

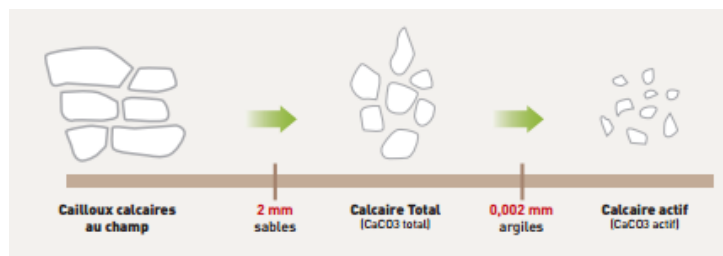
# Le calcium

## Calcaire, à quoi ça correspond ?

La mesure du calcaire (carbonate de calcium,  $\text{CaCO}_3$ ) permet de compléter la connaissance du type de sol et de son comportement physico-chimique. Un sol peut être non calcaire (0%  $\text{CaCO}_3$ ), peu calcaire (< 1%  $\text{CaCO}_3$ ) ou franchement calcaire (> 1%  $\text{CaCO}_3$ ) jusqu'à des teneurs pouvant atteindre 80%  $\text{CaCO}_3$  (sols de craie).

On distingue deux types de calcaire mesurés à l'analyse :

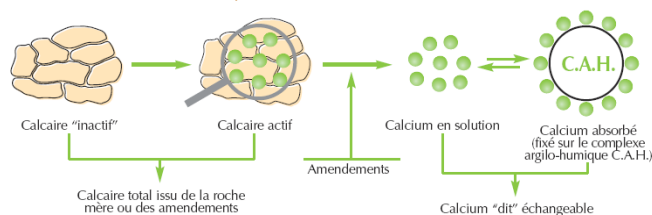
- Le calcaire total : compris entre 0 et 2 mm, fraction essentiellement constituée de particules grossières, relativement inertes.
- Le calcaire actif : fraction fine du calcaire total (de la taille des argiles, inférieure à 0,002 mm). Ce sont ces formes très fines qui sont transformées chimiquement en calcium  $\text{Ca}^{++}$  soluble par l'eau et des acides faibles du sol (acide phosphorique, nitrique, ou encore acides humiques ou fulviques).



## Et le $\text{CaO}$ ?

Cela correspond au calcium soluble ou échangeable (calcium dans la solution du sol, libre ou retenu sur un complexe organo-minéral). Ce type de calcium comprend donc :

- Le calcium en solution qui se trouve sous diverses formes dans la solution du sol (mélange eau + éléments minéraux et organiques).
- Le calcium adsorbé sur le complexe argilo humique (sous forme  $\text{Ca}^{++}$ ).



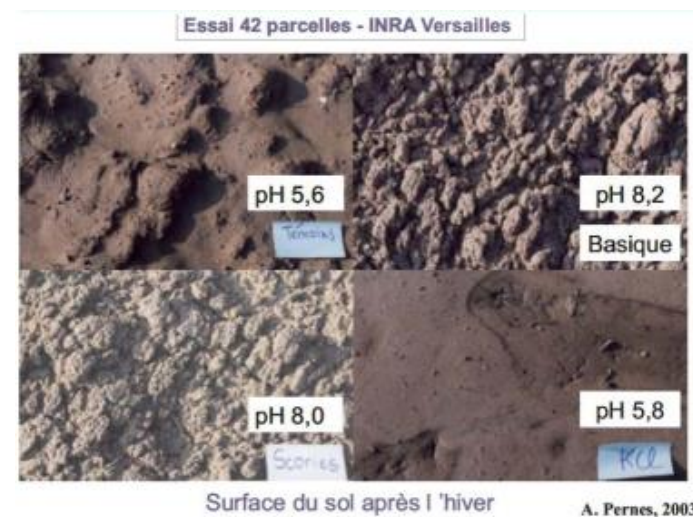
En moyenne, les pertes (exportations + lessivage) sont de 150 à 450 kg/ka de  $\text{CaO}$ .



