

Utilisation de champignons endomycorhiziens arbusculaires dans la production de la pomme de terre

Rapport final du projet 11-C-111

Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés – Volet C

Demandeur du Projet

Fédération des producteurs de pommes de terre du Québec

Responsable du Projet

Jacques-André Rioux, Ph.D., agr.
Université Laval

Rapport rédigé par

Martin Trépanier, Ph.D., agr.
Université Laval

Mars 2012

La **fédération** des **producteurs**
de **potatoes** de terre
du **Québec**



Photo : Philippe Parent

La réalisation de ce projet n'aurait pu être possible sans l'étroite collaboration entre de multiples intervenants du milieu de la pomme de terre au Québec comme les producteurs, les entreprises et les agronomes spécialisés dans cette production.

Merci aux entreprises :

- Pro-Champs 2001
- Cultures Trio
- Cultures Excel
- Humus Sol inc.
- Production des Chutes
- Réal Pinsonnaults et Fils
- Ferme Rivest-Bourgeois
- Pomme de terre Bérubé
- Ferme Bouchard
- Propur Inc.
- Patates Dolbec Inc.
- Premier Tech Biotechnologies

Merci aux agronomes et conseillers agricoles :

- Jean-Pierre Veillette
- André Gagnon
- Samuel Morissette
- Hervé Van Den Heyden
- Gilles Hamel
- Luc Bérubé
- Laure Boulet
- Serge Bouchard
- Marie-Pierre Lamy
- Nicolas Samson
- Philippe Parent

Ce projet a été financé par le **Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec**, via le Programme d'appui financier aux regroupements et aux associations de producteurs désignés (Volet C) accordé à la **Fédération des producteurs de pommes de terre du Québec**.

Utilisation de champignons endomycorhiziens arbusculaires dans la production de la pomme de terre

*Préparé par Martin Trépanier, Ph.D., agr.
et Jacques-André Rioux, Ph.D., agr.
Université Laval*

Mars 2012

Résumé

Lors de l'été 2011, des dispositifs expérimentaux en factoriel ont été établis chez neuf producteurs québécois de pommes de terre afin d'évaluer l'impact de l'une inoculation d'un champignon mycorhizien sur les rendements. Trois doses de phosphore, correspondant à 100, 75 et 50% de la dose recommandée ont été appliquées en présence ou non de l'inoculant mycorhizien. En fin de saison, les tubercules ont été classés par calibre, dénombrés et pesés. L'incidence de la rhizoctonie et de la gale commune a également été évaluée. Les résultats indiquent que l'ajout d'un inoculant mycorhizien n'augmente pas le taux de colonisation mycorhizienne des racines, mais entraîne une augmentation significative de 12,4 % du nombre de tubercules et une augmentation non-significative de 3,9 % du rendement en poids. Il semble que l'inoculation mycorhizienne favorise la formation d'un nombre supplémentaire de petits tubercules. La diminution de l'application de phosphore n'a pas entraîné de grandes différences de rendement, en présence ou non de l'inoculant mycorhizien, signe que ces sols contiennent des quantités suffisantes en phosphore. L'incidence de maladies ayant été faible, peu de différences significatives sont visibles pour cet aspect. Il semble donc que l'utilisation de champignons mycorhiziens dans la production de la pomme de terre pourrait entraîner une augmentation intéressante des rendements pour les producteurs, sans avoir à modifier significativement leurs pratiques culturales.

Table des matières

Résumé.....	2
Buts du projet.....	4
Objectifs spécifiques.....	4
Méthodologie.....	5
Dispositifs expérimentaux.....	5
Applications des inoculants mycorhiziens.....	7
Sites expérimentaux.....	8
Données recueillies.....	8
Analyse de la colonisation mycorhizienne.....	9
Analyses statistiques.....	10
Résultats par site.....	10
Site : Trois-Rivières.....	11
Site : St-Ubalde (Trio).....	15
Site : St-Ubalde (Excel).....	20
Site : Sainte-Eulalie.....	25
Site : St-Ambroise.....	29
Site : St-Michel.....	35
Site : Rawdon.....	40
Site : Trois-Pistoles.....	45
Site : St-Éloi.....	48
Analyse combinée de l'ensemble des résultats.....	51
Conclusion générale.....	52
Références.....	55
Annexe 1.....	56
Annexe 2.....	57

