

Projet RD-27.

Développement de la valeur fertilisante et chaulante des poussières de cimenterie.

Objectifs du projet

Les principaux objectifs de cette recherche sont de réutiliser la chaux et les nutriments contenus dans les produits résiduels de manière rentable, efficace respectueux de l'environnement et d'élargir nos connaissances sur les pratiques de gestion de leurs applications sur les terres agricoles. En 2017-2018, les objectifs poursuivis sont:

1. Déterminer la vitesse de réaction des différents produits résiduels par des tests d'incubation en milieu contrôlé.
2. Vérifier les effets de l'application des poussières de cimenterie sur le rendement des cultures.

Savoir technologique ou base de connaissances

Les poussières de four cimenterie (CKD) est sont des produits résiduels de l'industrie du ciment. Leur contenu en nutriments et leur capacité à rehausser le pH des sols en font un matériel intéressant en agriculture. En effet, la poussière de cimenterie est une source de calcium, potassium, soufre, magnésium et oligo-éléments. Plusieurs études ont démontré que ce matériau avait un impact positif sur les cultures de pomme de terre et les fourragers et la santé des sols. Toutefois, la composition des poussières de cimenterie varie d'une cimenterie à une autre. Pour être utilisées agriculture, les poussières de cimenterie doivent répondre aux critères d'engrais selon la loi canadienne sur les engrais en termes d'innocuité (métaux lourds, dioxines et furanes). Par conséquent, des études de caractérisation et d'efficacité sont requises obtenir une homologation. A notre connaissance, aucun engrais à base de poussières de cimenterie n'est enregistré au Canada.

La qualité des amendements de chaulage est définie par son pouvoir neutralisant effectif (PNE). Cette valeur est calculée utilisant les facteurs d'efficacité et les équivalents de carbonate de calcium (CCE) pour l'amendement en question. La vitesse de réaction est affectée par la taille des particules. Plus l'amendement fin, plus il neutralisera l'acidité du sol. La chaux trop broyée sera très lente à élever le pH du sol. La taille des particules de chaux est basée sur le pourcentage de matériaux passant à travers différents diamètres du tamis. Plus la CCE est élevée, plus la chaux a un pouvoir neutralisant, contribuant ainsi à maintenir la disponibilité optimale des éléments nutritifs pour les plantes. La valeur de PNE est déterminée par des tests au laboratoire et, souvent, ne reflète pas la réalité en plein champ. Des essais en milieux contrôlé et ouvert sont nécessaires pour une meilleure quantification de la valeur agronomique de ces produits.

Avancement scientifique ou technologique

Cette recherche permettra d'acquérir des connaissances sur l'innocuité des poussières de cimenterie et de définir les conditions optimales de leur emploi. Les connaissances acquises nous permettront de développer des nouveaux fertilisants et chaulant moins coûteux et respectueux de l'environnement.

Description des activités

Activité 1: Détermination de l'efficacité et indice de valeur agricole

L'efficacité et l'IVA des produits Catalis et CalPoMag ont été examinés par des essais d'incubation en serre. Ils ont été comparés à deux chaux agricoles calciques et au carbonate de calcium (CaCO_3). Le CaCO_3 de qualité ACS pur, très fin et d'efficacité 100% provenait de Sigma Aldrich. Le sol (0-20 cm) utilisé a été collecté à Joliette. Ce sol de texture lourde avait un pH à l'eau de 4.7. Dans un premier temps, les produits ont été comparés sans tenir compte du pouvoir neutralisant. Ainsi les produits ont été mélangés au sol en raison de 1, 2, 3 et 4 g/kg de sol. Un témoin sans amendement a été inclus dans le dispositif. Chaque mélange a été répété trois fois. Les mélanges et le témoin ont été humectés pour une humidité de capacité au champ de 15%. Les contenants ont été fermés hermétiquement et incubés dans un cabinet de croissance à température contrôlée à 25 °C. Un échantillon (10 g) a été prélevé à 28, 57, 80, 108 et 140 jours. Le pH a été déterminé avec 20 mL de CaCl_2 0.01 M selon la méthode de Hendershot et al. (1986). Les données ont été analysées comme une expérience randomisée en utilisant la procédure GLM du système SAS.