La teneur en  $\text{CaO}$  va servir pour le raisonnement du pH et des besoins de la culture.  
La teneur en  $\text{CaCO}_3$  correspond davantage au « type » de sol.

## Impact du calcium sur le sol

C'est bien connu, le calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) permet une structuration du sol en formant des ponts calciques entre la matière organique et les argiles. Les liaisons calciques sont particulièrement solides et permettent notamment de limiter la battance.



Le chaulage et l'apport de calcaire permet de capter les ions  $\text{H}^+$  et ainsi de « libérer » de la place sur le complexe argilo humique afin que d'autres éléments puissent se fixer (notamment potassium, voir paragraphe chaulage).

En améliorant les conditions du milieu (sol aéré, pH, ...), le calcium permet également de favoriser l'activité microbienne du sol.

## Rôle du calcium pour les plantes

Le calcium est un élément nutritif indispensable aux végétaux.

→ Il est notamment important en début de cycle pour la formation des parois cellulaires des végétaux, il permet une meilleure résistance mécanique aux bio-agresseurs, notamment aux insectes piqueurs suceurs.

→ Il permet d'assurer une bonne croissance des racines.

→ Il intervient dans la production d'enzymes, en particulier de la nitratre réductase qui transforme les nitrates en nitrites.



**La nitratre réductase est l'enzyme qui catalyse la première étape de la réduction du nitratre N en formes organiques dans la plante.**

Contrairement au potassium, le calcium est moins mobile dans la plante. Son transfert à des organes de réserve ou des zones de croissance peut être trop lent et induire des symptômes de carence localisés. Pour pallier ce problème nutritionnel, une fertilisation foliaire est parfois nécessaire.

### Symptômes de carence :

Les jeunes feuilles et les apex deviennent chlorotiques, de taille réduite et légèrement enroulés. En cas de carence sévère les plantes peuvent être chétives. Comme le calcium n'est pas très mobile dans la plante, les symptômes sont typiquement localisés à l'extrémité des feuilles, des tiges et des germes de pomme de terre.



Aus: W. Bergmann, 1993

## Rôle du calcium dans le sol et disponibilité

Généralement abondant dans le sol, il est prélevé sous forme du cation  $\text{Ca}^{++}$  par les racines.

Peu concerné dans nos sols du bassin parisien, la présence de calcium peut être limitée dans des sols acides avec des pH en dessous de 6.

En revanche, dans des situations où le sol est peu travaillé, on peut observer une décalcification qui s'opère en surface. Cela se produit souvent sur des exploitations en début de transition vers le semis direct car le manque d'activité biologique induit un manque de brassage de l'horizon de surface par les vers de terre. Dans ce cadre, des apports adaptés d'amendements basiques peuvent avoir leur rôle à jouer.

Selon le graphique de Mulder, une trop grosse quantité de calcium dans les sols peut avoir des effets antagonistes sur l'absorption du manganèse, du phosphore, du zinc, du bore, du magnésium, du fer et du potassium.



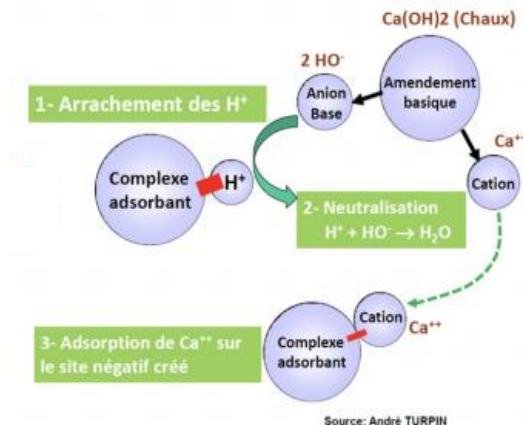
**Le ratio  $\text{CaO/MgO}$  est à surveiller particulièrement. Si il n'est pas optimal cela peut avoir un impact sur le sol.**

Le rapport  $\text{Ca/Mg}$  doit également être pris en considération car il influence la structure du sol. Le calcium tend à améliorer l'aération alors que le magnésium favorise l'adhésion des particules. Ainsi, si le rapport  $\text{Ca/Mg}$  est très faible, c'est-à-dire que le complexe d'échange est occupé en majorité par les ions de Mg, le sol devient moins perméable ce qui nuit au développement des cultures.

