

CHAULAGE D'ENTRETIEN

PRIVILÉGIÉ

les produits à action lente



L'acidification des sols est un phénomène naturel mais son ampleur varie beaucoup selon la nature du sol, de la végétation et des conditions climatiques.

Les amendements basiques à action rapide ne sont recommandés que dans les situations nécessitant un redressement important dans un délai très court. Dans les autres cas, les produits à action moyennement rapide voire lente suffisent.

Une large gamme d'amendements basiques est disponible sur le marché. Ils présentent une grande diversité de caractéristiques physico-chimiques pour un prix, ramené à l'unité de valeur neutralisante (VN), variant du simple au triple: de moins de 0,10 €/unité VN pour des carbonates broyés ou concassés à action lente, jusqu'à plus de 0,25 € pour les amendements les plus rapides d'action *(encadré)*.

Dans la grande majorité des sols concernés par le risque d'acidification, les amendements calcaires à action moyennement rapide ou lente représentent la meilleure solution technique et économique. Les produits à action rapide ne se justifient qu'en cas de redressement urgent (pH eau < 5,5). C'est ce qui ressort de deux expérimentations menées par AR-VALIS – institut du végétal entre 2009 et 2012 sur les sites de La Jaillière (44) et Saint-Jean Brévelay (56).

Deux essais pour mesurer l'effet de la granulométrie

Les sols de ces deux sites sont des limons sur altérite de schiste qui se distinguent par leur pH eau (5,4 à St Jean et 6,3 à La Jaillière) et leur teneur en matière organique (3,3 % à St Jean et 2,3 % à La Jaillière).

Les trois produits testés sur les deux essais étaient issus de fractions granulométriques plus ou moins fines d'un même amendement calcaire d'une valeur neutralisante de 55: une fraction 0-100 µm d'action rapide, une fraction 100-700 µm d'action moyennement rapide et une fraction 800-1 200 µm

Une grande diversité de produits disponibles

Les amendements basiques se partagent principalement entre les produits cuits à base d'oxydes de calcium et d'oxydes de magnésium (chaux vives et chaux vives magnésiennes) et les produits crus à base de carbonates de calcium et de magnésium. Ces derniers peuvent être plus ou moins fins selon qu'ils sont pulvérisés (au moins 80 % du produit < 315 µm), broyés (au moins 80 % du produit < 4 mm) ou concassés (plus de 20 % > 4 mm).

La norme distingue six classes d'amendements basiques (*tableau 1*) et fournit des critères d'évaluation à partir de leur valeur neutralisante et de leur rapidité d'action. La valeur neutralisante (VN) exprime la capacité potentielle d'un amendement basique à neutraliser l'acidité du sol. Qu'ils soient cuits ou crus, fins ou grossiers, les amendements basiques ont la même capacité de neutralisation de l'acidité du sol pour une même teneur en CaO et MgO, quel que soit le pH du sol. C'est en fait le délai de neutralisation de l'acidité qui varie entre produits, selon leur vitesse d'action. Cette vitesse se réfère à la cinétique de dissolution du produit qui dépend de sa finesse de mouture et de la dureté du carbonate. Elle est estimée par la mesure de la solubilité carbonique (SC).

Pour un carbonate pulvérisé ou broyé, la vitesse d'action est qualifiée de rapide lorsqu'elle est supérieure à 50, de moyennement rapide lorsqu'elle est comprise entre 20 et 50 et de lente en-dessous de 20. Pour une roche concassée, la SC exprime sa tendreté/dureté. La roche est tendre au-delà de 25 % de SC.

d'action lente. Ces produits ont été apportés le 2 avril 2009 à la dose de 1 000 VN, soit 1,8 t de CaCO₃/ha et aussitôt incorporés par un ou deux passages de rotavator sur 10 à 12 cm de profondeur. Le sol n'a pas été travaillé ni cultivé au cours des 18 premiers mois après l'apport, puis de nouveau travaillé et cultivé à l'automne 2011 et en 2012.

