

Chaulage et stockage de C organique

Pampelune-Paris, 29 octobre 2020

- Question, approche, meta-analyse
- Nouvelles recherches
- Autres perspectives

Iñigo VIRTO⁽¹⁾, Remigio Paradelo⁽²⁾, Claire Chenu⁽³⁾

(1) Universidad Pública de Navarra, Dpto. Ciencias del Medio Natural, Pamplona, Espagne (inigo.virto@unavarra.es)

(2) Universidade de Santiago de Compostela, Dpto. Edafoloxía, Santiago, Espagne

(3) INRAE-AgroParisTech, France

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

comifer

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

- Relation connue entre la gestion des sols agricoles et le cycle des MOS.
- Beaucoup de recherche sur les effets des pratiques culturales, la fertilisation et quelques amendements.... mais d'autres pratiques et/ou systèmes de culture moins étudiés.

Increasing organic stocks in agricultural soils: Knowledge gaps and potential innovations

Claire Chenu^{a,*}, Denis A. Angers^b, Pierre Barré^c, Delphine Derrien^d, Dominique Arrouays^e, Jérôme Balesdent^f

- **Que pouvons-nous attendre du chaulage et comment son effet sur le stock de MOS se manifeste-t-il dans la réalité?**

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

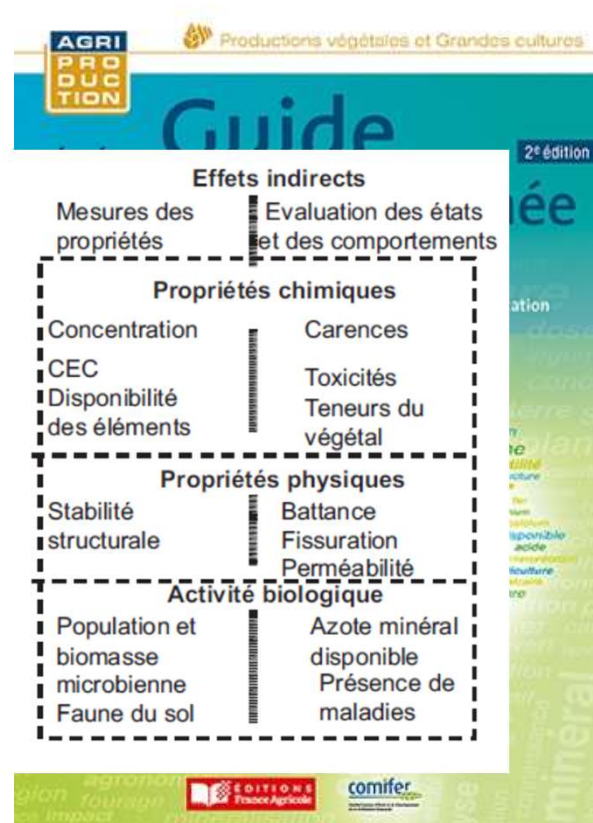
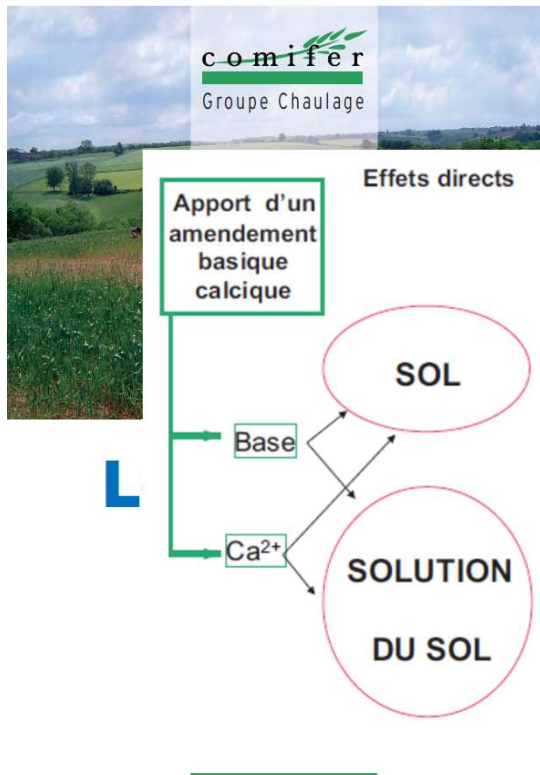
upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

comifer

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Que savons-nous?



Les effets du chaulage:

- Modification du pH et CECe
- Diminution des risques de toxicité de l'aluminium et/ou autres éléments traces.
- Amélioration de la disponibilité du P et Mg.
- Amélioration de la stabilité de la structure qui modifie la dynamique de l'eau.
- Augmentation de l'activité de la biomasse microbienne *avec des répercussions sur le turn-over de la matière organique.*

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Que savons-nous?

Evolution de la matière organique et statut acido- basique

pH ≤ 4,5 S/CEC ≤ 20	Protection chimique de la matière organique par Al et Fe, Enrobage par les oxyhydroxydes d'Al, Turn over faible	Pas de vers de terre C/N = 12-15
4,5 < pH ≤ 5,8 20% < S/CEC ≤ 70%	Baisse de Al ⁺⁺⁺ , diminution de la protection de la matière organique, faible augmentation de la biomasse et du turn over	Peu de vers de terre C/N = 12-15
5,8 < pH ≤ 6,5 70% < S/CEC ≤ 90%	Augmentation de la capacité d'échange effective, de la biomasse microbienne, de la respiration spécifique et du turn over	Vers de terre C/N = 10-15
6,5 < pH ≤ 7 90% < S/CEC ≤ 100%	Turn over élevé Biomasse et respiration spécifique élevées	Vers de terre C/N = 10
pH > 7 S/CEC > 100 % Présence de calcaire total	Augmentation de la protection chimique par Ca ⁺⁺ Enrobage par la calcite Diminution de l'activité de la biomasse microbienne et de son turn over Ralentissement du turn over de la matière organique	Vers de terre C/N = 12

Tableau 2.2 : Évolution de la matière organique et statut acido basique. (B. Fabre, 2001)

PROTECTION
CHIMIQUE/PHYSIQUE

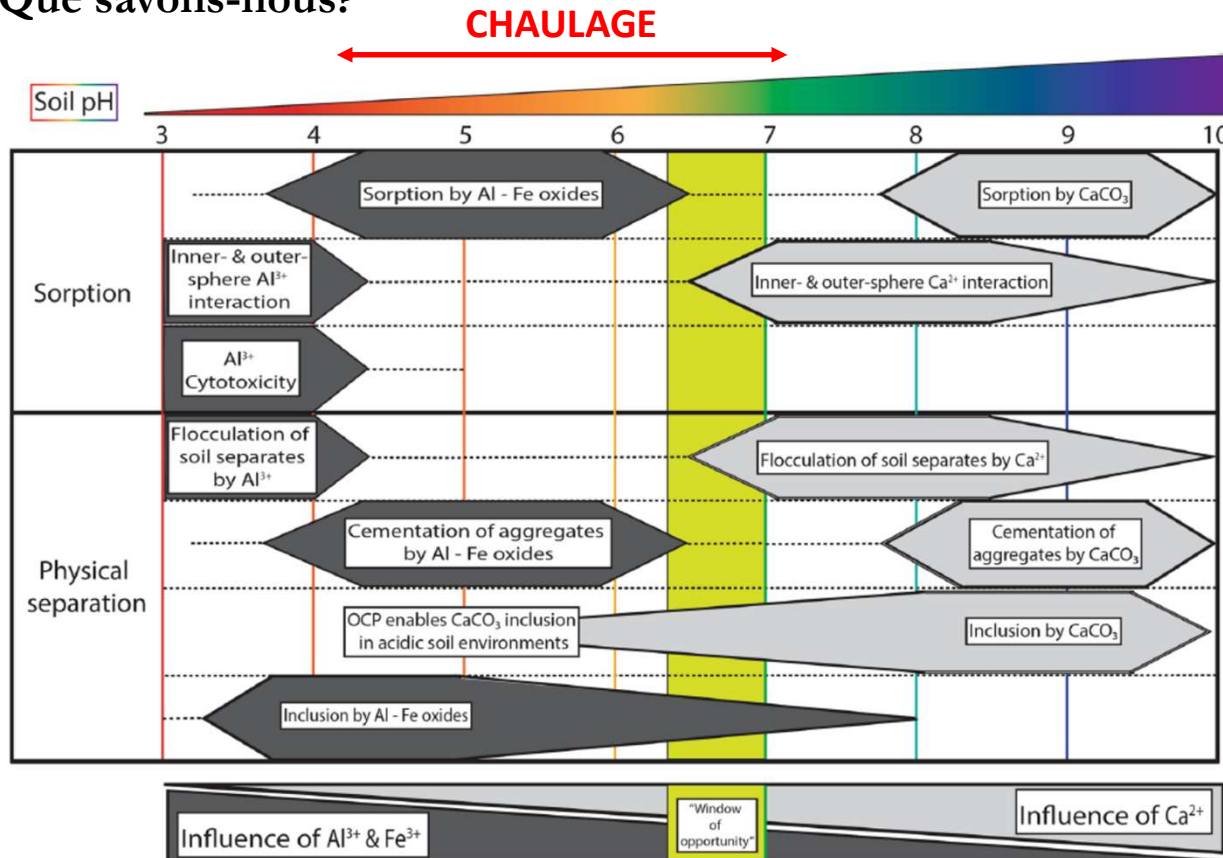
CHAULAGE

TURN-OVER

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Que savons-nous?



