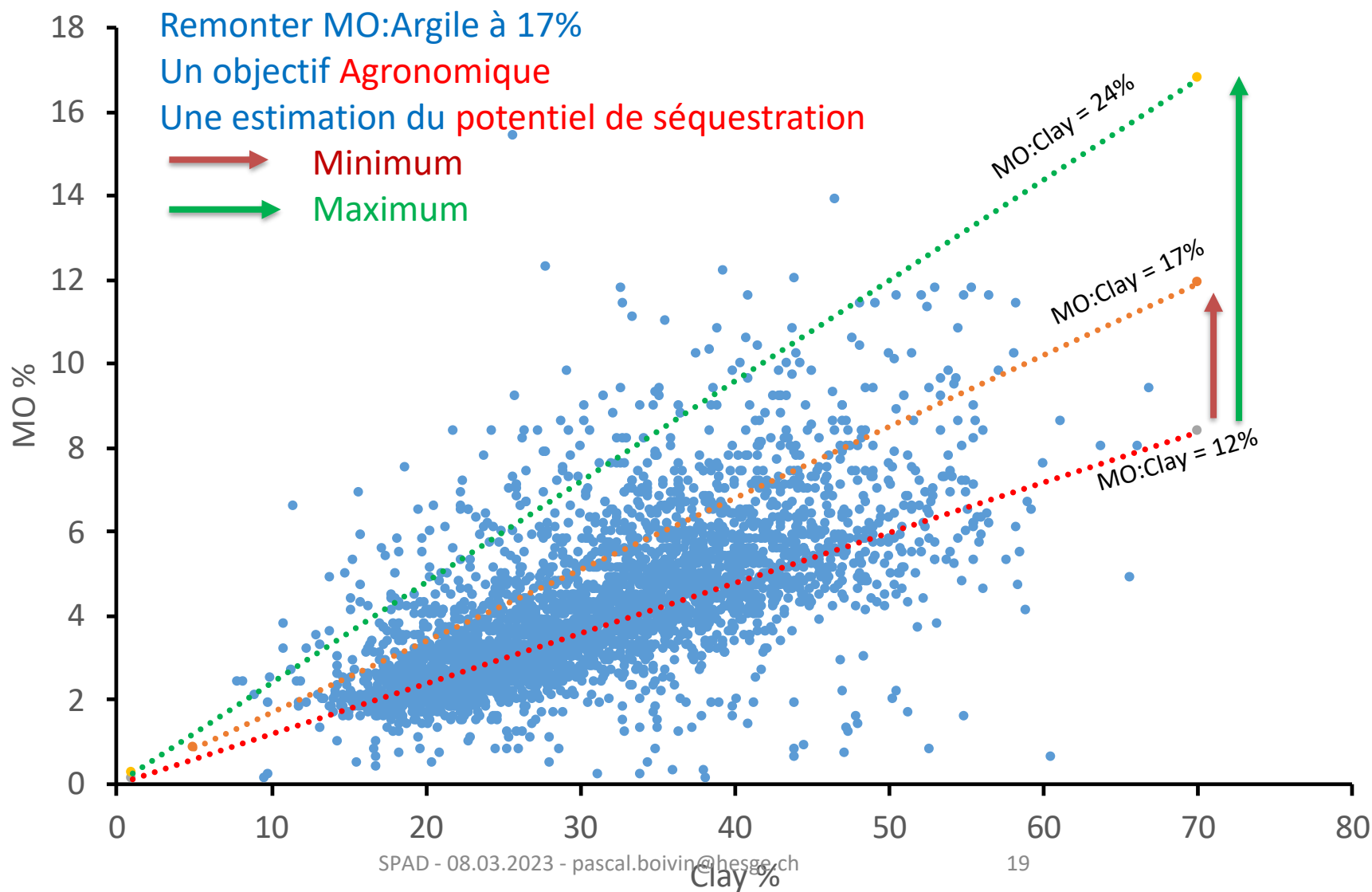
- 75 % des sols seraient «satisfaisants» selon OFAG
- En moyenne MO:Argile= 10%

Taux de MO (en %)



