

LES ROCHES PHOSPHATÉES INFLUENT SUR LA CROISSANCE DES ENGRAIS VERTS ET SUR LA DYNAMIQUE DU PHOSPHORE DU SOL

Rapport final de recherche E2007-13

INTRODUCTION

En agriculture biologique, on a proposé les roches phosphatées (RP) comme intrant externe de phosphore (P). En les utilisant conjointement avec une culture d'engrais vert, on pourrait peut-être accroître leur efficacité à long terme grâce à l'assimilation de P par l'engrais vert.

Des apports de RP peuvent augmenter le P total du sol. Toutefois, les végétaux ne peuvent accéder au P des RP qu'après leur dissolution et sa libération dans la solution du sol, un processus qui dépend autant des propriétés des roches que de celles du sol. Les RP provenant de gisements géographiquement et géologiquement différents peuvent également présenter de grandes différences sur le plan de l'efficacité. Généralement, les roches d'origine sédimentaire sont plus solubles que celles d'origine ignée. Leur dissolution peut être ralentie ou rendue inefficace dans des sols ayant un pH élevé et une forte teneur en calcium, des conditions agronomiques courantes dans tout le Canada. Avec une sélection rigoureuse des cultures, on peut surmonter les limitations du sol. Par ex., il est prouvé que certaines cultures comme le colza/canola, le lupin blanc ou le sarrasin peuvent extraire le P des RP par l'exsudat racinaire des protons et des acides organiques.



Figure 1. Parcelles avec roches phosphatées (M. Arcand)

Cette recherche propose l'utilisation de sarrasin cultivé spécifiquement comme engrais vert pour assimiler le P des RP par phytoextraction. L'engrais vert est en mesure de transformer le P en formes organiques (par ex. dans ses tissus) qui pourront être minéralisées et libérées dans le sol après enfouissement ou épandage en paillis.

COMMENT A-T-ON PROCÉDE?

L'expérience a eu lieu de 2004 à 2006 sur les terres de deux fermes biologiques et d'une exploitation conventionnelle du Sud-Ouest de l'Ontario. La première partie de l'étude a porté sur l'utilisation de RP de diverses origines en Amér. du Nord et de leurs effets sur le rendement et l'assimilation de P d'une culture de sarrasin en engrais vert, en 2004 et en 2005. La 2^e partie de l'expérience a porté sur les effets résiduels du paillis et des RP résiduelles au cours du printemps suivant leur application initiale.

Les taux d'application des RP étaient normalisés à partir de la teneur en P totale de chaque roche (Tableau 1). Les concentrations en métaux lourds des RP peuvent être nuisibles pour la santé humaine et animale; on a, par conséquent, déterminé la teneur respective en cadmium (Cd) et en arsenic (As), les 2 métaux lourds les plus fréquents dans les RP.

Les roches suivantes ont été appliquées sur les fermes biologiques : VolCanaPhos (ignée), Spanish River Carbonatite (ignée) et Calphos (sédimentaire). En plus de ces RP, la RP Pebbled (sédimentaire) et la Tennessee (sédimentaire), ainsi que les engrais conventionnels MAP et TSP ont été appliqués à la ferme en gestion conventionnelle.

Table 1. Emplacements des gisements de roches phosphatées, caractéristiques et taux d'application en champs

Roches	Abrév.	Emplac. des gisements de roches (orig. géologique)	Réactivité*	Métaux lourds		P Total (%)	Taux d'application		
				Cadmium (mg/kg ⁻¹)	Arsenic (mg/kg ⁻¹)		100**	400**	800**
VolCanaPhos	VPR	Ontario (igné)	faible	Isd	27,4	16,8	537	2146	4292
Spanish Carbonatite	River SRPR	Ontario (igné)	pas de données	Isd	3,9	1,4	6575	26298	52596
Calphos	CPR	Floride (sédimentaire)	moyenne	1,5	5,4	8,7	1031	4123	8245
Pebbled	PPR	Caroline du Nord (sédimentaire)	élevée	6,5	19,4	10,1	892	3569	7138
Tennessee	TPR	Tennessee (sédimentaire)	élevée	Isd	12,2	12,7	709	2835	5670

*Basée sur les longueurs de l'axe crystallographique A déterminées par diffraction de rayons X sur poudres de l'apatite (P) contenue dans la roche phosphatée. Les a-axis lengths plus courtes indiquent des surfaces cristallines plus petites en corrélation avec une plus grande solubilité de la RP. Ces données n'ont pu être obtenues pour la SRPR à cause de sa faible teneur totale en P et de l'absence d'apatite.