Les valeurs de pH du sol à la fin de l'expérimentation ont servi à la détermination de l'IVA des produits qui a été obtenu en multipliant l'IVA de la chaux ou de CaCO_3 par le rapport de la pente de l'amendement sur la pente de la chaux (Naylor et Schmidt 1986; BNQ 2005).

Dans une deuxième série de mélanges, nous avons évalué l'efficacité. Les produits ont été comparés sur base de la teneur en CaCO_3 . Les produits ont été ajoutés au sol à des concentrations de 1, 2, 3 et 4 g/kg de sol de CaCO_3 . Quatre mélanges de doses d'application différentes de CaCO_3 et quatre mélanges d'amendement ont été préparés. Ces derniers avaient les mêmes doses d'application en pouvoir neutralisant que celle correspondant au CaCO_3 , calculés de la façon suivante

$$Q = D / (PN / 100)$$

Où Q est la dose d'application de l'amendement à ajouter au sol pour obtenir la même dose en pouvoir neutralisant que celle qui correspond au CaCO_3 ; D est la dose d'application de CaCO_3 à atteindre; PN est le pouvoir neutralisant de l'amendement en pourcentage sur une base sèche. Un sol témoin sans CaCO_3 ni amendement est inclus dans le dispositif expérimental. Chaque mélange a été répété trois fois. L'efficacité est obtenue par le quotient de la pente de la régression linéaire de la relation pH versus dose d'application de l'amendement sur la pente de CaCO_3 . L'IVA de l'amendement peut être obtenu en multipliant l'efficacité et le pouvoir neutralisant.

Activité 2: Essai en plein champ

Une évaluation des CKD sur le soya a été réalisée en collaboration avec Black Creek Research en Ontario. Les traitements étudiés sont CKD KaLime, SoyaAgro, CKD + SoyaAgro et un témoin. Les traitements sont disposés en factoriels avec Soyagro en grande parcelles et CKD en sous parcelles. Le dispositif expérimental est présenté dans la Figure 1. Le CKD a été appliqué novembre 2017 à une dose de 2 tonnes/a tandis le SoyAgro (engrais liquide 4-0-0 avec oligo-éléments) est appliqué à une dose de 4 L/ha au stade R1 du soya. Une semaine après l'application de SoyAgro, les échantillons de feuillage ont été prélevés pour déterminer leur contenu en nutriments. Les rendements en soya seront évalués à l'automne 2018.

Activité 3: Caractérisation du CKD

Les travaux ont donc porté sur les nouvelles caractérisations du produit afin de déterminer l'innocuité et la dose d'application sans effet sur la santé humaine et la qualité des sols. Les échantillons ont été obtenus de la cimenterie St-Marys en Ontario et ont été analysés pour le contenu en éléments nutritifs, métaux lourds, le pouvoir neutralisant, le pH et la granulométrie.

Résultats obtenus et perspectives

Les données obtenues indiquent que Catalis, un produit résiduaire de captation de SO₂, exerce un effet rapide sur le pH du sol comparativement au CKD et à la chaux calcique. On a aussi noté que l'effet du CalPoMag était inférieur à celui de la chaux agricole, Mais à la fin de la période d'incubation, leurs effets étaient équivalents. Les équations de régression (pH versus dose) ont permis de déterminer des indices de valeur des amendements à chaque date. Pour tenir de la dissolution maximale, les valeurs de pH des trois dernières analyses ont été utilisées pour calculer l'IVA moyen. Un IVA de 56.8, 63.4, 72.7 et 73.3 a été obtenu respectivement pour la chaux HEL, le CalPoMag, le Catalis et la chaux Ag. En résumé, ces données suggèrent que le haut potentiel chaulant de Catalis qui peut être positionné dans le chaulage de redressement et tandis le CalPoMag serait indiqué pour le chaulage de maintenance. Ces informations seront compilées dans un bulletin technique pour les producteurs. Les données de caractérisation du CKD ont permis d'établir l'absence d'innocuité. Selon le modèle d'ACIA, une dose de 2200 kg/ha peut être appliquée annuellement sur un sol agricole pendant 45 ans sans aucune accumulation de métaux lourds dans le sol. Un engrais à base de CKD, KaLime a obtenu l'homologation pour être utilisé sur les sols agricoles comme engrais et chaulant pour une période de 3 ans. Les données des effets de CKD sur le rendement de soya sont attendu à l'automne

