

PRAIRIES DE LONGUE DURÉE

DU GYPSE POUR LUTTER contre la toxicité aluminique



L'essai de longue durée a tout d'abord été réalisé sur prairie naturelle de 1998 à 2006 puis sur dactyle de 2007 à 2014.

Un essai longue durée réalisé par ARVALIS montre l'intérêt du gypse pour lutter contre la toxicité aluminique, souvent rencontrée dans les prairies permanentes. L'amendement agirait en favorisant la formation d'un composé non toxique de l'aluminium, ce qui limiterait son impact négatif sur le développement des racines.

En France, une part significative des prairies permanentes se situe sur des sols acides. Ces pH faibles peuvent entraîner des problèmes de développement des plantes : diminution de la biodisponibilité en minéraux, baisse de l'activité biologique, mauvaise structure du sol ou encore apparition de toxicité aluminique. Cette dernière est la principale cause des pertes de production en sol acide. La concentration des ions aluminium dans la solution du sol croît en effet fortement avec

la baisse du pH. Ils deviennent toxiques au-dessous d'un certain seuil de pH_{eau} compris entre 5 et 5,5 selon la nature du sol et l'espèce cultivée. Ils provoquent alors une forte réduction de la croissance des racines qui s'épaississent, brunissent et se ramifient peu. Elles ne sont alors plus capables d'assurer convenablement l'alimentation minérale et hydrique des plantes.

Pour lutter contre ce phénomène, il est d'usage d'apporter des éléments minéraux basiques pour relever le pH. Mais la correction de l'acidité en profondeur dans le cas des prairies de longue durée se heurte à la difficulté d'incorporer les amendements dont les effets sur le statut acido-basique se limitent au voisinage des particules. Principalement utilisé pour lutter contre les inconvénients des sols sodiques, le gypse est un amendement minéral neutre qui n'a pas d'effet intrinsèque sur le pH du sol mais qui présente un intérêt pour lutter contre la toxicité aluminique. Pour mieux comprendre son effet, ainsi que son mode d'action, ARVALIS a mis en place un essai de longue durée sur prairie permanente acide.

PRODUCTION : des niveaux comparables entre les amendements

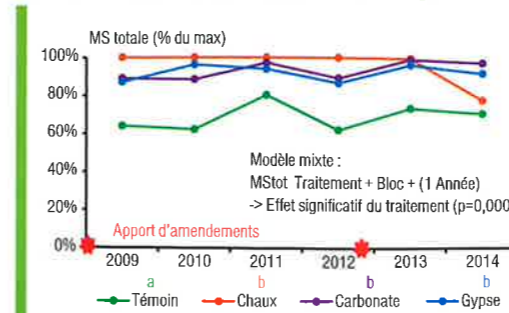


Figure 1 : Production de la prairie permanente dans l'essai longue durée de Massat (09). Le niveau de production de la modalité gypse n'est pas significativement différent des modalités recevant des amendements basiques, chaux et carbonates.

Les effets du gypse suivis sur six ans

Conduit à Massat (09) en zone montagneuse (640 m d'altitude), l'essai a été réalisé dans un premier temps sur prairie naturelle, de 1998 à 2006, puis sur dactyle entre 2007 à 2014. Le sol, brun acide (pH de 5) sur schiste gréseux, est riche en matière organique (8,5 %) avec une teneur en aluminium élevée (750 et 1030 ppm à respectivement 0-5 cm et 10-20 cm de profondeur).

Trois amendements ont été évalués à partir de la campagne 2008/2009 en comparaison à un témoin non amendé : une chaux (1,56 t/ha en 2008 et 2012), un carbonate de calcium pulvérisé (2 t/ha), ainsi que du gypse (amendement neutre) (2,9 t/ha en 2008 et 2012). Tous les produits ont été apportés en surface, accompagnés d'une fertilisation minérale N, P et K optimale. Trois à quatre coupes ont été effectuées selon les années. La biomasse produite a été mesurée à chaque coupe, ainsi que le pH_{eau} du sol à chaque automne. Ce dernier est logiquement significativement plus bas sur la modalité gypse dans l'horizon 0-5 cm comparé aux micro-parcelles recevant des amendements basiques, chaux et carbonates (figure 2). Il est même inférieur à 5,5, ce qui devrait se traduire par une perte de

ACTION DU GYPSE : le pH reste en deçà du seuil de toxicité aluminique.

