



Keller et al 2018

Nos sols sont-ils en péril ?

Dr Ophélie Sauzet, Professeure assistante HES
Filière Agronomie, Groupe Sols et Substrats

Contenu



1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice collatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

Contenu



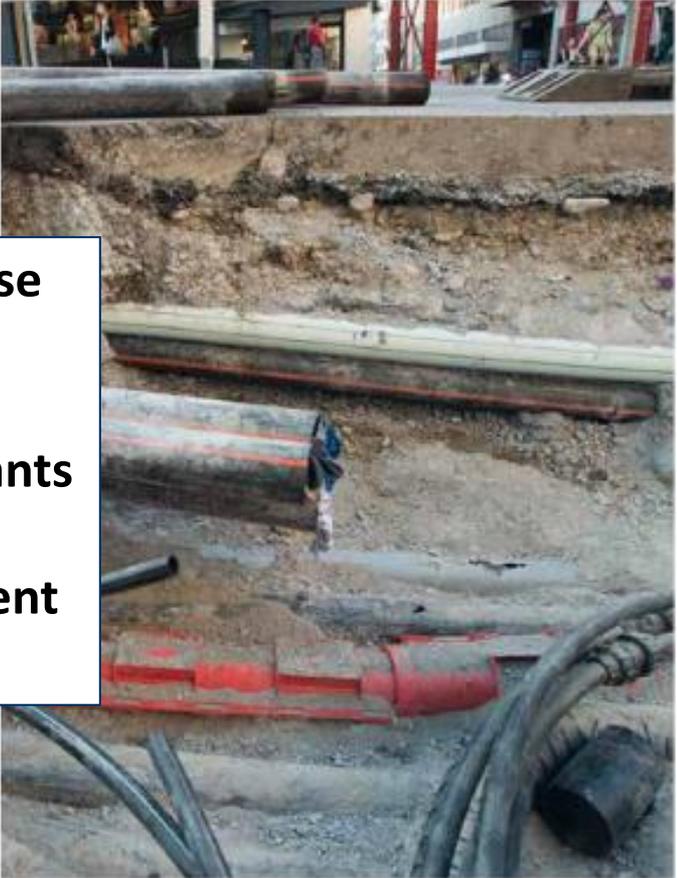
1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice collatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

Le sol, interface très convoitée entre...



Succession d'horizons, qui se distinguent par:

- la nature de leurs constituants
- la structure de l'arrangement de ces constituants



L'atmosphère

La biosphère

L'hydrosphère

La lithosphère

Source: web

Source: Steiger et al 2018

Le sol et les services écosystémiques



Les services écosystémiques sont les bénéfices que les hommes tirent des écosystèmes



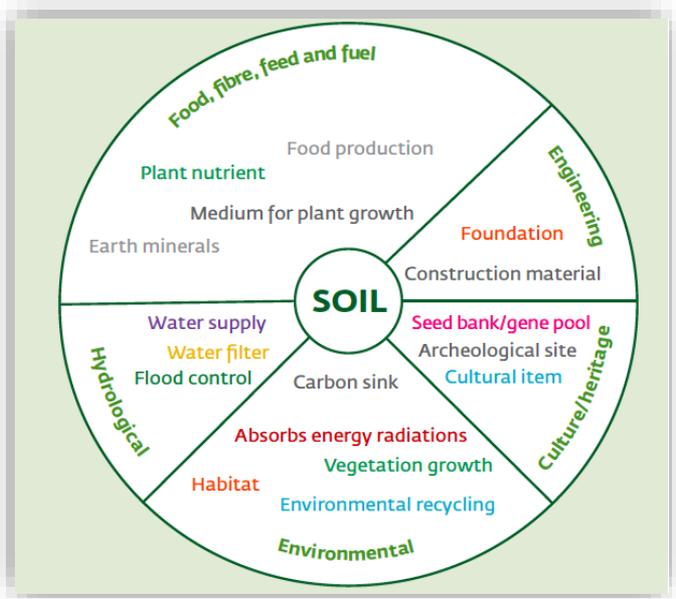
<http://www.millenniumassessment.org>

Les sols clé de voûte des écosystèmes terrestres



hepia - Agronomie

- «La dégradation des sols empire et est maintenant critique, elle met en péril le bien être de 3.2 milliards de personnes» IPBES – 2018



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

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Le Giec alerte sur la dégradation des terres de la planète

Par Christophe Josset.

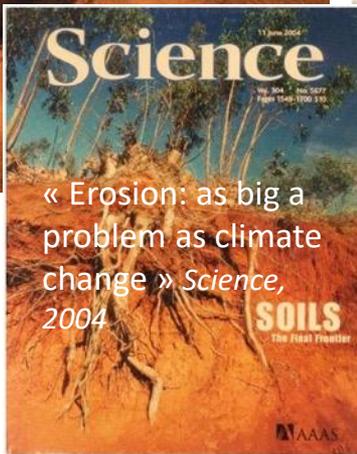
publié le 08/08/2019 à 10:00, mis à jour à 10:03



Le nouveau rapport du Giec se penche sur notre usage des terres, dont la qualité est altérée par le dérèglement climatique. (En photo: l'assèchement du lac Lengua de Aculeo, au Chili.) REUTERS/Melissa Delacruz

Agriculture, déforestation, urbanisation... De plus en plus exploités, les sols perdent en

NEWSLETTER L'EXPRESS



Liens entre changement climatique et usage des terres : Un nouveau rapport alarmant du GIEC

« Changement climatique, désertification, dégradation des sols, gestion durable des terres, sécurité alimentaire, flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres », voilà le vaste programme sur lequel se sont penchées les délégations de 195 pays membres du Giec réunis à huis clos à Genève depuis vendredi 2 août. Décryptage.

Rédigé par Séverine Bascot, le 8 Aug 2019, à 11 h 40 min



RAPPORT SPÉCIAL DU GIEC SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'UTILISATION DES SOLS

Le jeudi 8 août 2019, le Giec a publié son **Rapport spécial sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres**, approuvé lors de la 50e session plénière du Giec (Genève, 2-6 août 2019).

Climate Change and Land

2019 | Etat de l'environnement

Sol

Sols suisses

Etat et évolution - 2017

An IPCC
degradi
greenl

DOV

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Le Giec al terres de

Par Christophe Josset,
publié le 08/08/2019 à 10:00, n



Le nouveau rapport du Giec se penche sur notre usage des terres, dont la qualité est altérée par le dérèglement climatique. (En photo: l'assèchement du lac Laguna de Aculeo, au Chili.) REUTERS/Melissa Delacruz

Agriculture, déforestation, urbanisation... De plus en plus exploités, les sols perdent en

NEWSLETTER L'EXPRESS

Atelier Agriculture et climat - 09 juin 2022

RAPPORT SPÉCIAL DU GIEC SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'UTILISATION DES SOLS

Le jeudi 8 août 2019, le Giec a publié son Rapport spécial sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres, approuvé lors de la 50e session plénière du Giec (Genève, 2-6 août 2019).