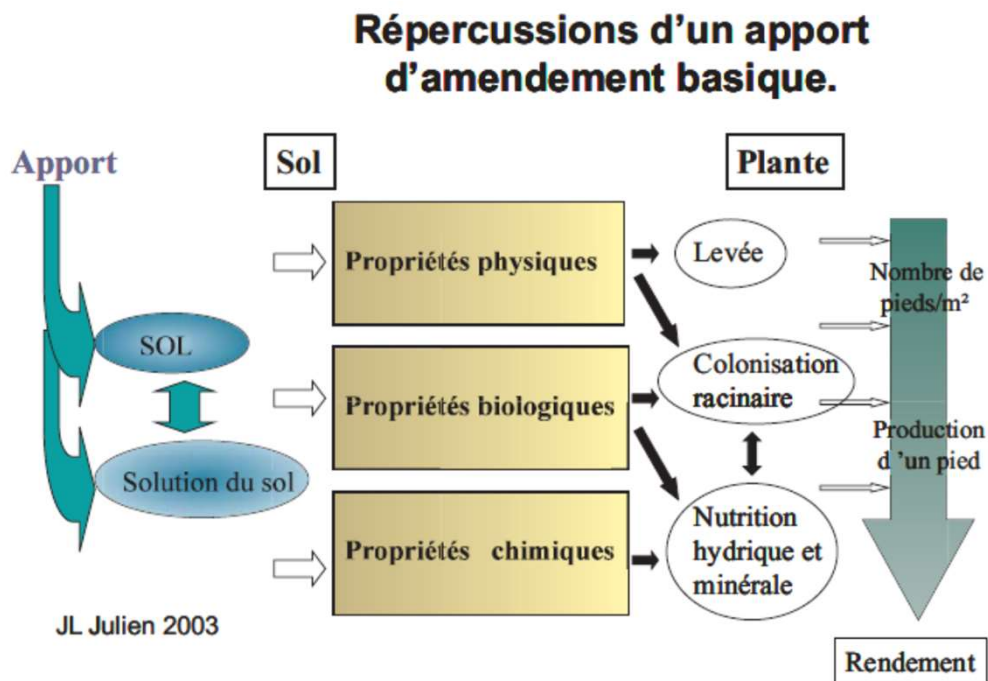
Les mécanismes de protection des MOS peuvent être affectés par le chaulage.

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Que savons-nous?

On peut donc espérer des effets sur le sol, et aussi sur les plantes:



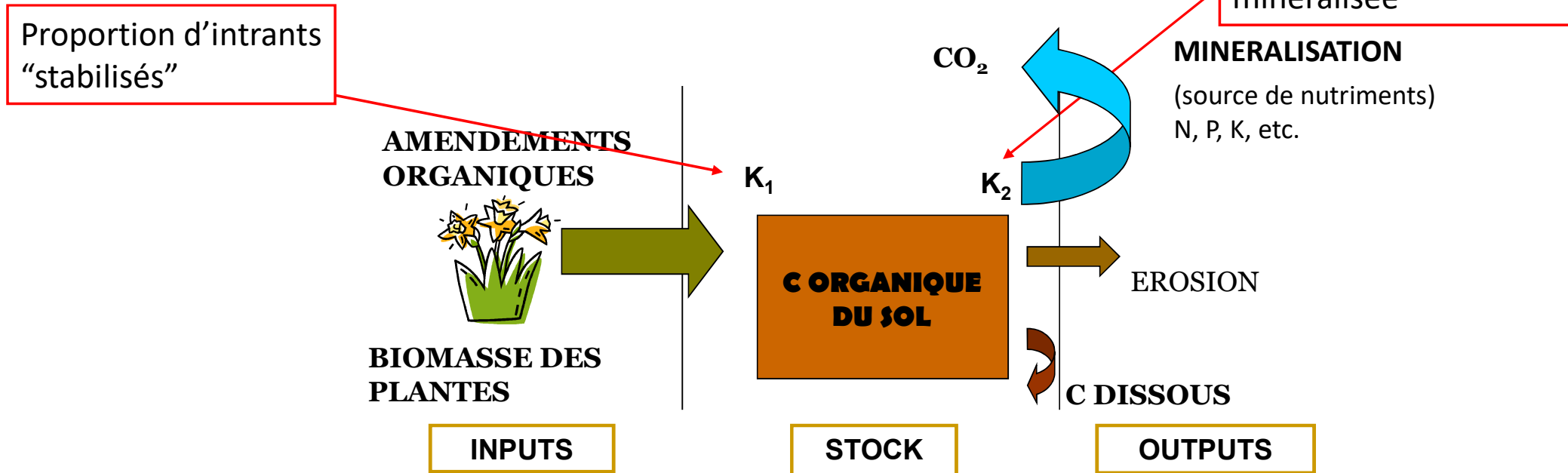
Amélioration des rendements et donc des intrants de C organique dans le sol.

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Que savons-nous?

Donc, si nous pensons à établir une relation entre chaulage et MOS, nous devons penser au **BILAN NET** ...



... et à **SON EVOLUTION DANS LE TEMPS.**

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Agriculture, Ecosystems and Environment 202 (2015) 98–107

Contents lists available at ScienceDirect

Agriculture, Ecosystems and Environment

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



Review

Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review

R. Paradelo^{a,*}, I. Virto^b, C. Chenu^a

^aAgroParisTech, UMR 7618 Bioemco, Équipe Matières Organiques des Sols, F-78850 Thiverval-Grignon, France
^bDepartamento Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de Navarra, E-31006 Pamplona, Spain



According to present knowledge, the net effect of liming on SOC will be the result of a number of processes that take place simultaneously:

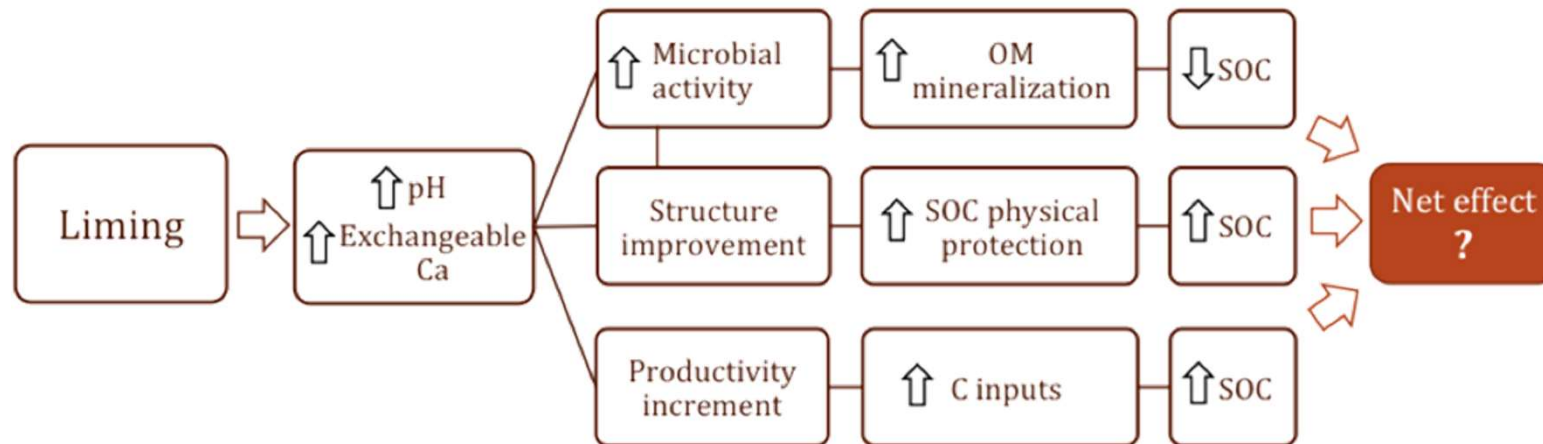
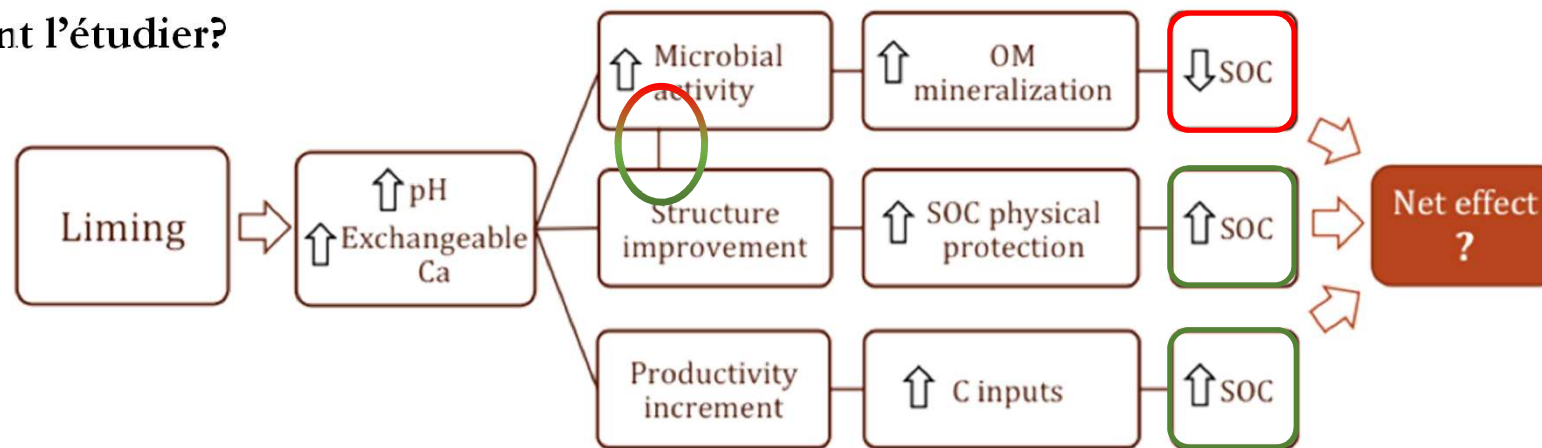


Fig. 1. Potential effects of liming on soil organic carbon (SOC). The schema summarizes results from several papers reviewed by Haynes and Naidu (1998).

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?



Autres facteurs:

- pH initial
- Dose de chaulage
- Type d'agent
- Texture et minéralogie
- Type de culture
- Temps

Fig. 1. Potential effects of liming on soil organic carbon (SOC). The schema summarizes results from several papers reviewed by [Haynes and Naidu \(1998\)](#).

L'amélioration des conditions du sol pour la croissance des plantes conduit à une augmentation de la production et donc des apports de résidus au sol, ce qui augmentera les stocks de C.

La structure est améliorée en augmentant la stabilité des complexes organo-minéraux et la sorption des composés organiques, ce qui se traduit par une augmentation de la protection du C. On peut aussi penser à des processus de cimentation dues aux carbonates.

