

# L'agriculture de conservation des sols ACS

Comme moyen d'adaptation aux changements climatiques

Pascal Boivin – Professeur Science du sol - Agronome  
HEPIA - Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale

*pascal.boivin@hesge.ch*



# Qualité des sols



- Définie comme l'aptitude des sols « à fonctionner »  
= à assurer leurs fonctions.

Soil Biology and Biochemistry 120 (2018) 105–125



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Soil Biology and Biochemistry

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/soilbio](http://www.elsevier.com/locate/soilbio)

Review Paper

Soil quality – A critical review

Else K. Bünemann<sup>a,\*</sup>, Giulia Bongiorno<sup>a,b</sup>, Zhanguo Bai<sup>c</sup>, Rachel E. Creamer<sup>b</sup>, Gerlinde De Deyn<sup>b</sup>,  
Ron de Goede<sup>b</sup>, Luuk Fleskens<sup>d</sup>, Violette Geissen<sup>d</sup>, Thom W. Kuyper<sup>b</sup>, Paul Mäder<sup>a</sup>,  
Mirjam Pulleman<sup>b,e</sup>, Wijnand Sukkel<sup>f</sup>, Jan Willem van Groenigen<sup>b</sup>, Lijbert Brussaard<sup>b</sup>

# Production de biomasse



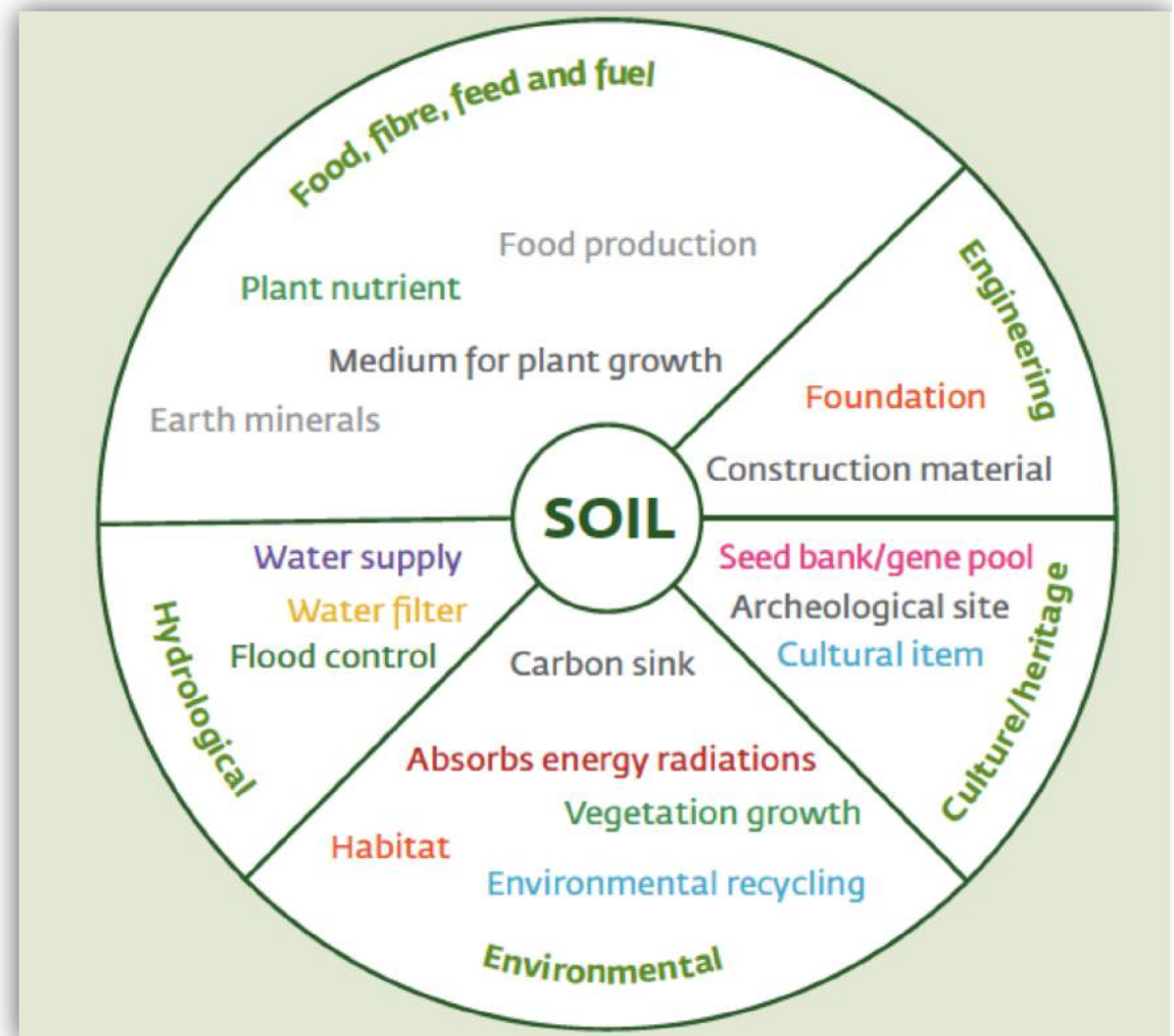
- L'une des fonctions des sols

<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>



2015

Année internationale  
des sols

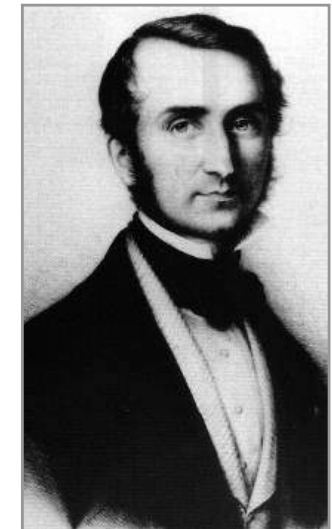
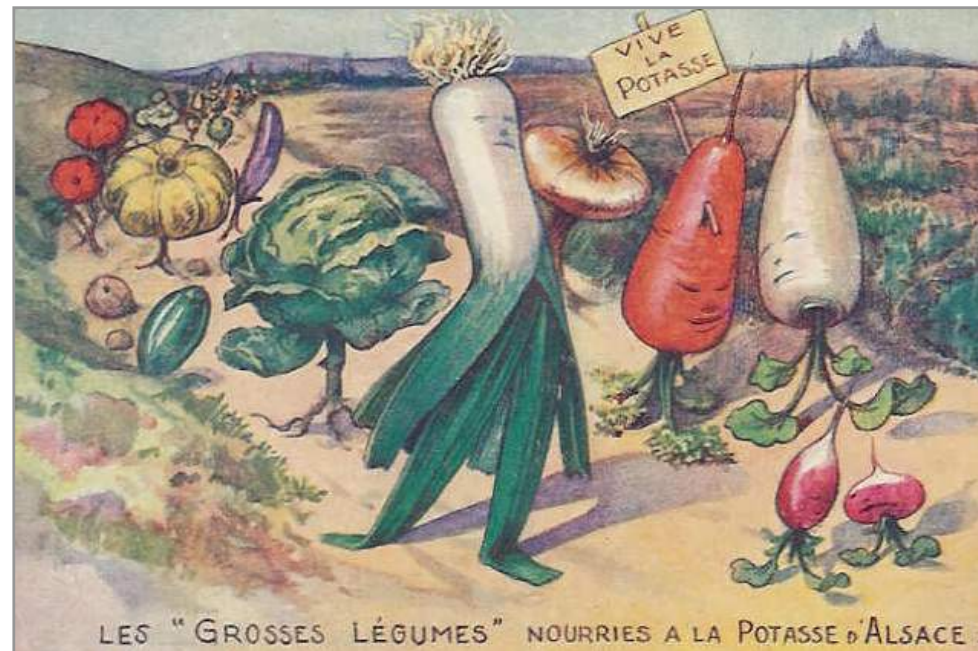
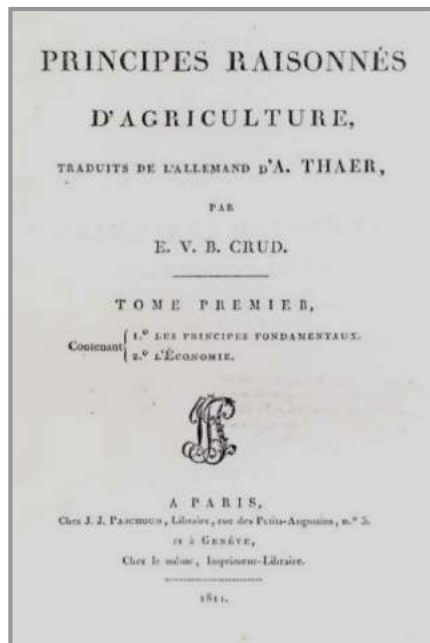


# La fertilité – aspect historique

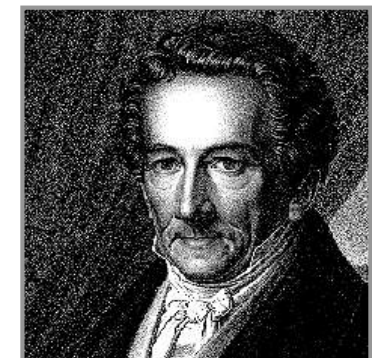
*Feller, SOM history, 2004*



- Théorie de l'Humus (THAER, 1809-1812), la fertilité dépend en partie du bilan humique
- Contre théorie Minérale (LIEBIG, 1840): une question de fertilisation minérale



