

Sous le haut patronage



Avec le soutien



MESURES DES CARBONATES RÉSIDUELS

SYNTHESE DES MESURES DE CARBONATES RESIDUELS DANS LES ESSAIS CHAULAGE ARVALIS : Applications pour le calcul du besoin de bases

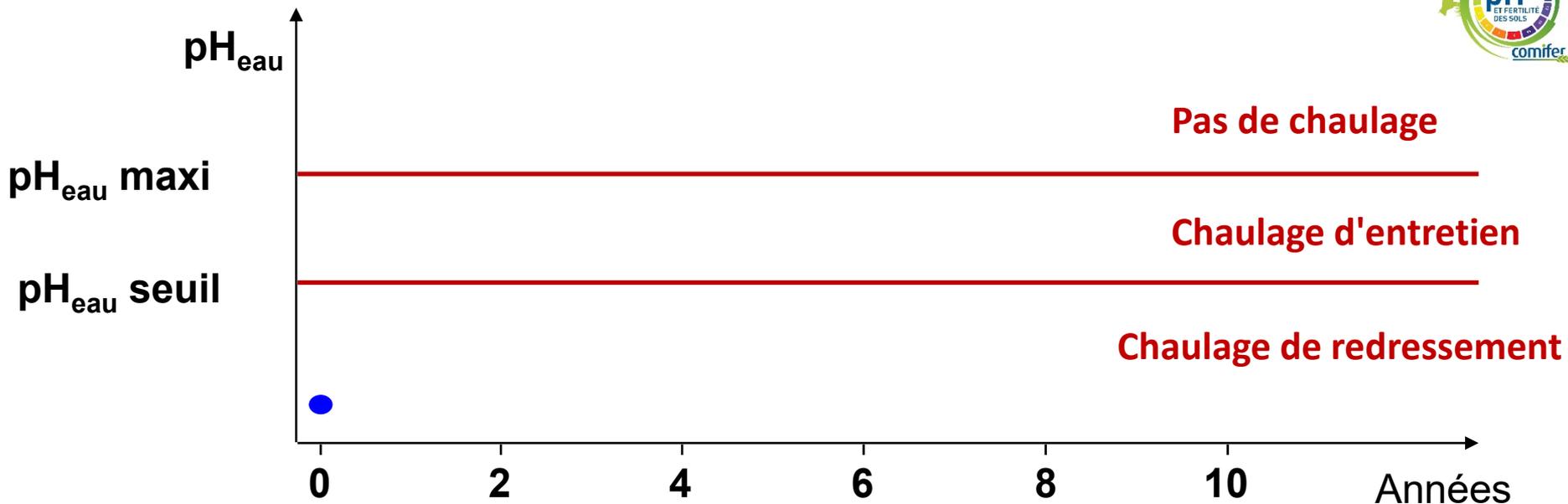
LAGRANGE Hélène, ARVALIS Institut du végétal

h.lagrange@arvalis.fr

Sur la base de travaux conduits par A. BOUTHIER, avec l'aide des collègues techniciens d'ARVALIS,
de l'UCATA et SADEF

Sous le haut
patronage

STRATÉGIES DE DÉCLENCHEMENT D'UN CHAULAGE



$\text{pH}_{\text{eau}} \text{ seuil}$ et $\text{pH}_{\text{eau}} \text{ maxi}$ référencés dans la brochure COMIFER, *Le chaulage, des bases pour le raisonner*, 2009

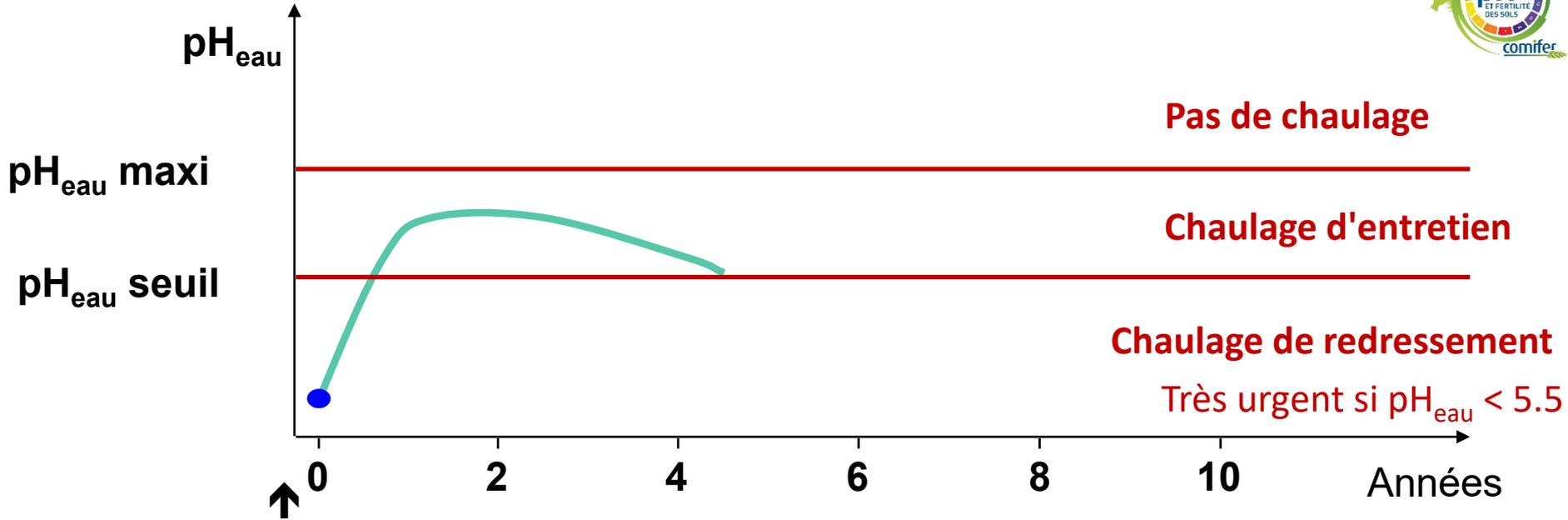
Sous le haut patronage



Evolution du pH d'un sol cultivé et amendé.

