



# AMENDEMENT BASIQUE : PROPOSITIONS POUR UNE NOUVELLE APPROCHE DU CALCUL DE LA DOSE DE CORRECTION



FRANÇOIS SERVAIN

# CALCUL DE DOSE DE CORRECTION



Objectif :

En s'appuyant sur quelques

**indicateurs simples et disponibles,**

calculer la quantité d'amendement basique qu'il est nécessaire d'apporter à la couche travaillée d'un sol pour faire évoluer le statut acido-basique

**d'un état initial mesuré vers un état souhaitable.**

Sous le haut patronage

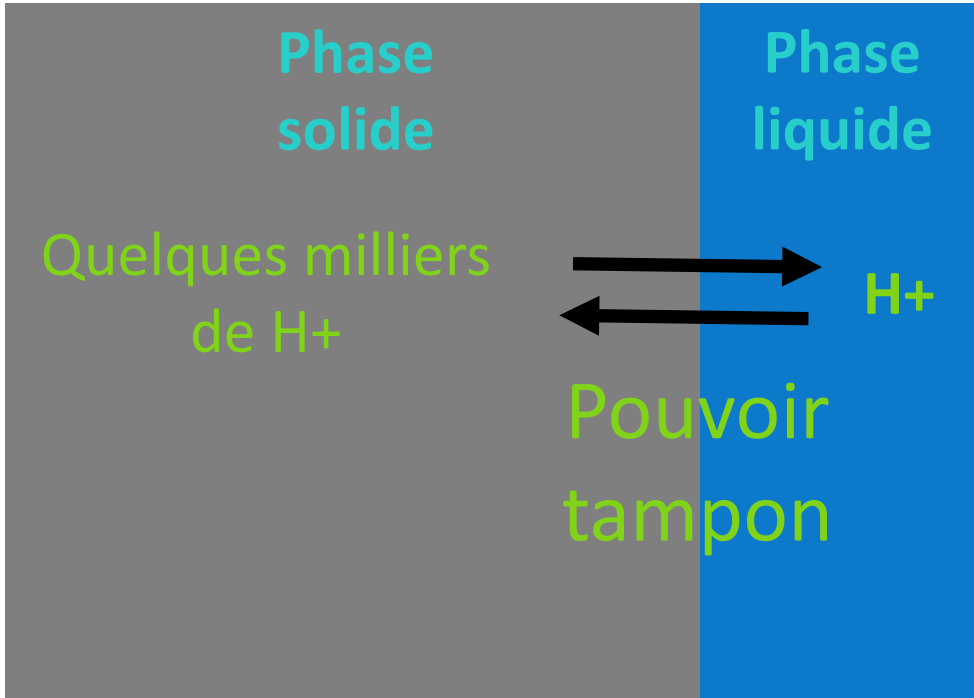
# DEUX INDICATEURS NÉCESSAIRES



- Un indicateur qui permet à la fois de :
  - Mesurer ou estimer le niveau initial d'acidité du sol
  - Fixer le niveau d'acidité souhaitable
  
- Un indicateur du pouvoir tampon qui permet de prévoir la réponse du sol après un apport d'amendement

Sous le haut patronage

# POUVOIR TAMPON



Le pouvoir tampon est la capacité de la phase solide du sol à fixer ou libérer des protons et par conséquent sa capacité à s'opposer aux variations de pH dans la solution.

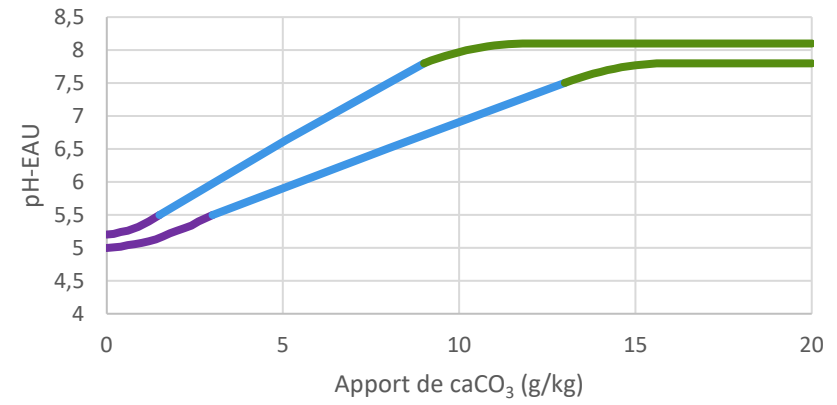
# POUVOIR TAMPON



Trois domaines où le pouvoir tampon du sol s'exprime sur la base de phénomènes différents