L'activité biologique augmente, favorisant la minéralisation de la matière organique et la perte de C sous forme de CO₂.

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Approche: *Literature survey*

1. Critères de sélection des cas

- Horizons minéraux (pas de tourbières ou horizons organiques)
- Données de parcelles expérimentales avec un contrôle valable (seul effet du chaulage, no *lab experiments*)
- Données COS disponibles et valables

2. Traitement des données

- Révision de **facteurs**: type d'utilisation, type de sol (texture), pH initial, SOC initial, temps, dose, type d'amendement.
- Détermination des **effets relatifs** sur les stocks de COS
- Étude des effets par facteur (**régression**)
- Étude des processus (oui/non)

$$\frac{100 \times (\text{SOC}_{\text{limed}} - \text{SOC}_{\text{unlimed}})}{\text{SOC}_{\text{unlimed}}}$$

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Meta-analyse

ISI WoS (Octobre 2014)

100 papiers: avec des critères: 19 papiers + 42 parcelles INRAE Versailles.

- 9 sites forêt
- 7 sites prairies
- 11 sites cultivés
- 1 jachère nue



Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Meta-analyse

Effet relatif

FOREST	
Site	SOC
Kyongiddo Forest Environment Research Station (Korea)	ns/-
Krusne hory Mts. (Czech Republic)	+
Hasslov (Norway)	ns
Duchesnay Experimental Forest, Quebec (Canada)	-
Forty sites in Finland	+
Vallasen (Sweden)	-
Frodeparken (Sweden)	-
Dalby (Sweden)	-
Geescroft and Broadbalk Wildernesses, Rothamsted (UK)	+

Δ SOC	Forêt	Prairie	Cultivé
Gains	33%	25-62%	50%
Pas de change	22%	37-75%	33%
Pertes	45%	0%	17%

GRASSLANDS & CROPLANDS

Site	SOC
Geescroft and Broadbalk Rothamsted (UK)	+
Arraba (Spain)	ns
Kurtzegán (Spain)	ns
Sour Hope Research Station (Scotland)	ns
Baniocha (Poland)	ns/+
Janki (Poland)	ns/+
Lasczki (Poland)	ns/+
Park Grass, Rothamsted (UK)	+
Embrapa Roraima (Brazil)	ns
Wagga Wagga (Australia)	-
Ponta Grossa (Brazil)	ns
Balcarce (Argentina)	ns
Central-southern Chile	+
Agassiz Research Centre (Canada)	-
Ponta Grossa (Brazil)	+
Horazd'ovice (Czech Republic)	+
Libejovice (Czech Republic)	+
Jaromerice (Czech Republic)	+
Lipa (Czech Republic)	+
Birsa Agricultural University (India)	ns
Versailles (France)	ns/+

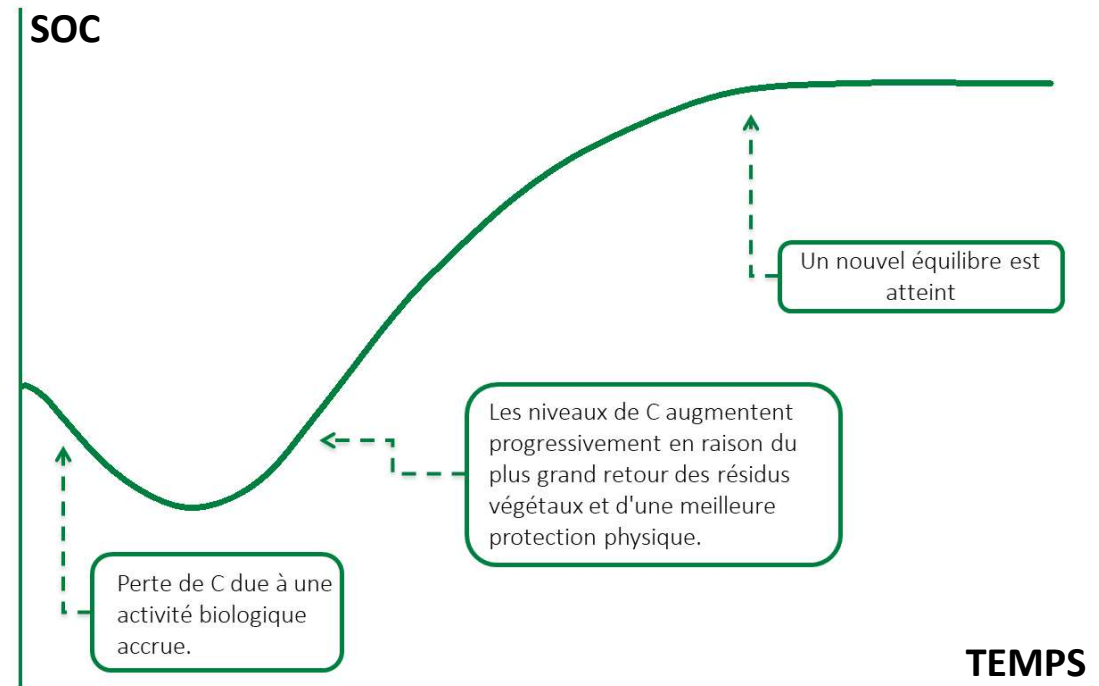
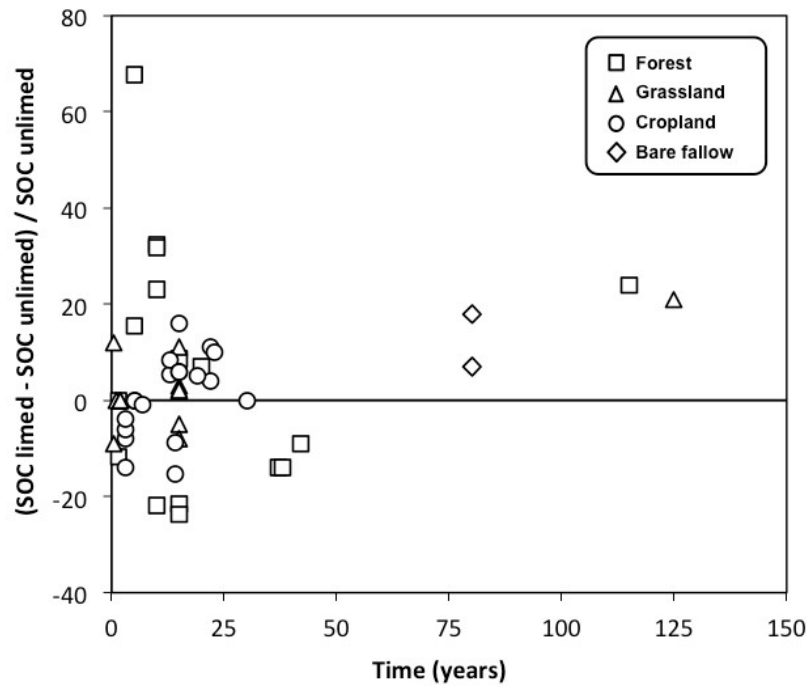
Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Meta-analyse

Effet des facteurs



Chaulage et stockage de C organique

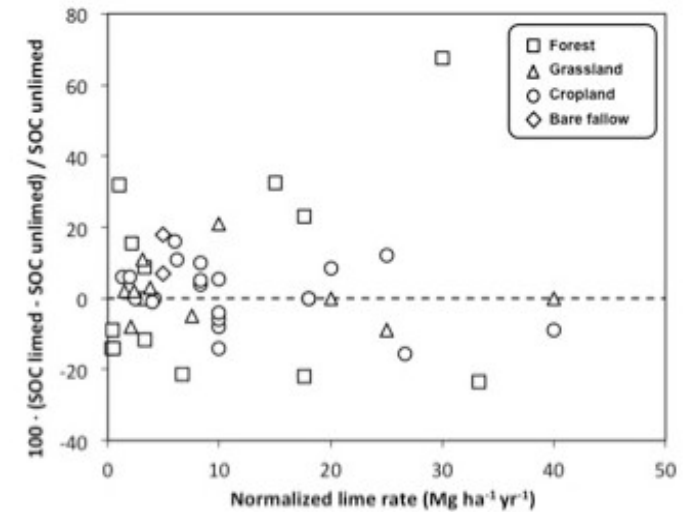
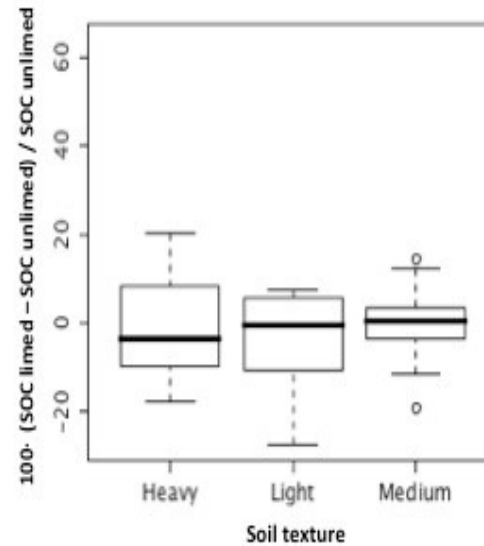
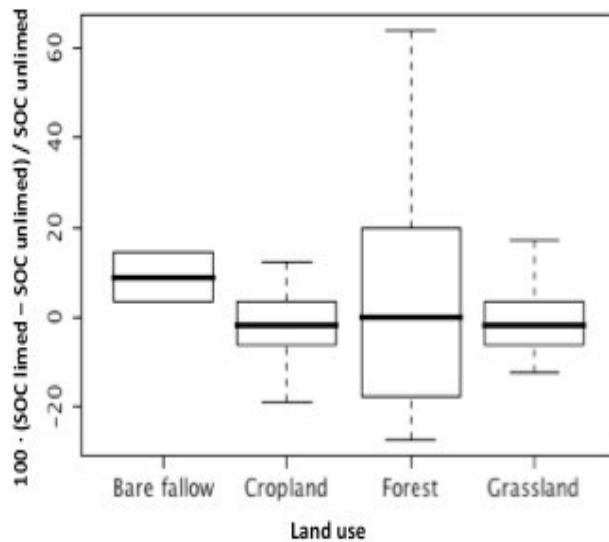
Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Meta-analyse