*Julius Liebig*



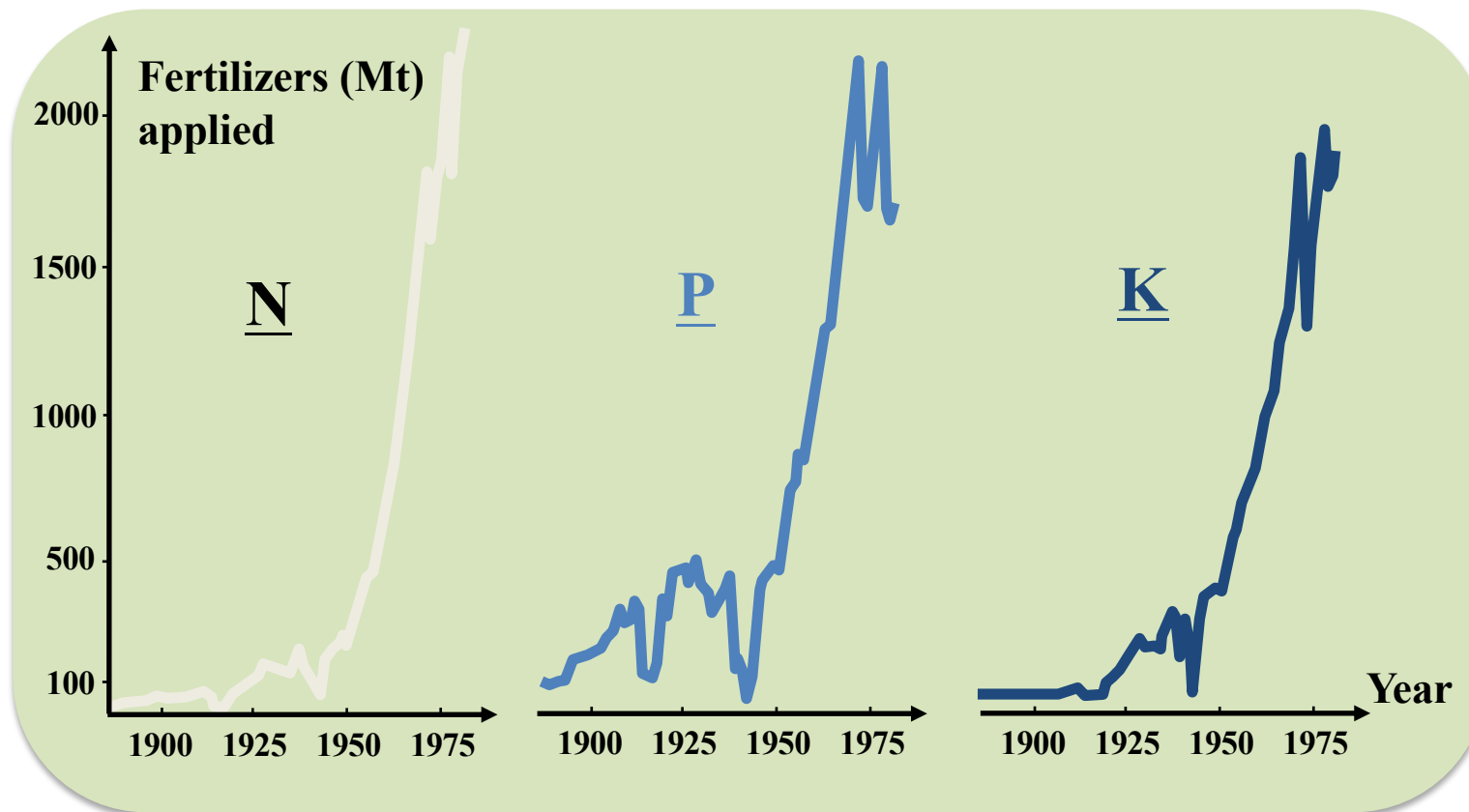
*Albrecht Thaer*

haute école du paysage, d'aménagement  
et d'architecture de Genève

# L'ère NPK (1850-1950) Fertilisation chimique



**Augmentation de la consommation de fertilisants en France de 1886 à 1954 (J. Boulaïne, 1989)**



**Rendements multipliés par 10**

*Feller, SOM history, 2004,*

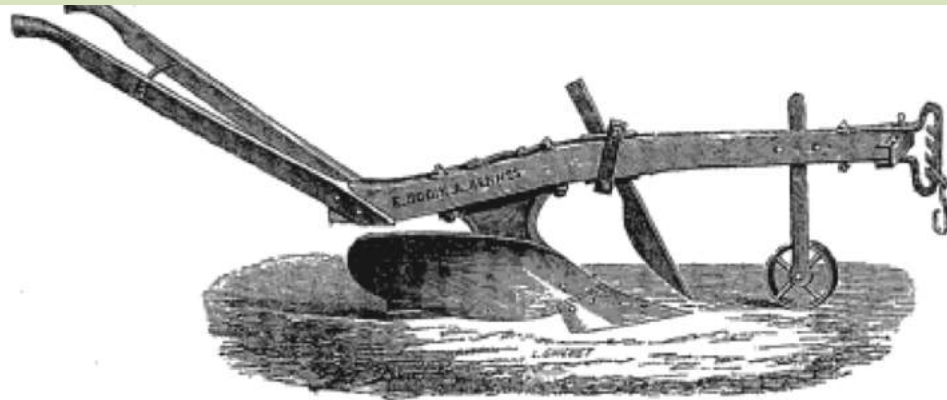


# En même temps ou presque ...



- *Le sol actif est cette couche superficielle de la terre cultivée par les instruments agricoles et dont l'épaisseur dépend de la profondeur des labours. ../..*
- *Le sol vierge vient immédiatement au dessous du sol actif, et il peut jusqu'à un certain point passer lui-même à l'état de sol actif, quand les puissants instruments dont dispose aujourd'hui la machinerie agricole le mélangent à ce sol actif avec lequel il s'incorpore avantageusement ../..*
- *Quant à la composition du sous-sol elle est très-variable et souvent très-mauvaise.*
- *Les cultivateurs qui ne labourent que superficiellement de semblables terrains entendent mal leur intérêt*

RAPPORT fait à la Société d'Agriculture de Wassy, par **M. C. VAILLANT** :  
**Des labours profonds, de leur utilité**  
**et des instruments propres à les exécuter. (1875)**



# Labour et augmentation de la pression mécanique



- Machinisme: après la seconde guerre mondiale
- Labour plus profond
- Machines plus puissantes
- → perte de carbone organique (dilution et minéralisation)
- → Stress physique (tassement – éclatement – cisaillement)



# Une agriculture minière...



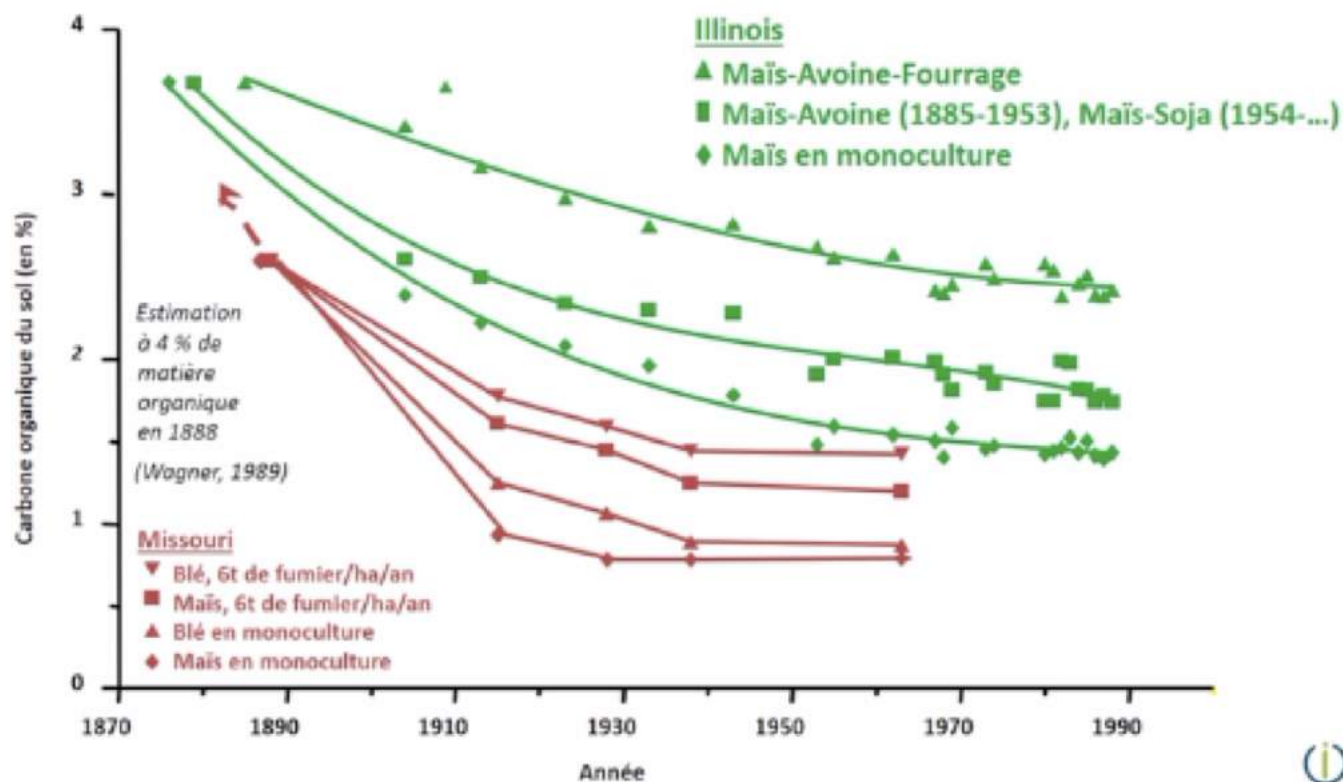
- La fertilité est gérée « hors sol »
  - Les apports minéraux
- La fertilité est gérée « contre le sol »
  - Le travail du sol
- La rencontre d'une idéologie (19<sup>ème</sup> siècle), d'un modèle économique, et d'opportunités technologiques (post 2<sup>ème</sup> guerre mondiale)
- La matière organique est passée « sous les radars »
- Les modèles et techniques agricoles ont appauvri les sols en MO (↘ 50-70%)



# Labour, exportations, rotations courtes



Effet à long terme des rotations de culture sur la matière organique des sols (*D. Reicosky, USDA*)



# Productivité durable

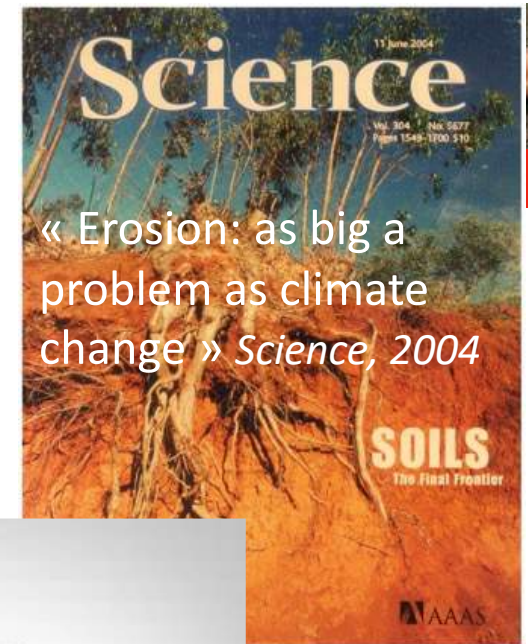
- Est-ce un problème ?
- Oui !