Liens entre changement climatique et usage des terres : Un nouveau rapport alarmant du GIEC

2019 | Info Environnement

Sol

Stratégie Sol Suisse

pour une gestion durable des sols

able des terres,
stres », voilà le
membres du



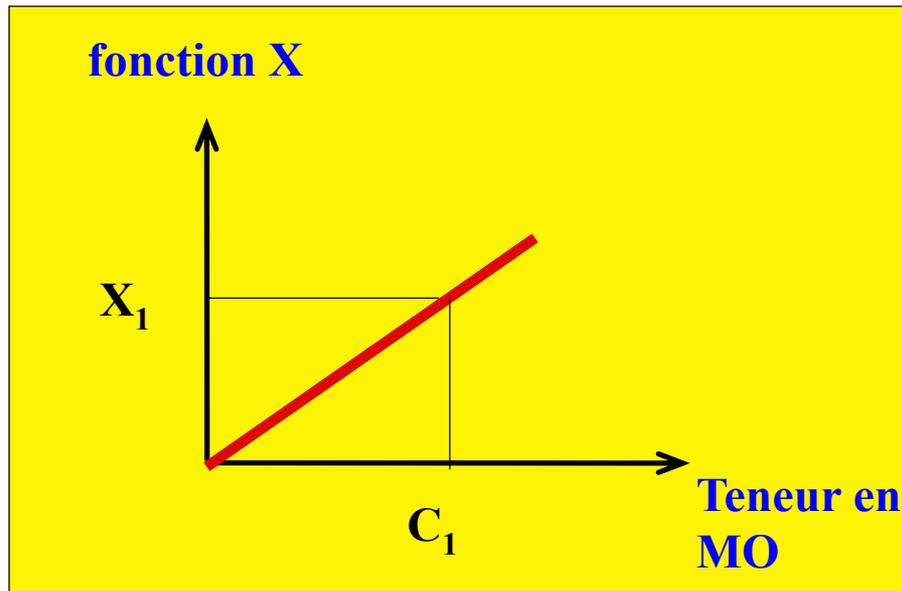
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Office fédéral de l'environnement OFEV

Contenu



1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice collatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

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



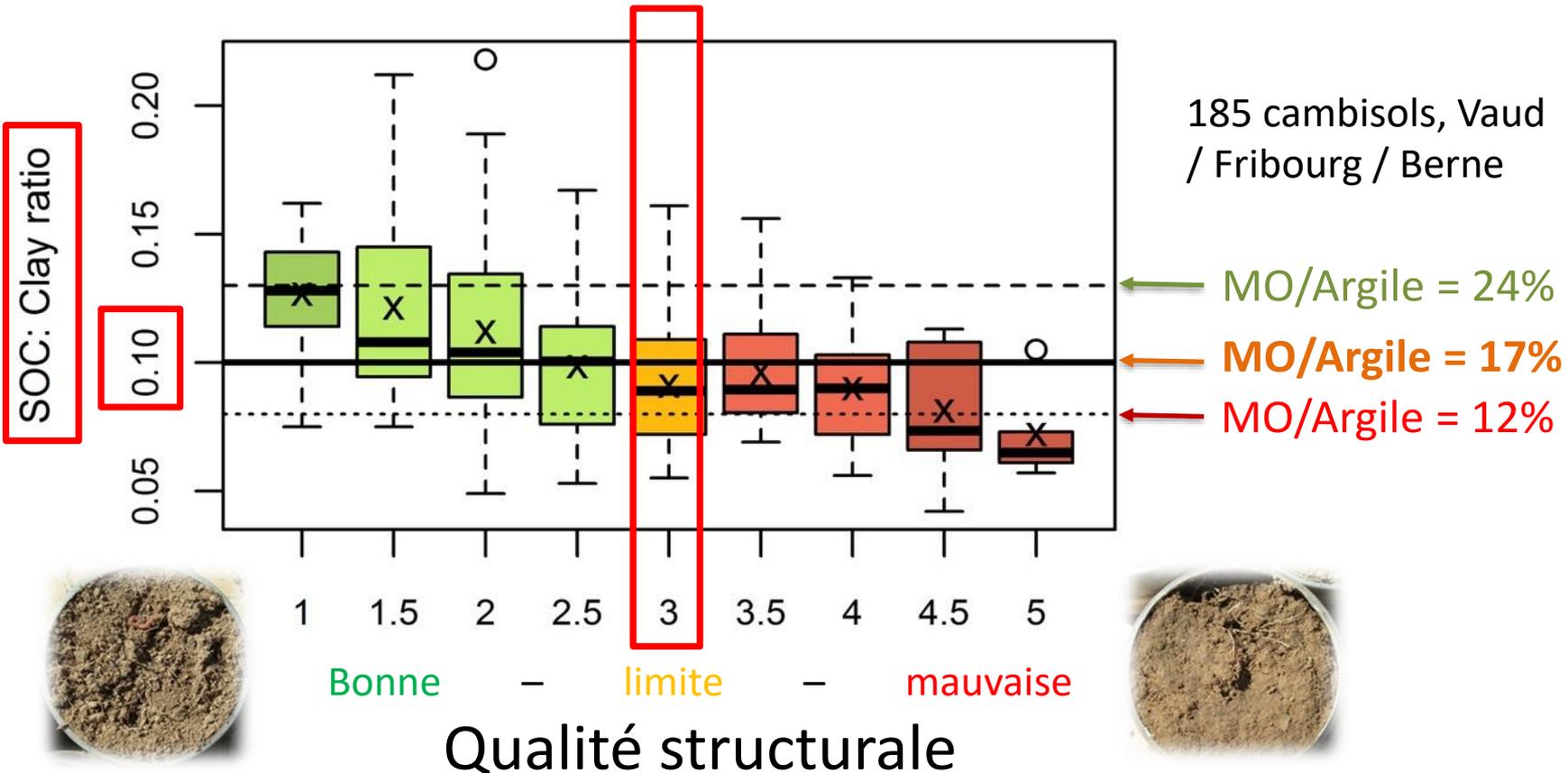
Fonctions dans l'écosystème
Fonctions dans les sols