Effet des facteurs

	F-value	Pr(>F)
Type d'utilisation	0.42	0.74
Texture du sol	0.71	0.55
Dose de chaulage	0.27	0.60
Temps	2.05	0.16



Chaulage

Question, a

Comment l'ét

Meta-analyse

Étude des pro

<i>Site</i>	Microbial activity	Effect on: Structure	Productivity	SOC
Kyongiddo Forest Environment (Korea)	not reported	not reported	not reported	ns/-
Krusne hory Mts. (Czech Republic)	not reported	not reported	not reported	+
Hasslov (Norway)	+	not reported	not reported	ns
Duchesnay Experimental Forest, Quebec	not reported	not reported	+	-
Forty sites in Finland	not reported	not reported	not reported	+
Vallasen (Sweden)	+	not reported	ns	-
Frodeparken (Sweden)	+	not reported	ns	-
Dalby (Sweden)	+	not reported	ns	-
Geescroft & Broadbalk Wildernesses, (UK)	not reported	not reported	+	+
Arraba (Spain)	+	not reported	+	ns
Kurtzegán (Spain)	+	not reported	+	ns
Sour Hope Research Station (Scotland)	not reported	+	not reported	ns
Baniocha (Poland)	not reported	not reported	not reported	ns/+
Janki (Poland)	not reported	not reported	+	ns/+
Lasczki (Poland)	not reported	not reported	+	ns/+
Park Grass, Rothamsted (UK)	+	not reported	+	+
Embrapa Roraima (Brazil)	not reported	not reported	ns/+	ns
Wagga Wagga (Australia)	+	+	not reported	-
Ponta Grossa (Brazil)	not reported	not reported	+	ns
Balcarce (Argentina)	not reported	not reported	ns	ns
Central-southern Chile	+	+	not reported	+
Agassiz Research Centre (Canada)	not reported	not reported	+	-
Ponta Grossa (Brazil)	not reported	+	+	+
Horazd'ovice (Czech Republic)	+	not reported	ns/+	+
Libejovice (Czech Republic)	+	not reported	ns/+	+
Jaromerice (Czech Republic)	+	not reported	ns/+	+
Lipa (Czech Republic)	+	not reported	ns/+	+
Birsa Agricultural University (India)	not reported	+	ns	ns
Versailles (France)	not reported	+	^a	ns/+

Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?
Meta-analyse

42 PARCELLES: Structure vs SOC

Étude des processus



Reference	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ HPO ₄	Reference	KCl	Fly ash
NaNO ₃	Ca(NO ₃) ₂	NH ₄ NO ₃	K ₂ SO ₄	CaO	Super-Phosphate
NH ₄ Cl	Dried blood	Reference	Apatite	Sylvinite	Reference
Manure	Reference	Manure	CaCO ₃	Reference	Apatite
Reference	(NH ₄) ₂ HPO ₄	NH ₄ Cl	Reference	Fly ash	Sylvinite
Ca(NO ₃) ₂	NaNO ₃	Dried blood	KCl	Super-Phosphate	CaCO ₃
(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ NO ₃	Reference	CaO	K ₂ SO ₄	Reference

Table 1

Description of the treatments employed in the Versailles 42-plot long term bare fallow experiment.

Fertilizer/amendment	Rate	Plots	Type of treatment
None	–	1, 9, 11, 13, 21, 22, 30, 32, 34, 42	Reference
Ammonium sulphate	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	2, 19	N
Ammonium phosphate	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	3, 14	N, P
Ammonium chloride	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	7, 15	N
Dried blood	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	9, 18	N
Ammonium nitrate	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	6, 20	N
Sodium nitrate	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	4, 17	N, Na
Calcium nitrate	150 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	5, 16	N, Ca
Manure	100 Mg ha ⁻¹ yr ⁻¹	10, 12	N
Apatite	1 Mg fertilizer ha ⁻¹ yr ⁻¹	28, 33	P
Superphosphate	1 Mg fertilizer ha ⁻¹ yr ⁻¹	27, 38	P
Fly ash	1 Mg fertilizer ha ⁻¹ yr ⁻¹	24, 35	P, Ca
Calcium carbonate	1 Mg CaO ha ⁻¹ yr ⁻¹	31, 39	Ca
Calcium oxide	1 Mg CaO ha ⁻¹ yr ⁻¹	26, 40	Ca
Potassium chloride	150 kg K ₂ O ha ⁻¹ yr ⁻¹	23, 37	K
Potassium sulphate	150 kg K ₂ O ha ⁻¹ yr ⁻¹	25, 41	K
Sylvinite	150 kg K ₂ O ha ⁻¹ yr ⁻¹	29, 36	K, Na

Fig. 1. Experimental plan of the 42 plots of the long term bare fallow experiment of Versailles.

Paradelo et al., 2013. *Water-dispersible clay in bare fallow soils after 80 years of continuous fertilizer addition*. Geoderma 200-201: 40–44.

Chaulage et stockage de C organique

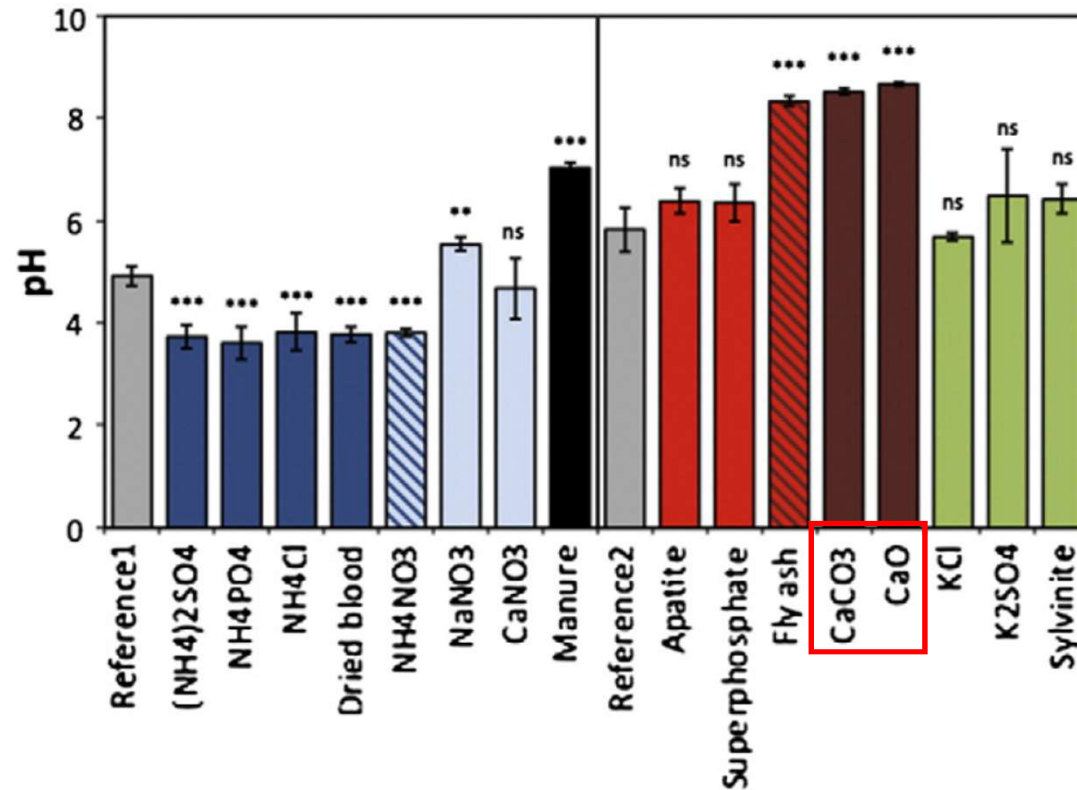
Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Meta-analyse

Étude des processus

42 PARCELLES: Structure vs SOC



Chaulage et stockage de C organique

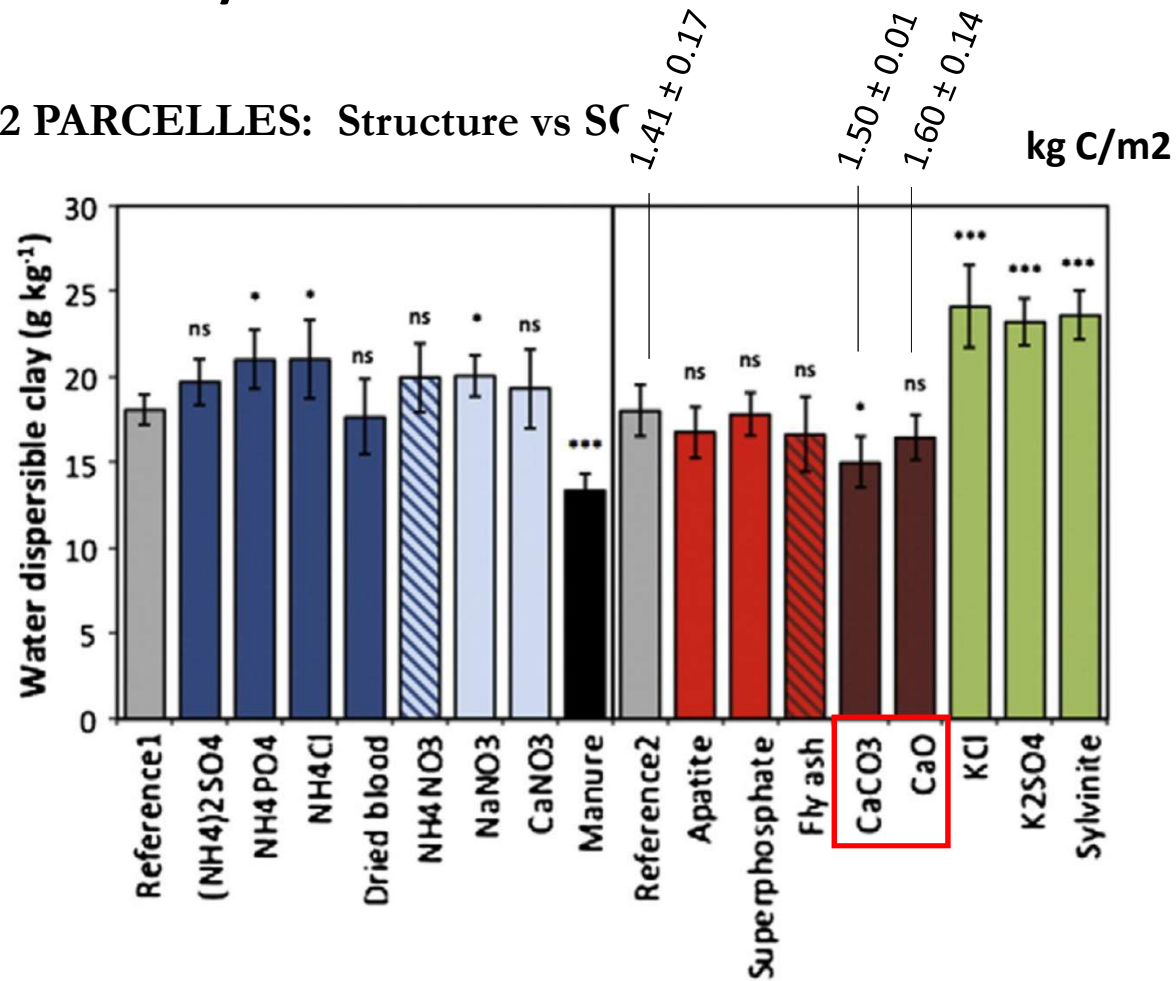
Question, approche, meta-analyse

Comment l'étudier?