D'après Coppenet (1980 et Bussières (1978)

STRATÉGIES DE DÉCLENCHEMENT D'UN CHAULAGE

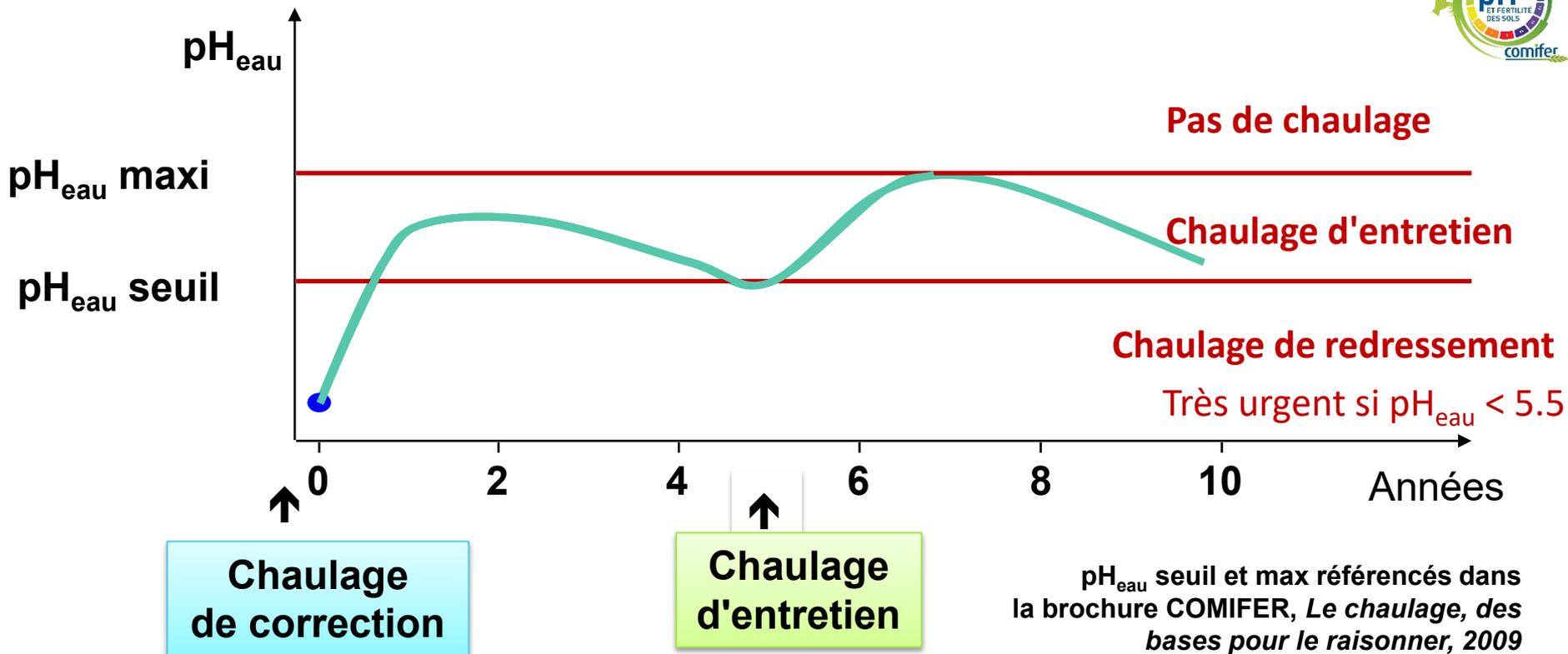


Chaulage de correction

pH_{eau} seuil et max référencés dans la brochure COMIFER, *Le chaulage, des bases pour le raisonner*, 2009

Sous le haut patronage

STRATÉGIES DE DÉCLENCHEMENT D'UN CHAULAGE



Sous le haut patronage

CALCULS DE DOSE



EN SITUATION DE REDRESSEMENT

En fonction de la situation de la parcelle:

- Définition d'un pH_{eau} objectif
- Ecart de pH_{eau}
- Evaluation du pouvoir tampon -> **CEC_{metson}**

Besoin de Bases (BdB) exprimé en unités de Valeur Neutralisante (VN) par ha

Modification de pH recherchée :		CEC _{Metson} (en cmol ⁺ /kg)		
passer de	à	5	10	15
pH 5,0	pH 5,5	500	1000	1300
pH 5,5	pH 6,0	700	1300	1700
pH 6,0	pH 6,5	1000	1900	2800

Ne pas oublier le cumul éventuel de différentes lignes si l'augmentation recherchée est supérieure à 0.5 points de pH.

Tableau 9.8 : Besoin En Bases en fonction du pH eau et de la CEC.

Source: *Le chaulage, des bases pour le raisonner*, 2009

EN SITUATION D'ENTRETIEN

Mesures régulières du pH pour vérifier si besoin de remonter le pH avec les AMB
Si besoin compter 100 à 300 VN/ha/an

Nouveaux essais,
suivis carbonates
résiduels

Sous le haut patronage

LES CARBONATES RÉSIDUELS

28 octobre
2020 en distanciel

Carbonates résiduels après un apport d'AMB => carbonates restants dans le sol /carbonates dissouts
=> calcul d'un taux de dissolution effectif

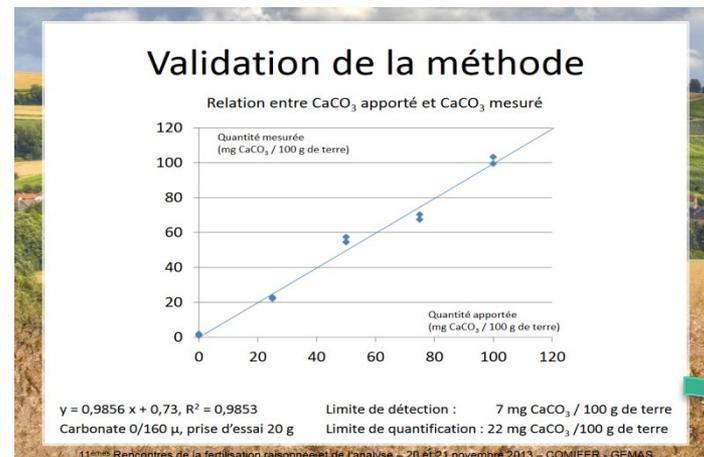
$$\text{Taux de dissolution effectif (\%)} = \frac{\text{CaCO}_3 \text{ apporté} - \text{CaCO}_3 \text{ restant} \times 100}{\text{CaCO}_3 \text{ apporté}}$$

Méthode Jean Yves Baliteau, SADEF (Rencontres COMIFER-GEMAS 2013)

Attaque à l'acide fort (HCl), mesure du CO₂ dégagé à l'aide du calcimètre Bernard, adaptée de la méthode de mesure du calcaire total dans un sol .