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

Fertilité
physique

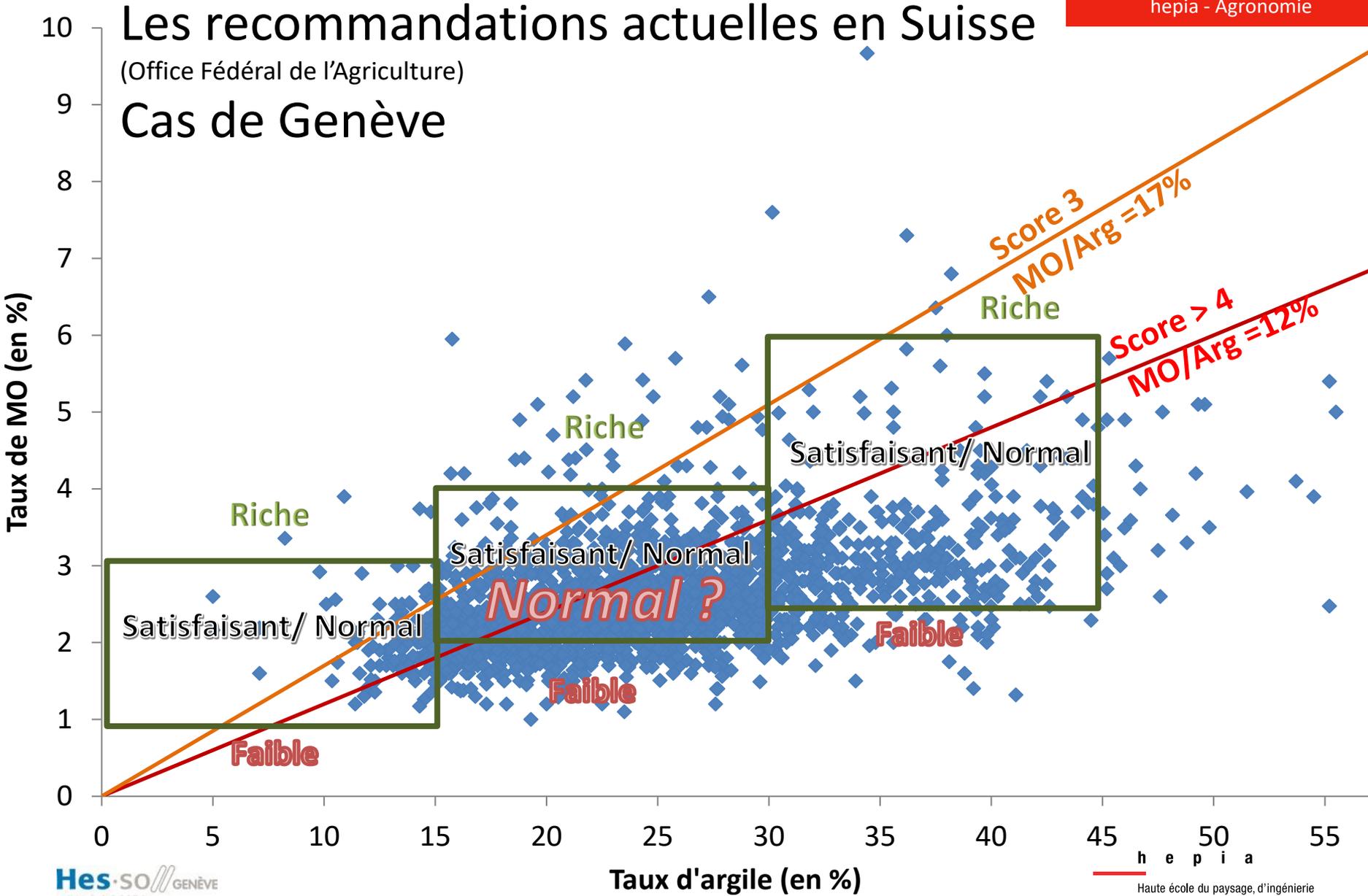
Perte de 50 à 70% dans les systèmes cultivés

Matière organique et fertilité physique



Johannes et al., 2017

Valeurs de référence et réalité



Valeurs de référence et réalité

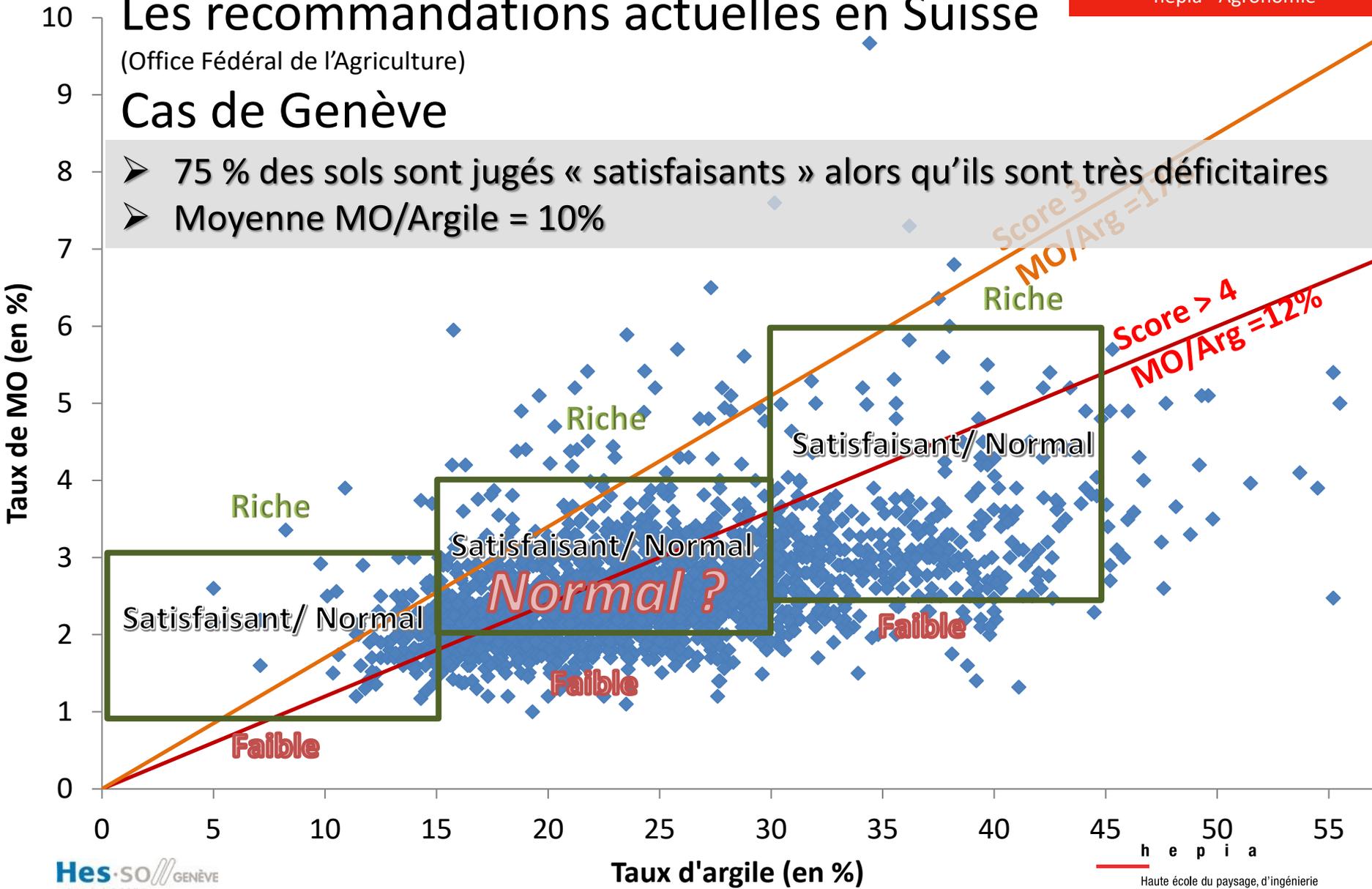


Les recommandations actuelles en Suisse

(Office Fédéral de l'Agriculture)