Meta-analyse

Étude des processus

42 PARCELLES: Structure vs SC



Chaulage et stockage de C organique

Question, approche, meta-analyse

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

Conclusions

Agriculture, Ecosystems and Environment 202 (2015) 98–107



Review

Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review

R. Paradelo^{a,*}, I. Virto^b, C. Chenu^a



^a AgroParisTech, UMR 7618 Bioemco, Équipe Matières Organiques des Sols, F-78850 Thiverval-Grignon, France
^b Departamento Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de Navarra, E-31006 Pamplona, Spain

- **Le chaulage modifie les stocks de COS**, les augmentant dans la plupart des cas dans des sols cultivés dans le long terme.
- Ceci semble être causé par **des apports plus élevés de C** dans les sols chaulés **en raison d'une productivité accrue**.
- **Des réductions du COS ont également été signalées**, probablement en relation avec une **minéralisation accrue**, alors que **le rôle de l'amélioration de la structure du sol reste incertain**.

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches



88 documents have cited: [document ID] search results

Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review
Paradelo R., Virto I., Chenu C.
(2015) Agriculture, Ecosystems and Environment, 202 , pp. 98-107.

Export Print Email

Select year range to analyze: 2015 to 2021 Analyze

Year ↓	Documents ↑
2021	2
2020	13
2019	21
2018	25
2017	16
2016	7
2015	4

Documents by year



Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

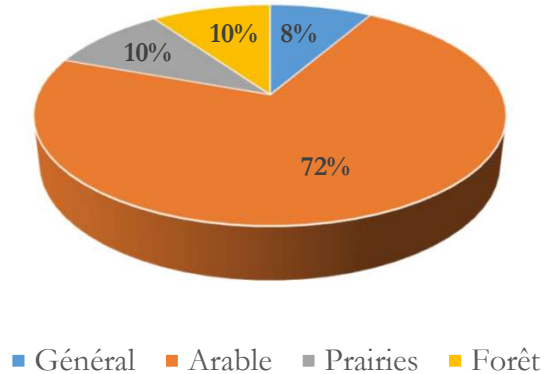
88 documents have cited:

Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review

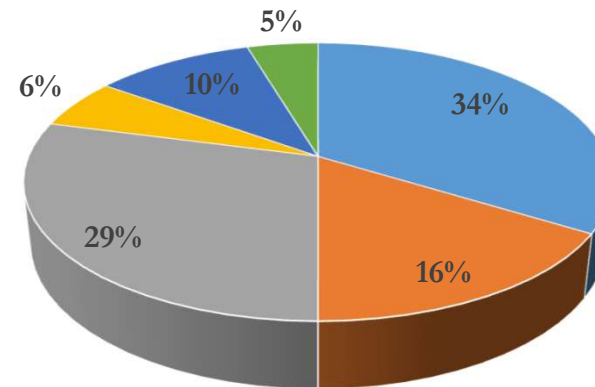
Paradelo R., Virto I., Chenu C.

(2015) Agriculture, Ecosystems and Environment, 202, pp. 98-107.

Type d'étude



Sujet de l'étude



- Stockage/stabilisation SOC
- Fertilité/productivité
- Emissions GES
- Activité biologique/réspiration
- Structure/physique du sol
- Autres propriétés du sol

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?

- *Stockage de COS*

Review

Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings

Samuel Eze*, Sheila M. Palmer, Pippa J. Chapman

School of Geography, Faculty of Environment, University of Leeds, LS2 9JT, Leeds, UK

Meta-analysis de 341 basses de données

- Très peu d'études chaulage (20/341)

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

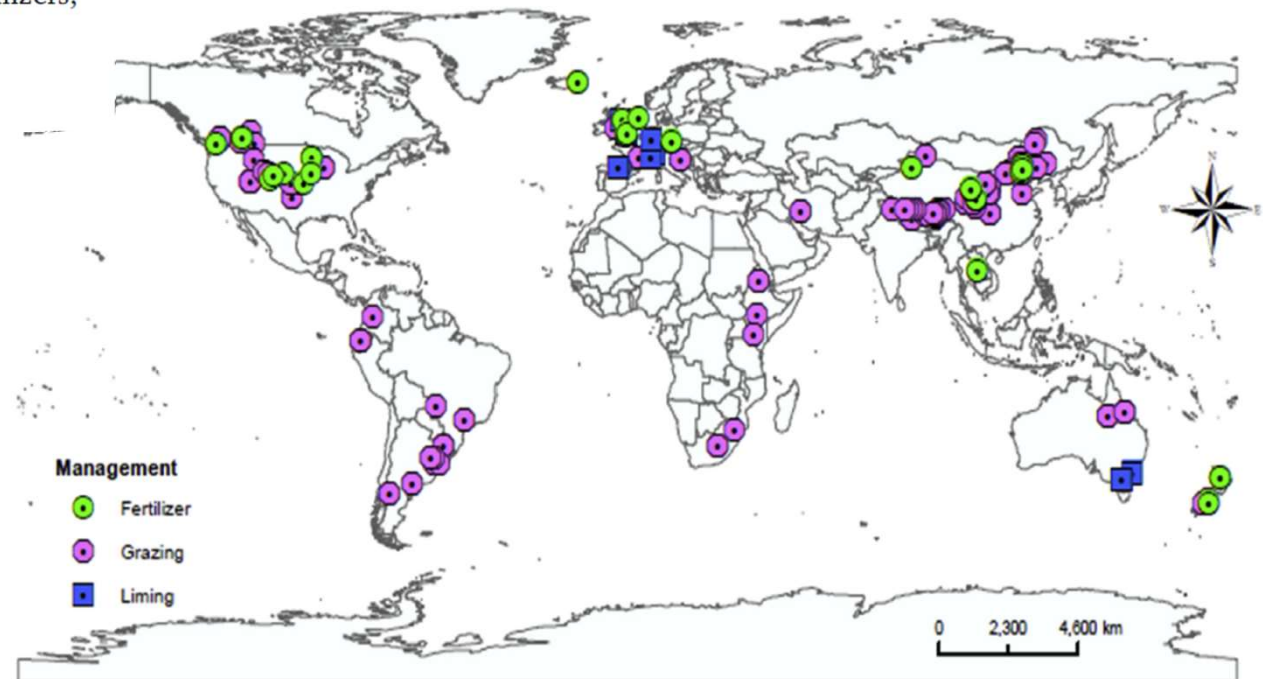


Fig. 1. Global distribution of grassland management practices.

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?

- *Stockage de COS*

Review

Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings

Samuel Eze*, Sheila M. Palmer, Pippa J. Chapman

School of Geography, Faculty of Environment, University of Leeds, LS2 9JT, Leeds, UK

Meta-analysis de 341 basses de données

- Très peu d'études chaulage (20/341)
- **Effet général (+5,8%) non-significatif, mais:**
 - Low lime (n= 8): non-significatif
 - Moderate lime (n=5): +14,1% (significatif)
 - High lime (n=7): non-significatif
- **Effet plus important dans les régions tempérées et pas trop humides:**
 - Longer growing season (inputs)
 - Longer effect of lime (?)

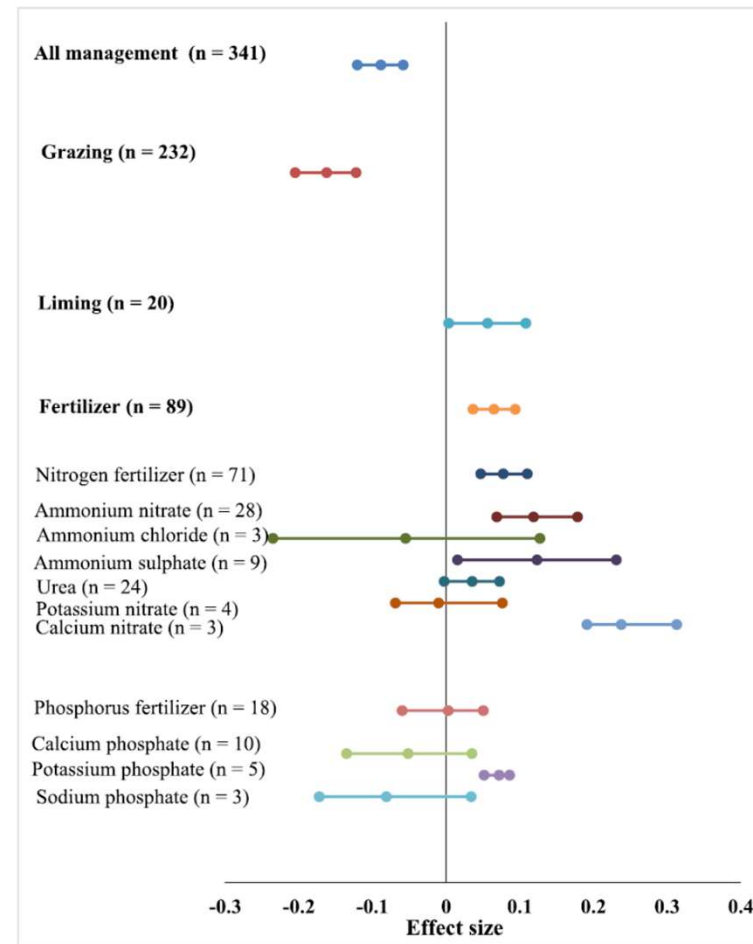


Fig. 2. Effect sizes of fertilizer application, liming and grazing on SOC stock (bars represent mean plus and minus 95% confidence intervals).