Earth has lost a third of arable land in past 40 years, scientists say

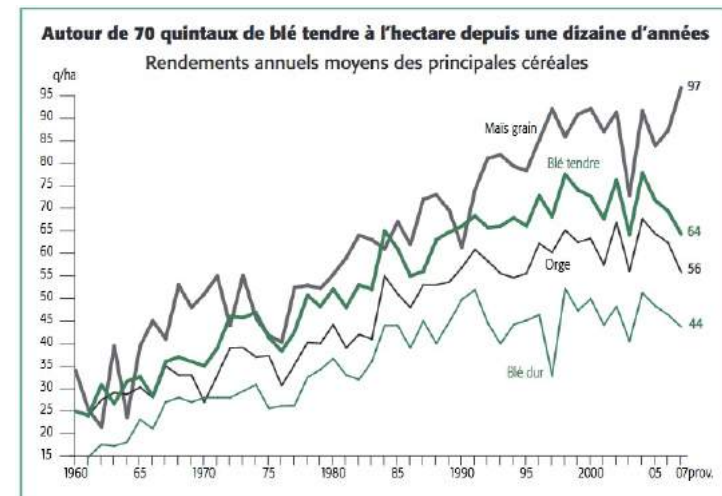
Experts point to damage caused by erosion and pollution, raising major concerns about degraded soil amid surging global demand for food



Soil erosion takes effect on Suffolk farmland in the UK. Photograph: Alamy



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



Source : Agreste - Statistique agricole annuelle





# 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



RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

## Le Giec alerte sur la dégradation des terres de la planète

Par **Christophe Jossat**,

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 Laguna de Asaleto, au Chili.) REUTERS/Matias Delacort

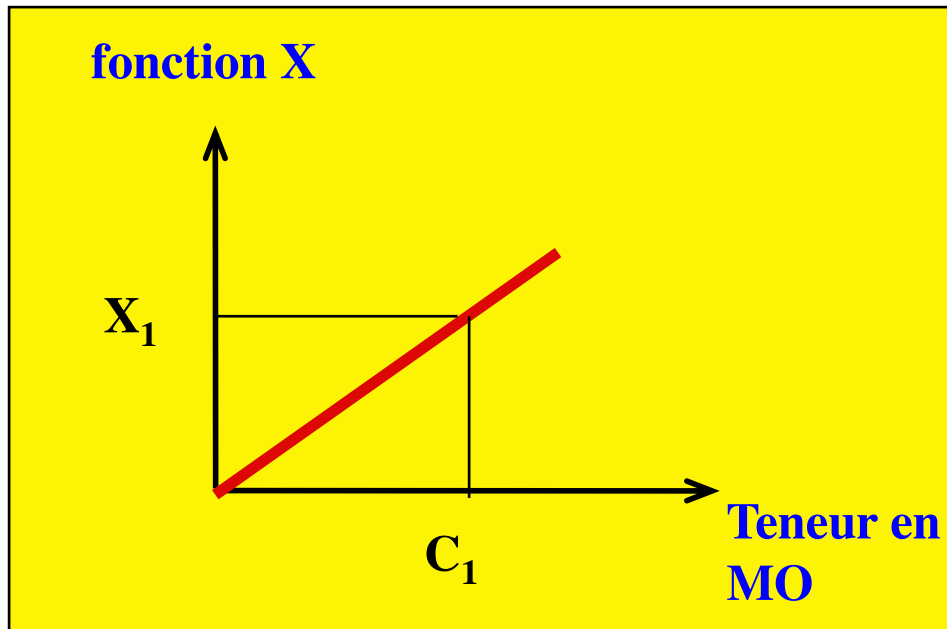


## RAPPORT SPÉCIAL DU GIEC SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'UTILISATION DES SOLS

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).

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

# Restaurer les teneurs en matière organique: une urgence agricole et environnementale



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

Fonctions dans l'écosystème  
Fonctions dans les sols

Le climat...

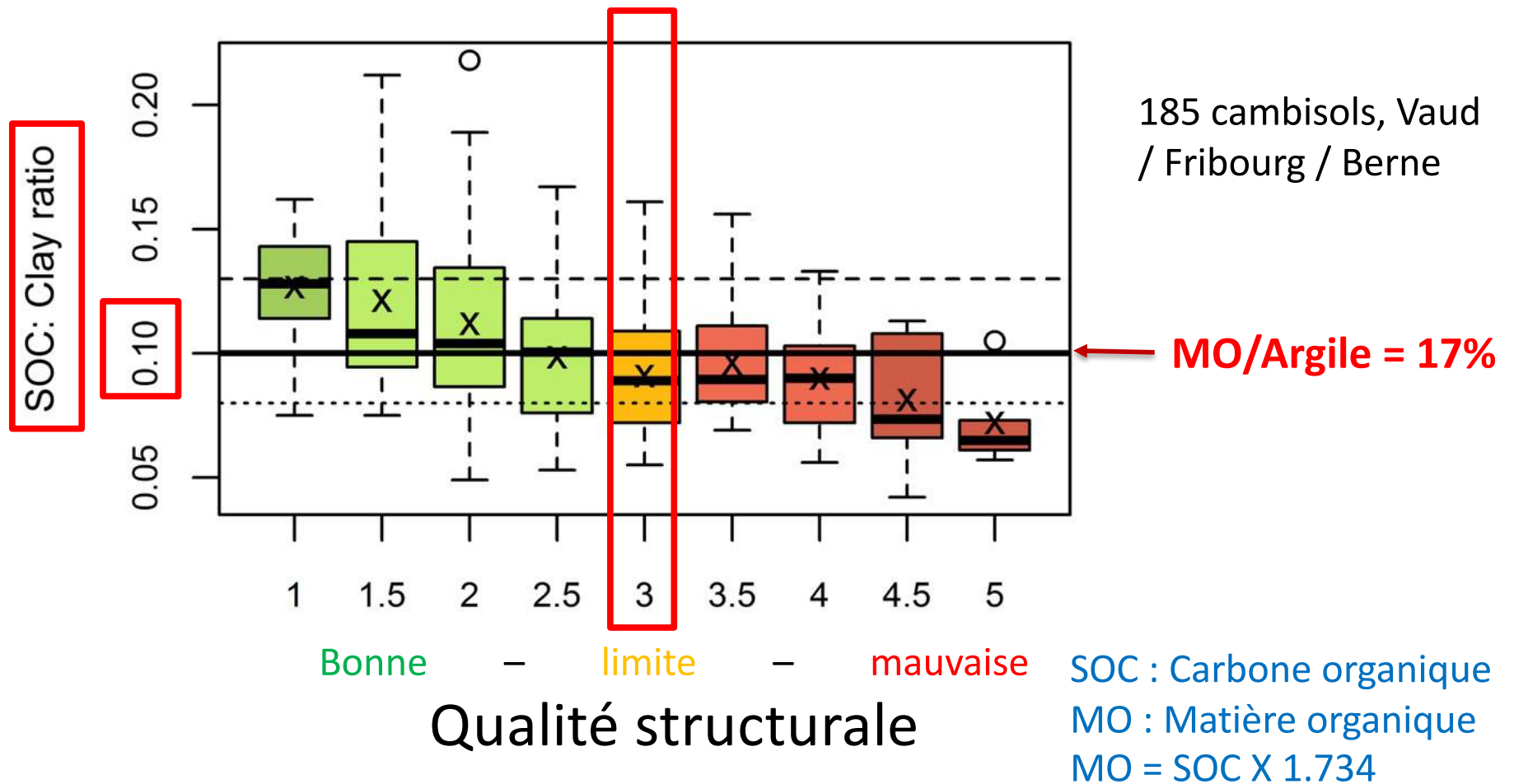
**LE 4 POUR 1000**  
LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS  
POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LE CLIMAT