Cas de Genève

- 75 % des sols sont jugés « satisfaisants » alors qu'ils sont très déficitaires
- Moyenne MO/Argile = 10%



Contenu



1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice collatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

Plans carbone: Genève



hepia - Agronomie

- Objectif 2050 : -500'000 tCO2e / an
- Fiche 6.5: 15'000 tCO2e / an dans les sols agricoles
- **Besoin des sols genevois : + 70% => Manquent 700'000 t dans les sols pour une qualité minimale (i.e. MO/arg de 17%)**



PLAN CLIMAT CANTONAL 2030 2^e GÉNÉRATION

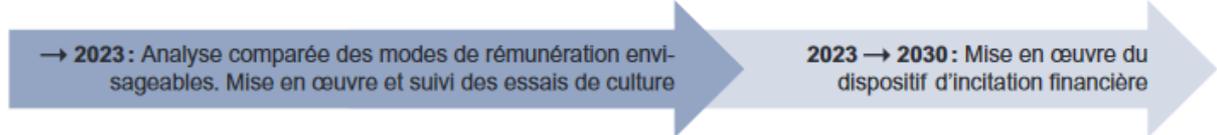


PARTIE I: Objectifs et stratégie
PARTIE II: Plan de mesures 2021-2023

Fiche 6.5

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

Objectif CO₂: 15'000 tCO₂e



Enjeux
Selon la majorité des modèles prévisionnels, la quantité annuelle des précipitations ne changera pas. Par

Description

- Développer des essais de cultures pour adapter les conseils techniques aux particularités du territoire

L'initiative 4 pour 1000

Le principe

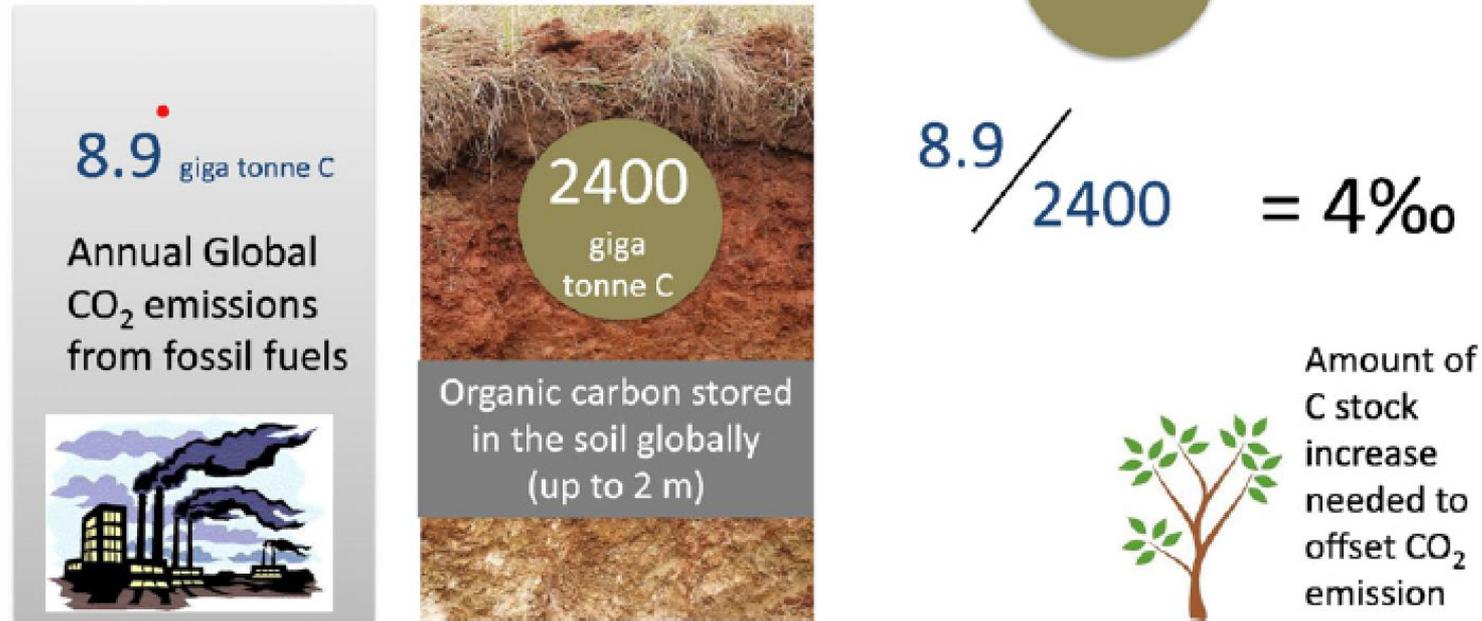


Fig. 1. The 4 per 1000 soil carbon sequestration initiative (adapted from Ademe, 2015).

L'initiative 4 pour 1000



hepia - Agronomie



“ An annual increase of the world soil organic carbon by 4‰ (or 0,4%) of its value can halt the annual increase in CO₂ in the atmosphere “

The 4per1000 Initiative, COP21 (2015)



Storing CO₂ as soil organic matter (SOM) is the only NET that is both effective, affordable and immediately deployable at large scale

EASAC (2018)



4/1000

$$MO_{\text{Année 2}} = MO_{\text{Année 1}} \times 1.004$$

$$\Delta MO_{(\text{Année 2} - \text{Année 1})} = MO_{\text{Année 1}} * 4/1000$$

L'initiative 4 pour 1000



“ An annual increase of the world soil organic carbon by 4‰ (or 0,4%) of its value can halt the annual increase in CO₂ in the atmosphere “

The 4per1000 Initiative, COP21 (2015)



Storing CO₂ as soil organic matter (SOM) is the only NET that is both effective, affordable and immediately deployable at large scale

EASAC (2018)

4/1000 X 30 ans : + 13%

Rappel : besoin des sols genevois : + 70%

Etude de cas sur l'arc lémanique



- Toutes les parcelles agricoles sont analysées au moins chaque 10 ans
 - Analyses fiables et archivées (HEPIA – Sols)
 - Focus sur Grandes culture (GC)
- Teneurs sur 0-20 cm - potentiel de séquestration par écart au minimum acceptable
- Rétrospective 1993 – 2020 (\approx 2300 parcelles) : taux d'évolution
- Liens pratiques - Taux d'évolution: 103 parcelles – 53 exploitants (10 dernières années)