Canton du Jura – Médiane = 12%

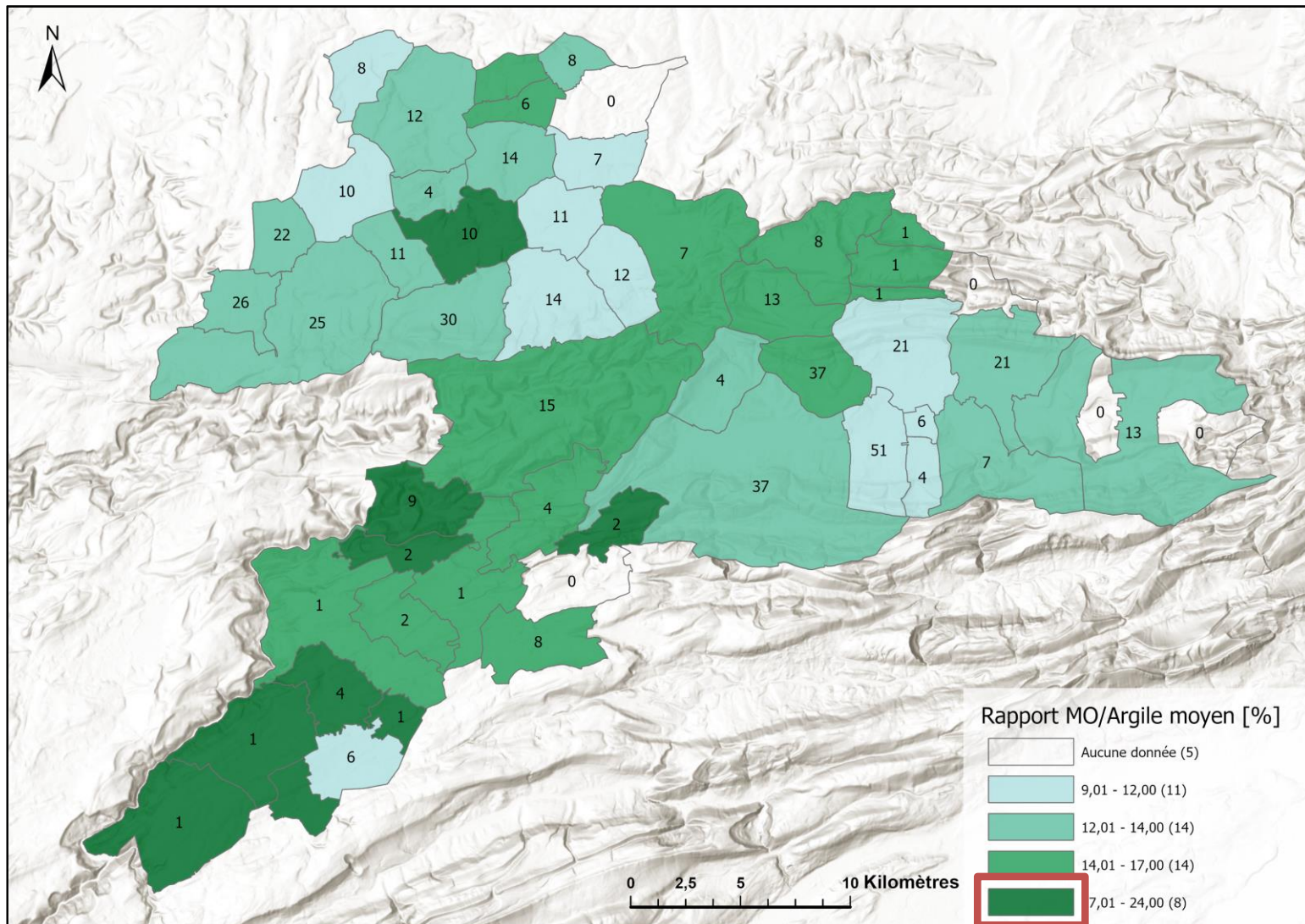
Herbages + élevage



Canton du Jura



hepia - Agronomie

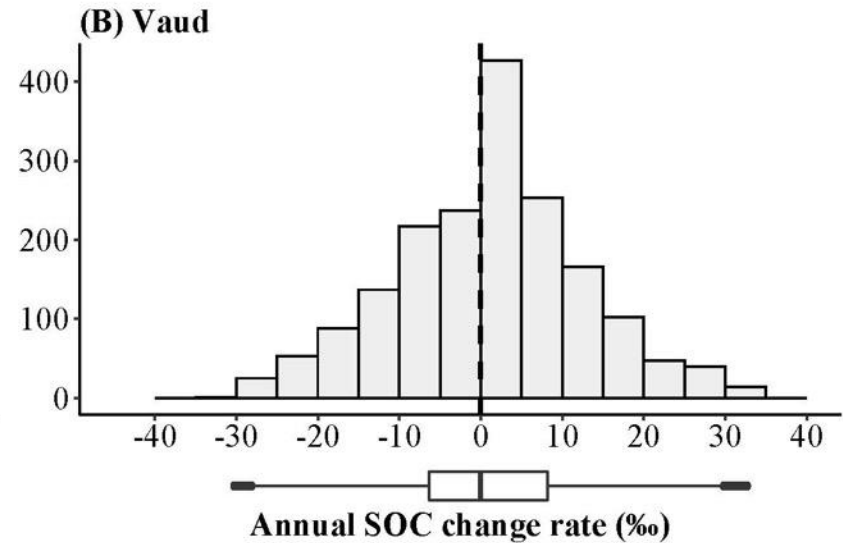
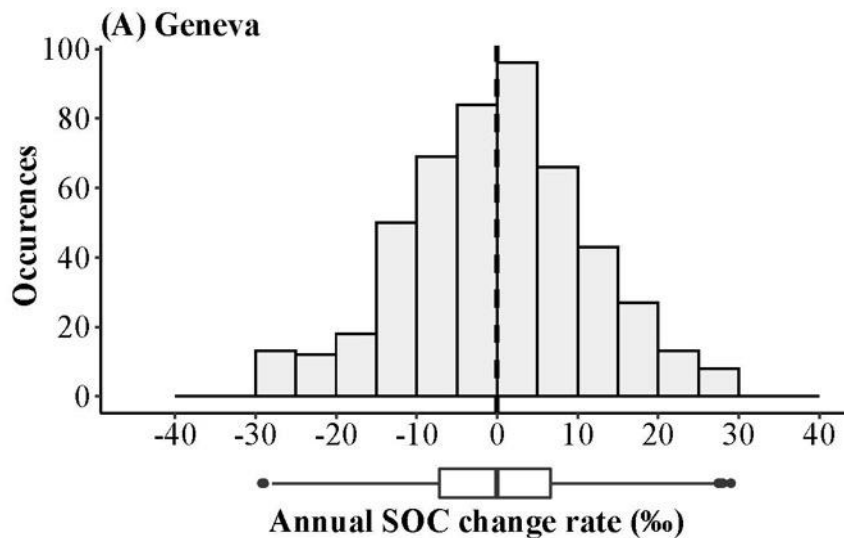


L'évolution des teneurs

Grandes cultures – Vaud et Genève – 0-20 cm



Des taux de -40 à +40 ‰ (1993-présent)