# Ex: Portance, drainage et humus



# Matière organique et qualité de la structure

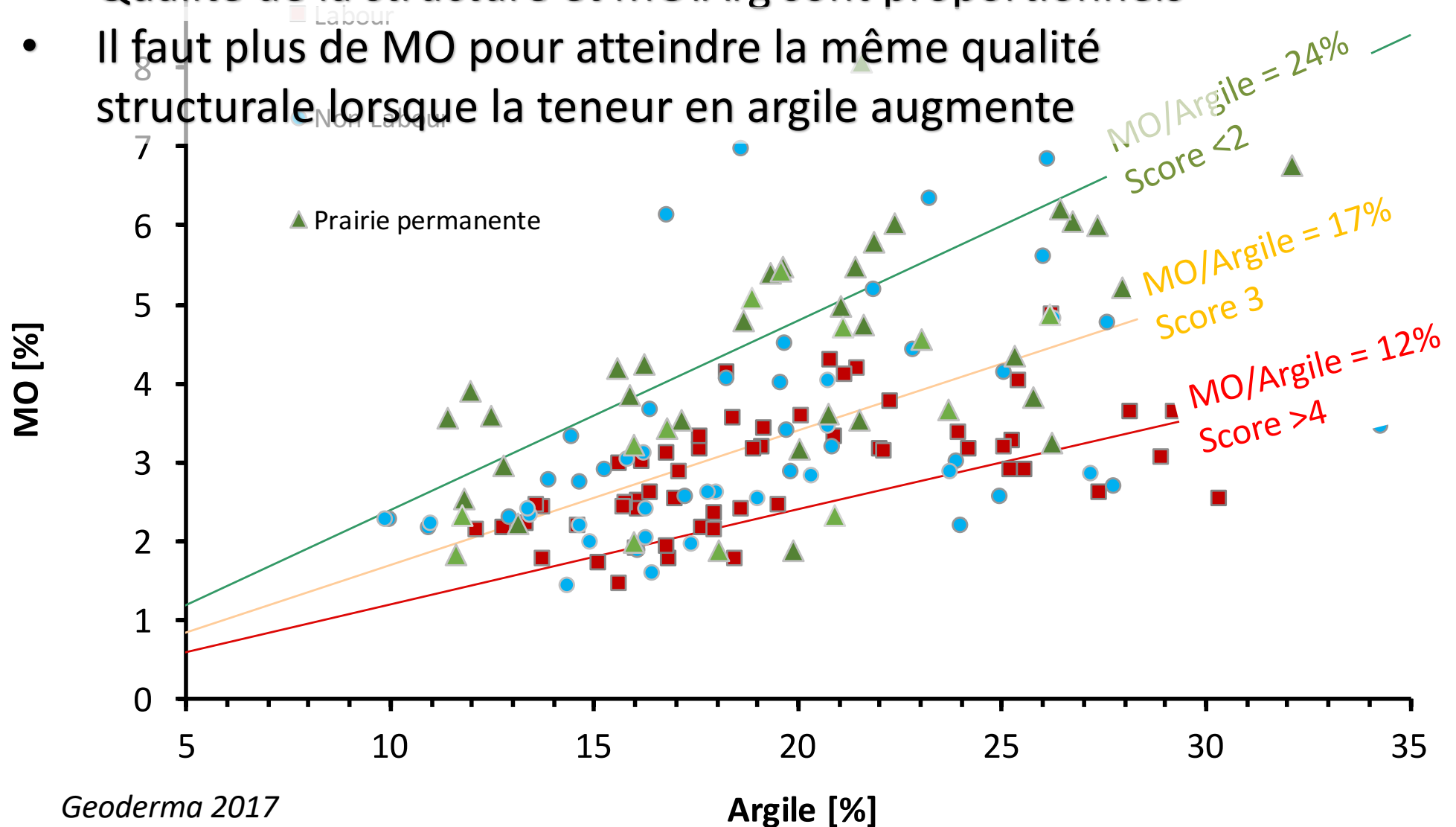




# MO:Argile échelle de vulnérabilité



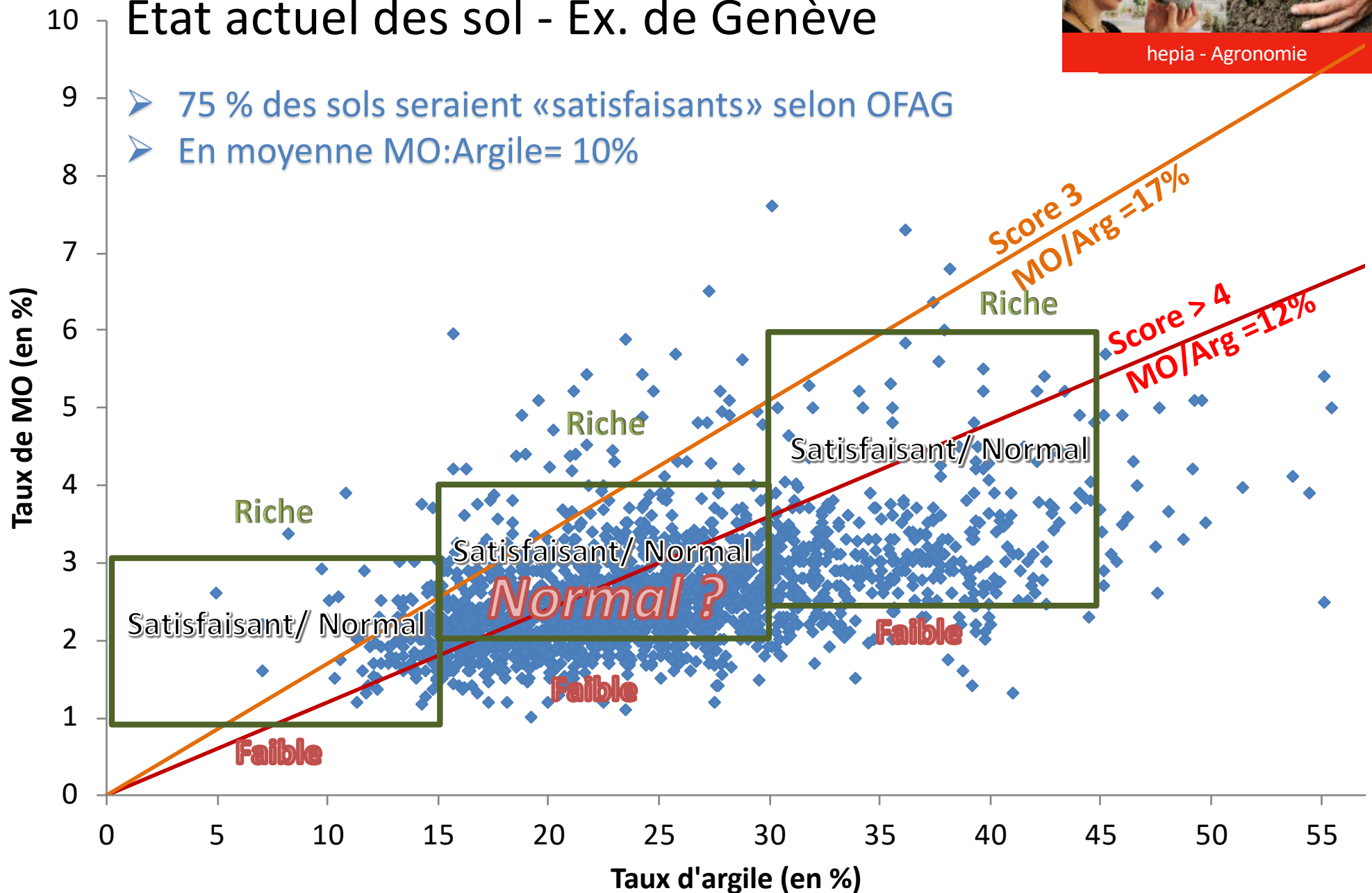
- Qualité de la structure et MO:Arg sont proportionnels
- Il faut plus de MO pour atteindre la même qualité structurale lorsque la teneur en argile augmente





# Etat actuel des sol - Ex. de Genève

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





# La composante climatique



# Un chiffre pour rêver

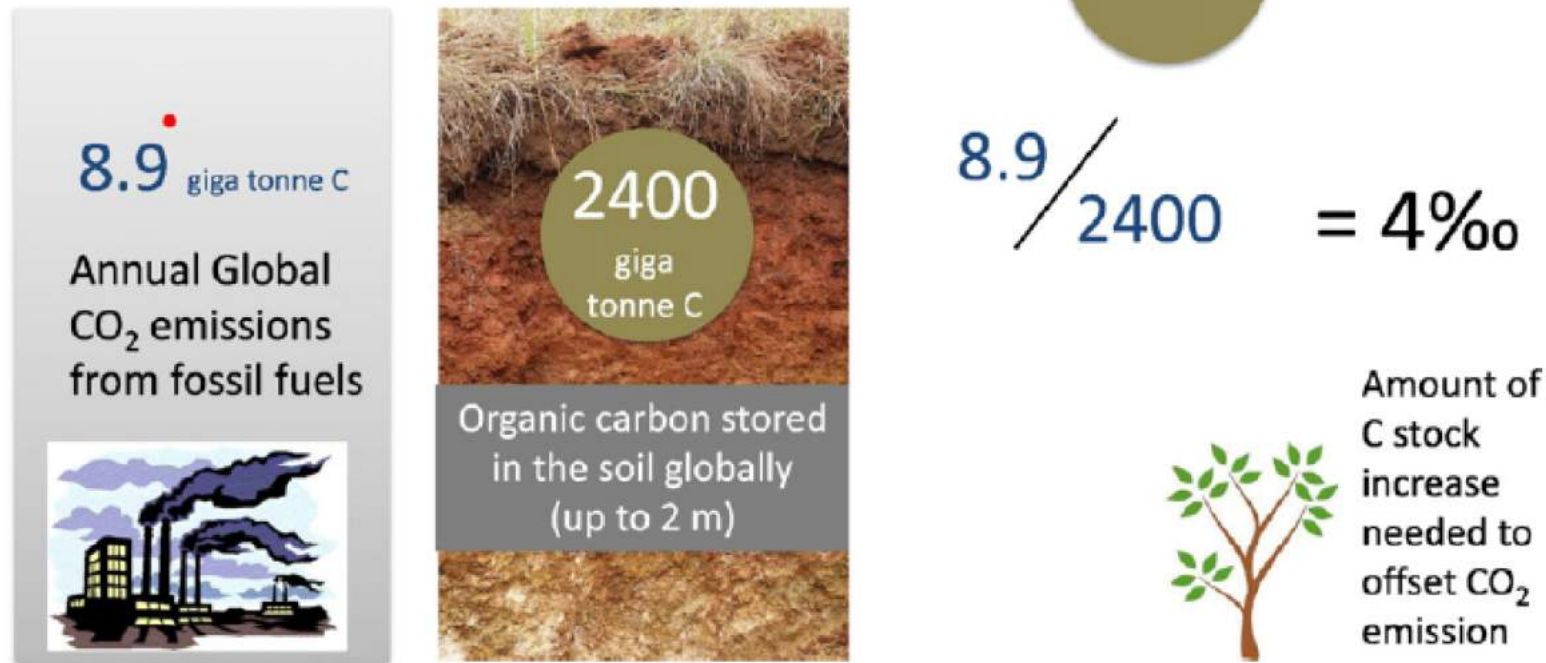


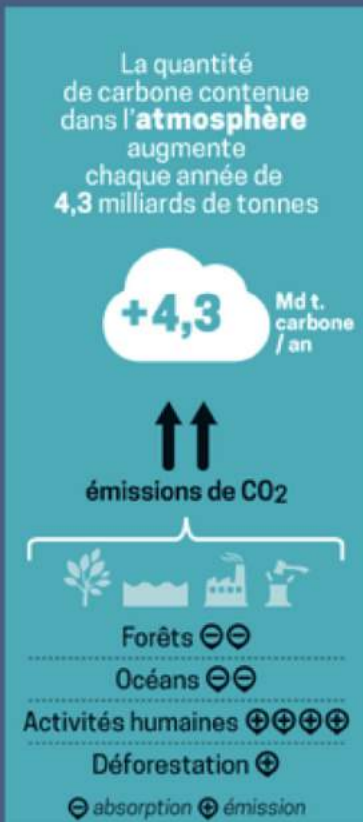
Fig. 1. The 4 per 1000 soil carbon sequestration initiative (adapted from Ademe, 2015).