Mesure du CaCO₃ restant a été écrite, normalisée et validée au niveau européen (TS 16375).

- Cette méthode permet de mieux rendre compte de la dissolution et de l'efficacité des amendements minéraux basiques carbonatés.
- Sa limite est la représentativité de l'échantillon prélevé, surtout s'il y a peu de particules.
- Compte tenu des exigences en termes de qualité de prélèvement, elle reste plus adaptée au suivi des essais qu'à une analyse de terre en routine.



Limite quantification passée de 220 mg CaCO₃/kg de terre à 40 mg CaCO₃/kg)

LES CARBONATES RÉSIDUELS



Méthode utilisée pour étudier le devenir au champ de différents amendements minéraux basiques:

- Dissolution en fonction de la finesse des particules
- Dissolution en fonction du pH eau initial

Etude couplant essais labo et essais au champ en conditions agricoles (travaux SADEF, Arvalis, MEAC et LDAR)

Rencontres COMIFER-GEMAS 2013

Il a été prouvé grâce à cette méthode que

- La granulométrie des amendements joue sur la cinétique de dissolution.
(+ fin , dissolution + rapide)
- Le pH initial du sol joue sur la cinétique de dissolution.
(+ acide, dissolution + rapide)
- Il y a une forte interaction avec le travail du sol :
reprise de la dissolution après travail du sol.

Aide aux choix des amendements en fonction des objectifs

Dans cette présentation, utilisation de la méthode de mesure pour étudier le lien entre dissolution des carbonates et évolution du pH_{eau}

Sous le haut patronage



4 ESSAIS AVEC SUIVI DE L'ÉVOLUTION DU TAUX DE DISSOLUTION DES CARBONATES PAR MESURE DES CARBONATES RÉSIDUELS APRÈS APPORTS D'AMENDEMENTS BASIQUES

Thématique	Essais	Type de sol	pH eau initial et CEC Metson (cmol+/kg)	Profondeur incorporation en cm (t de terre fine par ha)	Types AMB apportés et tonnage	Occupation du sol
pH objectif pour implantation de luzerne	La Jaillière (44) 2014-2016	Sable limoneux, 1.7 % MO	pH _{eau} : 5.8, CEC Metson 5.8	15 cm (1850 t/ha)	2 AMB calcaires (SC 37 et 61 %)	Luzerne
Fréquence d'apport d'AMB en sol à faible CEC	Presly (18) 2013-2018	Sable, 2 % MO	pH _{eau} 6.6, CEC Metson 4	15 cm (1770) t/ha)	Chaux et 2 AMB calcaires (SC 31 et 6.4 %)	Rotation céréales colza
Vitesse d'action des amendements calcaires selon finesse de l'AMB calcaire	La Jaillière (44) 2009-2012	Limon argileux sur altérite de schiste, 2.3 % MO	pH _{eau} 6.5 CEC Metson: 9.4	10 cm (1190 t/ha)	AMB calcaire (3 fractions: 0-100 µ, 100-700 µ et 700-1200) à 1000 et 2000 VN	Sol nu
	St Jean Brévelay (56) 2009-2012	Limon sableux sur schiste, 3.3 % MO	pH _{eau} 5.4, CEC Metson: 10.5	12 cm (1300 t/ha)	AMB calcaire (3 fractions: 0-100 µ, 100-700 µ et 700-1200) à 1000 et 2000 VN	Sol nu

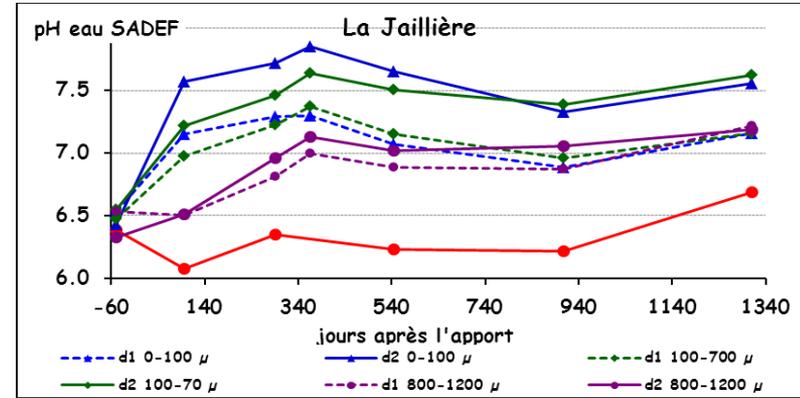
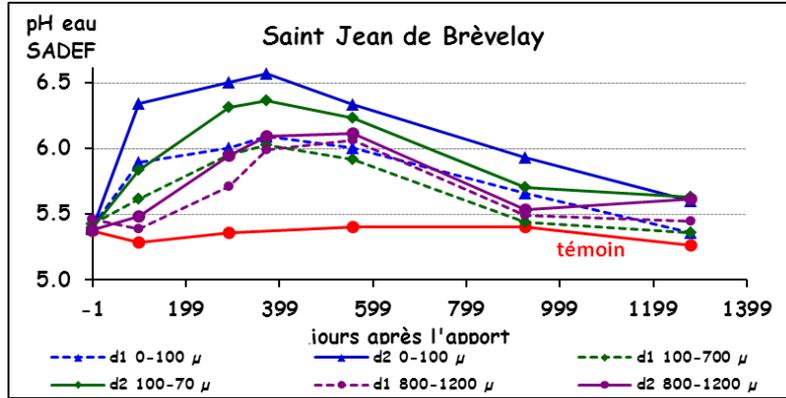
MÉTHODE EMPLOYÉE

Essais La Jaillière et St Jean de B., essais formes d'amendements.

