

L'acidification des sols : origine, approche, enjeux et maîtrise

Le chaulage dans les sols cultivés : importance du pouvoir tampon.

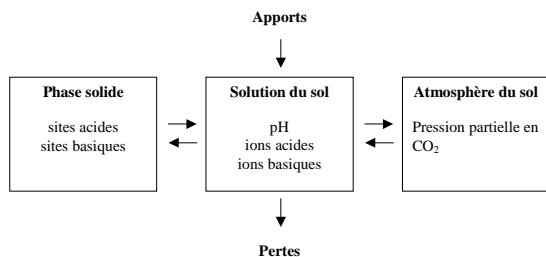
Résumé : Dans le comportement du sol vis à vis de l'acidification, la notion de pouvoir tampon (PT) est importante et définie. Le PT est lié à la quantité de charges électriques présentes à la surface des particules du sol. Dans les sols à fort pouvoir tampon, le pH varie généralement peu mais il influence fortement la quantité de charges. Le pH est alors un mauvais indicateur de leur statut acido-basique. La teneur en carbone permet d'estimer un pouvoir tampon moyen : 0.15 cmol_c. par gramme de carbone par kg de sol et par unité pH. Des exemples d'utilisation sont donnés pour une gamme très large de pH.

Définition du pouvoir tampon :

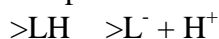
Le pouvoir tampon ou PT se définit comme la capacité de la phase solide du sol à maintenir le pH constant en cas d'apports ou de pertes.

La solution du sol est le lieu privilégié de nombreux processus chimiques et biologiques. L'une des grandeurs caractéristiques de cette solution est le pH, approchée par la mesure du pH_{eau}. Le pH dépend des 3 phases constitutives du sol (Figure 1).

Figure 1 : Schéma général appliqué à l'acidité



Le principal système tampon provient des constituants de la phase solide. Aux pH élevés, supérieurs à 8,0, il s'agit des carbonates. Aux bas pH, inférieurs à 4,0, ce sont les réactions de dissolution des aluminosilicates qui tamponnent le pH. Entre ces deux extrêmes, c'est à dire pour la majorité des sols cultivés, le pouvoir tampon est plus faible et dépend des sites à charge variable (Figure 2). Ces derniers se comportent comme des acides faibles :



Le pH dépend des caractéristiques de ces sites acides, >LH, et basiques, >L⁻ : nature

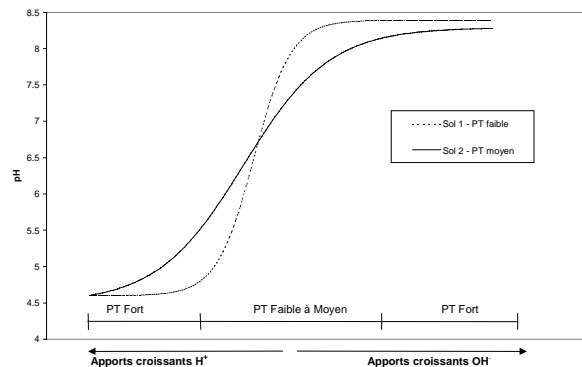
du groupement, ion compensateur et nature de la liaison.

Lors d'un apport d'amendement basique, la quasi-totalité des bases apportées (HO⁻, CO₃²⁻, anions silicates) est consommée par la déprotonation des sites acides >LH :

$$\text{Quantité HO}^- \text{ apportée} = \Delta >LH = \Delta >L^-$$

Le pouvoir tampon est défini par le rapport Quantité de bases apportées / Δ pH. Ce rapport est aussi égal à Δ sites / Δ pH.

Figure 2 : Courbe de neutralisation d'une suspension sol-eau



Le statut acido-basique d'un sol peut se caractériser par les variables suivantes :

- Le pH, grandeur intensive,
- La quantité de sites, grandeur extensive,
- Le pouvoir tampon ou PT.