mais le raisonnement dans le domaine linéaire en bleu permet de traiter la grande majorité des situations

$$\text{pH-EAU} = f(\text{apport de CaCO}_3)$$



Sous le haut patronage

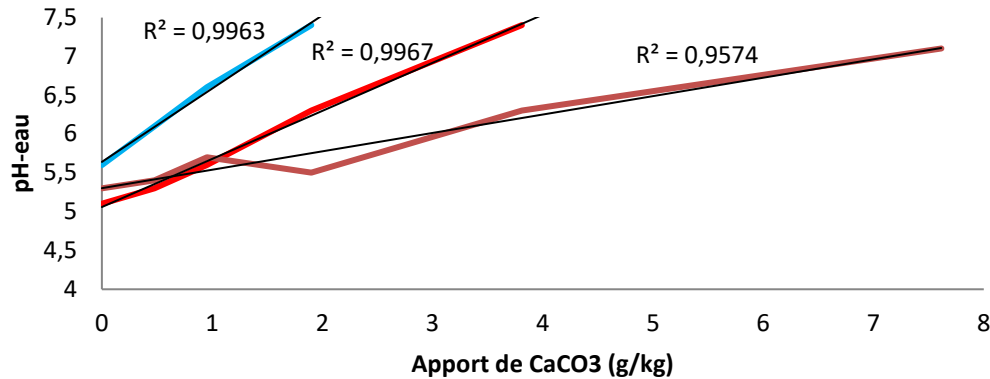


# POUVOIR TAMPON

## Calcul du BEB (cor.) sur la base du pH et de la teneur en carbone

(Evolution du pH et de la CEC de sols du Nord de la France en fonction des doses de chaulage ( $\text{CaCO}_3$ ). Influence du carbone organique, Ciesielski et al., Etude et gestion des sols, vol 15.3, 2008)

$$\text{pH-eau} = f(\text{apport de } \text{CaCO}_3)$$



Données

Ciesielski et al.

Sous le haut patronage

# POUVOIR TAMPON



Sur la zone linéaire, le pouvoir tampon est principalement lié à :

- La teneur en M.O.
- La teneur en argile
- La nature des argiles

➔ Donc de façon plus ou moins directe à la CEC

Sous le haut patronage

# PRECISION DES INDICATEURS : PH



Pour une même parcelle, les pH mesurés sont variables dans l'espace et dans le temps :

- Variation horizontale liée à l'histoire culturale, (apports d'amendement...) et à l'hétérogénéité naturelle du sol ;
- Variation verticale liée à la nature du sous-sol, l'histoire culturale (travail du sol, nitrification en surface...), au climat et à l'activité biologique dans le sol ;
- Variation au fil de l'année (nitrification, activité biologique, pression partielle en CO<sub>2</sub> dans la solution du sol, climat...)

Et pour les mêmes raisons, incertitude sur la fixation d'un pH souhaitable

Néanmoins le pH est sans doute l'indicateur du SAB le plus lisible et le mieux partagé.

Sous le haut patronage





# PRECISION DES INDICATEURS : CEC METSON



Les valeurs de CEC à pH 7 dépendent principalement des constituants du sol et sont en théorie moins variables que les valeurs de pH :

- Variation spatiale liée principalement à l'histoire culturale (M.O.) et à l'hétérogénéité naturelle du sol ;
- Variation annuelle peu importante.

Mais cet indicateur seul ne donne une information complète sur le SAB, il permet d'estimer un pouvoir tampon

Sous le haut patronage

# PRECISION DES INDICATEURS : CEC EFFECTIVE



Les valeurs de CEC effective dépendent des constituants du sol et des variations de pH :

- Variation spatiale liée à l’histoire culturale (apports d’amendement) et à l’hétérogénéité naturelle du sol ;
- Variation au fil de l’année (nitrification, activité biologique, pression partielle en CO<sub>2</sub> dans le sol, humidité, ...)

Incertitude sur la fixation d’une CEC souhaitable.