(3 amendements 3 fractions: 0-100 μ , 100-700 μ et 700-1200) à 1000 et 2000 VN



✓ Mesure du pH eau



Sous le haut patronage

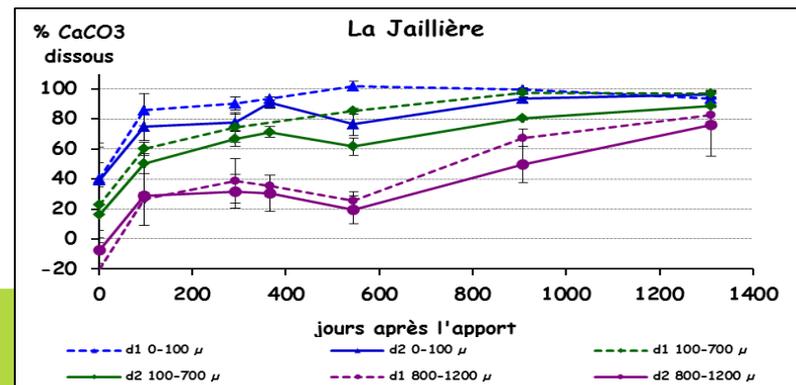
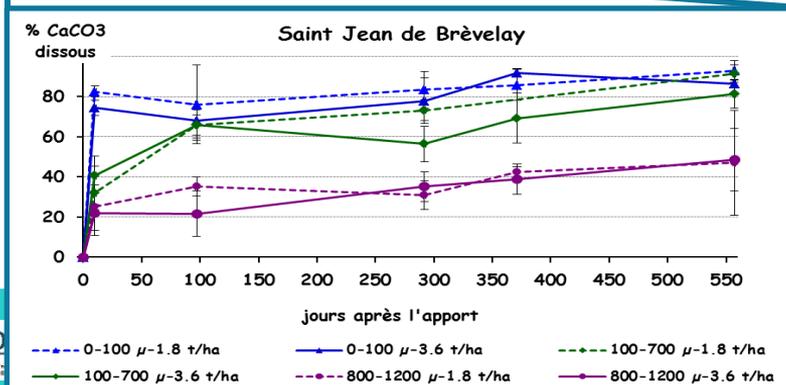
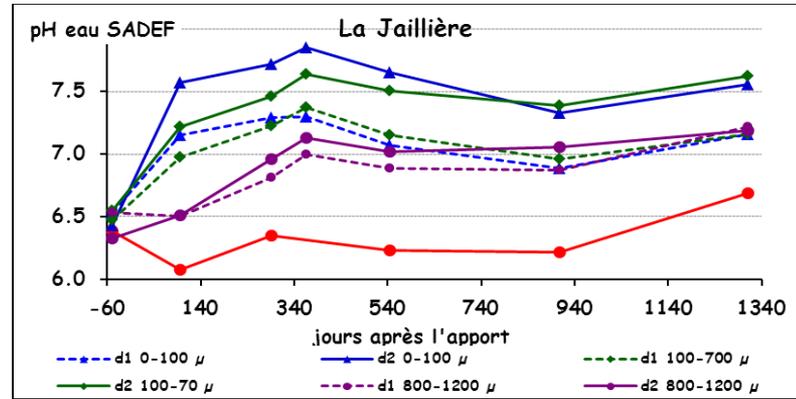
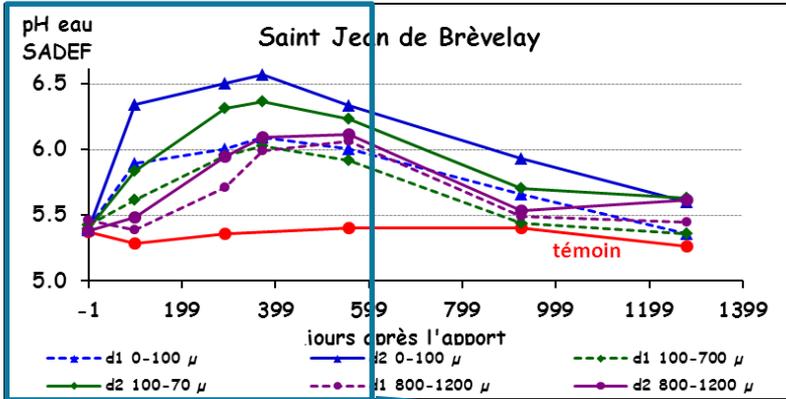
MÉTHODE EMPLOYÉE

Essais La Jaillière et St Jean de B., essais formes d'amendements.
(3 amendements 3 fractions: 0-100 μ , 100-700 μ et 700-1200)
à 1000 et 2000 VN



✓ Mesure du pH eau

✓ Mesure des carbonates résiduels -> expression du CaCO_3 dissout en % de CaCO_3 apporté