-40 ‰ = X 0.96 chaque année
+40 ‰ = X 1.04 chaque année

Tendance temporelle positive

A partir de 2006 le taux d'évolution annuel moyen devient positif

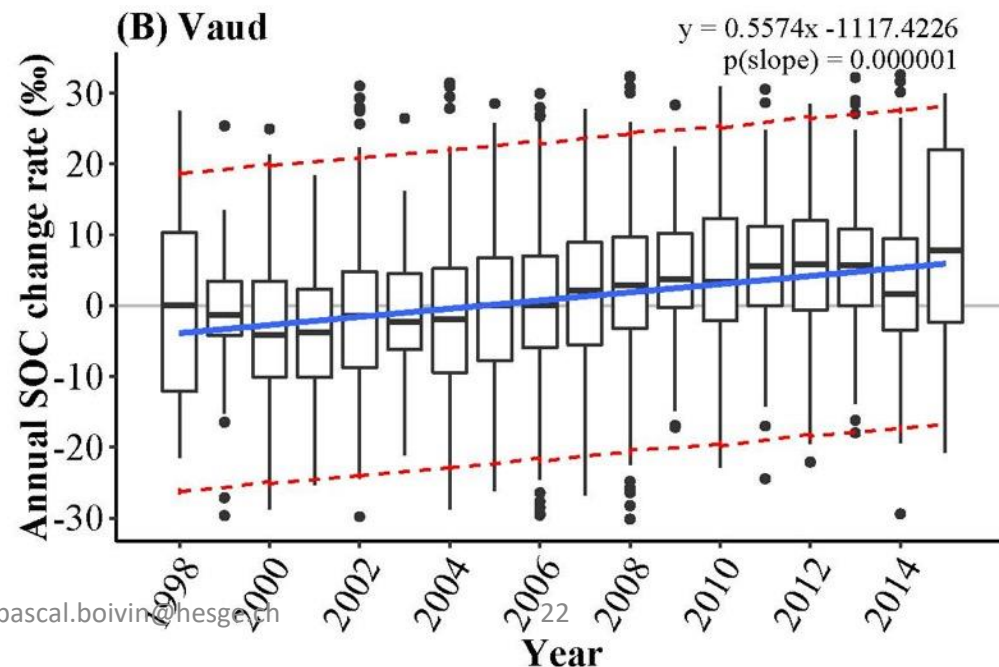
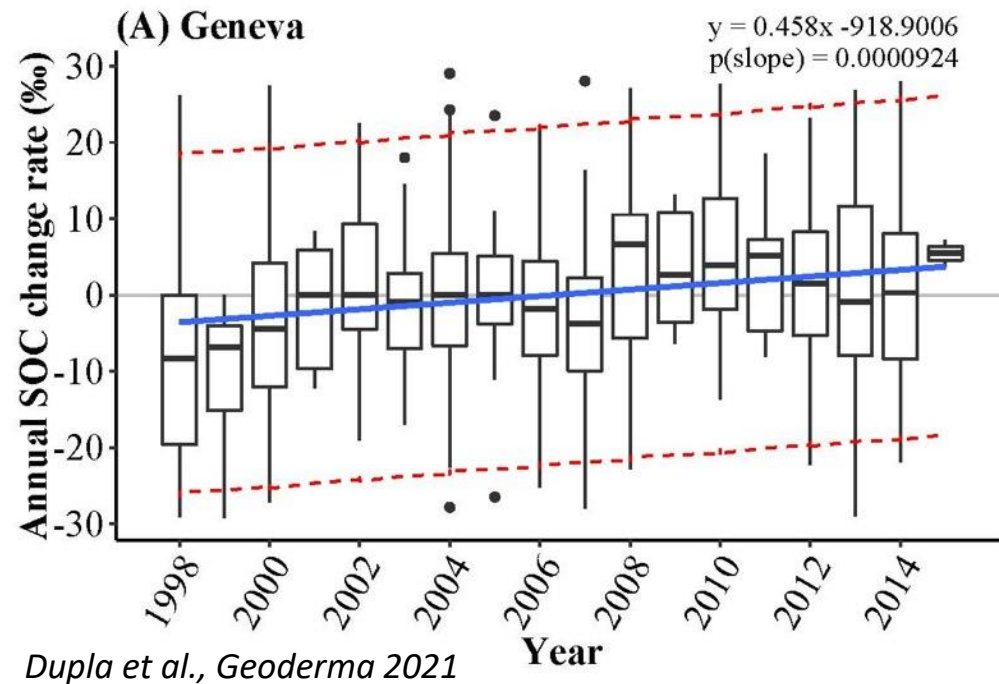
-5‰ en 1998