## Calcium et correction du pH



Remonter le pH se fait par des bases associées et non directement par le calcium.



L'acidité dans le sol peut être causée par Fe<sup>3+</sup> ou Al<sup>3+</sup> mais dans la majorité des situations, c'est les ions H<sup>+</sup> qui en sont responsables. Ce n'est pas le calcium dans l'amendement qui va jouer sur le pH mais bien la base qui l'accompagne. Par exemple, lorsqu'une molécule de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) entre en contact avec une molécule d'eau, cela produit un élément Ca<sup>2+</sup> et un élément HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

→ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> va se lier à la charge positive d'un ion H<sup>+</sup> et en réduire la concentration dans le milieu.

2 notions sont à prendre en compte dans le choix de l'amendement : les unités de valeurs neutralisantes (UVN) et la solubilité carbonique.

### Amendements, une valeur neutralisante et un équivalent CaO

Les unités de valeurs neutralisantes représentent le potentiel du produit à compenser l'acidité. La valeur neutralisante d'un amendement calcique simple correspond au pourcentage de CaO présent dans le produit (45% de CaO dans le mélange apporte 45 unités de valeurs neutralisantes). Les apports magnésiens ont une valeur plus élevée que le CaO : environ 40% de plus qu'une unité calcium. Dans ce cas, le coefficient correspond à 1,4 unités de valeurs neutralisantes.

TABLEAU 6 : PROPRIÉTÉS DES DIFFÉRENTS AMENDEMENTS CALCIFIQUES (PRIF 2017)

Nom commercial	Formule chimique	Teneur en chaux		Teneurs en éléments annexes	Action
		Teneur (%)	Effet neutralisant (équivalent CaO, %)		
Chaux Calcaire moulu Carbonate de calcium	CaCO <sub>3</sub>	> 90	50		Lente
Chaux d'algues marines	CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>	75 – 80 10	50	2 – 3% Mg	Lente
Dolomie	CaCO <sub>3</sub> MgCO <sub>3</sub>	50 – 60 40	45-50	12% Mg	Lente
Chaux éteinte	Ca(OH) <sub>2</sub>		55		Rapide
Chaux vive	CaO	75 – 90	75 – 90		Rapide
Chaux vive – chaux magnésienne	CaO MgO	60 25	95	15% Mg	Rapide
Chaux d'Aarberg (écumes de sucreries)	CaCO <sub>3</sub>	54	30	30% H <sub>2</sub> O ; 1.1% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 0.6% Mg ; 0.3% N	Moyenne
Engrais calciques, sous-produit de l'extraction de gravier	CaCO <sub>3</sub>	Variable selon provenance et charge		Teneur en éléments nutritifs faible	Lente



**Quantité d'amendement pour ma parcelle =**

**Quantité de CaO à apporter (kg/ha) / (VN de l'amendement/100)**

Par exemple, pour apporter 1300 kg de CaO/ha avec une dolomie ayant une VN de 50, il faut en épandre 2600 kg/ha (c'est-à-dire 1300/0,50).

## Un indicateur pour évaluer la vitesse d'action de l'amendement : la solubilité carbonique

L'autre élément à prendre en compte pour son chaulage, c'est la solubilité carbonique de l'amendement qui correspond au potentiel du produit à se solubiliser dans l'eau et nous donne une indication sur sa rapidité d'action. Cet élément ne concerne que les carbonates. Pour les chaux vives, on parle de réactivité.