# LE 4 POUR 1000

LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS  
POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LE CLIMAT

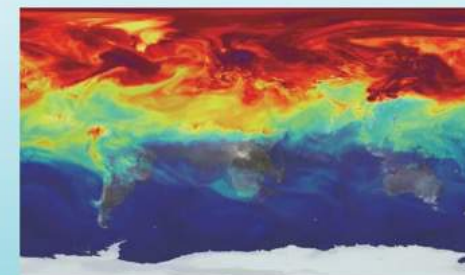
Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt



hepia - Agronomie

European Academies  
**ea sac**  
Science Advisory Council

Negative emission technologies:  
What role in meeting Paris Agreement targets?



EASAC policy report 34  
February 2018  
ISBN: 978-3-8047-3841-6  
This report can be found at  
[www.easac.eu](http://www.easac.eu)

Science Advice for the Benefit of Europe

## COMMENT STOCKER PLUS DE CARBONE DANS LES SOLS ?

Plus on couvre les sols, plus les sols sont riches en matière organique, et donc en carbone. Jusqu'à présent, la lutte contre le réchauffement climatique s'est beaucoup focalisée sur protection et la restauration des forêts. En dehors des forêts, il faut favoriser le couvert végétal sous toutes ses formes.

Ne pas laisser un sol nu et moins travailler le sol ;  
ex. : les techniques sans labour

Introduire davantage de cultures intermédiaires, intercalaires et de bandes enherbées

Développer les haies en bordure des parcelles agricoles et l'agroforesterie

Optimiser la gestion des prairies, par exemple allonger la durée de pâturage

Restaurer les terres dégradées, par ex. les zones arides et semi arides du globe

Comme cela ?

# Agriculture de conservation: les trois piliers



- L'absence de travail mécanique du sol
- La diversification et l'allongement des rotations
- La couverture permanente des sols par les intercultures
- <http://agriculture-de-conservation.com/>
- <http://www.ecaf.org/>

# ACS - Est ce que « ça marche » ?

Un débat scientifique tendu



Geoderma 292 (2017) 59–86



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Geoderma

Geoderma 309 (2018) 118–123



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

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



PERSPECTIVES  
PUBLISHED ONLINE



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Agriculture, Ecosystems and Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/agee](http://www.elsevier.com/locate/agee)



Limited  
change

David S. Powlson  
and Kenneth C. Denno

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

Bassem Dimassi<sup>a</sup>, Bruno Mary<sup>a,\*</sup>, Richard Wylleman<sup>c</sup>, Jérôme Labreuche<sup>b</sup>,  
Daniel Couture<sup>b</sup>, François Piraux<sup>b</sup>, Jean-Pierre Cohan<sup>b</sup>

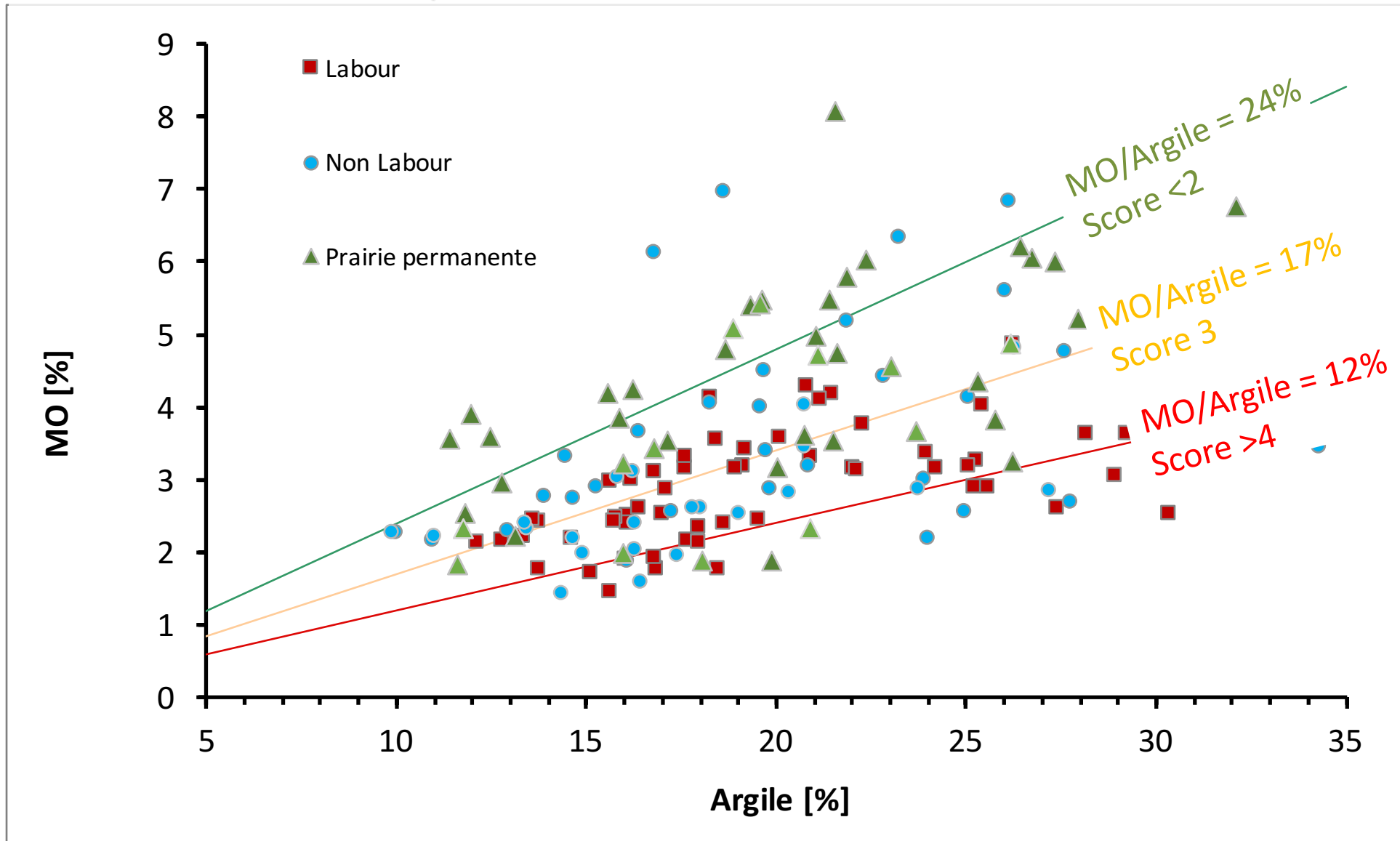




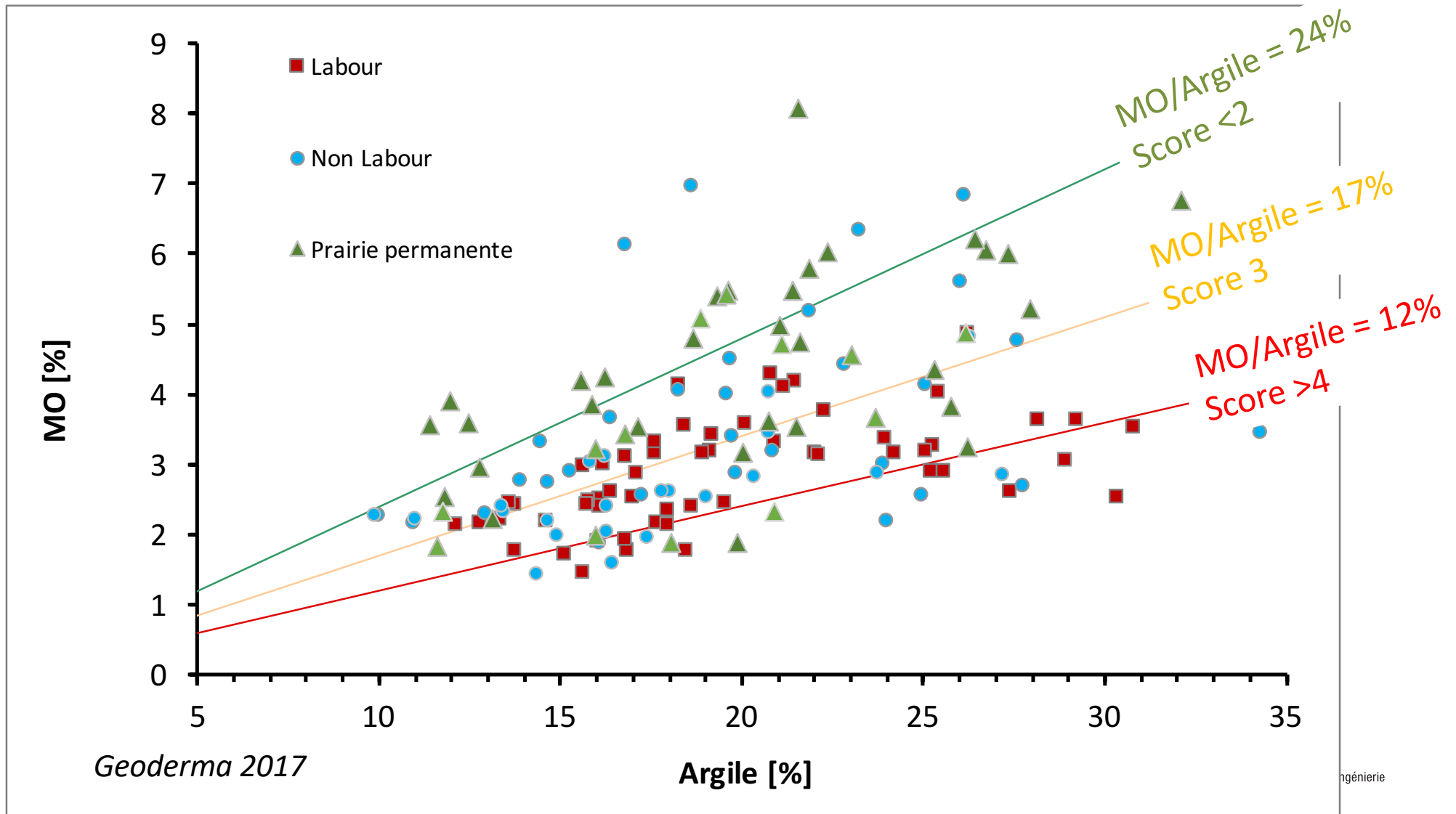
# Le diable est dans les détails



- Si de nombreux «No-Till» réussissent, d'autres semble peiner à décoller
- Des conventionnels performant