4‰ en 2012

6‰ en 2015

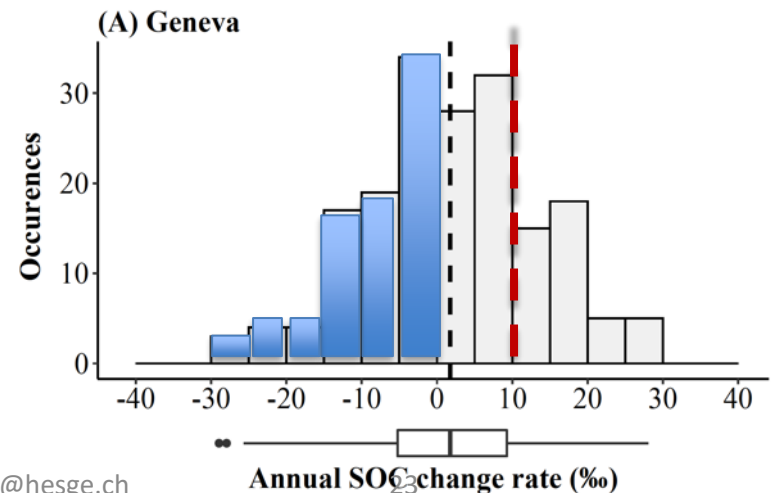
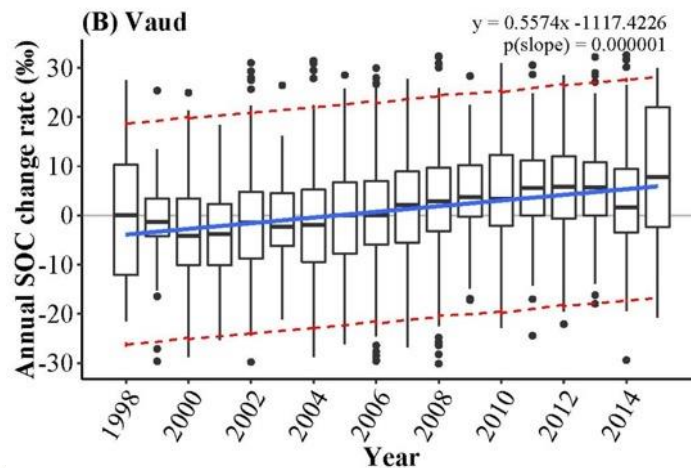
... 10‰ en 2020?

Annual SOC change rates of the 0-20 cm topsoil of cropland fields over the 1993-2020 period for (A) Geneva (496 fields) and (B) Vaud (1'793 fields) cantons as a function of the average year between two analyses. Solid line: linear regression. Dashed line : 95% local regression prediction interval.

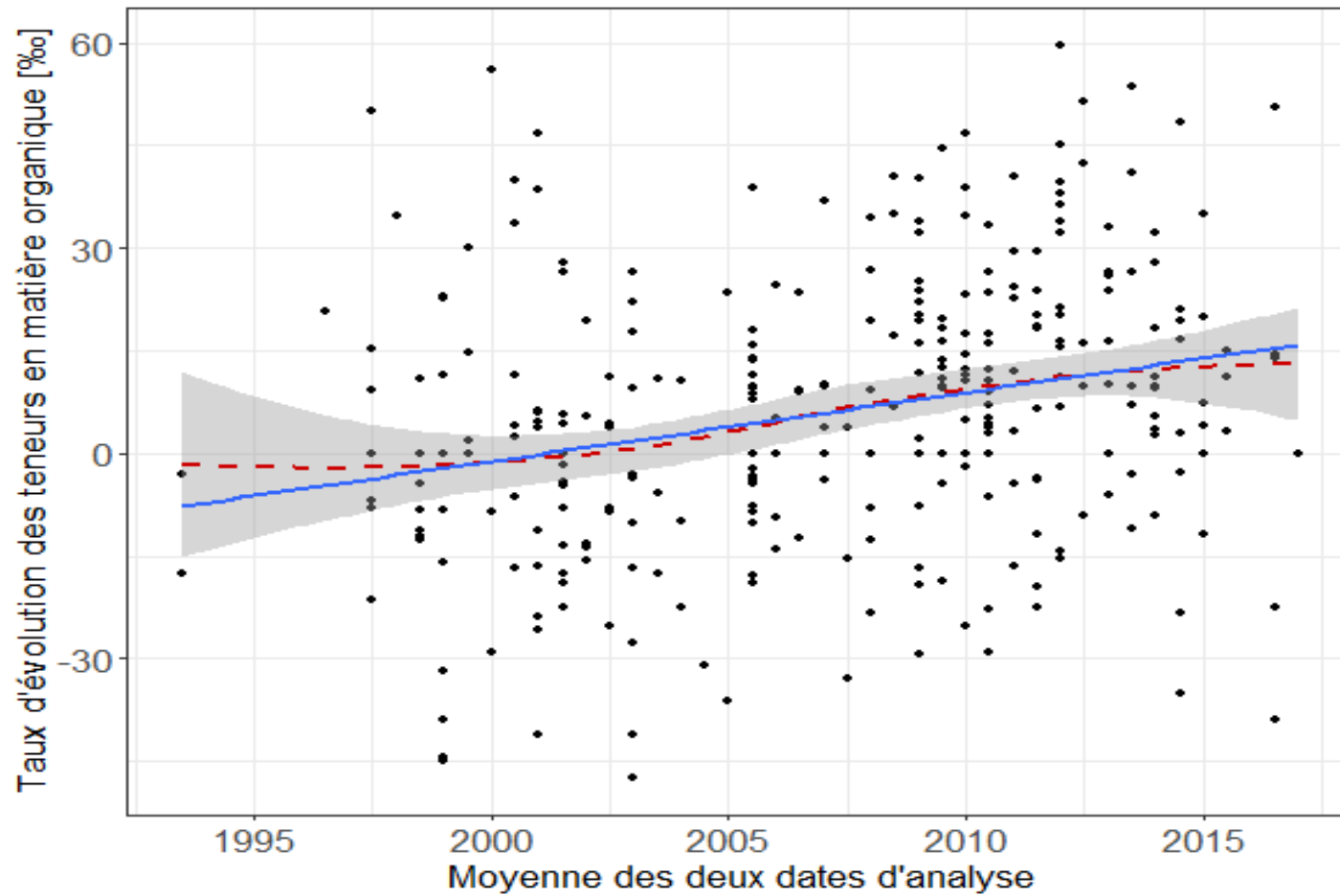


Bilan (région lémanique)