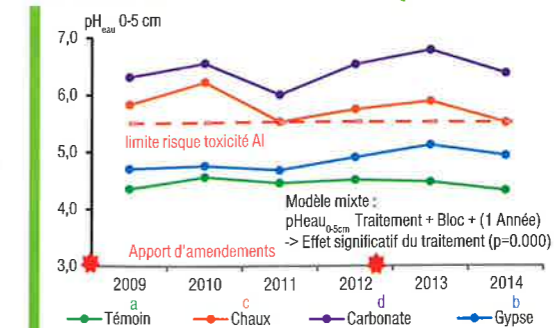


Figure 2 : Évolution du pH_{eau} sur 0-5 cm dans l'essai longue durée de Massat (09). Le pH_{eau} sur 0-5 cm de la modalité Gypse est logiquement significativement inférieur aux modalités recevant des amendements basiques, chaux et carbonates. L'utilisation du gypse permet un niveau de production comparable à la chaux et au carbonate sans remonter le pH au-dessus du seuil de risque de toxicité aluminique.

production. Or, la quantité de matière sèche produite avec gypse est significativement supérieure au témoin non amendé et du même niveau que les modalités chaux et carbonate (figure 1).

Une courbe de réponse au soufre a été mise en place en 2014. Aucun effet n'a été observé suite aux apports de cet élément, ce qui écarte l'hypothèse d'un effet du gypse liée à la nutrition soufrée de la prairie. Le gain de production d'herbe peut en revanche s'expliquer par un enracinement significativement plus important en profondeur pour la modalité gypse (figure 3), ce qui est en accord avec la bibliographie internationale (1) : elle explique que l'apport de cet amendement en surface peut avoir un effet en profondeur.

Les ions Al₃⁺ du sol immobilisés par les ions SO₄²⁻ du gypse

Pour compléter ces données, une expérimentation au laboratoire a été mise en place en 2015 à la station de Baziège (31) sur ce même sol (2), afin de mettre en évidence les mécanismes en jeu. Des colonnes de terre non remaniées ont été prélevées sur 25 cm de profondeur et les trois amendements ont été utilisés



L'expérimentation au laboratoire a révélé une lixiviation de l'aluminium pour la modalité recevant du gypse.

ESSAIS EN LABORATOIRE : mise en évidence de la lixiviation de l'aluminium

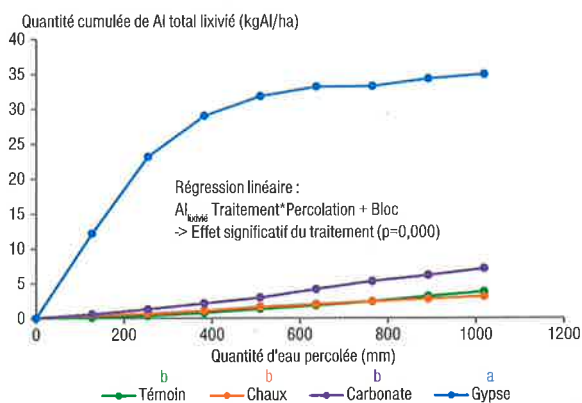


Figure 4: Mesure au laboratoire de la lixiviation de l'aluminium dans les colonnes de terre de 25 cm.

aux mêmes doses que celles apportées en 2008 ou 2012 dans l'essai au champ. Des apports d'eau ont été réalisés quotidiennement et les eaux de percolation récupérées pour effectuer un dosage d'aluminium et de soufre. Les résultats montrent une lixiviation de l'aluminium pour la modalité recevant du gypse (figure 4) accompagnant celle du soufre