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?

- Stockage de COS

Review

Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings

Samuel Eze*, Sheila M. Palmer, Pippa J. Chapman

School of Geography, Faculty of Environment, University of Leeds, LS2 9JT, Leeds, UK

Meta-analysis de 341 basses de données

- Très peu d'études chaulage (20/341)
- **Effet général (+5,8%) non-significatif, mais:**
 - Low lime (n= 8): non-significatif
 - Moderate lime (n=5): +14,1% (significatif)
 - High lime (n=7): non-significatif
- **Effet plus important dans les régions tempérées et pas trop humides:**
 - Longer growing season (inputs)
 - Longer effect of lime (?)

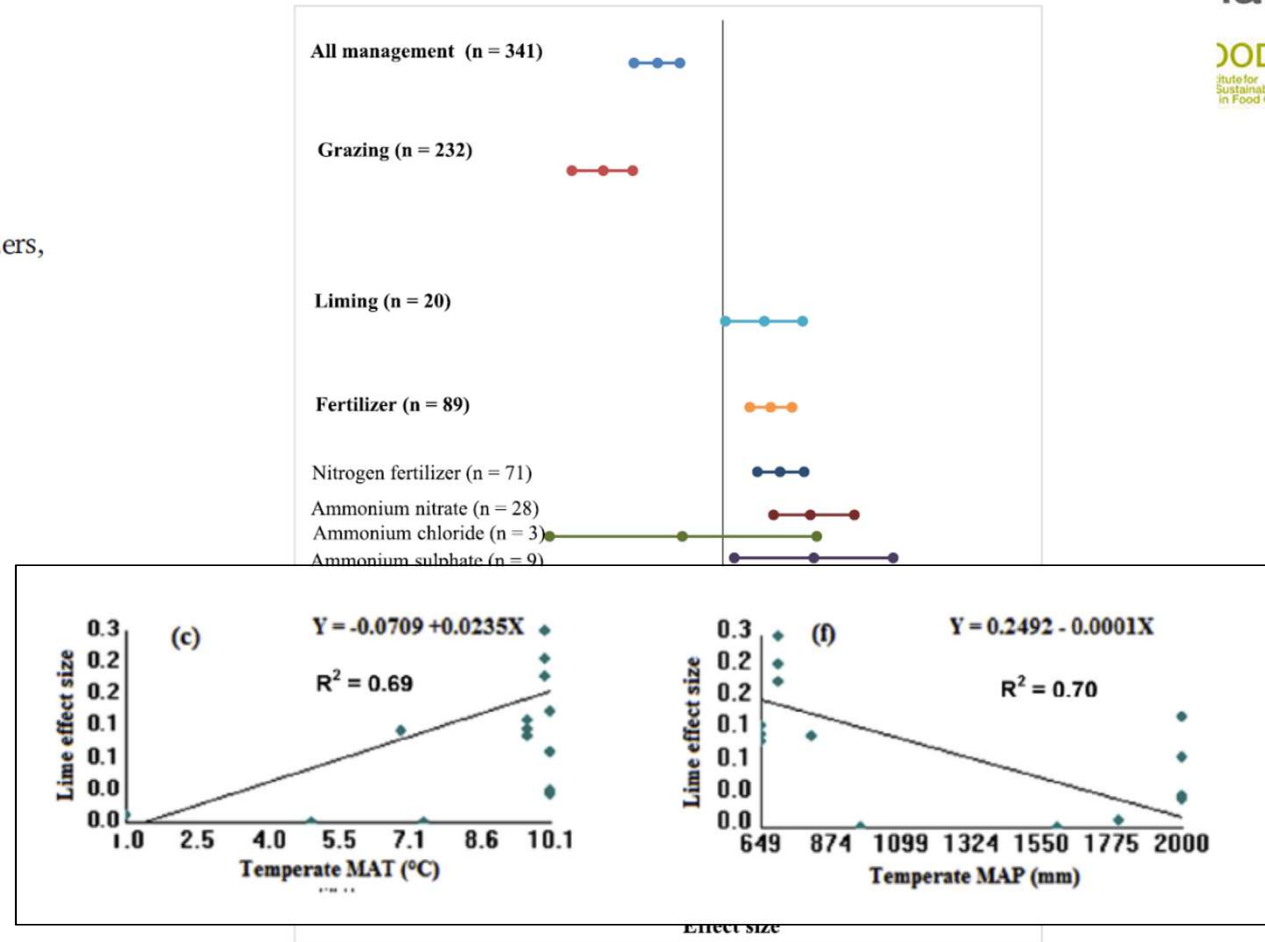


Fig. 2. Effect sizes of fertilizer application, liming and grazing on SOC stock (bars represent mean plus and minus 95% confidence intervals).

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?

- *Activité microbienne/respiration*

Residue addition and liming history interactively enhance mineralization of native organic carbon in acid soils

Nang Seng Aye¹ · Clayton R. Butterly¹ · Peter W. G. Sale¹ · Caixian Tang¹

The short-term effects of liming on organic carbon mineralisation in two acidic soils as affected by different rates and application depths of lime

S. P. Grover¹ · C. R. Butterly¹ · X. Wang¹ · C. Tang¹

TECHNICAL ARTICLE

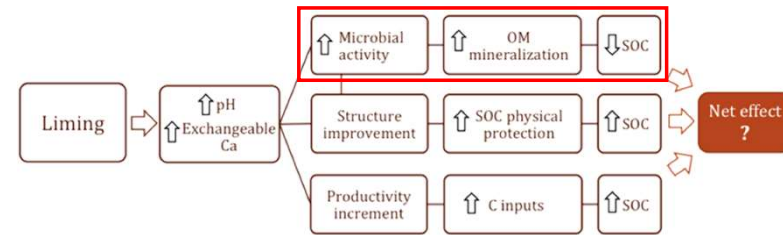
Lime and Nutrient Addition Affects the Dynamics and Fractions of Soil Carbon in a Short-term Incubation Study With ¹³C-Labeled Wheat Straw

Coonan, Elizabeth C.^{1,2}; Kirkby, Clive A.¹; Kirkegaard, John A.¹; Amidy, Martin R.²; Strong, Craig L.²; Richardson, Alan E.¹ [Author Information](#)

Short communication

Interactive effects of liming and nitrogen management on carbon mineralization in grassland soils

Iris Lochon^{a,b}, Pascal Carrère^a, Sandrine Revaillet^a, Juliette M.G. Bloor^{a,*}



Conditions de laboratoire: incubation avec différents substrats + chaulage:

- Augmentation de l'effet *priming*
- Transient (short-term) increase in respiration
- Respiration accrue (modérée par fertilisation azotée).
- Respiration accrue qui empêche l'effet de l'ajout de biomasse.

Aye et al., 2017. *Biology & Fertility of Soils* 53: 61-75.

Grover et al., 2017. *Biology & Fertility of Soils* 53: 431-443.

Coonan et al., 2017. *Soil Science* 184(2): 43-51.

Lochon et al., 2018. *Applied Soil Ecology* 130: 143-148.

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?

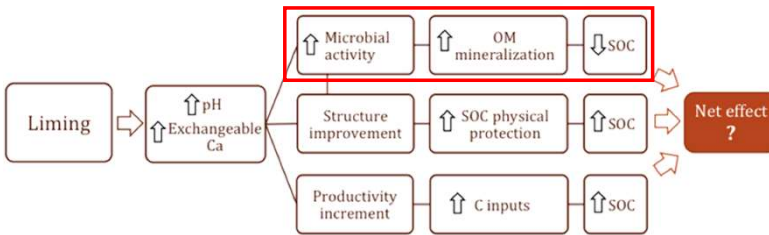
- *Activité microbienne/respiration*

Impacts of low-level liming on soil respiration and forage production in a fertilized upland grassland in Central France

Iris Lochon ^{a,b}, Pascal Carrère ^a, Jean-Claude Yvin ^b, Diane Houdusse-Lemenager ^b, Juliette M.G. Bloor ^{a,*}

^a UCA, INRA, VetAgro-Sup, UREP, 63000 Clermont-Ferrand, France

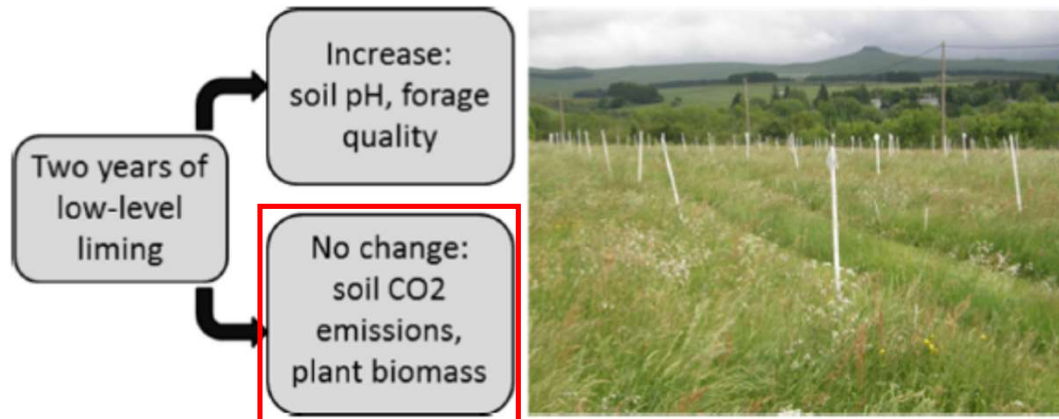
^b CMI, Roullier Group, 35400 St Malo, France



Étude terrain en France

Calcimer T400 (TimacAgro, France) à 1200 kg/ha/an.
Suivie pendant 28 mois.