Références

Lafond, J. and Simard, R. R. 1999. Effects of cement kiln dust on soil and potato crop quality. *Am. J. Potato Res.* 75: 83–90.

Lalande, R., Gagnon, B. and Royer, I. 2009. Impact of natural or industrial liming materials on soil properties and microbial activity. *Can. J. Soil Sci.* 89: 209222.

Naylor, L.M. and E.J. Schmidt. 1986 Agricultural use of wood ash as a fertilizer and liming material. *Tappi Journal* 69:114-119.

Ohno T. and E.S. Erich. 19903. Incubation-derived carbonate calcium equivalence of papermill broiler ashes derived from sludge and wood sources. *Environmental Pollution* 79:175-180.

Rodd, A. V., MacLeod, J. A., Warman, P. R. and McRae, K. B. 2004. Surface application of cement kiln dust and lime to forages: Effect on soil pH. *Can. J. Soil Sci.* 84: 317–322.

Rodd, A. V., McRae, K. B., MacLeod, J. A., Warman, P. R. and Grimmett, M. G. 2010. Surface application of cement kiln dust and lime to forage land: Effect on forage yield, tissue concentration and accumulation of nutrients. *Can. J. Soil Sci.* 90: 201213.

Yang, R. C.C. Mitchell and J.A. Howe. 2018. Relative neutralizing value as an indicator of actual liming ability of limestone and byproduct materials. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49:1144-1156.

Figure 27.1. 2017/2018 KaLime Soybean Trials in Ontario

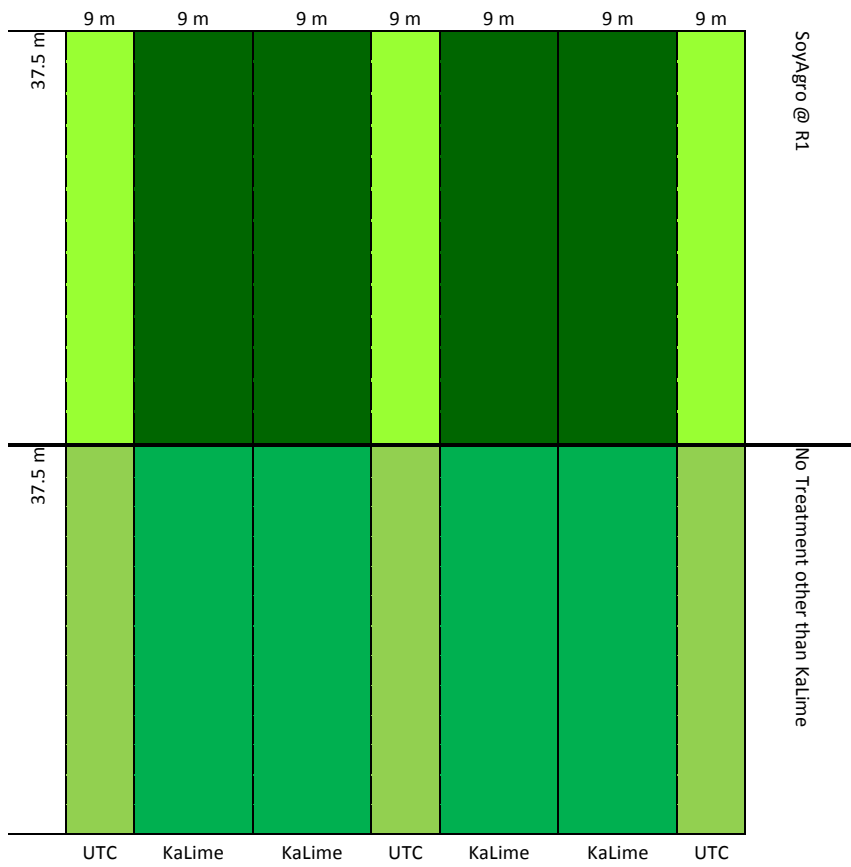


Tableau 27.1. Équations de régression des valeurs de pH en fonction de la dose de amendements à différents jours d'incubation