- La correction de perte de MO a déjà eu lieu
- Le +4% a été dépassé en 2012
- L'objectif +10% est raisonnable, il est peut-être déjà atteint en moyenne
- Il y a un fort potentiel de croissance



Jura-CH

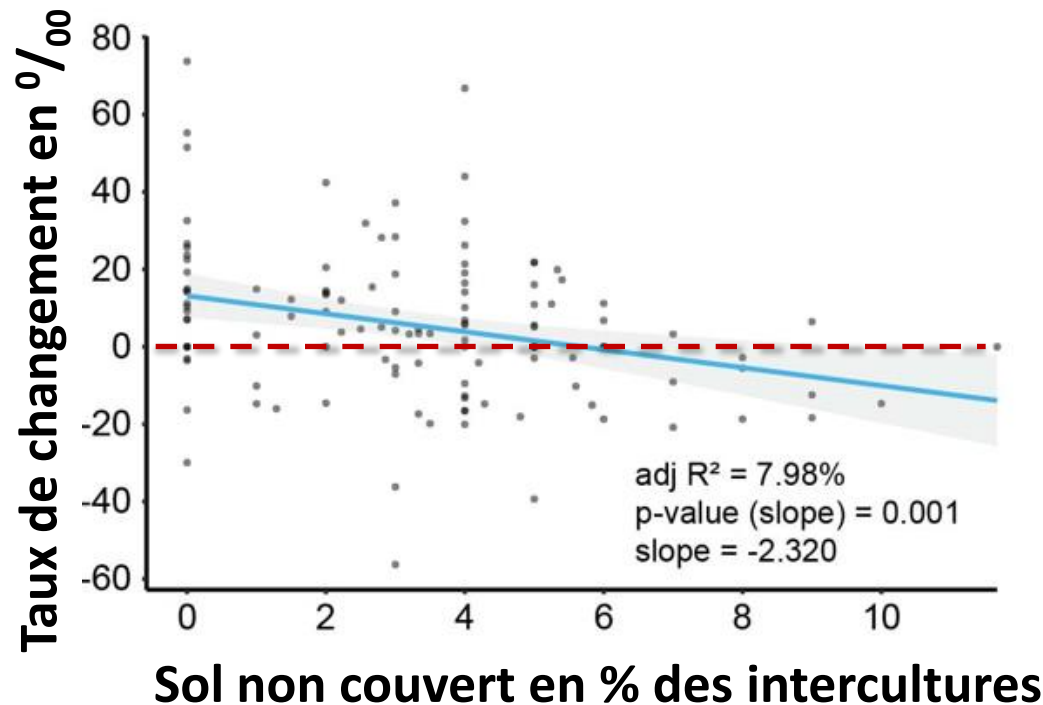


Les leviers à la ferme

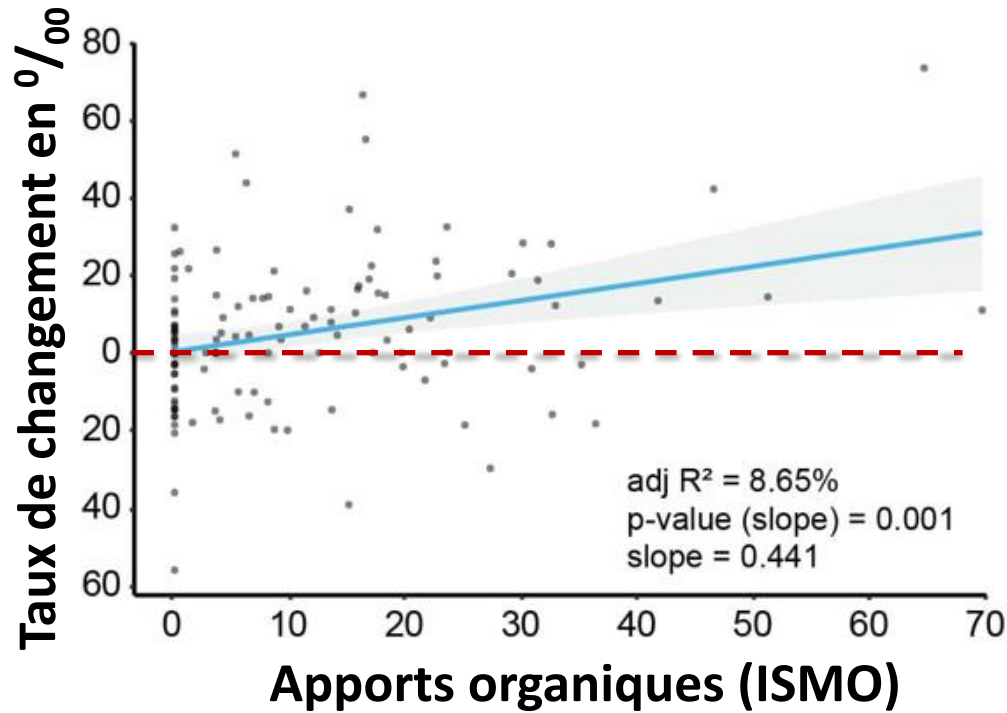
- Couverts végétaux +++
- Bilan organique ++
- Travail du sol --