**Indiquent les taux d'application ciblés en kg P/ha⁻¹.

«Isd» indique des concentrations inférieures au seuil de détection de l'appareil

On a appliqué les roches phosphatées à des sous-parcelles de 2,4 m x 5 m au début juin avec incorporation au motoculteur (Fig. 1). Le sarrasin a été semé à un taux de semis de 67 kg/ha⁻¹ dans toutes les parcelles dans la semaine qui a suivi l'épandage de RP. Après environ 7 semaines on a effectué la récolte avant la grenaison en vue de déterminer le rendement. On a prélevé des échantillons de la biomasse épiquée sur chaque parcelle aux fins d'analyse des teneurs totale en N et en P.

Immédiatement après la récolte du sarrasin en août, tout ce qui avait été récolté en surface a été enfoui dans la moitié de chaque parcelle (2,4 m x 2,5 m) (Fig. 2). Le paillis a été laissé à la surface du sol pendant l'automne et l'hiver puis incorporé au motoculteur au cours du printemps suivant.

RESULTATS : ROCHES PHOSPHATEES ET ENGRAIS VERT

Les RP ont présenté des différences considérables en matière de teneur en P et de réactivité (Tableau 1). De plus, les roches sédimentaires CPR et PPR contenaient du cadmium, un métal lourd susceptible de s'accumuler dans le sol avec le temps. Toutefois, la teneur en cadmium de ces roches est bien inférieure au seuil acceptable établi par la Liste des substances permises en production biologique de l'Office des normes générales du Canada.

Les rendements de sarrasin n'ont pas été modifiés par l'épandage de l'une quelconque des RP comparativement à la parcelle de contrôle (aucun P appliqué), que ce soit dans les champs en gestion

biologique ou conventionnelle. Des taux d'application élevés d'un engrais soluble inorganique, TSP, ont été nécessaires pour obtenir un effet notable sur le rendement (ferme conventionnelle) ce qui indique que le P pourrait ne pas avoir eu d'effet limitatif sur le sarrasin malgré les résultats très faibles des tests initiaux du sol (P = 3,3 mg/kg⁻¹). Les rendements de sarrasin ont été adéquats sur le plan agronomique (de 3,0 à 3,5 t MS/ha⁻¹ [matière sèche]).

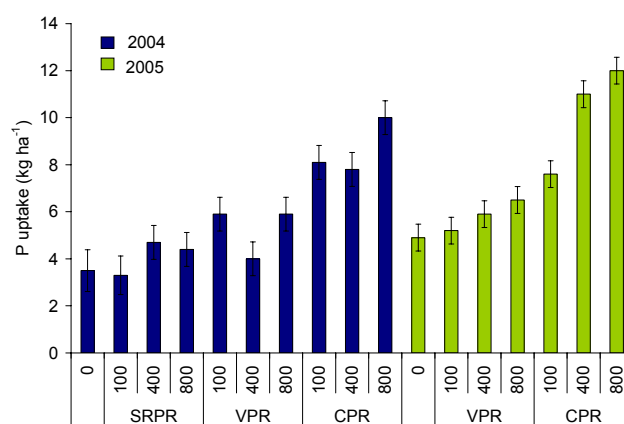


Figure 3. Assimilation du P par le sarrasin par variante de RP et taux d'application à l'une des fermes biologiques en 2004 et 2005

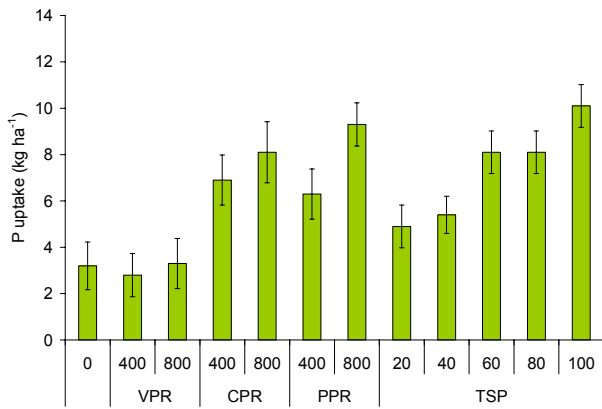


Figure 4. Assimilation du P par le sarrasin par variante de RP et d'engrais (TSP), et taux d'application sur le champ en gestion conventionnelle en 2005.