Sous le haut patronage

# PRECISION DES INDICATEURS : TAUX DE SATURATION DE LA CEC METSON



Les variations du taux de saturation de la CEC Metson à pH 7 sont liées aux variations de pH :

- Variation spatiale liée à la fois à l'histoire culturale (apports d'amendement,...) et à l'hétérogénéité naturelle du sol ;
- Variation des valeurs mesurées au fil de l'année sans doute un peu plus faible que pour le pH

Mais indicateur entaché d'un niveau élevé d'incertitude analytique et très lié à la présence éventuelle de carbonates résiduels

Sous le haut patronage

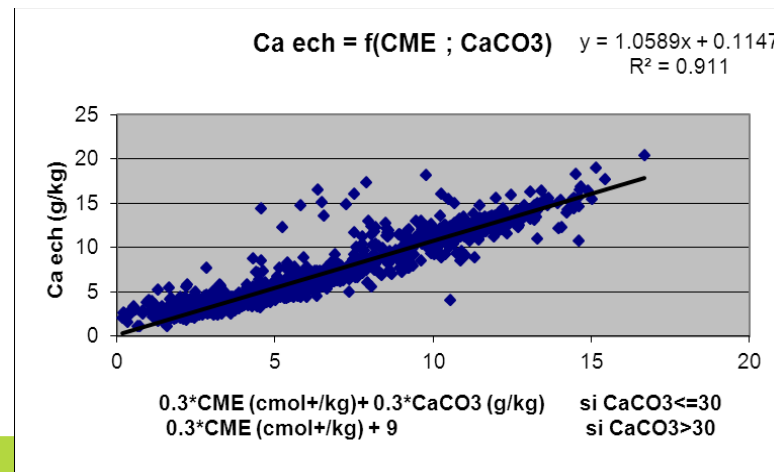
# PRECISION DES INDICATEURS : TAUX DE SATURATION DE LA CEC METSON

Une part de la teneur en calcium dit échangeable est plus ou moins liée à la valeur de la CEC → calcium échangeable vrai

Une autre part est liée à l'équilibre de solubilité du  $\text{CaCO}_3$  dans les conditions de l'extraction des cations échangeables

Pour des teneurs en  $\text{CaCO}_3 \leq 30$  g/kg

On peut estimer qu'en moyenne 50 % du calcium des carbonates est solubilisé lors de l'extraction des cations échangeables



Sous le haut patronage

# MODÈLES UTILISÉS



$$\text{BEB}_{(\text{cor.})} = [ 0.035 * (0.04 * \text{ARG} + 0.205 * \text{M.O.}) * (\text{pH}_s - \text{pH}_a) + 0.4 ] * \text{PTF} / 1000$$

(S.A.A.)

AVEC :

$\text{BEB}_{(\text{cor.})}$  = besoin en base de correction (unité de VN/ha )

ARG = argile (g/kg)

M.O. = matière organique (g/kg)

$\text{pH}_s$  = pH souhaitable

$\text{pH}_a$  = pH actuel

PTF = poids de terre fine (t/ha)

Sous le haut patronage

# MODÈLES UTILISÉS



$$\text{BEB}_{(\text{cor.})} = [ 0.055 * (\text{ARG} + 5 * \text{M.O.}) * (\exp^{\text{pH}_s/1.5} - \exp^{\text{pH}_a/1.5}) ] * \text{PTF} / 1000$$

(Remy et Marin-Lafrière 1974)

AVEC :

- $\text{BEB}_{(\text{cor.})}$  = besoin en base de redressement (unité de VN/ha )
- ARG = argile (g/kg)
- M.O. = matière organique (g/kg)
- $\text{pH}_s$  = pH souhaitable
- $\text{pH}_a$  = pH actuel
- PTF = poids de terre fine (t/ha)

Sous le haut patronage

# MODÈLES UTILISÉS



$$\text{BEB}_{(\text{cor.})} = \text{CEC} * ( S/\text{CEC}_s - S/\text{CEC}_a ) * 280 * \text{PTF} / 1000$$

AVEC :

$\text{BEB}_{(\text{cor.})}$  = besoin en base de redressement (unité de VN/ha )

CEC = CEC Metson à pH 7 (cmole+/kg)

$S/\text{CEC}_s$  = taux souhaitable de saturation de la CEC (%)

$S/\text{CEC}_a$  = taux actuel de saturation de la CEC (%)

