

## BILAN PHOSPHORE DU SOL ET FIXATION DE L'AZOTE DANS DES FERMES LAITIÈRES BIOLOGIQUES DE L'ONTARIO ET DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE

Rapport de recherche intérimaire E2010-40

### CONTEXTE

Les légumineuses sont une source importante d'azote (N) en production biologique. Toutefois, il est prouvé que de trop faibles intrants peuvent entraîner une carence de phosphore du sol (P) dans les fermes laitières biologiques (Roberts et coll., 2008), et une réduction possible du rendement des cultures et de la fixation de N par les légumineuses fourragères. La présente étude vise à évaluer le lien entre la dynamique du P du sol et la fixation de l'azote par les légumineuses en gestion biologique (**BNF**).

L'étude a deux principaux sous-projets :

1. Étude sur le terrain de la concentration du P dans le sol, et rendement des légumineuses fourragères et fixation de N dans les fermes laitières de l'Ontario et de la Nouvelle-Écosse.
2. Études en chambre de culture et en serre du :
  - a) Rôle nutritif du P dans la croissance des légumineuses et dans la fixation de N.
  - b) Taux d'apport de P des composts, de la struvite et d'une source de phosphate naturel.

La cueillette de données sur le terrain, commencée à la saison 2008, a été complétée en 2009. Les études en chambre de croissance et en serre ont été menées en 2009. À la remise du rapport, les analyses des échantillons de 2009 ne sont pas terminées.

### MÉTHODES

#### Étude sur le terrain

En 2008, on a étudié le P du sol et le rendement des cultures fourragères, l'assimilation de N et la **BNF** dans des champs de légumineuses fourragères mélangées de 28 fermes laitières biologiques et en conversion en Ontario et en Nouvelle-Écosse. On a répété les mesures en 2009 pour 23 de ces champs. Dans chaque champ, on a fixé de 7 à 25 points échantillons à intervalles fixes le long de transects linéaires. À la première fauche, on a recueilli des

échantillons de sol à chaque point et 0,5 m<sup>2</sup> de fourrage à chaque fauche.

Les prélèvements de sol respectaient les procédures d'analyse du sol normalisées de chaque province (Mehlich III en NÉ, méthode Olsen (bicarbonate) en ON), et ont été analysés pour le P et d'autres minéraux. Les échantillons de fourrage ont été triés entre luzerne, trèfles, graminées et adventices, et chaque portion a été séchée, pesée et broyée. Le fourrage a été analysé séparément pour le N et le P, et des échantillons choisis pour le <sup>15</sup>N. On a estimé la fixation de N par la technique de l'abondance de l'isotope naturel <sup>15</sup>N.

#### Étude en chambre de croissance et en serre

On a recueilli du sol dans des champs connus pour leur faible concentration en P en Ontario et en Nouvelle-Écosse, avec des niveaux évalués à 8,4 mg P/kg<sup>-1</sup> et 8,1 mg P/kg<sup>-1</sup>, respectivement, selon les procédures provinciales d'analyse du sol. On a mené deux expériences sur du soya (cultivar Evans) avec des taux accrus de P ajouté. À la récolte, on a mesuré la croissance des plants et évalué la fixation de N. Une expérience similaire a été menée sur de la luzerne (cv Iroquois). Les plants ont été fauchés trois fois avant la récolte et chaque fauche effectuée à la floraison.



Récolte d'échantillons de fourrage en Nouvelle-Écosse, juillet 2009 (M. Main)

Tableau 1. Sommaire des résultats sur le terrain en Nouvelle-Écosse et en Ontario