# Pas de dogmatisme ! Les moyennes ou les dynamiques ?



# Pesticides ou qualité du sol ?



- AC → qualité du sol (biologique aussi) restaurée
  - Herbicides !
- Bio: pas de pesticides
  - Sols compactés, teneur en MO ↘ Biodiversité ↘ ...
  - Un label : pas de marge
- Les **pionniers** en AC : ~~fongicides, insecticides,~~ herbicides ↘
- Les pionniers en Bio : réduction du travail, restauration des teneurs en MO
- Convergence ? → **Un problème d'encadrement**



# Ce que l'on sait

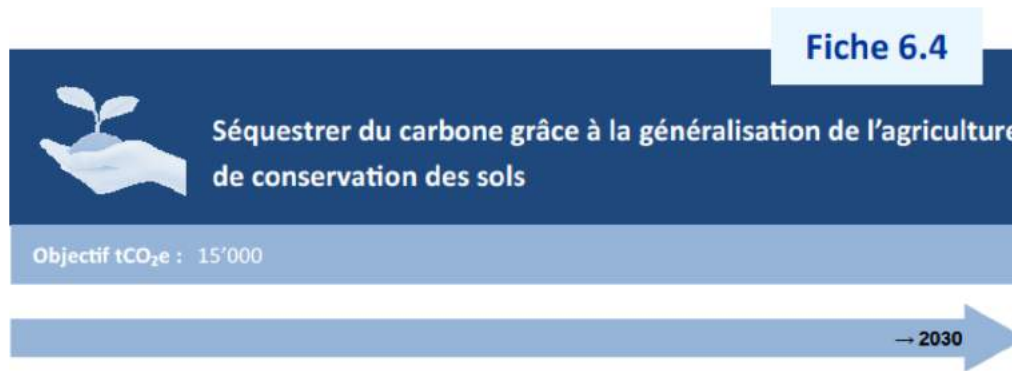


- Monocultures : perte de la porosité structurale fine (30-150 microns de rayon) responsable de la séquestration du Carbone
- Carbone organique et RFU très bien corrélés : porosité structurale fine
- Taux de séquestration élevés: les piliers de l'AC et plus encore (le diable est dans les détails)
  - Diversité des rotations et des couverts
  - Couverts intenses
  - Pas d'exportation des résidus
  - Pas ou peu de labour
  - Fumure organique (compost, fumier, BRF)

# Plan carbone Genève



- Objectif 2030 : -1'700'000 t CO<sub>2</sub>
- Mesure 6.4: 15'000 t / an dans les sols agricoles
- Rappel : manquent 700'000 t dans les sols pour une **qualité minimale**



4/1000 X 30 ans : + 13%

Besoin des sols : + 70%

## PLAN CLIMAT CANTONAL – Volet 2

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

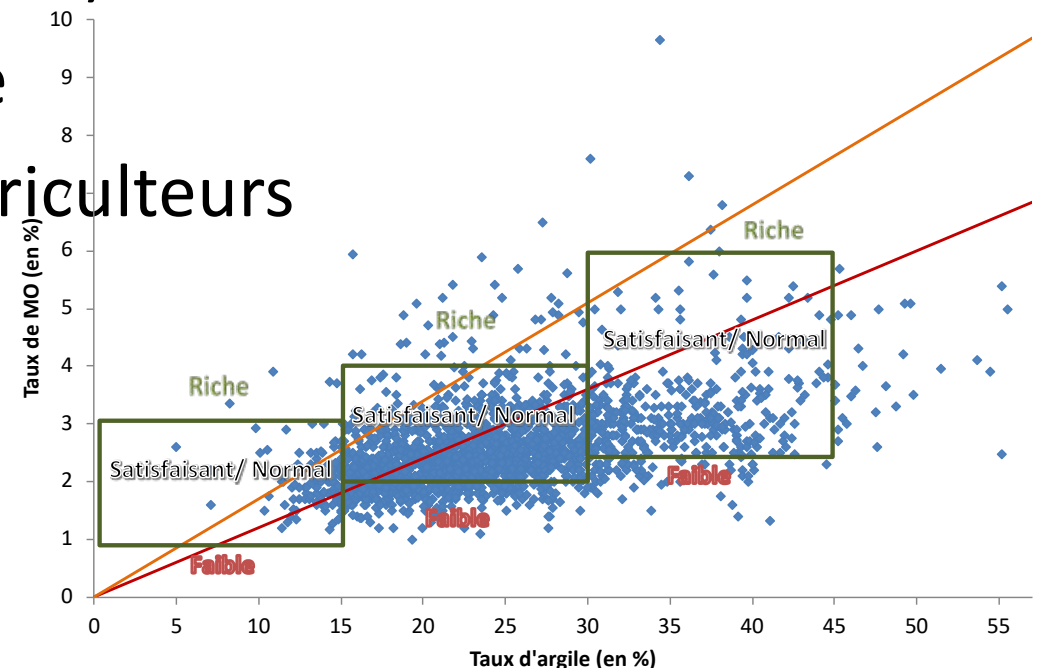


Service cantonal du développement durable  
Département présidentiel

# Le monitoring carbone

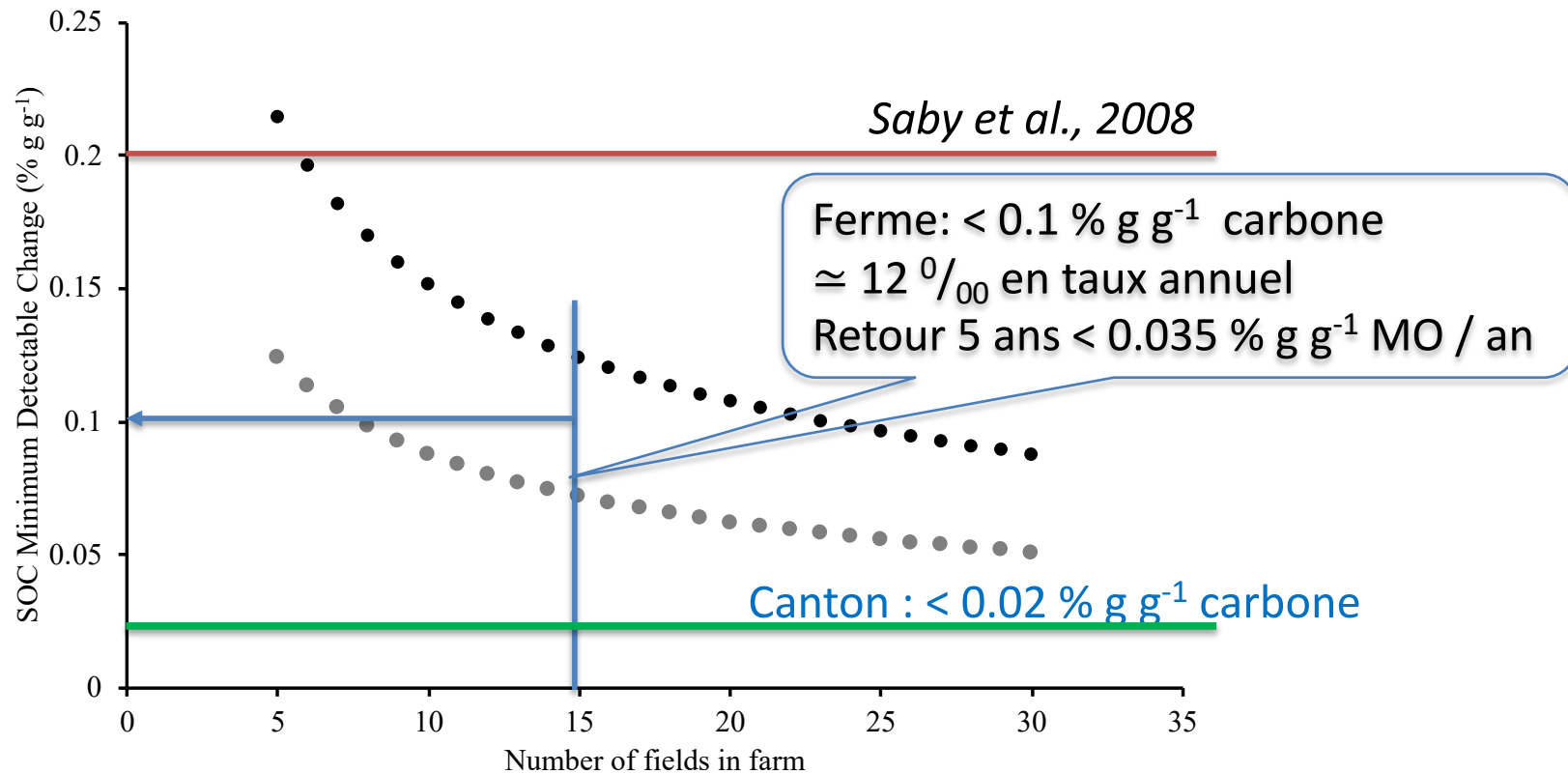


- Le monitoring du taux de carbone (matière organique).
- Depuis 1993 chaque parcelle est analysée chaque 10 ans (2700 p) (analyses PER)
- Analyses labo de qualité
- Prélèvements par les agriculteurs
- Archivage SIG





# Changement minimum détectable



# Intérêt du monitoring par PER



- MDC **parcelle** de l'ordre de  $0.2\% \text{ g g}^{-1}$  → temps de retour 5 ans = 0.04 %
- MDC **exploitation** dépend du nombre de parcelles – environ 0.1%
  - Impossible avec les réseaux classiques
- Estimation du stock précise (parcelle / exploitation / région)
- Résultat « gratuit », fiable et disponible
- **Implication des agriculteurs**