Sous le haut patronage

# PROPOSITION 1

Les pentes calculées pour les différentes droites de régression sont relativement bien corrélées à la teneur en carbone organique des sols

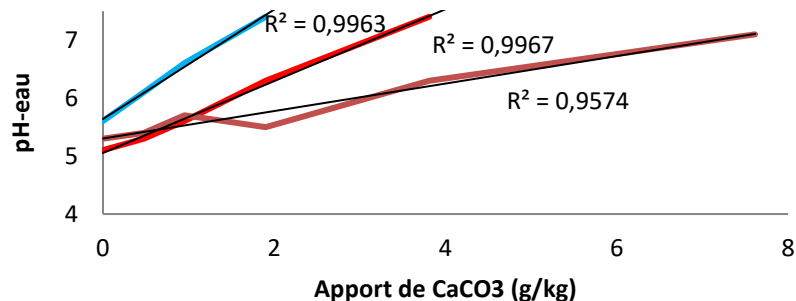
On obtient  $P = 10 / C_{org}$

avec :  $R^2 = 0.81$

Ce qui conduit au calcul du pH des sols après un apport selon :

$$pH = pH_0 + (10 / C_{org}) * CaCO_3 \text{ ajouté}$$

**pH-eau = f(apport de CaCO<sub>3</sub>)**



(Evolution du pH et de la CEC de sols du Nord de la France en fonction des doses de chaulage (CaCO<sub>3</sub>). Influence du carbone organique, Ciesielski et al., Etude et gestion des sols, vol 15.3, 2008)



# PROPOSITION 1



Et au calcul du besoin en base de correction :

$$\text{BEB}_{(\text{cor.})} = 0.56 * (\text{C}_{\text{org}} / 10) * (\text{pH}_s - \text{pH}_a) * \text{PTF}/1000$$

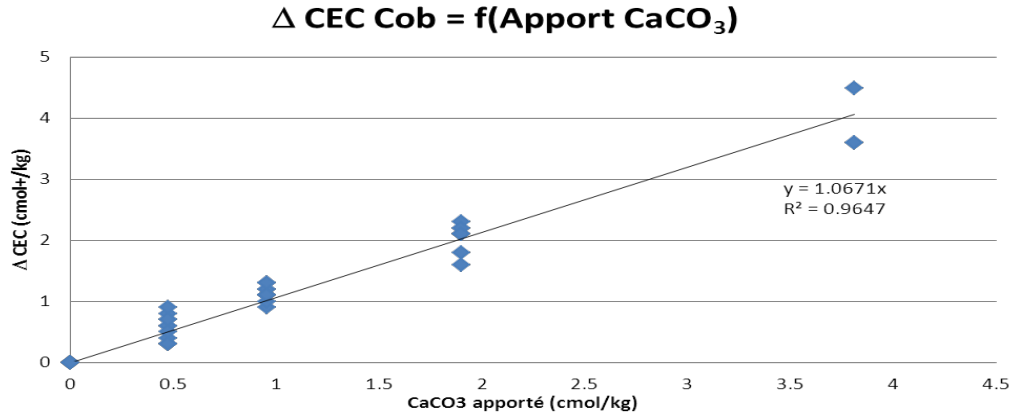
Avec :

- $\text{BEB}_{(\text{cor.})}$  = besoin en base de correction (unité de VN/ha)
- $\text{C}_{\text{org}}$  = teneur en carbone organique (g/kg)
- $\text{pH}_s$  = pH souhaitable
- $\text{pH}_a$  = pH actuel
- PTF = poids de terre fine (t/ha)

Sous le haut patronage

# PROPOSITION 2

Dans les conditions de l'étude, en moyenne, une centimole de  $\text{CaCO}_3$  par kilogramme de sol augmente la CEC effective d'environ une centimole de charge + par kg de terre (1.067 cmol+/kg)



Données

Ciesielski et al.

Sous le haut patronage

# PROPOSITION 2



Cela conduit à estimer le besoin en base à environ  
0.94 kg de  $\text{CaCO}_3$  par tonne de terre et pour faire varier la CEC effective de 1 centimole de charge + .