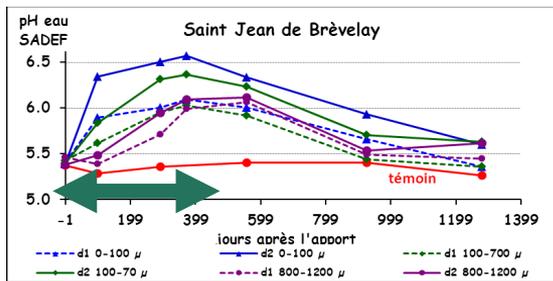


MÉTHODE EMPLOYÉE

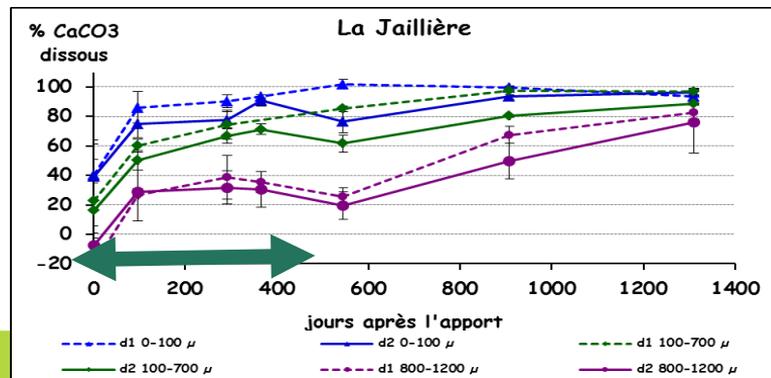
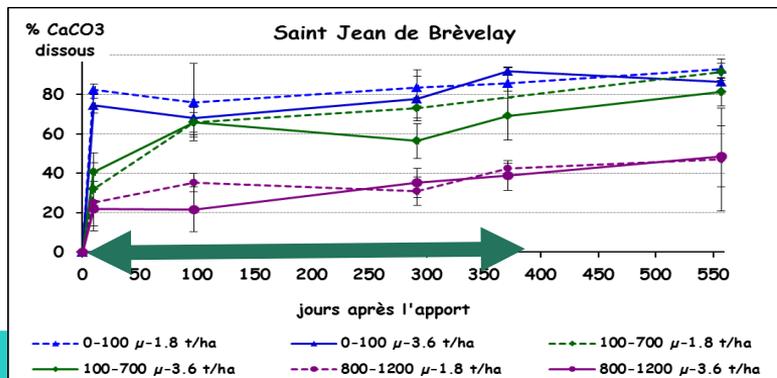
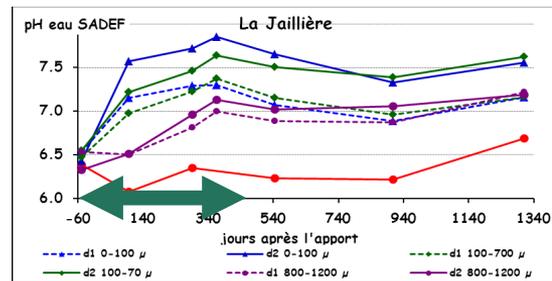
Essais La Jaillière et St Jean de B., essais formes d'amendements.



- ✓ Mesure du pH eau
- ✓ Mesure des carbonates résiduels -> expression du CaCO_3 dissout en % de CaCO_3 apporté
- ✓ Sélection des données sur la période sur laquelle le pHeau augmente



Période prise en compte



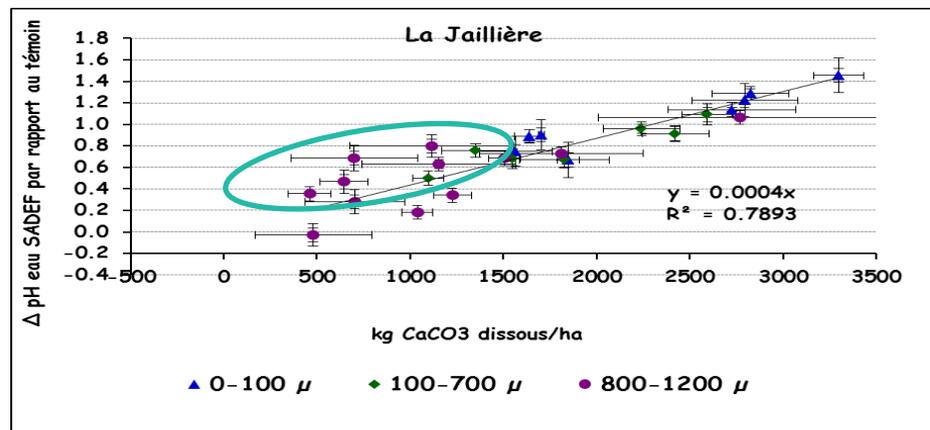
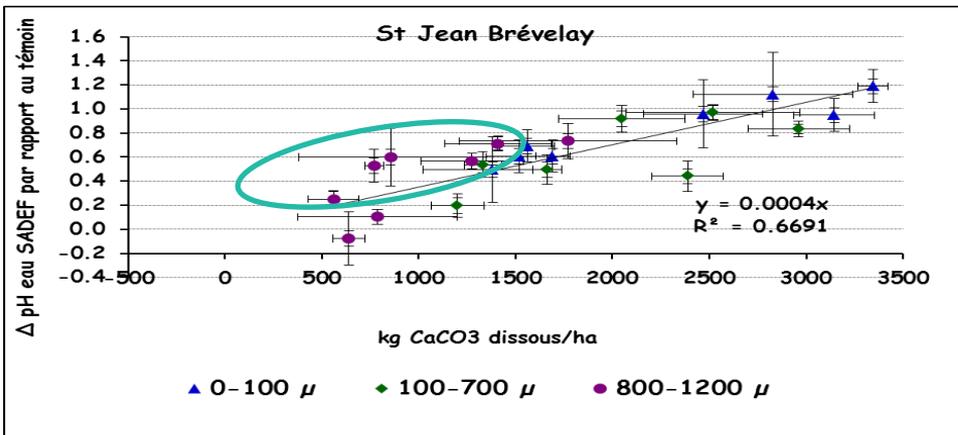
MÉTHODE EMPLOYÉE

Mesure du pH eau

Mesure des carbonates résiduels -> exprimés du CaCO_3 dissout en % de CaCO_3 apporté

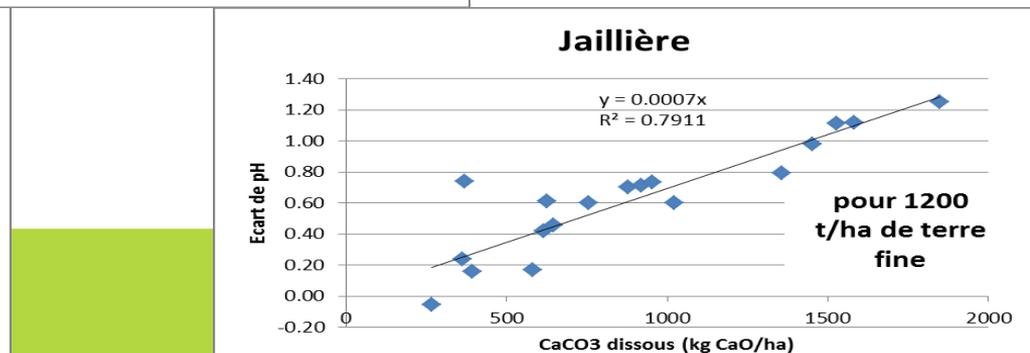
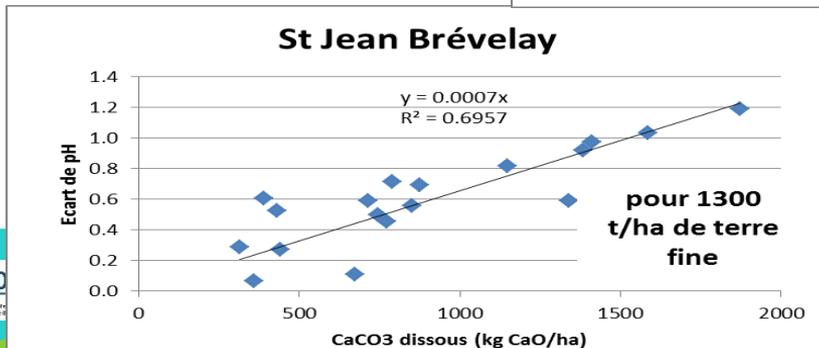
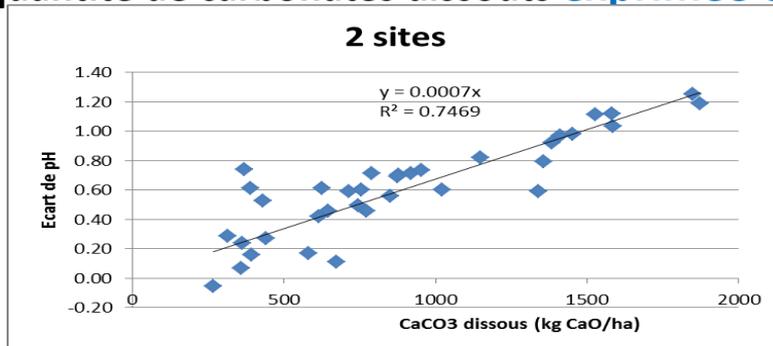
Sélection des données sur la période sur laquelle le pH_{eau} augmente