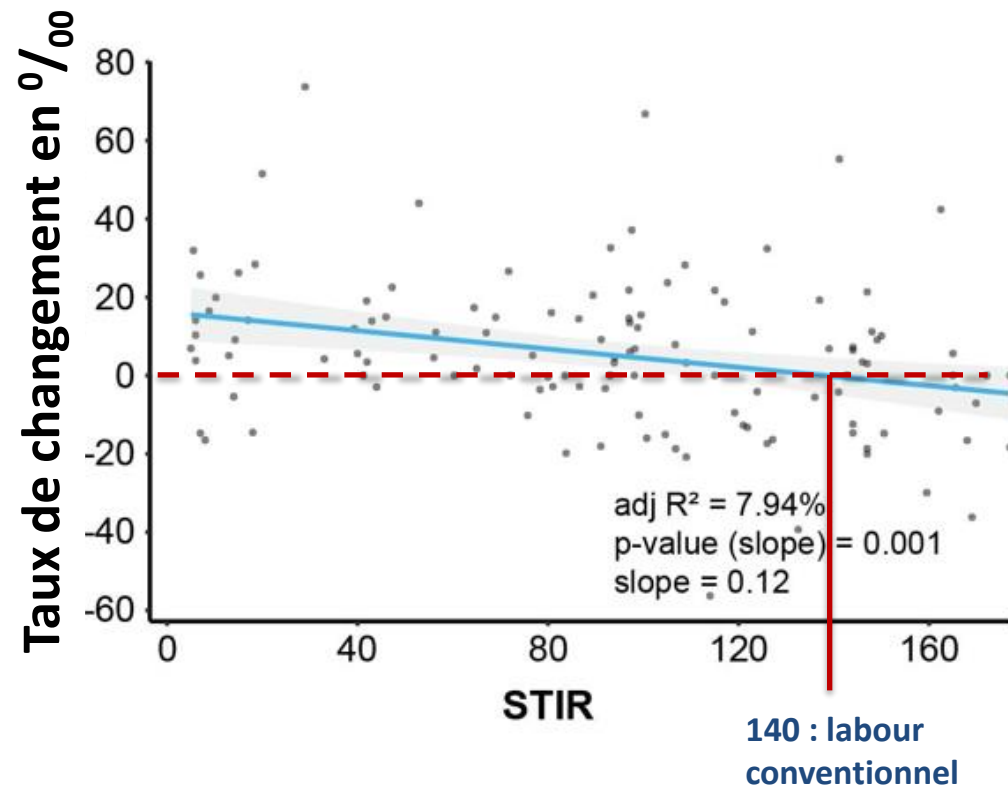
Les leviers carbone #1 les couverts végétaux