Et on peut en tirer :

$$\text{BEB}_{(\text{cor.})} = 0.56 * 0.94 * (\text{CCO}_s - \text{CCO}_a) * \text{PTF} / 1000$$

Avec :

$\text{BEB}_{(\text{cor.})}$	= besoin en base de correction (unité de VN/ha )
$\text{CCO}_s$	= CEC Cob souhaitable (cmol + /kg)
$\text{CCO}_a$	= CEC Cob actuelle (cmol + /kg)
PTF	= poids de terre fine (t/ha)

**Mais la CEC Cob n'est que très peu mesurée en routine**

Sous le haut patronage

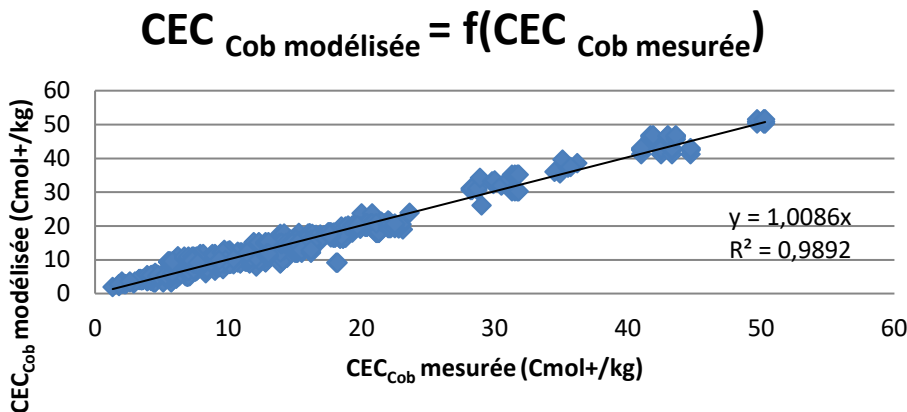
# PROPOSITION 2

Calcul du BEB (cor.) sur la base du pH et de la CEC à pH 7

Des modèles empiriques simples fournissent d'assez bonnes estimations de la  $CEC_{Cob}$

Exemple :

$$CEC_{Cob} = (0.25 * pH - 0.7) * CEC_{Metson}$$



Sous le haut patronage

# PROPOSITION 2

De :

$$BEB_{(cor.)} = 0.56 * 0.94 * (CCO_s - CCO_a) * PTF / 1000$$

On tire :

$$BEB_{(cor.)} = 0.56 * 0.94 * 0.25 * CEC * (pH_s - pH_a) * PTF / 1000$$

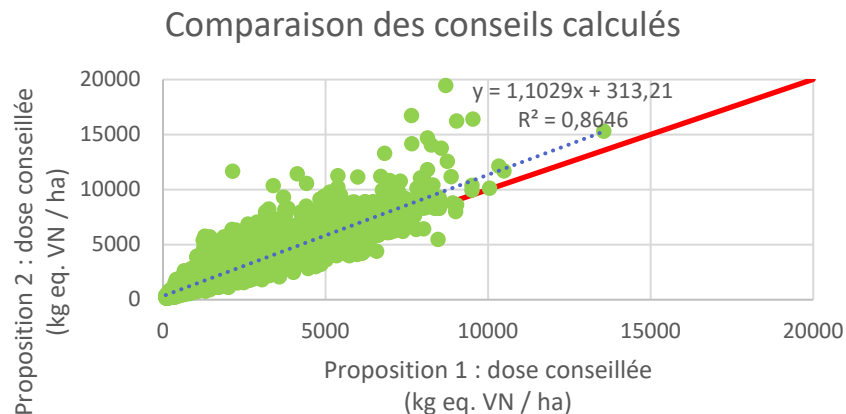
□ Avec :

$BEB_{(cor.)}$	= besoin en base de correction (unité de VN/ha )
CEC	= CEC metson à pH 7 (cmol + /kg)
$pH_s$	= pH souhaitable
$pH_a$	= pH actuel
PTF	= poids de terre fine (t/ha)

Sous le haut patronage

# PROPOSITION 1 / PROPOSITION 2

La comparaison des deux modes de calcul sur plus de 8000 situations réelles montre que la proposition 2 conduit à des doses un peu plus élevées que la proposition 1.



Sous le haut patronage

# CONCLUSION



Deux modèles simples

Basés sur des indicateurs « habituels »

Adaptés à toutes les situations où une analyse de terre récente est disponible

Conduisant à des calculs le plus souvent proches

**Reste à les confronter aux données de terrain !**

Sous le haut patronage



# Merci de votre attention

Sous le haut  
patronage