L'assimilation du P a été accrue avec les applications de Calphos, ce qui indique une accumulation améliorée de P dans les tissus du sarrasin. On a constaté une tendance similaire, au chapitre de l'assimilation du P des RP par le sarrasin, dans les deux fermes biologiques et pour les deux années de l'étude. C'est pourquoi nous présentons les données d'une seule ferme (Fig. 3). Les RP de l'Ontario – Spanish River Carbonatite et VolCanaPhos – n'ont pas influé sur l'assimilation de P par le sarrasin, et ce, dans l'ensemble des champs. Dans le champ en gestion conventionnelle, en 2005, la RP Pebbled a accru l'assimilation de P par le sarrasin comparativement à la parcelle de contrôle (Fig. 4).

L'assimilation accrue de P constatée avec les RP Calphos et Pebbled est sans doute attribuable, respectivement, à une combinaison de réactivité moyenne et de petite taille des particules, et à une réactivité élevée (Tableau 1). Calphos se présente sous forme de gros agrégats meubles constitués surtout de particules de la taille des argiles, tandis que les autres RP sont à grains grossiers (Fig. 5).



Figure 5. Roches phosphatées utilisées pour cette expérience

RESULTATS : EFFETS DES RESIDUS D'ENGRAIS VERT ET DES RP RESIDUELLES SUR LA DYNAMIQUE DU P DU SOL

Le taux d'application de P contenu dans le paillis de sarrasin appliqué au sol à la récolte est présenté à la Fig. 6. Ce taux allait de 15 à 25 kg P/ha⁻¹. La quantité de P dans le paillis appliqué sur les parcelles qui avaient reçu du CPR aux taux élevés d'application était sensiblement plus élevée que la quantité de P appliqué dans le paillis provenant du sarrasin cultivé sur les parcelles de contrôle (pas de P).

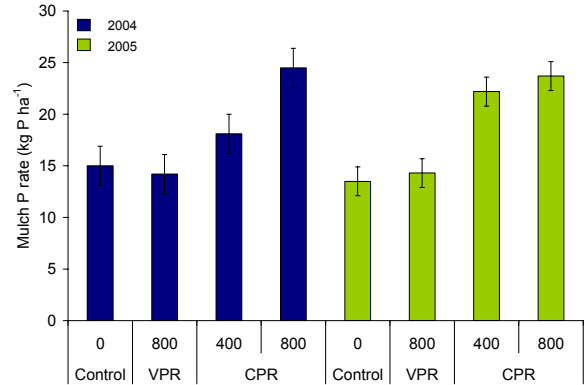


Figure 6. Taux d'application de P (kgP/ha⁻¹) dans le paillis de sarrasin attribué au traitement et taux originaux de RP (kg P/ha⁻¹).

On a constaté seulement pour 2005 des effets notables des traitements de paillis et de RP sur le flux du P du sol. Le flux du P s'est accru, par rapport aux parcelles de contrôle laissées à nu, dans les parcelles avec paillis qui avaient auparavant reçu des applications de Calphos aux taux de 400 et 800 kg P/ha⁻¹. Cet effet marqué ne s'est produit que pour la première période de deux semaines d'installation des sondes PRSTM, soit avant le labour effectué à la fin avril 2005 (Fig. 7).

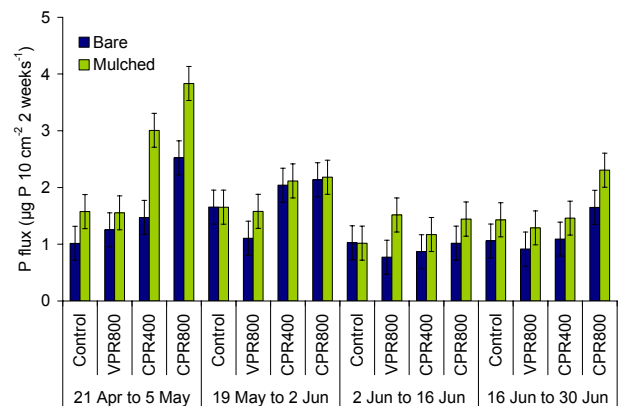


Figure 7. Flux du P selon le traitement et le taux original de RP pour chaque période d'installation de 2 semaines des sondes PRSTM