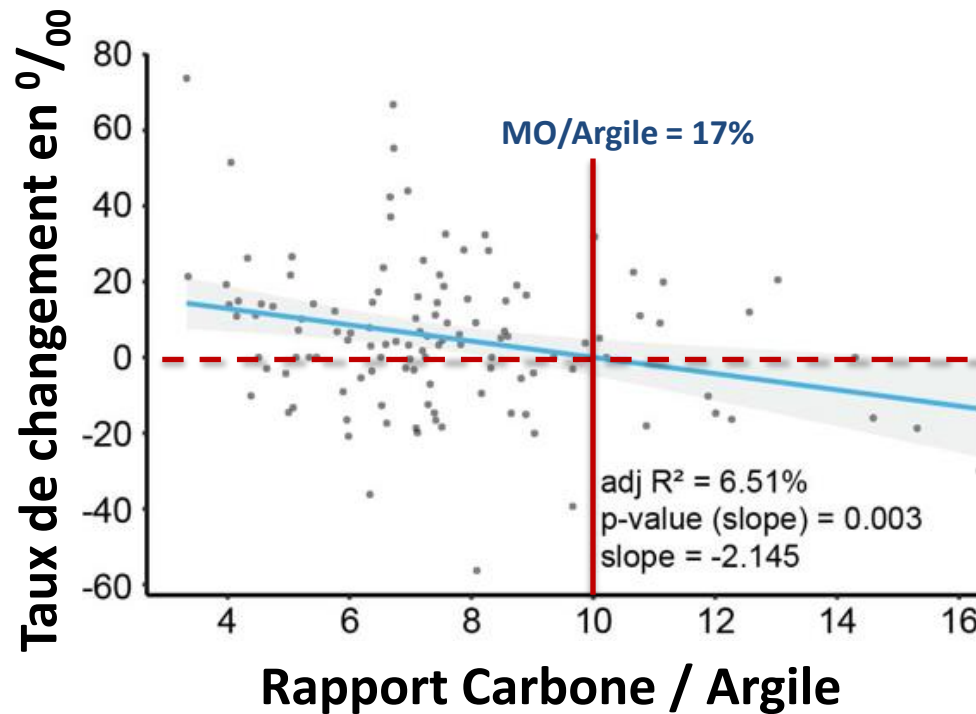
#2 - Apports organiques



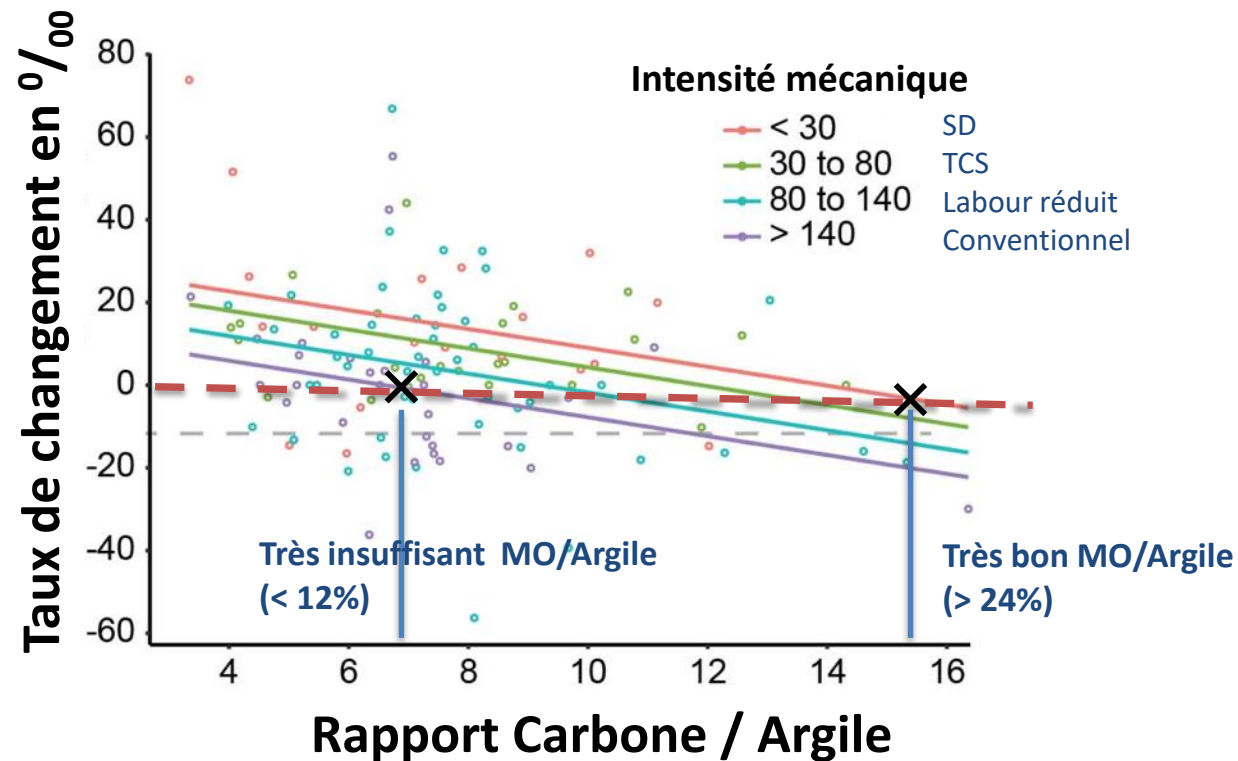
#3 - Intensité mécanique



#4 - Stock de carbone



Les effets sont additifs

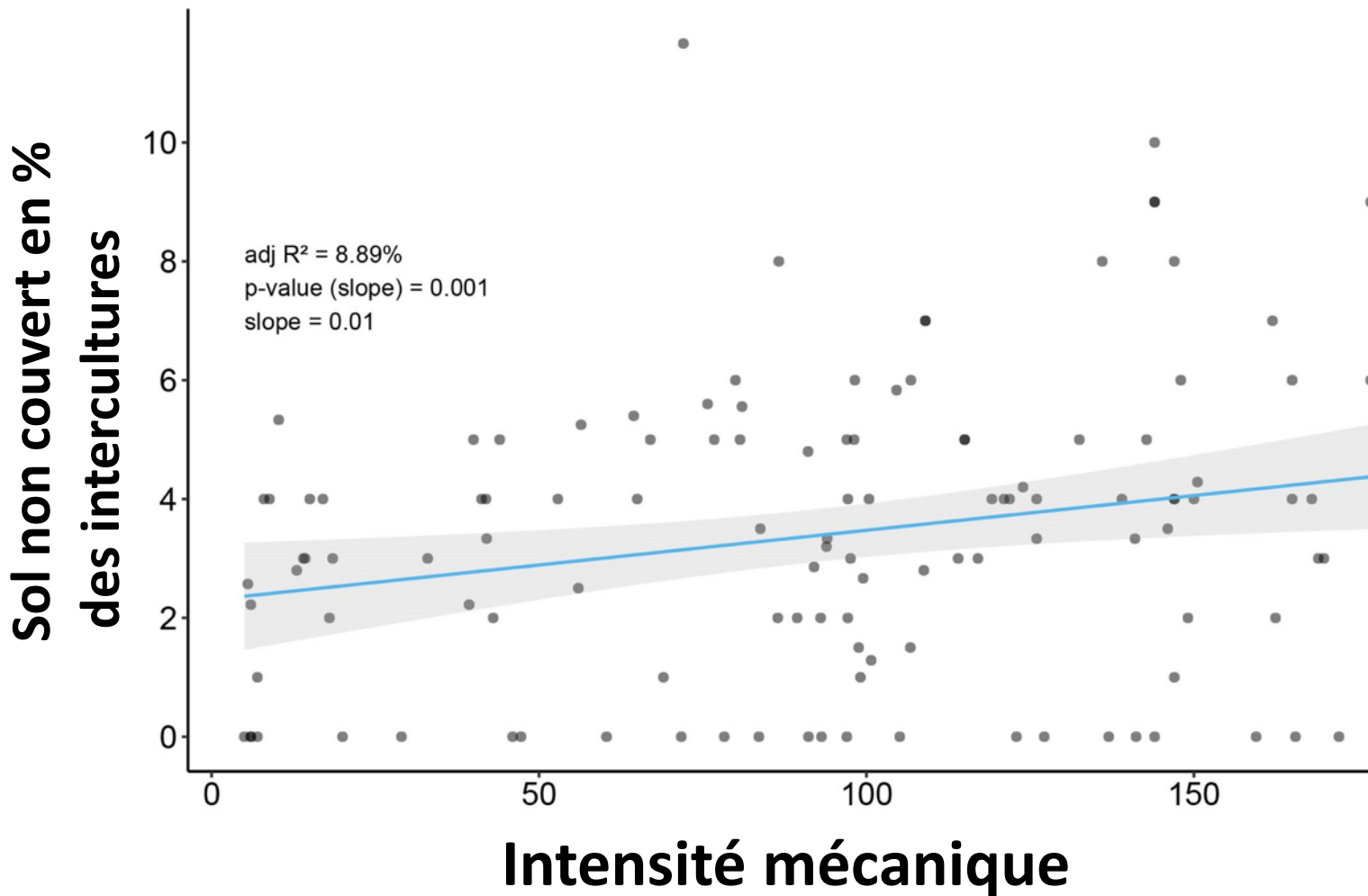


Effets additifs =...