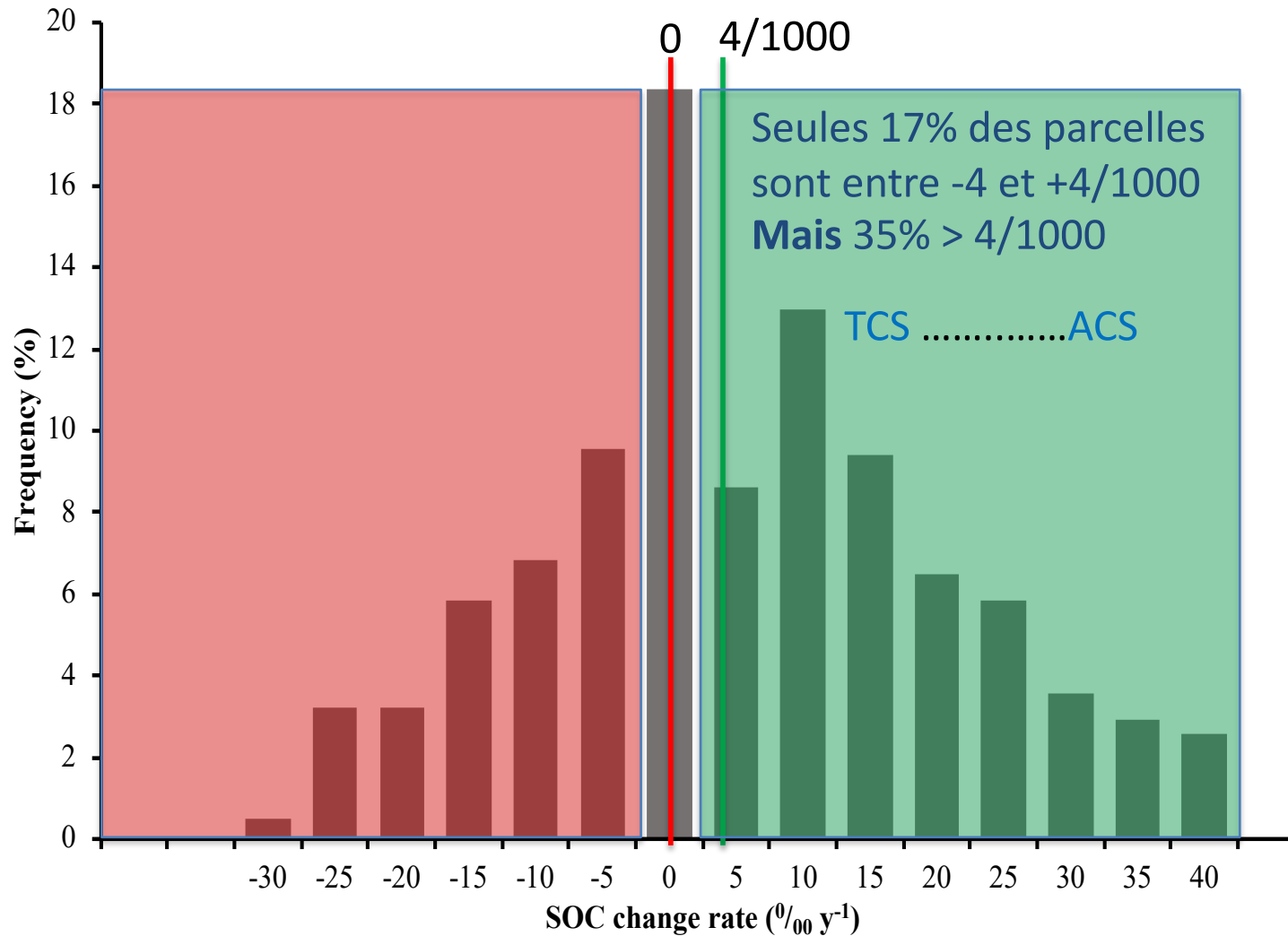
# Des modèles agricoles adaptés



- Analyse des taux de changement MO
- Croisés avec une analyse rétrospective des pratiques (10 ans)
- Etude des marges brutes correspondantes
- 4 axes d'évaluation
  - Intensité mécanique
  - Compaction
  - Intensité végétale
  - Apports organiques

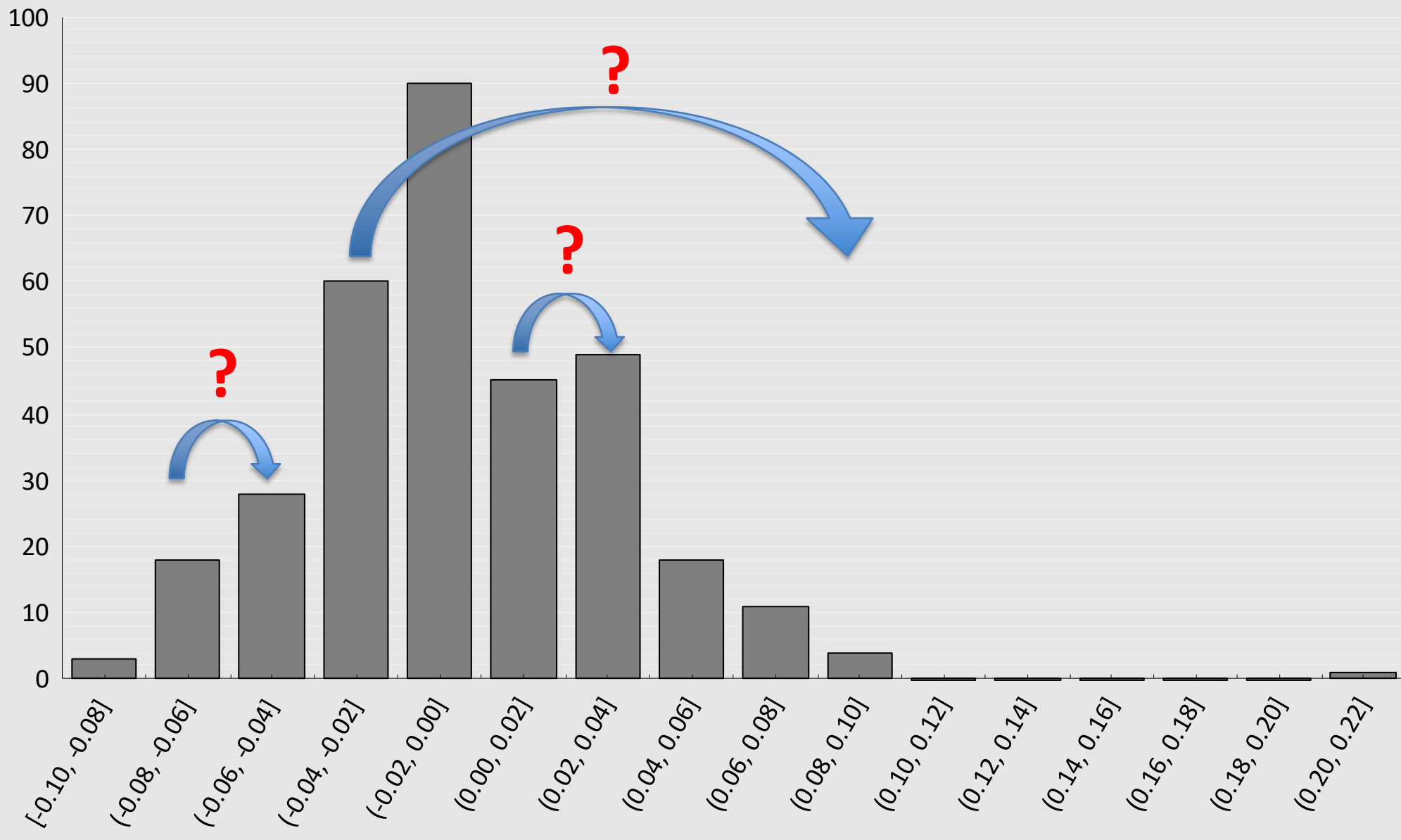


# Taux d'évolution annuel - Genève



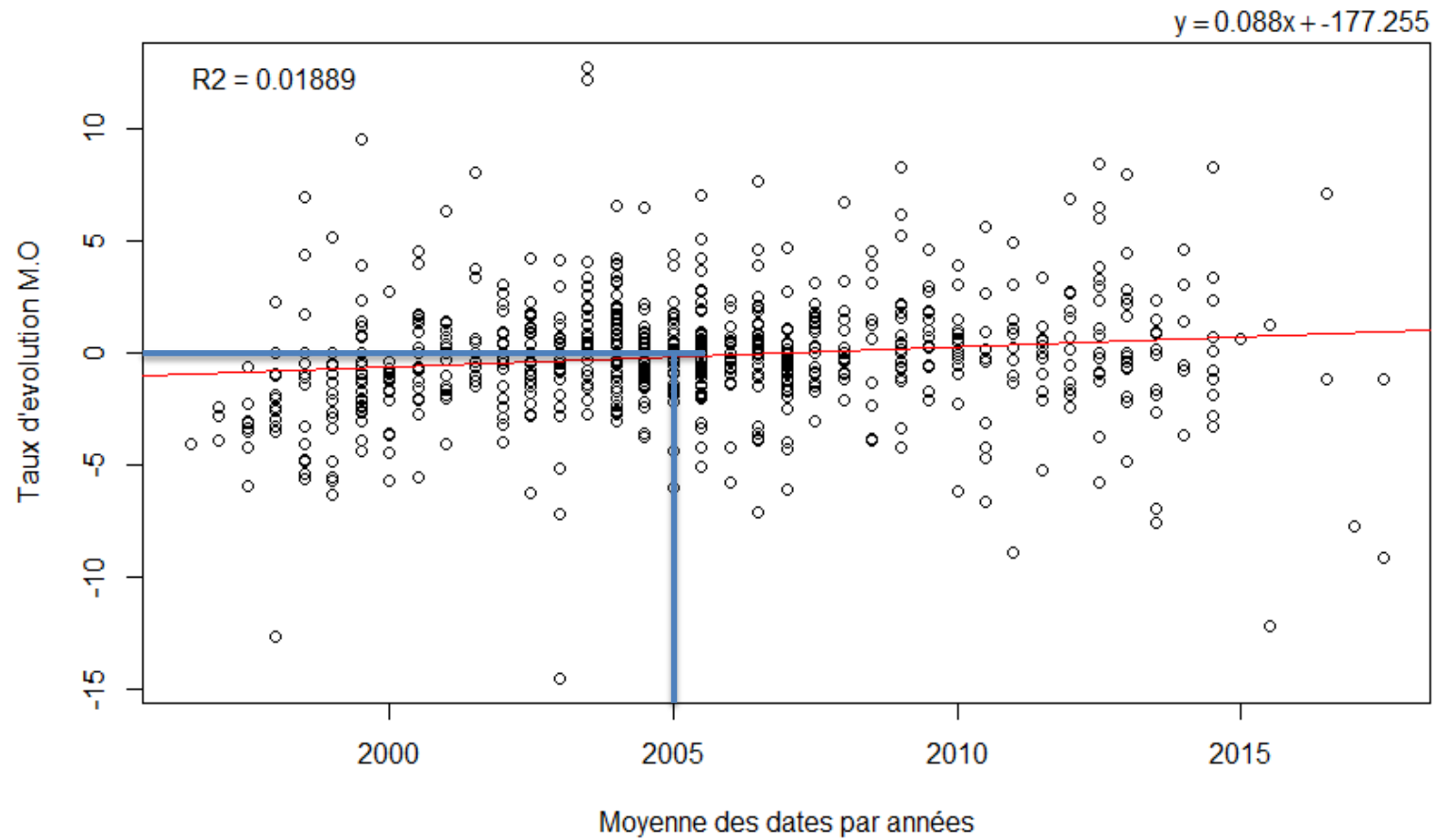
Données en cours de compilation (objectif après contrôle qualité, plus de 500 parcelles)