Relation écart de pH_{eau} et quantité de carbonates dissouts

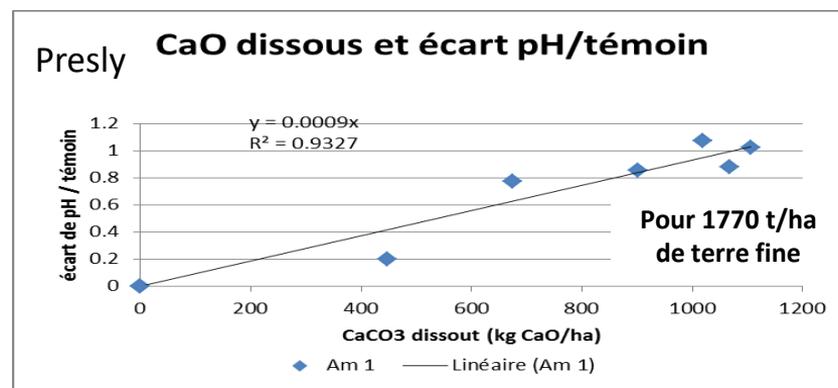
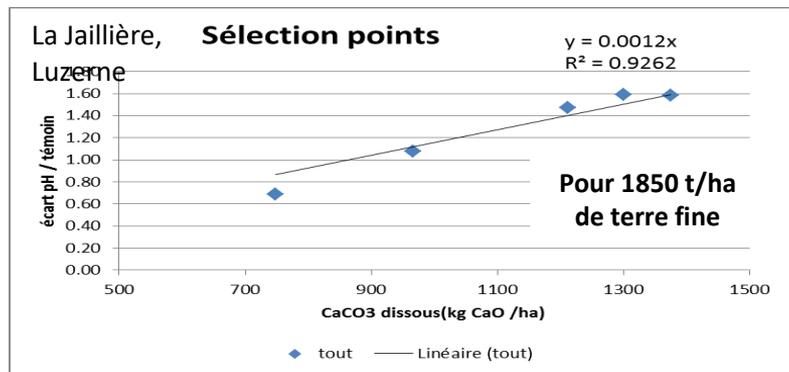
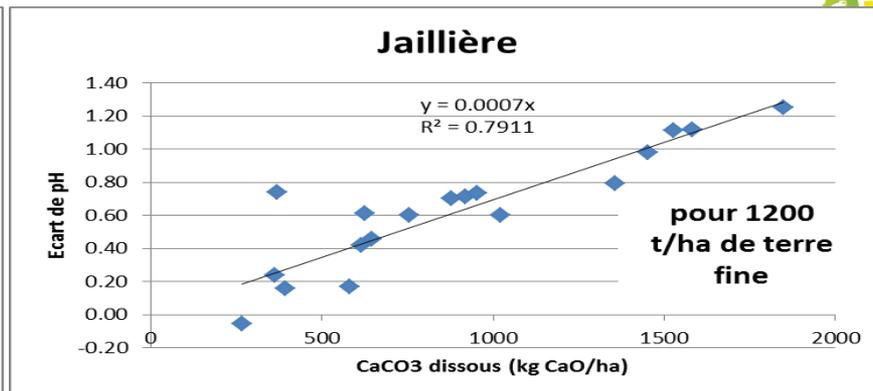
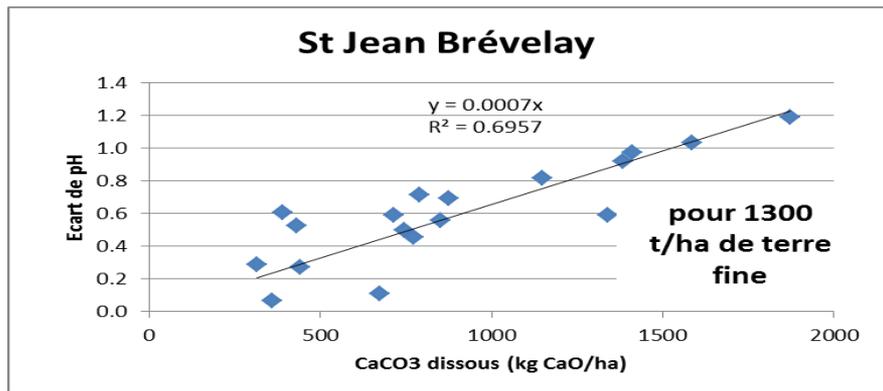


MÉTHODE EMPLOYÉE

- ✓ Mesure du pH eau
- ✓ Mesure des carbonates résiduels -> exprimés du CaCO_3 dissout en % de CaCO_3 apporté
- ✓ Sélection des données sur la période sur laquelle le pH_{eau} augmente
- ✓ Relation écart de pH_{eau} et quantité de carbonates dissouts **exprimée en kg CaO/ha**