ID champ	Prov.	Principale légumineuse	2008 % de légumineuse	2009 % de légumineuse	2008 Teneur en P du sol	Class. teneur en P du sol	2008 Rendement	2009 Rendement	2008 Rendement azoté	2008 Fixation de N	2008 Conc. de P dans le tissu végétal	2008 Assimilation du P/culture
			%	%	*		kg ha <sup>-1</sup>		kg/ha <sup>-1</sup>	kg/ha <sup>-1</sup>	%	Kg/ha <sup>-1</sup>
101008	N.-É.	luzerne	70 %	59 %	68	L-	6 349	8 656	212	55	0,29 %	18,4
101012	N.-É.	trèfle	34 %	26 %	46	L-	6 286	6 461	175	30	0,27 %	16,7
102003	N.-É.	trèfle	17 %	5 %	68	L-	4 150	4 466	97	19	0,35 %	14,4
102021	N.-É.	trèfle	51 %	22 %	234	M+	6 676	8 760	194	72	0,35 %	23,6
102024	N.-É.	trèfle	58 %	23 %	118	L	6 174	7 655	190	58	0,34 %	21,0
102026	N.-É.	trèfle	34 %	11 %	181	M-	4 645	5 574	162	29	0,43 %	20,1
103002	N.-É.	trèfle	14 %	2 %	36	L-	3 422	2 921	41	10	0,13 %	4,5
104108	N.-É.	trèfle	14 %	15 %	161	L+	7 129	7 714	156	25	0,38 %	26,9
104109	N.-É.	trèfle	11 %	8 %	124	L	7 459	8 614	167	36	0,38 %	28,7
205010	ON	luzerne	77 %	59 %	6	L	7 841	8 617	243	121	0,27 %	21,5
205013	ON	luzerne	76 %	61 %	7	L	6 460	5 013	225	158	0,27 %	17,6
206016	ON	luzerne	56 %	38 %	12	M	2 449	2 504	82	46	0,32 %	7,8
207001	ON	luzerne	65 %	31 %	9	L	7 023	6 930	220	78	0,33 %	22,9
207101	ON	luzerne	81 %	51 %	14	M	7 047	7 459	260	143	0,30 %	21,5
208001	ON	luzerne	59 %	43 %	4	L	4 093	6 722	145	84	0,25 %	10,1
209008	ON	luzerne	85 %	72 %	8	L	7 954	6 642	260	99	0,32 %	25,4
209011	ON	luzerne	74 %	30 %	9	L	6 030	4 242	211	79	0,26 %	15,5
211002	ON	luzerne	46 %	25 %	10	M	5 988	5 179	170	77	0,37 %	22,3
211007	ON	luzerne	62 %	46 %	6	L	5 111	2 755	147	93	0,28 %	14,4
212105	ON	luzerne	57 %	57 %	14	M	4 477	6 884	143	75	0,34 %	15,2
212108	ON	luzerne	45 %	34 %	10	M	4 787	6 728	144	67	0,31 %	14,7
214408	ON	luzerne	57 %	11 %	4	L	3 314	5 594	108	43	0,29 %	9,6

\* Unités : N.-É. : Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par ha en P extractible Mehlich III; ON : mg P per kg de sol en P extractible Olsen

L'expérience finale évaluait trois amendements pour leur capacité à fournir une quantité adéquate de P pour la croissance des plantes. Amendements testés : roche phosphatée solubilisée par l'acide citrique, compost de déchets urbains solides (DUS) et une struvite commerciale (Crystal Green®). La struvite est un produit riche en P, 28 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, obtenue par précipitation d'eaux usées. On a testé ces produits avec le soya à des taux d'environ 15 et 30 mg P/kg<sup>-1</sup>.

#### RÉSULTATS PROVISOIRES : ÉTUDE SUR LE TERRAIN

Le tableau 1 montre un sommaire étendu de résultats pour la majorité des champs. En Ontario, les rendements étaient nettement corrélés aux proportions de légumineuses. La majeure partie des rendements azotés des systèmes en Ontario provient de légumineuses. En Nouvelle-Écosse, cela

se vérifie également mais moins nettement, parce que comparativement plus de N est importé dans la nourriture des animaux et se retrouve dans le fumier; d'autre part, il y avait une proportion moyenne plus faible de légumineuses en Nouvelle-Écosse.

L'assimilation de N par les adventices et les graminées a été en moyenne de  $55 \text{ kg/ha}^{-1}$ , avec un équilibre obtenu grâce aux légumineuses. La fixation de N variait beaucoup selon les champs, mais tendait à être plus faible dans les champs qui tiraient du N des fumiers, ce qui est le cas de la plupart des champs de Nouvelle-Écosse.

Les concentrations de P dans le tissu des plantes allaient de 0,2 % à 0,5 % dans la plupart des champs, et étaient généralement dans une fourchette considérée comme suffisante pour la croissance selon les études sur la physiologie des légumineuses. L'assimilation de P par les cultures avait tendance à augmenter avec la hausse de la concentration du P du sol, mais cela n'a visiblement pas influé sur le rendement des légumineuses ou la fixation de N, sauf dans un champ de N.-É. à la teneur en P du sol extrêmement faible. La Figure 1 montre que les tendances dans l'assimilation du P par les cultures et les rendements sont fonction de la concentration en P du sol.

En résumé, une assimilation suffisante du P par les cultures est importante pour la fixation de N, mais cet essai semble indiquer qu'un faible P du sol n'est un problème que dans la notation la plus faible des analyses de sol. Une analyse plus approfondie donnera d'autres informations sur le lien entre le P du sol, le rendement des cultures et la fixation de N. Les légumineuses sont la principale source d'apport en N dans la plupart des fermes de cette étude.