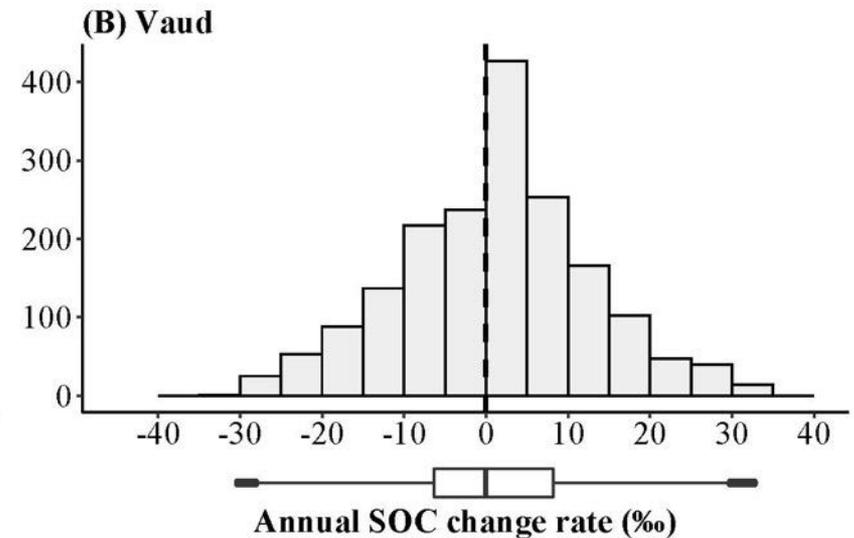
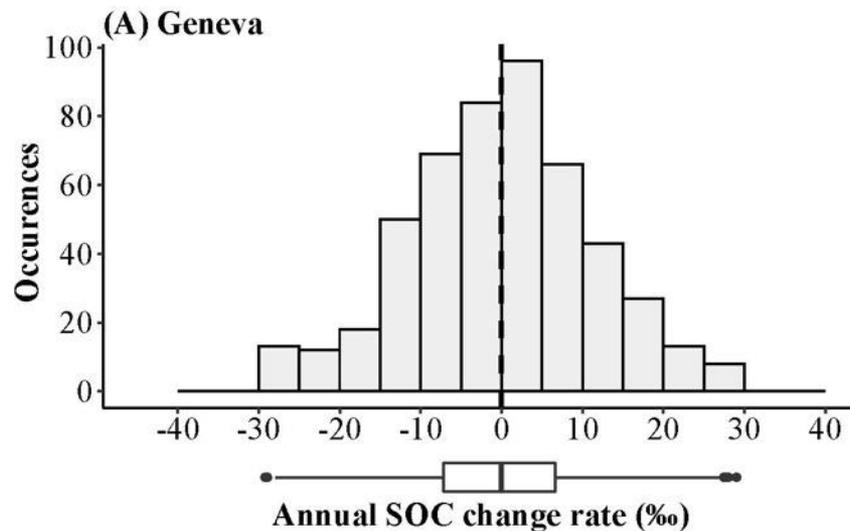
Etude de cas sur l'arc lémanique



L'évolution des teneurs

Grandes cultures – Vaud et Genève – 0-20 cm

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



Source : Dupla et al., 2021

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

Etude de cas sur l'arc lémanique



Une tendance temporelle positive !

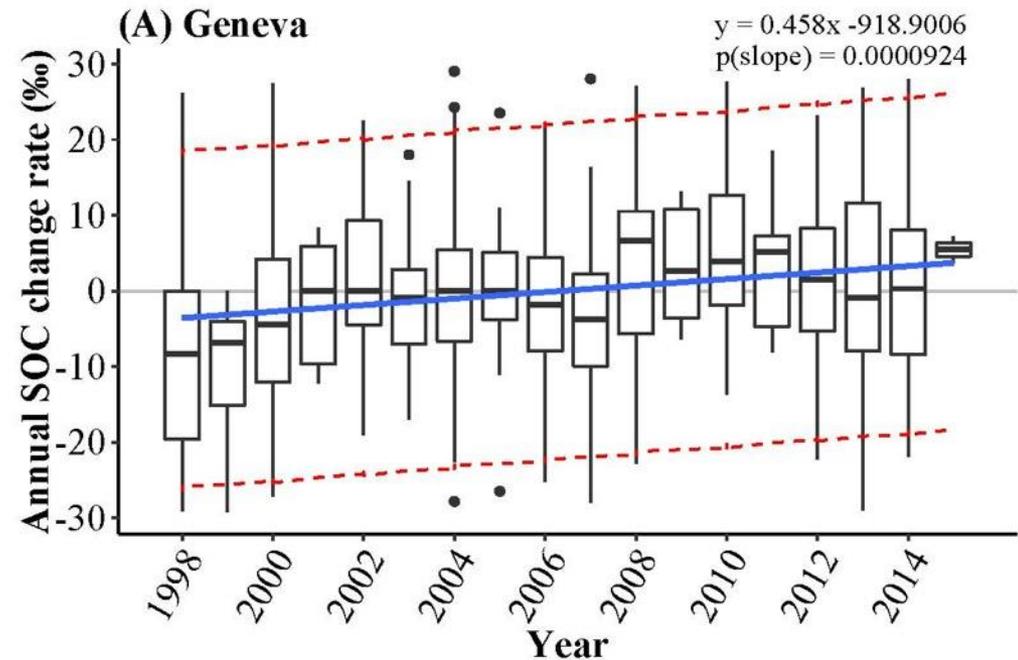
A partir de 2006 le taux d'évolution annuel moyen devient positif

-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) canton as a function of the average year between two analyses. Solid line: linear regression. Dashed line : 95% local regression prediction interval. In Dupla et al, 2021

Etude de cas sur l'arc lémanique



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

Contenu



1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice colatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

ACS - Est ce que « ça marche » ?

Un débat scientifique tendu



hepia - Agronomie

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

Réduction voire suppression du travail du sol



Couverture permanente du sol



Amélioration de la rotation des cultures



ACS - Est ce que « ça marche » ?

Un débat scientifique tendu



 **frontiers**
in Environmental Science

EDITORIAL
published: 12 November 2018
doi: 10.3389/fenv.2018.00135



ELSEVIER

jo

Soil carbon 4 per mille

PERSPECTIVE

PUBLISHED ONLINE: 30 JULY 2014 | DOI: 10.1038/NCLIMATE2292

nature
climate change

Editorial: Agroecosystems Facing Global Climate Change: The Search for Sustainability

José M. Mirás-Avalos^{1*} and Philippe C. Baveye²

Agriculture, Ecosystems and Environment 188 (2014) 134–146

Limited potential of n change mitigation

David S. Powlson^{1*}, Clare M. Stirling², M. L. and Kenneth G. Cassman⁵



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Agriculture, Ecosystems and Environment