RELATION $\Delta\text{pH}_{\text{EAU}}$ EN FONCTION DES CARBONATES DISSOUTS POUR LES 4 ESSAIS



Sous le haut patronage

RÉCAPITULATIF DES RELATIONS Δ pH= f(DOSE CaO) SUR LES 4 ESSAIS SELON LA QUANTITÉ DE TERRE FINE OÙ LES AMB ONT ÉTÉ INCORPORÉS

Δ pH= f (dose CaO)							
Contexte expérimental				VN (kg CaO/ha)			
Essais	CEC Metson cmol+/kg	Terre fine t/ha	Occupation du sol	500	1000	1500	2000
Jaillière luzerne	5.8	1850	luzerne	0.75	1.50	2.25	3.00
Presly	4	1770	cultures	0.45	0.9	1.35	1.8
Jaillière, forme	9.4	1190	sol nu	0.35	0.70	1.05	1.40
St JB	10.5	1300	sol nu	0.35	0.70	1.05	1.40

Δ pH eau calculé

Sous le haut patronage



On peut exprimer un écart de pH_{eau} à partir d'une dose de CaO appliquée

CALCUL DES ΔPH POUR UNE MÊME QUANTITÉ DE TERRE FINE, POUR POUVOIR COMPARER LES ESSAIS À MASSE DE TERRE FINE IDENTIQUE

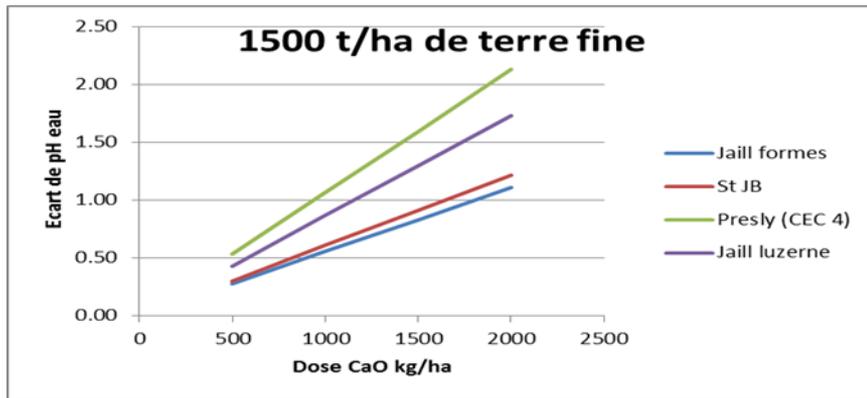
Δ pH= f (dose CaO)							
Contexte expérimental				VN (kg CaO/ha)			
Essais	CEC Metson cmol+/kg	Terre fine t/ha	Occupation du sol	500	1000	1500	2000
Jaillière, forme	9.4	1190	sol nu	0.35	0.70	1.05	1.40
St JB	10.5	1300	sol nu	0.35	0.70	1.05	1.40
Jaillière, forme	9.4	1500	sol nu	0.28	0.56	0.83	1.11
St JB	10.5	1500	sol nu	0.30	0.61	0.91	1.21

$$= \frac{0.35}{1500} \times 1190$$

$$= \frac{1.40}{1500} \times 1300$$

sous le haut patronage

CALCUL DE Δ PH= f(DOSE CaO) SUR LES 4 ESSAIS, SUR LA BASE D'UN MÊME TONNAGE DE TERRE FINE PAR HA



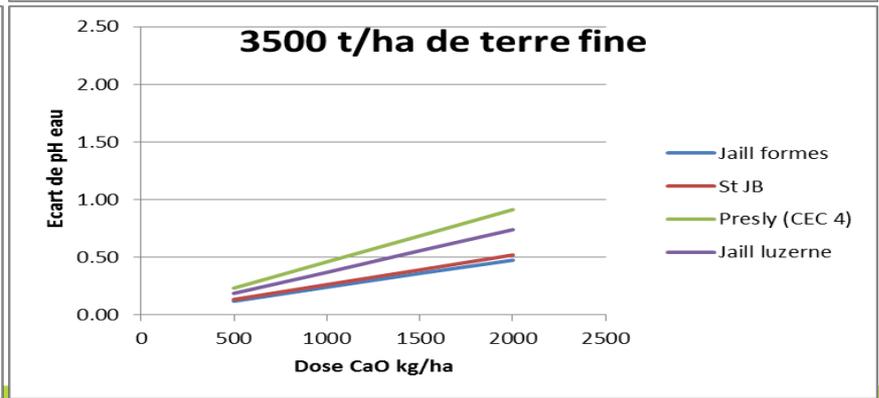
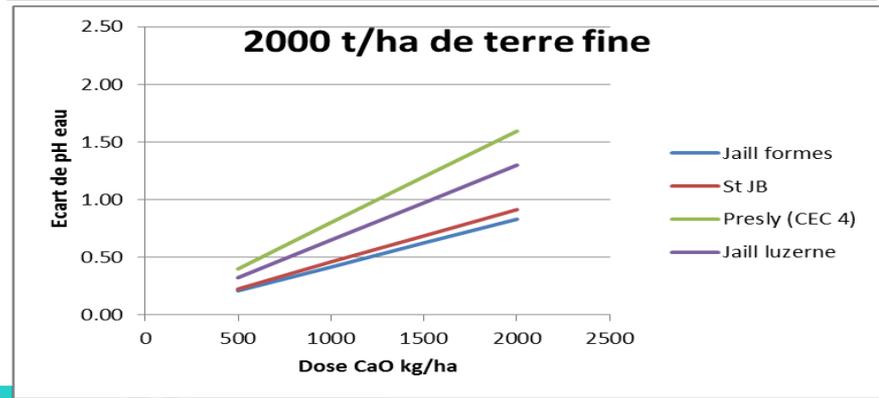
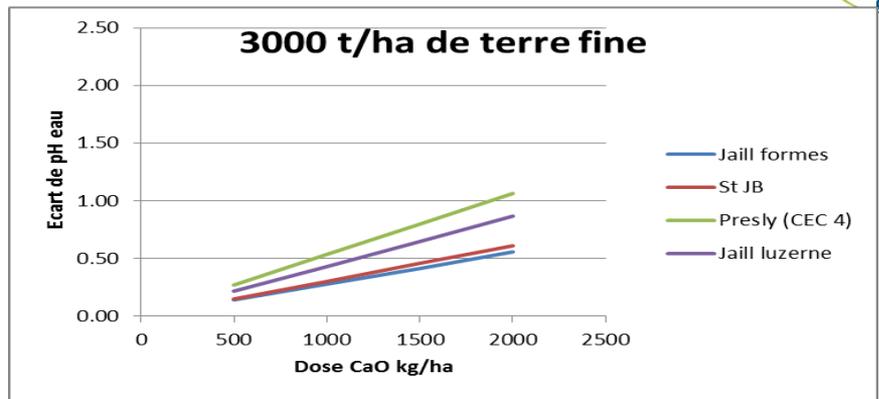
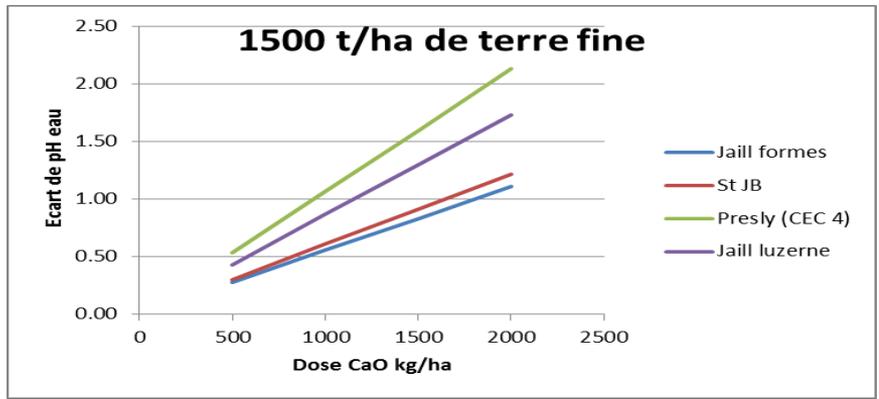
Essais	Type de sol	pH eau initial et CEC Metson (cmol+/kg)
La Jaillière (44) 2014-2016	Sable limoneux, 1.7 % MO	pH _{eau} : 5.8, CEC Metson 5.8
Presly (18) 2013-2018	Sable, 2 % MO	pH _{eau} 6.6, CEC Metson 4
La Jaillière (44) 2009-2012	Limons argileux sur altérite de schiste, 2.3 % MO	pH _{eau} 6.5 CEC Metson: 9.4
St Jean Brévelay (56) 2009-2012	Limons sableux sur schiste, 3.3 % MO	pH _{eau} 5.4, CEC Metson: 10.5