GRAPHICAL ABSTRACT



Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information? - Structure / Physique du sol

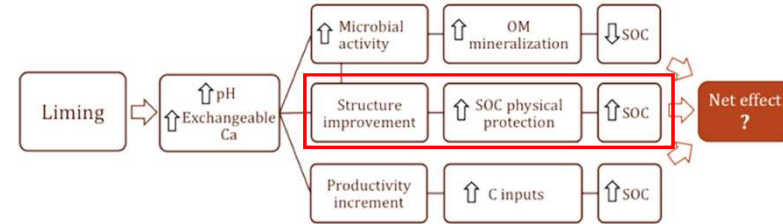
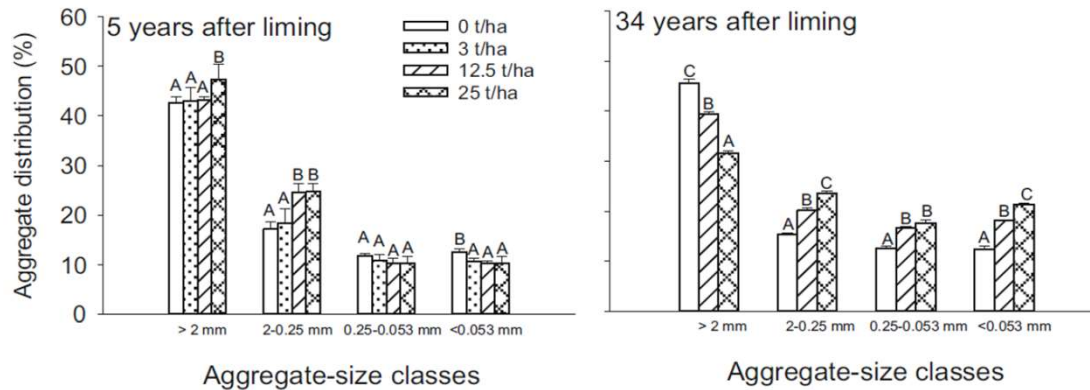
Review

Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: A review



J.E. Holland ^{a,*}, A.E. Bennett ^a, A.C. Newton ^a, P.J. White ^a, B.M. McKenzie ^a, T.S. George ^a, R.J. Pakeman ^b, J.S. Bailey ^c, D.A. Fornara ^c, R.C. Hayes ^d

Soil physical conditions are at least maintained or improved by liming, but the time taken to detect change varies significantly.





Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?

- *Structure / Physique du sol*

Effects of tillage and liming on macropore networks derived from X-ray tomography images of a silty clay soil

Q. HELLNER, J. KOESTEL, B. ULÉN  & M. LARSBO 

Department of Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), P.O. box 7014, 750 07, Uppsala, Sweden

Pas d'effet (7 ans après le chaulage)

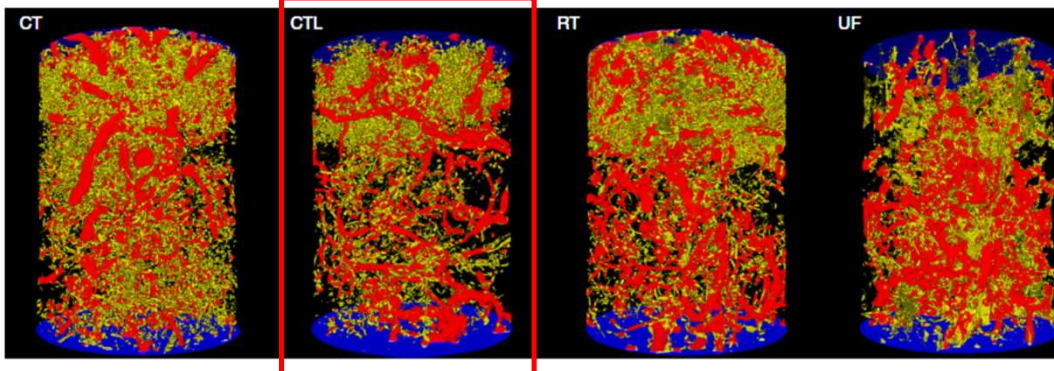
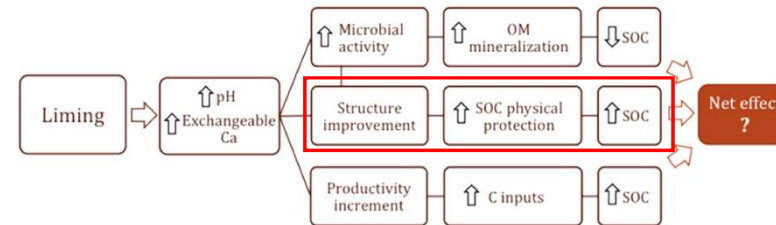


Figure 2 Examples of macropore networks for cylindrical subvolumes (11.0 cm high, 8.0 cm diameter) for the four treatments: conventional tillage (CT), conventional tillage limed (CTL), reduced tillage (RT) and unfertilized fallow (UF). Yellow and red macropores have thickness values smaller than or larger than 1 mm, respectively. [Colour figure can be viewed at [wileyonlinelibrary.com](https://onlinelibrary.wiley.com)]



upna

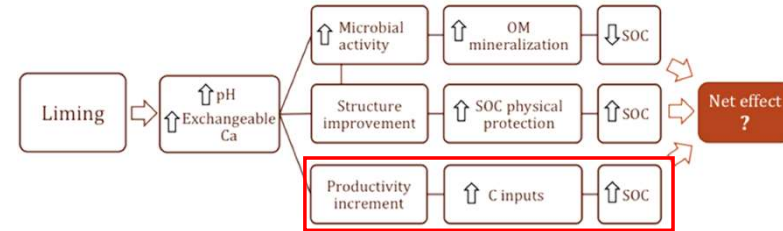
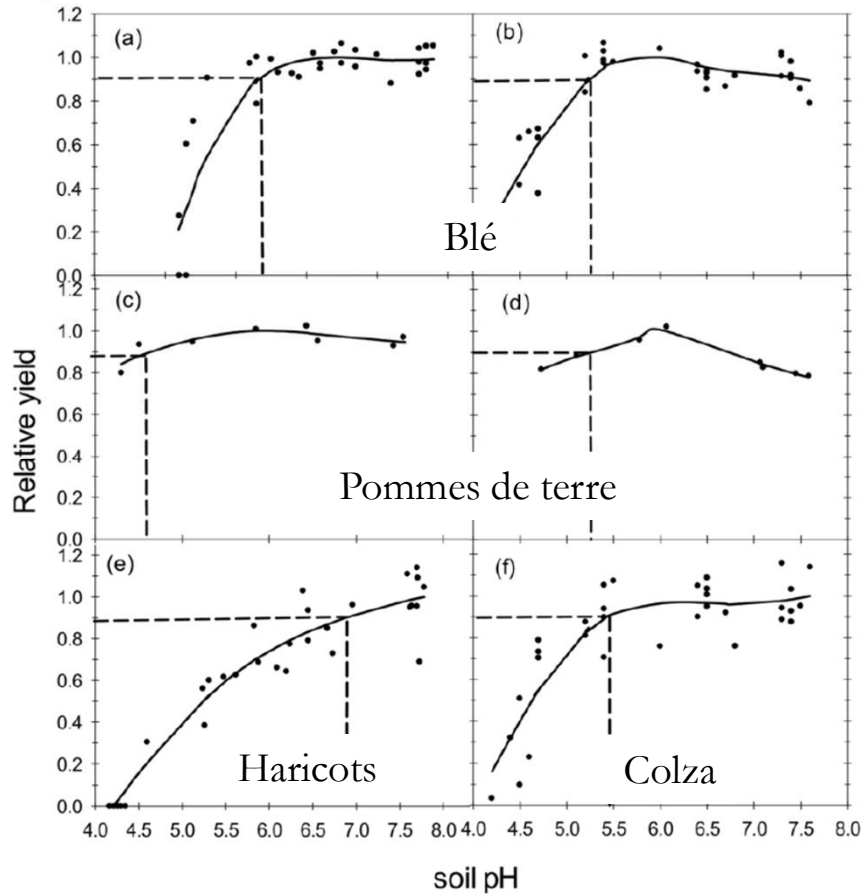
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle Rothampsted rmatic Woburn



Mais on sait que...

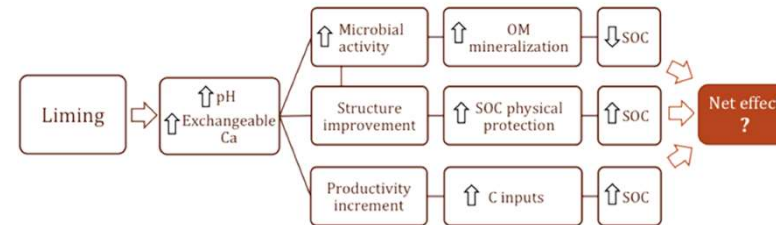
... l'interprétation des résultats en termes de variation du rendement est difficile du fait de la multiplicité des effets d'un apport d'amendement basique calcique, et des interactions existantes.

(COMIFER, 2009)

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles recherches

Quelle nouvelle information?



- **Activité microbienne/respiration**
 - Augmentation dans le court-terme, mais pas forcément au champ.
 - Possibilité d'effet *priming*.
- **Structure/physique du sol**
 - Effet dépendant du temps.
 - Pas toujours évident.
- **Rendements**
 - Normalement plus élevées.
 - Relevance des facteurs de production et d'autres conditions de production.
- **Stockage SOC**
 - Augmentation possible (en prairie) dans certaines conditions de climat (et sol?).

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles perspectives

Non labour + chaulage



Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles perspectives

Émission CO₂ et autres GES.