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



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



Etude de cas sur l'arc lémanique



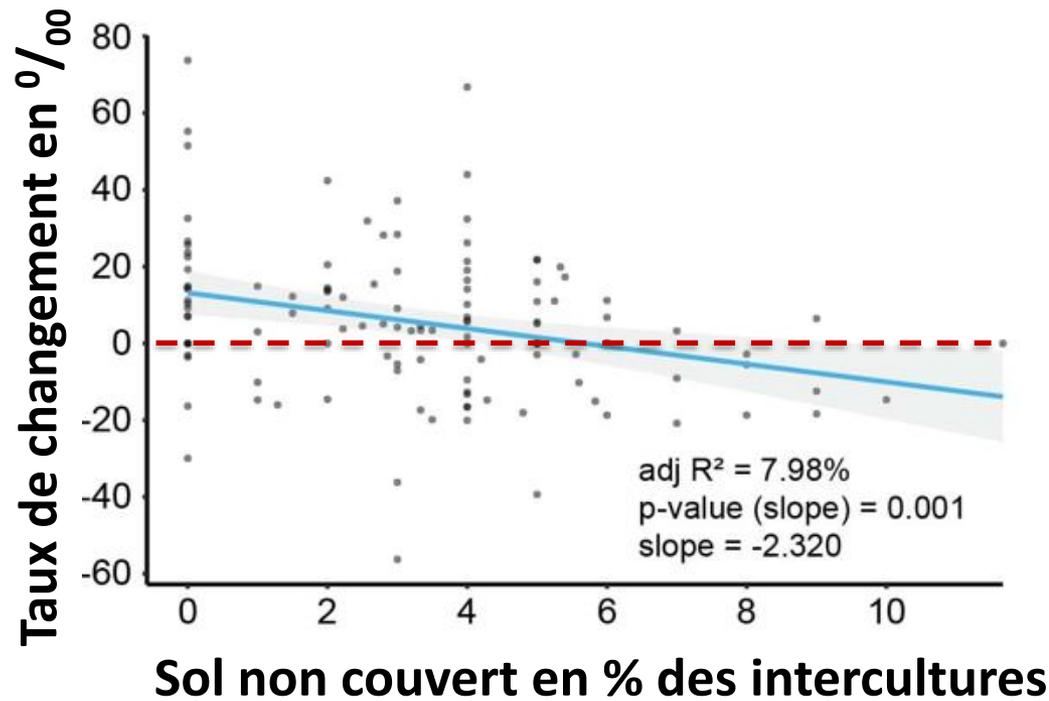
- Couverts végétaux +++
- Bilan organique ++
- Travail du sol --