## RÉSULTATS PROVISOIRES : ESSAI EN CHAMBRE DE CROISSANCE ET EN SERRE

Les deux premières expériences menées sur du soya indiquent une réponse en matière de croissance à un apport de P. Les N et P totaux des pousses ont augmenté de façon linéaire avec un ajout de P (Figure 2). La teneur en N totale a toujours été plus faible dans les plants de référence, indiquant une hausse de la fixation de N. De même, la hauteur des pousses, le poids sec des pousses et le poids sec des nodules ont augmenté avec un apport accru de P. Pour la luzerne, le poids sec des plants à la seconde fauche avait augmenté après un apport accru de P.

L'essai d'évaluation de la capacité des amendements à fournir du P en est au stade de la récolte, et l'analyse des données n'est pas terminée. Dans l'ensemble, la croissance des plants a été plus forte avec les amendements que dans les parcelles de contrôle sans épandage.

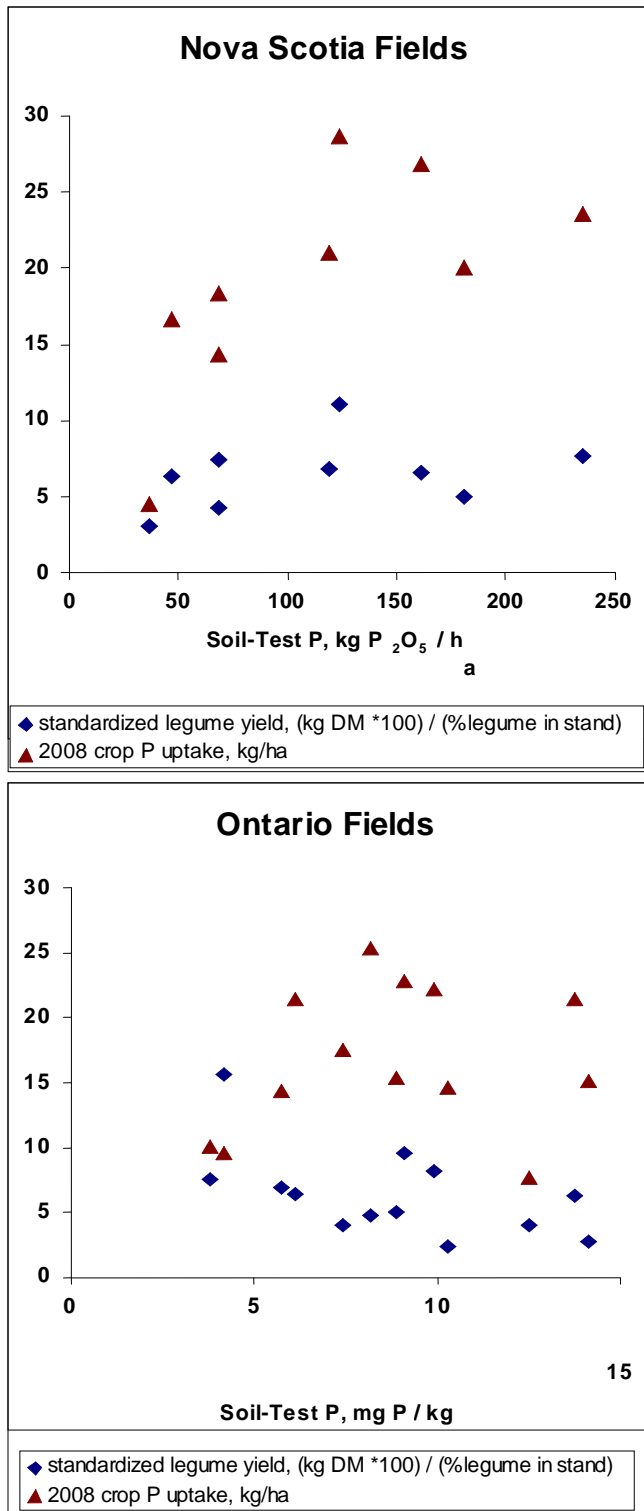


Figure 1. Concentration du P du sol sur le terrain contre rendement des légumineuses et assimilation du P par les cultures des champs en Nouvelle-Écosse (haut) et en Ontario (bas)

Globalement, les végétaux ont réagi à un apport de P, notamment : augmentation de N et P totaux des pousses, du poids sec des nodules et des pousses. Ceci indique qu'il faut suffisamment de P assimilable

dans le sol pour optimiser la quantité de N issue de la fixation de N par les légumineuses.