changement annuel  
en CO ( g/100g) sur Geneve de 1994 à 2014 (327 parcelles de GC)



Données en cours de compilation (objectif après contrôle qualité, plus de 500 parcelles)

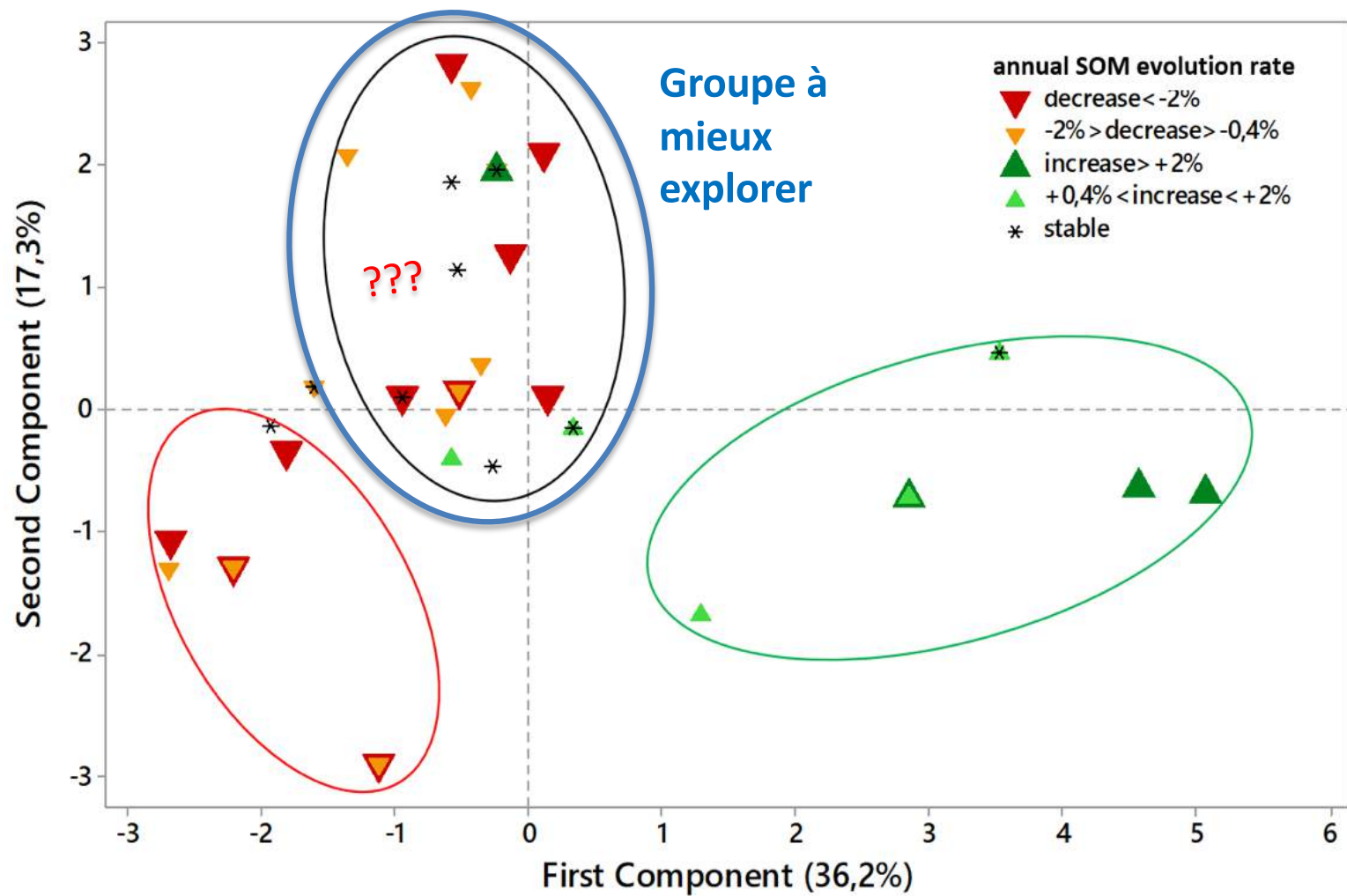
# Tendance à la correction





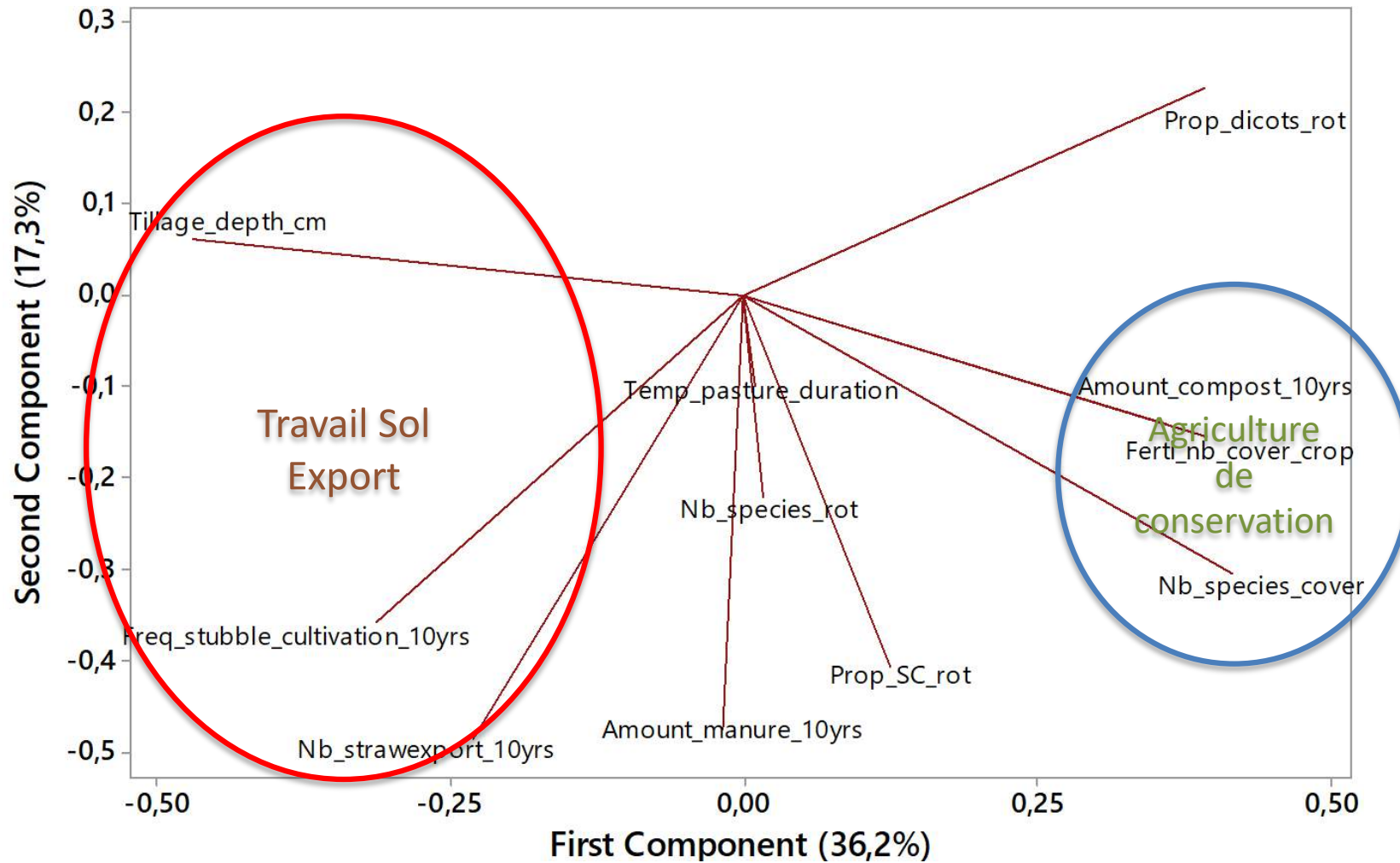
# Que font les exploitants correspondants ?

Méta analyse en cours



# Que font les exploitants correspondants ?

Méta analyse en cours



# ACS le couteau Suisse de l'adaptation au changement climatique



- Résilience et résistance du sol
- Limitation de l'érosion
- Meilleure réserve en eau
- Biodiversité +++



# Conclusions – Perspectives



- ACS : un grand potentiel
  - Local: adaptation au changement climatique
  - Planète: limitation du changement climatique
  - Genève: viser beaucoup plus que 4 ‰
- Nécessité et intérêt de travailler au résultat
  - Les indicateurs et le background existent
  - Rapprocher agriculteurs et sociétés, un « alignement de planètes » exceptionnel
- Dépasser les limites administratives et les préjugés
- Peut-on se permettre de ne pas essayer ?