Levier couverts végétaux

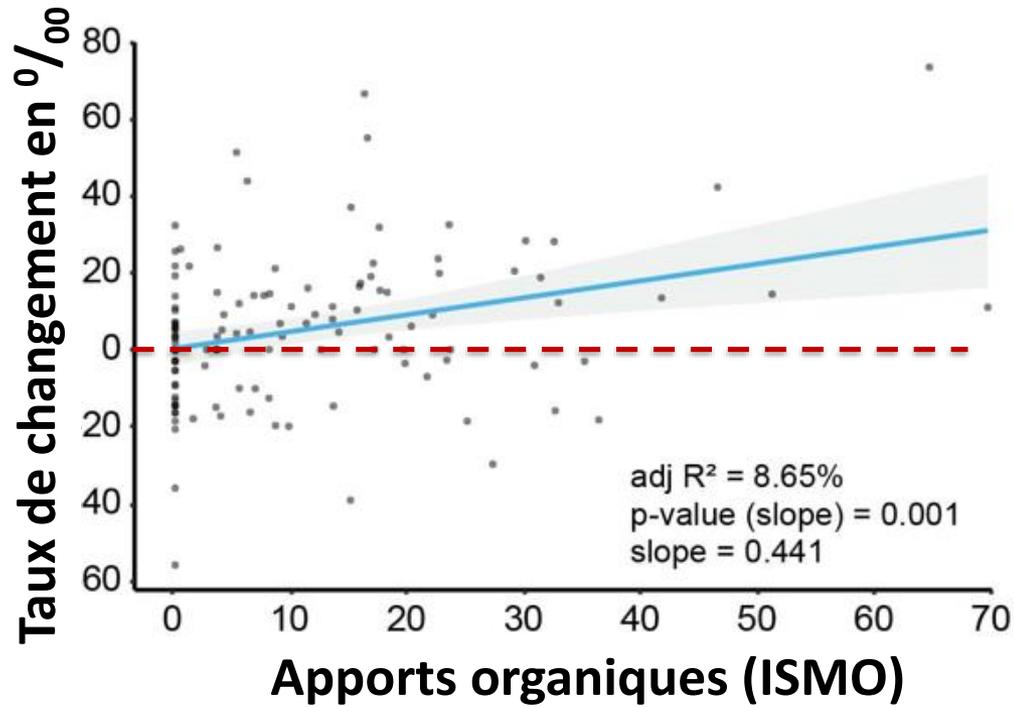


hepia - Agronomie



Source : Dupla et al., 2022

Levier apports organiques

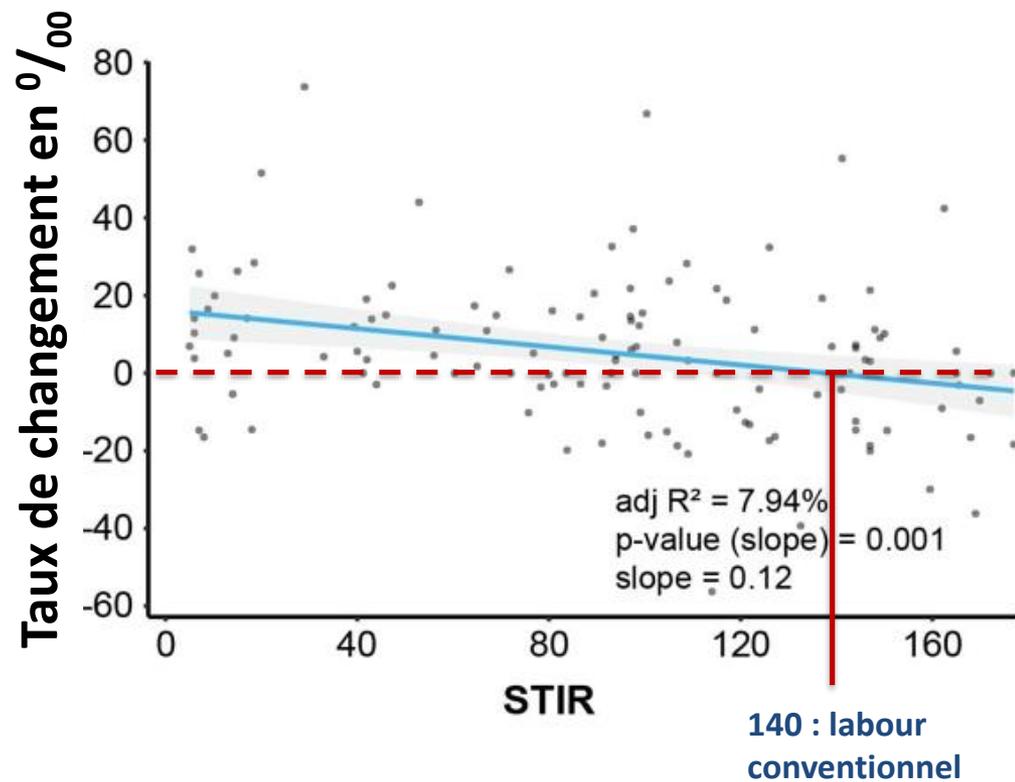


Source : Dupla et al., 2022

Levier intensité mécanique

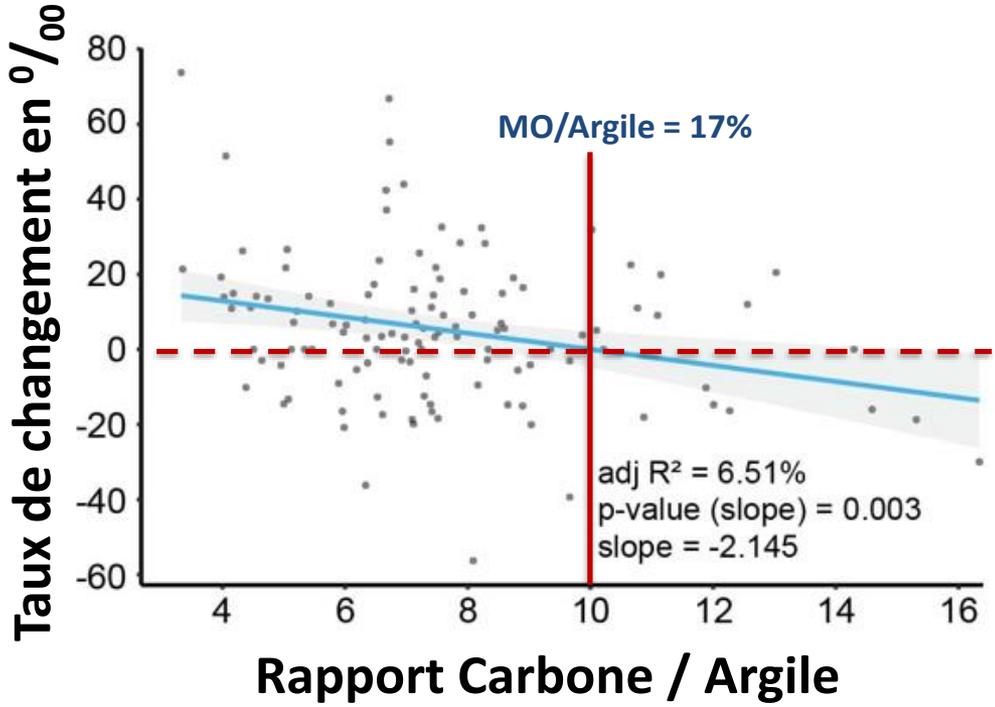


hepia - Agronomie



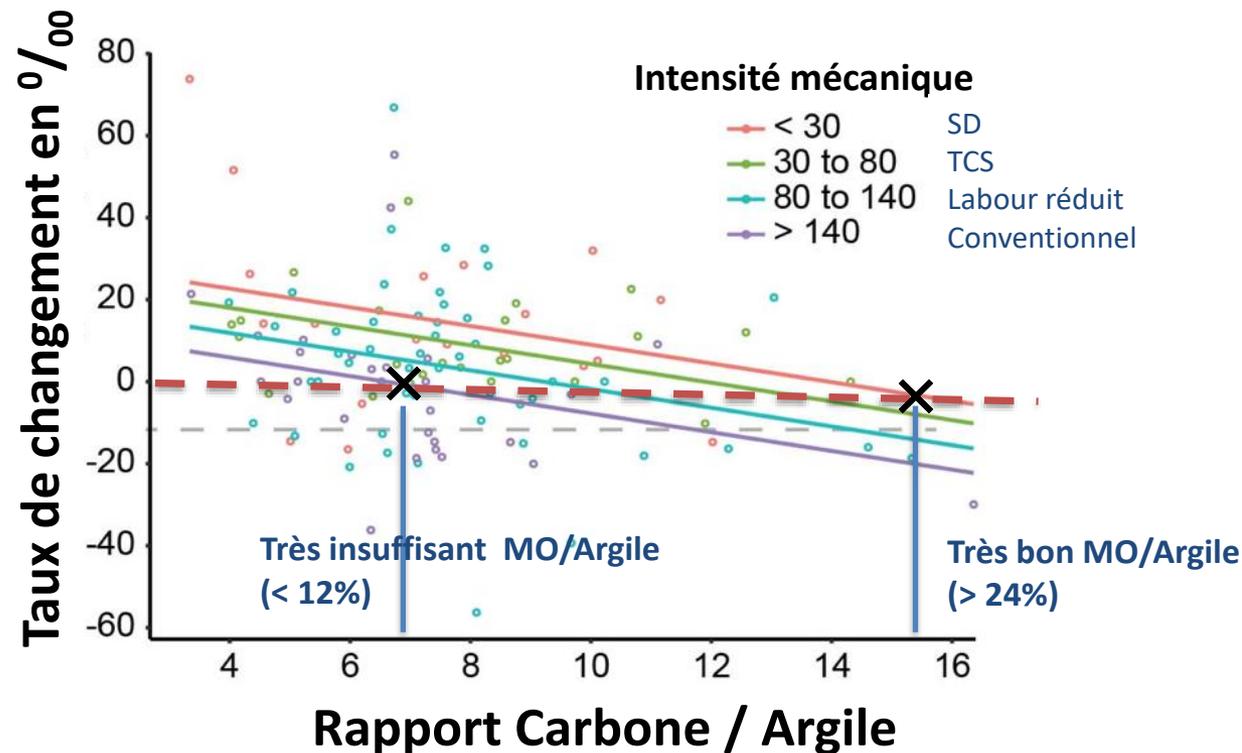
Source : Dupla et al., 2022

Levier rapport MO/argile initial



Source : Dupla et al., 2022

Les effets sont additifs



Source : Dupla et al., 2022

Il n'est pas possible de séquestrer si le sol est travaillé, sauf sur sol très pauvre

Contenu



1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice collatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

Stratégie ?