Sous le haut patronage



29/10/2020

CALCUL DE Δ PH= f(DOSE CaO) SUR LES 4 ESSAIS, SUR LA BASE D'UN MÊME TONNAGE DE TERRE FINE PAR HA



+ de terre fine ⇔ plus de profondeur d'incorporation

CALCUL DE BESOIN DE CaO AVEC LES VALEURS MOYENNÉES DES SITES EN FONCTION DE LA CECMETSON



	Terre fine t/ha	VN (kg CaO/ha)				
		500	1000	1500	2000	
CEC 5 cmol+/kg	1500	0.48	0.96	1.45	1.93	Δ pH eau calculé
	2000	0.36	0.72	1.08	1.45	
	2500	0.29	0.58	0.87	1.16	
	3000	0.24	0.48	0.72	0.96	
	3500	0.21	0.41	0.62	0.83	
CEC 10 cmol+/kg	1500	0.29	0.58	0.87	1.16	Δ pH eau calculé
	2000	0.22	0.44	0.65	0.87	
	2500	0.17	0.35	0.52	0.70	
	3000	0.15	0.29	0.44	0.58	
	3500	0.12	0.25	0.37	0.50	

Sous le haut patronage

CALCUL DE BESOIN DE CaO AVEC LES VALEURS MOYENNÉES DES SITES EN FONCTION DE LA CECMETSON

	Terre fine t/ha	VN (kg CaO/ha)				
		500	1000	1500	2000	
CEC 5 cmol+/kg	1500	0.48	0.96	1.45	1.93	Δ pH eau calculé
	2000	0.36	0.72	1.08	1.45	
	2500	0.29	0.58	0.87	1.16	
	3000	0.24	0.48	0.72	0.96	
	3500	0.21	0.41	0.62	0.83	
CEC 10 cmol+/kg	Terre fine t/ha	500	1000	1500	2000	Δ pH eau calculé
	1500	0.29	0.58	0.87	1.16	
	2000	0.22	0.44	0.65	0.87	
	2500	0.17	0.35	0.52	0.70	
	3000	0.15	0.29	0.44	0.58	
	3500	0.12	0.25	0.37	0.50	

Tableau 1 : Quantités d'unités neutralisantes (kg CaO ou de VN /ha) nécessaires pour augmenter le pH eau de 0.5 unité sur la couche labourée (0-25 cm), en fonction de la CEC_{Metsoua} et pour un pH eau initial compris entre 5 et 6 (valeurs moyennes obtenues à partir d'expérimentations réalisées en France)

Valeur de la CEC _{Metsoua} en meq/100 g ou cmol(c)/kg	5	10	15
kg CaO /ha pour augmenter le pH de 0.5 unités	700	1400	2000

Le chaulage des grandes cultures et prairies © ARVALIS - Institut du végétal - Juin 2015

Sous le haut patronage

CONCLUSIONS

- ❖ Pertinence de la mesure des carbonates résiduels pour l'évaluation de doses d'apport d'AMB calcaires

(grâce à la précision d'analyse qui a été améliorée : seuil quantification 220 à 50 mg/kg)

- ❖ Importance d'une mesure précise de la masse de terre fine d'incorporation de l'AMB
- ❖ Permet de prendre en compte de la profondeur d'incorporation
- ❖ Essais avec incorporation superficielle, qualité du mélange probablement supérieure à celle obtenue avec incorporation par labour

POUR ALLER PLUS LOIN

- ❖ Jeu d'essais déjà diversifié pour $CEC \leq 10$ cmol+/kg, à compléter par essais avec $CEC > 10$
- ❖ Valider les équations sur un jeu de données plus conséquent pour aller jusqu'à un modèle de calcul de la dose à partir du ΔpH souhaité en fonction de la CECm et de la profondeur d'incorporation



Sous le haut patronage