« La stabilité du complexe $AlSO_4^+$ dans le temps doit encore être déterminée, mais un apport tous les quatre ans a pu limiter la toxicité aluminique durablement. »

sous forme sulfate. Pour les modalités recevant des amendements minéraux basiques (chaux et carbonate), aucune lixiviation supplémentaire d'aluminium n'a été mise en évidence par rapport à la modalité témoin sur la durée de l'expérimentation (1 020 mm de percolation). D'après la bibliographie, après dissolution du gypse en $Ca^{2+} + SO_4^{2-}$, il y aurait

Des prairies permanentes globalement acides

Une prairie permanente ou dite de longue durée est définie comme une prairie naturelle ou semée depuis au moins six ans. De fait, le sol n'est pas travaillé et des gradients de pH et de teneur en certains éléments comme la matière organique et le phosphore se mettent en place. Les zones d'élevage comme la Basse-Normandie, la Bretagne, le Limousin et l'Auvergne, qui disposent de surfaces importantes de prairies permanentes, sont les zones où les pH sont les plus faibles. Les zones de montagnes, pour lesquelles les données de pH sont peu nombreuses, concentrent beaucoup de surfaces en herbe et sont aussi concernées par ces problèmes d'acidité.

formation d'un complexe $AlSO_4^+$ non toxique pour la plante. Ce complexe serait en partie lixivié durant l'hiver et a été mesuré dans les eaux de percolation au laboratoire. Ce mécanisme faciliterait un enracinement plus dense en profondeur sur la modalité gypse et par conséquent expliquerait le niveau de production comparable aux modalités chaux et carbonate. La stabilité du complexe $AlSO_4^+$ dans le temps doit encore être déterminée, mais dans l'expérimentation de Massat, un apport tous les quatre ans a pu limiter la toxicité aluminique durablement.

Utiliser le gypse en complément des amendements minéraux basiques ?

Dans les sols sous prairies permanentes acides en profondeur, le gypse utilisé occasionnellement (deux apports en six ans) améliore la production d'herbe autant que les amendements minéraux basiques. Il augmente l'enracinement en profondeur plus rapidement que le carbonate de calcium ou la chaux, mais sans bénéfice de rendement avéré par rapport à ces produits. Il reste à savoir si son utilisation en complément des amendements minéraux basiques permettrait de corriger plus rapidement les effets de la toxicité aluminique, voire apporterait une amélioration significative du rendement et de problèmes liés à une croissance racinaire insuffisante tels que la sensibilité au stress hydrique.

[1] Carvalho et Van Raji, 1997 :
[2] Avec la participation des sociétés MEAC et AUREA (partenariat pour la construction du protocole, le financement et la réalisation des analyses)

Baptiste Soenen - b.soenen@arvalisinstitutduvegetal.fr
Hélène Lagrange, Alain Bouthier
ARVALIS - Institut du végétal

DÉVELOPPEMENT RACINAIRE : une meilleure prospection en sol acide

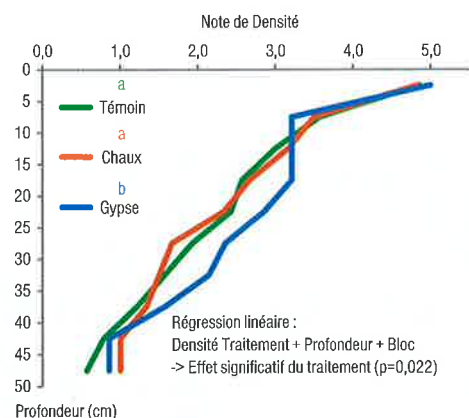


Figure 3: Mesure de la densité racinaire en 2014 dans l'essai longue durée de Massat (09). L'enracinement est significativement plus important en profondeur pour la modalité gypse.