### Solubilité carbonique :

→ Supérieur à 50% ; action rapide (carbonates pulvérulents) : pour des situations où le redressement est urgent ( $\text{pH} < 5,8$ ) et que le délai entre l'apport et l'implantation de la culture suivante est court (quelques semaines). Point de vigilance : ces produits peuvent avoir un impact sur l'activité biologique du sol, ils ne sont donc à utiliser que lorsque le besoin de redressement est fort.

→ Entre 20% et 50% (carbonates broyés) ; rapidité d'action moyenne (entretien pour  $\text{pH} > 6$ ).

→ Inférieur à 20% (carbonates grossiers) ; lents, à utiliser quand le pH se rapproche de 7.

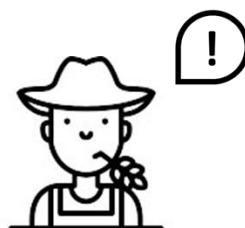
### Les Produits Résiduels Organiques apportent du CaO

Les produits résiduels organiques ont également un effet chaulant non négligeable. Ils permettent de compenser une partie des pertes/exportations (PRIF, 2017) :

- 1 tonne de fumier de bovin apporte 3 kg de CaO
- 1 tonne de fumier de poule apporte 94 kg de CaO
- 1 m3 de lisier de porc apporte 3 kg de CaO

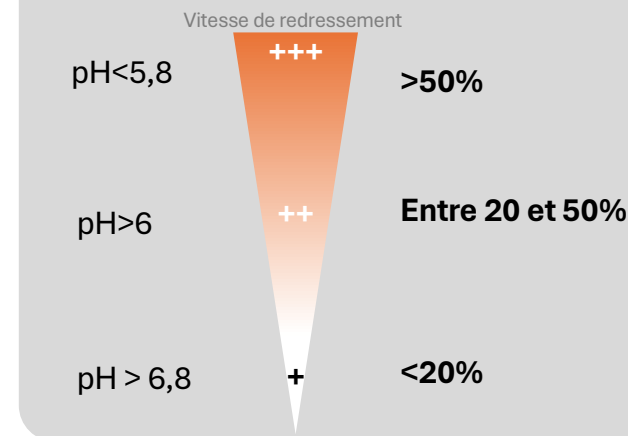
### Des impacts du travail du sol ou des engrais sur la quantité d'amendement à apporter

La volatilisation des engrais azotés, les pertes par lessivage des nitrates ou encore le choix du type d'engrais ont un impact en acidifiant les sols. De même, les TCS ou semis direct par concentration de la matière organique en surface, ont tendance à acidifier les premiers centimètres du sol provoquant des phénomènes d'acidité de surface (plus d'informations dans la partie pH).



Eviter de chauler avant un 2<sup>ème</sup> blé pour ne pas favoriser le piétin échaudage

## Solubilité carbonique de l'amendement à utiliser en fonction de son pH



### Quand et comment faire son chaulage ?

Il n'y a pas de période optimale, cependant on peut déterminer quelques règles :

→ Evitez les apports avant les deuxièmes blés afin de ne pas favoriser le piétin échaudage.

→ Si un chaulage et un apport de matière organique (fumier ou lisier) doivent être réalisés, effectuez le chaulage en premier et l'incorporer, puis épandre la matière organique avant de l'enfouir rapidement, afin de limiter les pertes d'azote ammoniacal.

→ Une attention particulière doit être apportée aux apports de redressement, l'incorporation de l'amendement est une étape importante pour optimiser sa rapidité d'action. Réalisez d'abord une pré-incorporation (1 à 2 passages croisés d'outils de déchaumage) pour homogénéiser le mélange terre - amendement avant le travail profond.

En situation de chaulage d'entretien, comme une action sur le plus long terme est recherchée, l'incorporation présente moins d'exigence.