 **La granulométrie** n'influe que sur la vitesse de dissolution mais pas sur l'efficacité des produits à moyen terme. »

Le pH évolue au rythme de la dissolution des carbonates

Le suivi de la cinétique de dissolution des particules d'amendement calcaire au cours des 18 premiers mois a mis en évidence un effet de la granulométrie: le taux de dissolution des produits plus fins (0-100 µ et 100-700 µ) est compris entre 80 et 100 % au bout des 18 mois, alors que celui du produit à action lente varie entre 30 et 50 %. Les cinétiques de dissolution ont été peu différentes entre les deux sites avec cependant une évolution plus rapide au départ sur le sol acide de St Jean Brévelay. La mesure du pH eau rend bien compte du taux de dissolution des carbonates. La dissolution rapide des produits plus fins conduit à une augmentation du pH importante au cours de la première année de suivi. Celle-ci est beaucoup plus progressive avec le produit d'action lente.

PRODUITS : les six classes d'amendements minéraux basiques

Classe 1 Produits crus	Carbonates de calcium d'origine naturelle (CaCO ₃)	Ex : craie, maërl, marne, amendements calcaires
Classe 2 Produits crus	Carbonates de calcium et de magnésium d'origine naturelle (CaCO ₃ + MgCO ₃)	Ex : amendement calco-magnésien, dolomie, carbonate de magnésium
Classe 3 Produits cuits	Chaux (oxyde de calcium CaO et/ou oxyde de magnésium MgO)	Ex : chaux vives ou éteintes, calciques et ou magnésiennes, oxyde de magnésium
Classe 4 Mélange crus + cuits	Amendements minéraux basiques mixtes (mélange classe 3 + 1 ou 3 +2)	(15 % min de produits cuits) Amendements calciques ou magnésiens mixtes
Classe 5	Autres amendements basiques	Écumes de sucrerie exclusivement
Classe 6	Amendements basiques sidérurgiques	

Tableau 1 : Description des classes d'amendements minéraux basiques définies par la norme NFU44-001.

Au cours des deux campagnes suivantes où le sol a été travaillé et cultivé, le suivi a mis en évidence une reprise de la dissolution des carbonates restants pour le produit grossier, conduisant à un taux de dissolution supérieur à 80 % sur les deux sites au bout de 4 ans. Cette reprise peut être imputée pour partie aux opérations de travail du sol qui ont pour effet de fragmenter les particules et de les déplacer pour les remettre en contact avec des zones de sol plus acides.

Ainsi, dans des sols travaillés et pour une gamme de pH eau de 5,5 à 6,5, l'essentiel des particules d'amendements carbonatés, de granulométrie et de vitesse d'action très variables, a été dissout au bout de 4 ans. La granulométrie n'influe que sur la vitesse de dissolution mais pas sur l'efficacité des produits à moyen terme.

Les produits à action rapide justifiés en cas de redressement urgent

Les résultats de l'essai de St Jean Brévelay, où le pH eau initiale de 5,4 peut être limitant pour la production des cultures, montrent qu'en présence

de produit d'action lente, le délai nécessaire pour remonter le pH du sol à un niveau où l'acidité n'est plus limitante, a été d'environ une année. Ce type d'amendement calcaire est donc déconseillé dans les situations nécessitant un redressement d'urgence, c'est-à-dire lorsque le pH eau est inférieur à 5,5 et que le délai entre l'apport et l'implantation de la culture suivante est court (quelques semaines). Dans ce cas, il faut privilégier les chaux ou les amendements calcaires à vitesse d'action rapide ou moyennement rapide (solubilité carbonique > 20).

« Lorsque le redressement du pH a un caractère moins urgent (pH eau compris entre 5,5 et 6), les amendements calcaires à vitesse d'action lente sont utilisables. »

Lorsque le redressement du pH a un caractère moins urgent (pH eau compris entre 5,5 et 6), les amendements calcaires à vitesse d'action lente sont utilisables.

Pas besoin d'action rapide pour un chaulage d'entretien

Les résultats de l'essai de La Jaillièrre montrent que l'évolution du pH en chaulage d'entretien diffère sensiblement selon la vitesse d'action du produit utilisé. Avec les produits rapides d'action, le pH du sol augmente de manière plus importante la première année suivant l'apport alors qu'il évolue de manière plus progressive et se maintient à un niveau stable pendant les 4 années suivant un apport d'amendement à action plus lente (figure 1). Quatre ans de suivi n'ont pas permis de voir le pH eau du sol revenir à son niveau initial mais les tendances observées laissent penser que le délai de retour à cet état sera plus court pour les produits à action rapide.