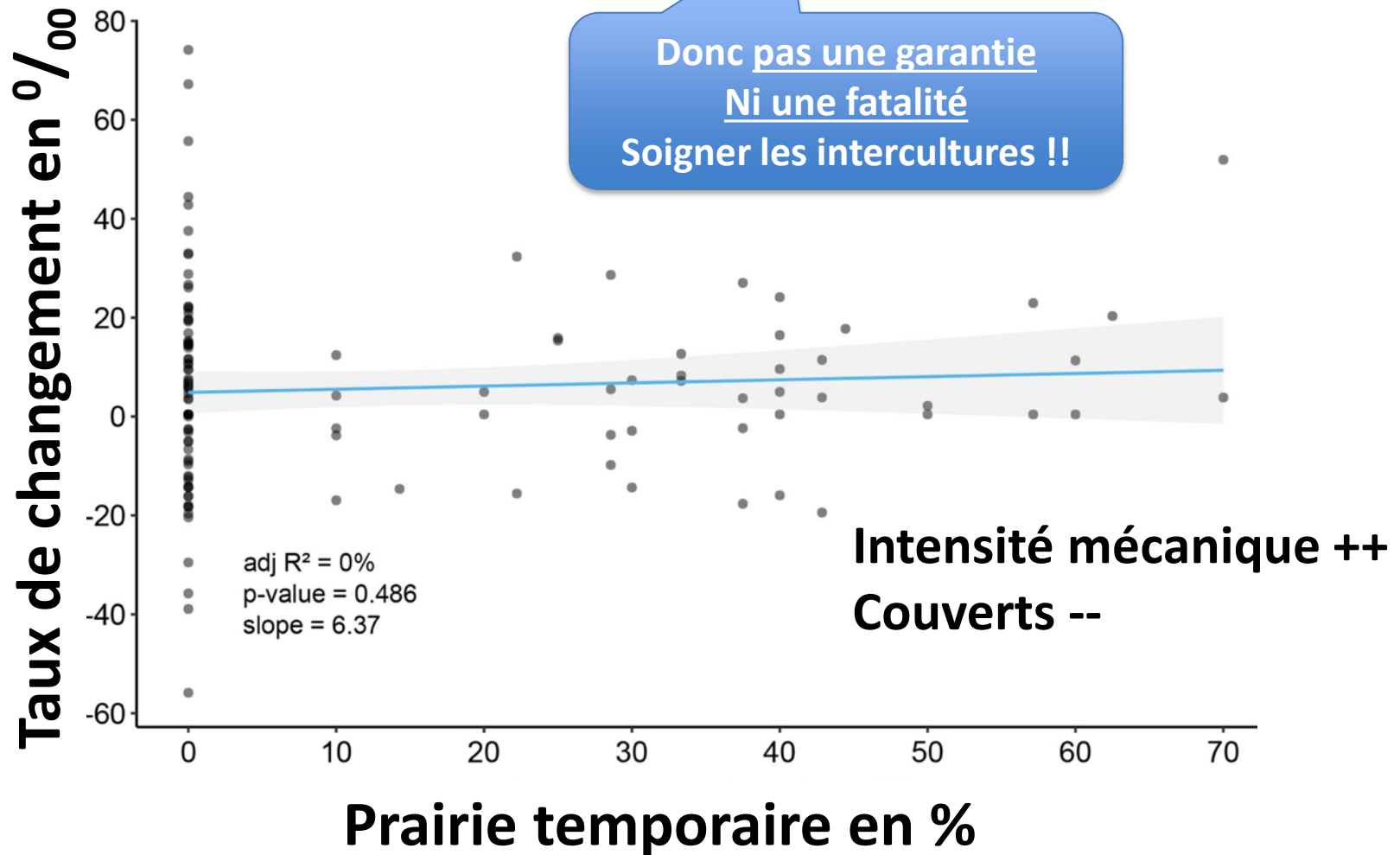


- Possibilité de jouer différemment sur les différents leviers
- Il n'est pas nécessaire de changer tout le système d'un seul coup (réduction progressive de la mécanisation)
- Attention ! Si on a beaucoup de MO (MO/Argile élevé) on est en risque de la perdre
- Maximiser les couverts végétaux engrais verts = priorité
 - Mais ce n'est pas possible partout – Couverts associés, permanents...
 - Attention à l'interaction négative avec le travail du sol

Travail du sol et couverts



Prairies temporaires « neutres »



Séquestrer est possible



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

Conservation Agriculture (AC) = regenerative agriculture

Low mechanical intensity

No tillage



Soils always covered

Multi-species cover crops
High biomass



High vegetal intensity

Diversified crops
Multi species



Conclusions

- Séquestrer à des taux élevés est possible sur nos terroirs
- C'est déjà fait en moyenne grâce aux pionniers
- Le potentiel de progression est énorme
- C'est le meilleur moyen de préparer la résilience des sols agricoles
- La question du comment ne porte pas sur la technique mais sur la façon de généraliser vite
- Les tendances fortes :
 - Programmes orientés résultat
 - Focus sur la qualité des sols et non pas le carbone
 - Impliquer la chaîne de valeur

Merci pour votre attention