Jours d'incubation	Amendement	a	b	R ²	IVA
28	CaCO ₃	0,553	4,986	0,95	
28	CalPoMag	0,323	4,907	0,99	58,3
28	Chaux HEL	0,272	5,513	0,79	49,1
28	Catalis	0,334	5,140	0,76	60,4
28	Chaux Ag	0,335	4,948	0,87	60,5
57	CaCO ₃	0,556	4,908	0,79	
57	CalPoMag	0,219	4,995	0,91	39,4
57	Chaux HEL	0,333	4,981	0,96	60,0
57	Catalis	0,274	5,108	0,77	49,3
57	Chaux Ag	0,294	4,922	0,87	53,0
80	CaCO ₃	0,549	4,868	0,91	
80	CalPoMag	0,342	4,799	0,98	62,2
80	Chaux HEL	0,342	4,937	0,92	62,2
80	Catalis	0,351	4,973	0,90	64,0
80	Chaux Ag	0,367	4,797	0,96	66,8
108	CaCO ₃	0,492	4,866	0,97	
108	CalPoMag	0,316	4,773	0,95	64,1
108	Chaux HEL	0,287	4,987	0,80	58,2
108	Catalis	0,378	4,857	0,95	76,7
108	Chaux Ag	0,359	4,783	0,93	72,9
140	CaCO ₃	0,490	4,813	0,97	
140	CalPoMag	0,313	4,749	0,96	63,9
140	Chaux HEL	0,245	4,957	0,80	50,0
140	Catalis	0,379	4,810	0,89	77,3
140	Chaux Ag	0,393	4,708	0,98	80,3

Équation de régression: $pH = a \cdot \text{Dose} + b$; a étant la pente de la courbe.

Indice de Valeur Agricole (IVA) estimé: $\text{pente de l'amendement} \cdot 100 / \text{pente de CaCO}_3$

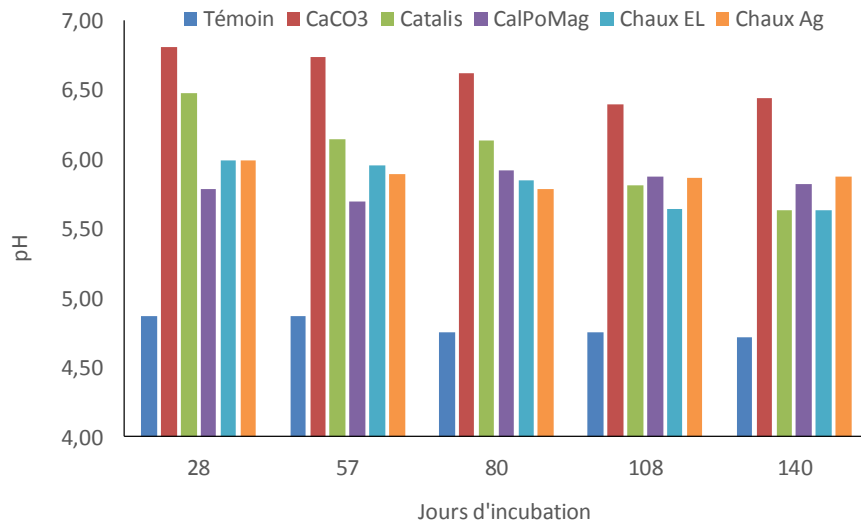


Figure 27.2. Effet des amendements sur le pH du sol à différents jours d'incubation.