L'objectif du chaulage est de maintenir le pH eau dans une plage variable selon le type de sol et le système de culture.

« **Le supplément temporaire de pH** permis par les produits rapides d'action pendant la première année suivant l'apport n'a pas ou très peu d'effet bénéfique au niveau des cultures. »

Par conséquent, pour un même niveau d'apport annuel, les produits à action plus rapide vont nécessiter des apports plus fréquents et en plus faible quantité pour maintenir le pH du sol au dessus du seuil requis, alors que pour les produits à action moyennement rapide et lente les apports peuvent être plus espacés et avec des doses plus élevées. Ces derniers autorisent donc plus de souplesse et des coûts d'apports moins élevés liés aux passages moins fréquents.



du sol est plus élevé avec les produits rapides d'action, est trop court pour observer une amélioration de la structure du sol. Cette amélioration se met en place de manière progressive sur plusieurs années et ne s'extériorise pas systématiquement sur le rendement des cultures.

PH EAU DU SOL : une évolution rapide pendant les premiers mois

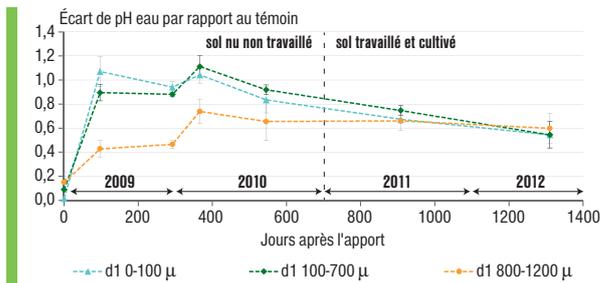


Figure 1 : Évolution du pH eau de la couche 0-12 cm pendant 3,5 ans sur l'essai ARVALIS - Institut du végétal de La Jaillière (44) après un apport d'amendement à la dose de 1 000 VN/ha (correspondant à 1,8 t CaCO₃/ha).

Dans les situations comme La Jaillière, les produits d'action lente sont préférables car ils présentent l'avantage de ne pas brutalement élever le pH, donc de limiter le risque de carence de certains oligo-éléments et de rester dans la plage de pH où la disponibilité du phosphore est maximale. Par ailleurs, le supplément temporaire de pH permis par les produits rapides d'action pendant la première année suivant l'apport n'a pas ou très peu d'effet bénéfique au niveau des cultures. Ces effets pourraient être liés à un supplément de minéralisation d'azote et/ou une amélioration de la structure dans les sols humides drainés instables. Mais plusieurs essais ont montré que le supplément de minéralisation d'azote consécutif à un apport d'amendement sur des sols dont le pH initial est supérieur ou égal à 6, est inférieur à 20 kg N/ha et difficilement prévisible. Par ailleurs, le délai d'un an, pendant lequel le pH

AMENDEMENTS : une mise à disposition plus ou moins rapide

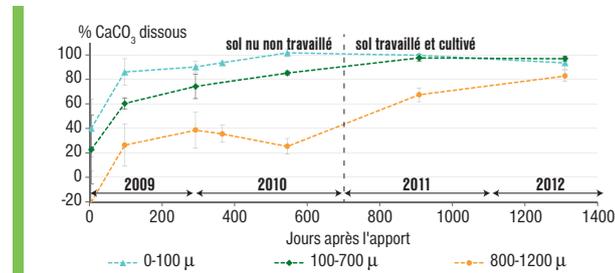


Figure 2 : Évolution du pourcentage de carbonate (CaCO₃) dissous pendant 3,5 ans sur l'essai ARVALIS - Institut du végétal de La Jaillière (44) après un apport d'amendement à la dose de 1 000 VN/ha (correspondant à 1,8 t CaCO₃/ha).

En conclusion, dans les sols travaillés même superficiellement, la gamme de choix des amendements basiques en chaulage d'entretien est large au plan technique, sous réserve de s'assurer de l'homogénéité de la répartition de l'apport. Le coût à l'unité VN rendu racine constitue un critère de choix essentiel. Le recours à des amendements plus rapides d'action en chaulage d'entretien reste à vérifier dans les situations en semis direct sans travail du sol qui demeurent encore très minoritaires.

Alain Bouthier - a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr
 Baptiste Soenen - b.soenen@arvalisinstitutduvegetal.fr
 ARVALIS - Institut du végétal