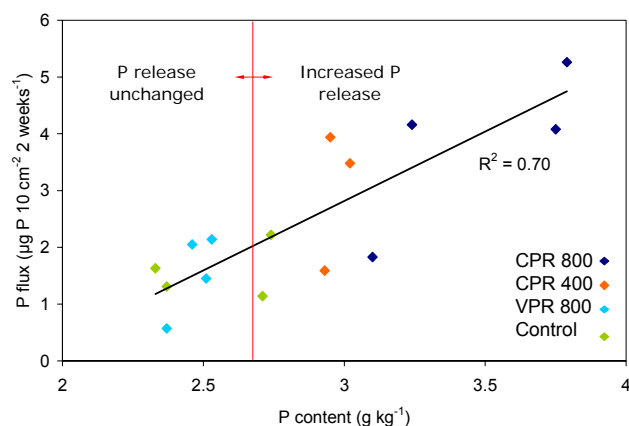


Figure 8. Influence de la teneur initiale en P du paillis de sarrasin sur le flux du P des parcelles pour les deux premières semaines d'installation des sondes PRS™

La teneur initiale en P du paillis de sarrasin (qualité) explique 70 % de la variation en flux du P dans les parcelles avec paillis au cours des 2 premières semaines d'enfouissement des sondes au début du printemps (Fig. 8). Tandis que la quantité de P appliqué dans le paillis (quantité) en explique 30 %. On a découvert que le paillis de sarrasin qui contenait plus de 2,7 g de P/kg¹ accroissait le flux du P comparativement aux sols laissés nus, tandis que l'apport de paillis dont le P total était inférieur à cette valeur ne modifiait en rien le flux du P du sol (Fig. 8). Il n'y a pas eu de changement au P de la biomasse microbienne dans les sols amendés avec le paillis de sarrasin, ce qui indique que la libération du P dans les parcelles avec paillis ne venait pas de la minéralisation par la biomasse microbienne. Le flux accru du P pourrait venir d'une baisse de l'adsorption au sol causée par la concurrence pour les sites d'adsorption avec d'autres produits de décomposition du paillis.

Les roches phosphatées à réactivité élevée et à particules de petite taille ont accru la qualité du sarrasin en P, ce qui s'est traduit par un flux accru du P dans les sols amendés avec le paillis. On peut en conclure, par conséquent, que les roches n'ont pas toutes été aussi efficaces au plan de l'accroissement de l'assimilation du P par le sarrasin. La libération subséquente du P provenant des résidus de paillis de sarrasin cultivé avec les roches non efficaces n'a pas été différente comparativement aux sols qui n'avaient reçu aucun paillis.

REFERENCES

Entz M.H., R. Guilford et R. Gulden. « Crop yield and soil nutrient status on 14 organic farms in the eastern portion of the Northern Great Plains », *Canadian Journal of Plant Science*, n° 81(2), 2001, p. 351-354.

LES CONCLUSIONS...

Les RP n'ont pas toutes les mêmes propriétés; les roches phosphatées de sources canadiennes actuelles se dissolvent difficilement dans le sol. La libération accrue de P des résidus de paillis de sarrasin a été influencée par la qualité des matériaux. Cette qualité élevée a été obtenue en cultivant le sarrasin avec de la RP à haute réactivité et à grains fins. Des volumes importants de RP ont été nécessaires pour obtenir des résultats, d'où des coûts peut-être prohibitifs pour une utilisation à court terme.

REMERCIEMENTS

Agriculteurs participants :

I. Huesing, M. Martin et L. Eccles

Chercheurs et chercheuses :

Les étudiants stagiaires d'été de l'Université de Guelph et les techniciens et techniciennes, particulièrement Jim Ferguson, Cory Roberts, Glen Wilson, Laura Tozer, Jessica Turnbull, Allison van Horne, Andrea Farrow, Les Eccles, Peter Smith et Candice Timbers

AUTEUR(E)S

Melissa Arcand (étudiante de 3^e cycle, Université de Guelph), Derek Lynch (CANÉ), Paul Voroney et Peter Van Straaten (Université de Guelph) et Roxanne Beavers (CABC, éd.)

FINANCEMENT

Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie (CRSNGC)

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales de l'Ontario (OMAFRA) Programme de nouvelles orientations de recherche
Programme des chaires de recherche du Canada



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Renseignements :

Consultez oacc.info ou communiquez avec nous à CP550 Truro (NS) B2N 5E3

Tél. : 902-893-7256

Télec. : 902-896-7095

Courriel : oacc@nsac.ca



Nova Scotia
Agricultural
College