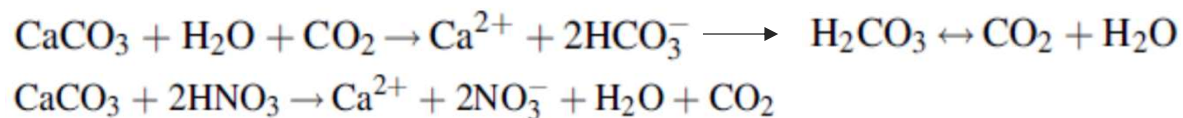
Increasing organic stocks in agricultural soils: Knowledge gaps and potential innovations



Claire Chenu^{a,*}, Denis A. Angers^b, Pierre Barré^c, Delphine Derrien^d, Dominique Arrouays^e, Jérôme Balesdent^f

Nous soulignons que le stockage du carbone organique dans le sol (c'est-à-dire une augmentation des stocks de carbone organique du sol) doit être clairement différencié de la séquestration du carbone organique dans le sol, car ce dernier suppose une élimination nette du CO₂ atmosphérique.

C'est connu que le chaulage peut contribuer à émettre CO₂:



West & McBride, 2005: USEPA: net CO₂ emissions from the application of aglime is 0.059 Mg C per Mg limestone (**IPCC estimates of 0.12 and 0.13 Mg C per Mg limestone**).

GIEC 2006: Emission factor 0.396 kg CO₂/kg limestone (Presque 100 dissolution)

West & McBride, 2005. AEE 108: 145-154.
Chenu et al., 2019. Soil & Tillage Res. 188: 41-52.

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles perspectives

Émission CO₂ et autres GES.

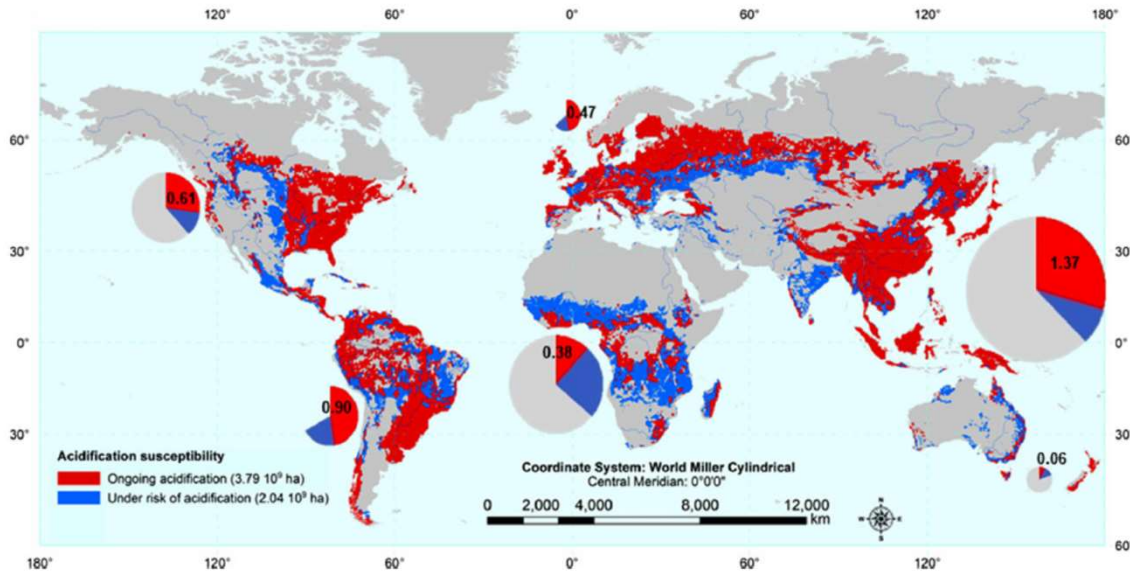


FIGURE 4 Map of soil acidification due to N fertilization. Red areas: ongoing acidification, i.e., N fertilization in carbonate-free soils. Blue areas: soils highly susceptible to acidification, i.e., areas with the lowest CaCO₃ content (<4 kg C m²) in Fig. 2. The inset pie graphs show the surface area (×10⁹ ha) of soils that are acidified or under acidification risk for each continent (North and Central America, South America, Europe, Africa, Asia, and Oceania). The numbers on the red pie graphs reflect the surface area (×10⁹ ha) of the ongoing acidification. Lime is used in some parts of these areas to neutralize soil acidification and therefore contributes to CO₂ fluxes into the atmosphere

Surface: 3,79 x 10⁹ ha sols acides

Dose: 1 tonne CaCO₃/ha/an

Dont:

40 % lessivé et re-précipité ailleurs

60 % émis comme CO₂ (West & McBride, 05)

Flux annuel: 273 x 10¹² gCO₂-C/an.

Ce correspond à env. 3% de l'efflux de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles, ou env. 30% du CO₂ provenant des changements d'affectation des terres (GIEC, 2007).

Chaulage et stockage de C organique

Nouvelles perspectives

Émission CO₂ et autres GES.

INVITED RESEARCH REVIEW

Global Change Biology WILEY

Characterising the biophysical, economic and social impacts of soil carbon sequestration as a greenhouse gas removal technology

3.4.3 | Manage soil pH

Le chaulage libère du CO₂ mais les communautés microbiennes réagissent également en **augmentant le rapport N₂ / N₂O de la dénitrification, réduisant potentiellement les émissions de N₂O** (Goulding, 2016).

Management of soil pH promotes nitrous oxide reduction and thus mitigates soil emissions of this greenhouse gas

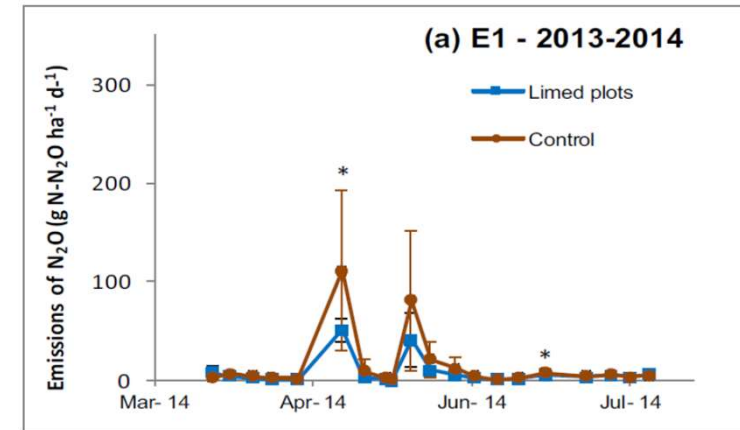
Catherine Hénault^{1,2*}, Hocine Bourennane², Adeline Ayzac², Céline Ratié³, Nicolas P. A. Saby³, Jean-Pierre Cohan³, Thomas Eglin⁵ & Cécile Le Gall⁶

- Potentiel de mitigation d'émissions de N₂O: 15,7% (8,3-21,2%) à l'échelle de la France.
- Atténuation de 1,02% (0,5-1,4%) des émissions totales de GES anthropiques (en France).

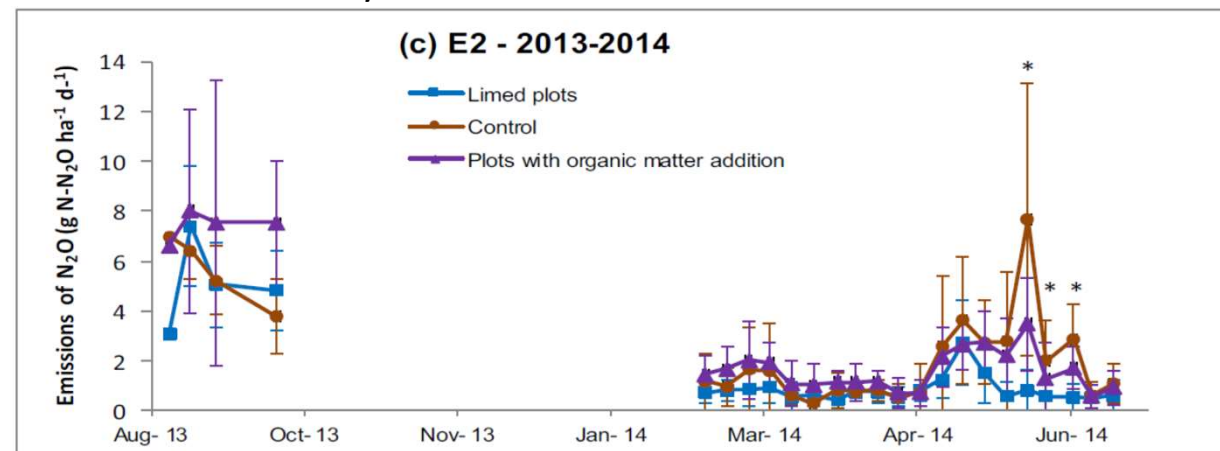
upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Arvalis – La Jaillière



Terres Inovia – Presly la Noue



Hénault et al., 2019. Scientific Reports 9:20182.

Sykes et al., 2020. Global Change Biology 26: 1085-1108.

Chaulage et stockage de C organique

Conclusions

- **Le chaulage peut modifier les stocks de COS.**
- Ceci peut-être reliée aux **modifications des entrées de biomasse au sol et/ou des conditions de stabilisation des MOS.**
- L'effet n'est pas clair ni direct: **plusieurs facteurs peuvent interagir**, y-compris le temps (effets temporaires), ce qui résulte en des effets variables (augmentation, perte, pas de change) possibles.
- **Une évaluation précise de cet effet doit prendre en compte les conditions d'application réelles du chaulage, ainsi que les interactions possibles avec d'autres altérations du cycle du C.**
- **Bien que l'intérêt pour la stabilisation du COS par rapport au chaulage se soit accru ces dernières années, il existe encore des lacunes sur les mécanismes affectés par le chaulage et à leurs interactions.**

Chaulage et stockage de C organique

Pampelune-Paris, 29 octobre 2020

MERCI
GRACIAS

Iñigo VIRTO⁽¹⁾, Remigio Paradelo⁽²⁾, Claire Chenu⁽³⁾,

(1) Universidad Pública de Navarra, Dpto. Ciencias del Medio Natural, Pamplona, Espagne (inigo.virto@unavarra.es)

(2) Universidade de Santiago de Compostela, Dpto. Edafoloxía, Santiago, Espagne

(3) INRAE-AgroParisTech, France

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

upna
IS-FOOD
Research Institute for
Innovation & Sustainable
Development in Food Chain

comifer