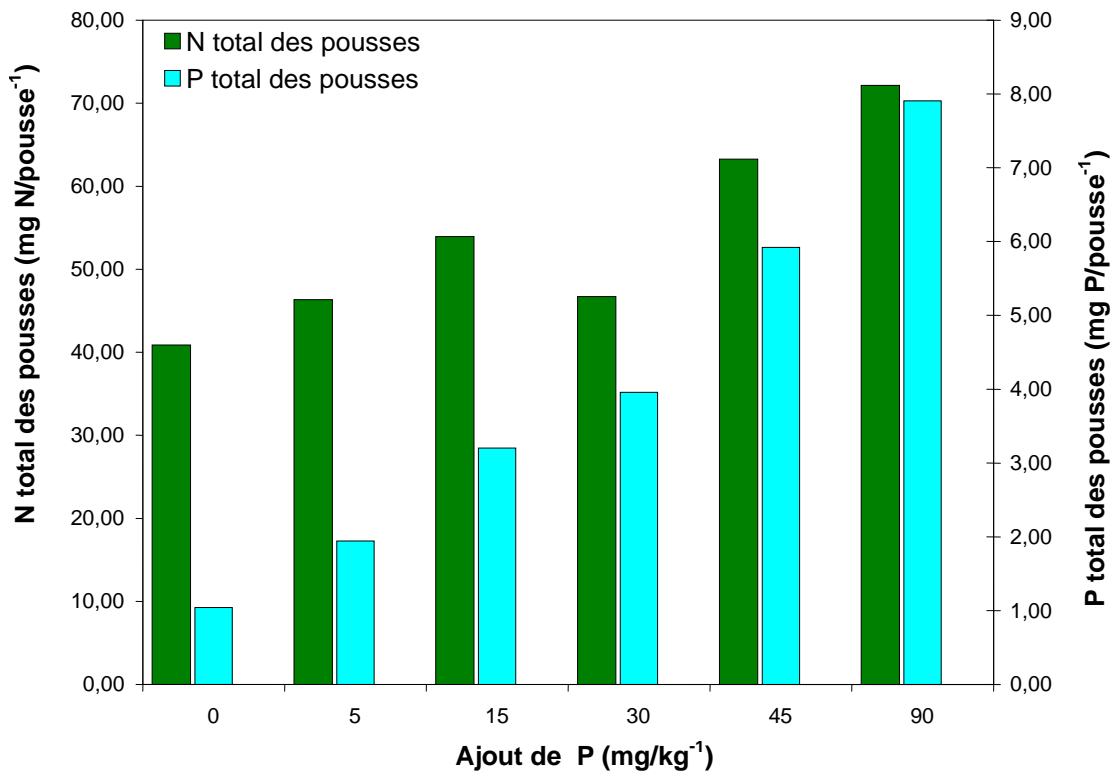


Figure 2. N et P totaux des pousses de soya Evans en réponse à une fertilisation de P –sol de la Nouvelle-Écosse

### LES CONCLUSIONS...

Lorsque la concentration en P du sol est très faible (comme dans l'étude en chambre de croissance), la croissance des cultures et la fixation de N sera considérablement réduite. Cependant, pour des teneurs en P du sol modérément faibles, les légumineuses fourragères peuvent donner d'assez bons rendements. Il est probable que les légumineuses annuelles seront plus sensibles à un faible P du sol, compte tenu de leurs systèmes racinaires plus limités. Si un faible P du sol peut limiter la fixation de N, cette étude montre que même les sols qui affichent de faibles teneurs en P peuvent donner de bons rendements de fourrage pour des fermes biologiques. Un rapport final et des conclusions sur le taux d'apport de P d'amendements organiques seront présentés en 2011.

### RÉFÉRENCES

Roberts, C.J., Lynch, D.H., Voroney, R.P., Martin, R.C. et S.D. Juurlink, 2008, « Nutrient budgets of Ontario organic dairy farms », *Canadian Journal of Soil Science*, 88, p. 107-114.

### AUTEUR(E)S

Michael Main (Organic Meadow/CABC), Derek Lynch et Amanda Ward (CANÉ), Paul Voroney et Kim Schneider (Université de Guelph) et Shelly Juurlink (Organic Meadow).

### FINANCEMENT

Coopérative Organic Meadow  
Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie  
Programme des chaires de recherche du Canada  
Institut de recherche agricole de l'Ontario



Agriculture and  
Agri-Food Canada

Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

### Pour de plus amples renseignements :

Consultez [agbio.ca](http://agbio.ca)

ou communiquez avec nous à :  
C. P. 550, Truro N.-É. B2N 5E3

Téléphone : 902-893-7256

Télécopieur : 902-896-7095

Adresse électronique :

[oacc@nsac.ca](mailto:oacc@nsac.ca)

**NSAC**  
AC. Embrace Your World.