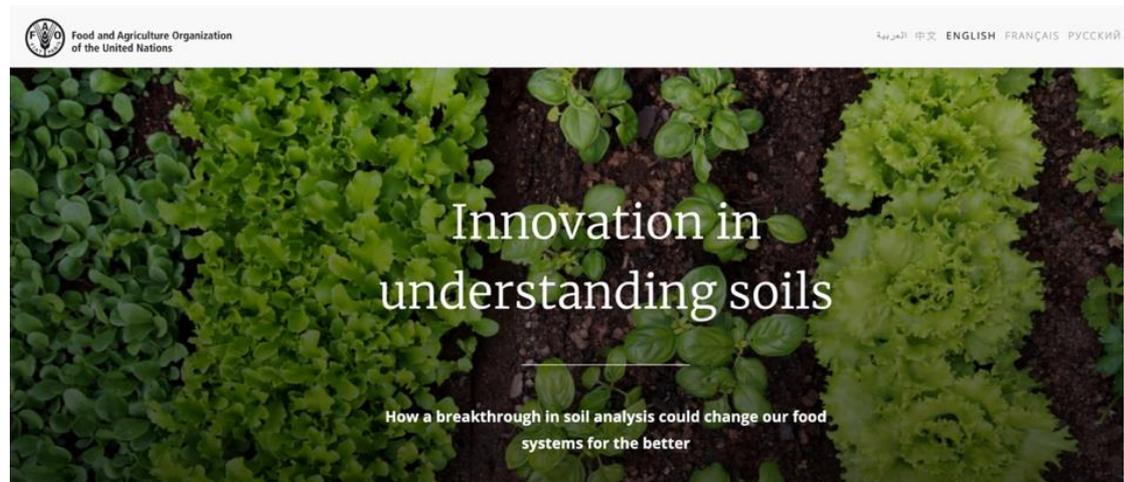
- Eviter les pièges
 - Les identifier
 - Se former
- S'appuyer sur les acteurs de la chaîne de valeur
 - Pas de label
 - Travailler au résultat
- Hiérarchiser les priorités
 - Régénérer
 - Diminuer la pression pesticide
 - Améliorer le bilan GES (azote !)



Les pièges



- Viser directement le carbone (biochars, labours profonds...)
- Attention aux solutions simples
- Le mirage de la technologie et du « big data »
- S'éloigner des acteurs
- Les certificats carbone non compatibles IPCC, non suivis



Les mauvaises questions

- La réversibilité de la séquestration
- Conflit entre AC et AB... l'ABC !
- Se concentrer sur des moyennes
 - Nous suivons des pionniers
- Développer des labels
 - Savoir en pleine évolution. Un label fige – danger
 - Eviter le normatif
 - Eviter le déclaratif: travailler aux résultats est possible



Colloque SFER/RMT DevAB/Laboratoire Cultures et sociétés en Europe
"Les transversalités de l'agriculture biologique", Strasbourg, 23-24 juin 2011

Agriculture biologique et agriculture de conservation : ruptures et transversalités entre deux communautés de pratiques

Philippe Fleury (1), Carole Chazoule (2), Joséphine Peigné (3)

(1) ISARA-Lyon, Département Sciences Sociales et de Gestion, Laboratoire d'Etudes Rurales, e-mail: fleury@isara.fr

(2) ISARA-Lyon, Département Sciences Sociales et de Gestion, Laboratoire d'Etudes Rurales, e-mail: chazoule@isara.fr

(3) ISARA-Lyon, Département Agro-systèmes Environnement et Production, e-mail: peigne@isara.fr



Agenda : AB + AC = ABC
Comment associer Agriculture Biologique et Agriculture de Conservation ?

Le labour profond du sol est un moyen prometteur de compenser les émissions de

 **frontiers**
in Environmental Science

PERSPECTIVE
published: 10 September 2020
doi: 10.3389/fenvs.2020.579904

Une nouve
re

OPEN ACCESS

Edited by:
Sonoko D. Bellingrath-Kimura,
Leibniz Centre for Agricultural
Landscape Research (ZALF),
Germany

Soil Organic Matter Research and Climate Change: Merely Re-storing Carbon Versus Restoring Soil Functions

Philippe C. Baveye^{1,2}, Laura Sophie Schnee³, Pascal Boivin⁴, Magdeline Laba⁵ and
Ricardo Radulovich^{6†}*



Politique agro-environnementale: changer de paradigme !



Land Use Policy 30 (2013) 628–641

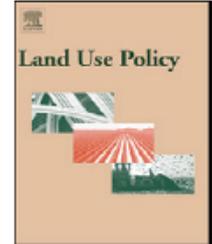


ELSEVIER

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Land Use Policy

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



Review

Result-oriented agri-environmental schemes in Europe and their potential for promoting behavioural change

Rob J.F. Burton^{a,*}, G. Schwarz^b

- Pas d'approche normative ni dogmatisme
- Stimulation de l'auto-apprentissage, effet levier et durée
- Acceptabilité sociale, soutien sociétal
- ! Nécessite des indicateurs appropriés, auto-monitoring ✓

Et sur Genève ?



- Rémunérer au résultat
- Objectif qualité des sols
 - Bénéfice collatéral = carbone
- Sur les leviers : revenu annuel
 - Biomasse et durée des couverts
 - Apports organiques
 - Intensité mécanique
 - Rapport MO/Argile
- Carbone: émission de crédits à 5 ou 10 ans
 - Hors du champ du programme agricole de préférence

Contenu



1. Le péril des sols genevois
2. Facteur clé en agriculture : le carbone organique des sols
3. Bénéfice collatéral : le bilan carbone
4. Les piliers et solutions opérationnelles à Genève
5. Agriculture et plans climat : méthode et pièges
6. Prise en compte des sols urbains

Défis dans les zones urbaines

- Augmentation des risques d'inondation
- Désertification, imperméabilisation des surfaces, sécheresse, sols de très faible qualité => échec des plantations d'arbres
- Aggravation prévue avec le changement climatique



2005. Zurich main station only 4 cm above flood level



Geneva. Concrete pit for tree plantation



Urban Anthrosol

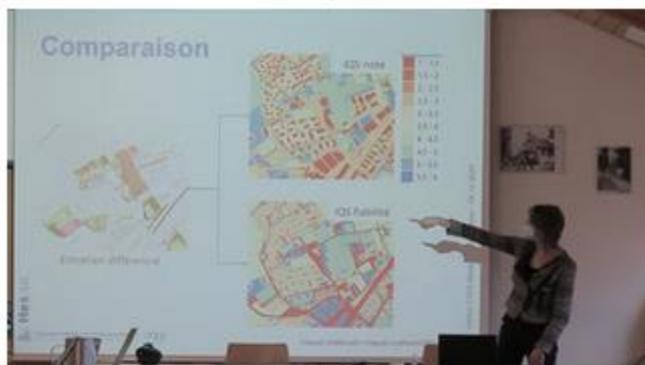


Opportunités dans les zones urbaines



- Canton de Genève : > 25% de la surface est imperméabilisée mais peut devenir active pour l'infiltration
- Ville de Genève : 4300 arbres intra-muros ; presque tous les apports pluviaux peuvent s'infiltrer dans les fosses de plantation
- Grand intérêt des urbanistes - nouveaux projets de quartiers en cours
 - **Création de technosols à partir de matières organiques pyrolysées recyclées**
 - **Conception de tranchées de plantation d'arbres permettant l'infiltration et la dépuración des eaux de ruissellement urbaines ainsi que l'amélioration des conditions de plantation d'arbres**

Exemple du projet pilote IQSMorges



⇒ **Projet pilote IQSM de carte interactive de qualité des sols**

- **Sur la base des informations géoréférencées existantes**
- **Mise à jour dynamique**



<https://www.regionmorges.ch/wp-content/uploads/durabilas-notes-no3-indice-de-qualite-des-sols.pdf>



Merci pour votre attention !



Brentini, 2020