Ces 3 variables sont liées par la relation $PT = d \text{ Quantité} / d \text{ pH}$

Intérêt du pouvoir tampon :

Pour calculer une dose d'amendement, le pouvoir tampon est nécessaire. Afin d'évaluer l'intérêt de l'indicateur pH, il faut connaître le pouvoir tampon :

- Si le pouvoir tampon est faible, la variation de pH en cas d'apport sera importante : le pH est alors un bon indicateur. A priori, les apports seront plutôt fréquents, avec des quantités limitées.

- Si le pouvoir tampon est élevé, la variation de pH est faible. On risque de ne pas faire d'apport (le pH bouge peu) alors que le sol s'acidifie (augmentation des sites acides, diminution des sites basiques). Et si un apport est réalisé, il peut sembler inefficace puisque l'indicateur "pH" n'indiquera pas de variation. Dans ce cas le pH n'est pas un bon indicateur.

Facteurs déterminant le pouvoir tampon :

Le pouvoir tampon dépend de la quantité de charges variables et surtout de la teneur en matière organique. Dans une moindre mesure, interviennent les bordures des argiles et les oxydes de fer et d'aluminium.

Pour un sol donné, selon le pH le PT peut être différent (fig.2). Dans la zone de pouvoir tampon faible, le PT peut varier sensiblement selon les sols.

Estimation du pouvoir tampon :

La matière organique étant l'élément principal de variation du PT, de nombreux auteurs ont proposé des formules d'estimation du pouvoir tampon. Celui-ci varie de 0.10 à 0.20 cmol_c.par gramme de carbone par kg de sol et par unité pH

Selon Cieselski, en France, le pouvoir tampon est en moyenne de 0,15 cmol_c. par gramme de carbone par kg de sol et par unité pH.

Une autre manière d'estimer le pouvoir tampon est de rapporter la variation de la CEC effective à l'écart de pH observé.

Plusieurs exemples d'application à des sols acides ou alcalins sont donnés.

Conclusion et perspectives :

Le raisonnement du chaulage de redressement ou d'entretien prend toujours en compte, de façon formelle ou intuitive, la notion de pouvoir tampon. Le pH n'est pas toujours un bon indicateur pour ce raisonnement, surtout si le pouvoir tampon est fort.

Pour améliorer la connaissance sur les mécanismes relatifs au chaulage, il est nécessaire de préciser les relations liant le pH, les quantités de sites et le pouvoir tampon, ainsi que les facteurs influant sur ces 3 grandeurs.

On peut en attendre une meilleure compréhension des effets du chaulage.

Texte de Nathalie DAMAY et Jean Luc JULIEN, Station Agronomique de l'Aisne, rue Fernand Christ, 02007 LAON CEDEX

Tél : 03 23 23 64 70 – Fax : 03 23 23 64 99

E-mail : ndamay@cg02.fr, jljulien@cg02.fr

Pour en savoir plus :

CIESELSKI H. et STERCKEMAN T., 1997. A comparison between three methods for the determination of cation exchange capacity and exchangeable cations in soils. *Agronomie*, 17 9-16.

CHARLET L. et SCHLEGEL M., 1999. La capacité d'échange des sols. Structure et charges à l'interface eau/particules. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 85 (2), 7-25.

JULIEN J.L. et TURPIN A., 1999. Surfaces réactives et raisonnement de quelques propriétés chimiques des sols acides. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 85 (2), 25-35.

McBRIDE M. B., 1994. *Environmental chemistry of soils*. Oxford Univ. Press, New York.

MAGDOFF F.R. et BARTLETT J., 1985. Soil pH buffering revisited. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49, 145-148.

SPOSITO G., 1981. *The thermodynamics of Soil Solutions*. Oxford Univ. Press, New York.

SPOSITO G., 1984. *The surface chemistry of soils*. Oxford Univ. Press, New York.