Buts du projet

La pomme de terre est une culture majeure au Québec, avec plus de 17 400 hectares en production en 2009. Cette culture est exigeante au niveau de l'apport en éléments minéraux et en eau. Elle est souvent réalisée dans des sols sablonneux où l'adsorption du phosphore est très forte, ce qui requiert de plus fortes applications de cet élément. De plus, les immenses superficies cultivées rendent difficile l'irrigation.

Comme elles explorent un grand volume et une grande surface de sol, les hyphes des champignons endomycorhiziens ont accès à une plus grande réserve en eau et en éléments nutritifs que les racines de la plante. De plus, elles produisent des enzymes entraînant une solubilisation du phosphore adsorbé, lequel sera ensuite transloqué vers la plante. Finalement, par la production d'exsudats, les hyphes stimulent la croissance de bactéries bénéfiques du sol tout en limitant la présence de certaines maladies. Nous croyons donc que l'utilisation de champignons endomycorhiziens devrait favoriser positivement le rendement en pommes de terre, et probablement permettre une diminution des applications de phosphore.

En conditions réelles de culture en champ, le but de ce projet est de déterminer si l'inoculation de champignons endomycorhiziens arbusculaires permet premièrement d'augmenter le rendement en pommes de terre et d'améliorer la qualité de la récolte (calibre, maladies) et deuxièmement de diminuer les applications de phosphore tout en maintenant un rendement identique ou supérieur.

Objectifs spécifiques

1-Évaluer les effets d'une inoculation par un champignon endomycorhizien sur les rendements, la qualité (calibre) et l'incidence de maladies (rhizoctonie, gale commune) des pommes de terre.

2-Déterminer si l'utilisation de ce champignon endomycorhizien pourrait diminuer les doses nécessaires de phosphore, sous une optique de protection de l'environnement.

3-Déterminer si le coût de l'inoculant peut être couvert par une augmentation du rendement ou une diminution des applications de P.

4-Cibler certains facteurs (régie de culture, précédents culturaux, type de sol...) pouvant favoriser l'utilisation des mycorhizes dans certains sols destinés à la production de la pomme de terre.

Méthodologie

Dispositifs expérimentaux

Des essais expérimentaux ont été réalisés chez neuf producteurs de pommes de terre œuvrant dans divers domaines (pommes de terre de table, de semence et de transformation) à travers le Québec. Selon l'équipement disponible chez ces producteurs, deux types de dispositifs ont été mis en place.

Le premier type était composé de parcelles constituées de deux rangs de 7 mètres bordés de chaque côté par un rang de garde (**Figures 1 et 2**). Trois doses de phosphores ont été appliquées, soit 100%, 75% ou 50% de la dose de phosphore recommandée propre à chaque champ. La moitié des parcelles ont reçu un inoculant mycorhizien alors que l'autre moitié a servi de témoin. Ceci représentait donc 6 parcelles en blocs complets aléatoires pour chacune des 4 répétitions, pour un total de 24 parcelles par site. Notons que le site de Rawdon comprenait pour sa part 6 répétitions.

Le deuxième type de dispositif était constitué d'une série de grandes parcelles parallèles de 200 mètres comptant 4 rangs (**Figure 3**). Chaque paire de parcelles comprenait (aléatoirement) une parcelle témoin et une parcelle mycorhizée, le tout répété 8 fois, pour un total de 16 parcelles par site. La régie de culture a été celle utilisée normalement par le producteur. Nous avons donc comparé l'effet d'une inoculation mycorhizienne (parcelles mycorhizées versus les parcelles témoins). Deux sites étaient à l'étude.

Le nombre de degrés de liberté ainsi obtenu dans chacun des deux dispositifs rend ces expériences scientifiquement et statistiquement valides.

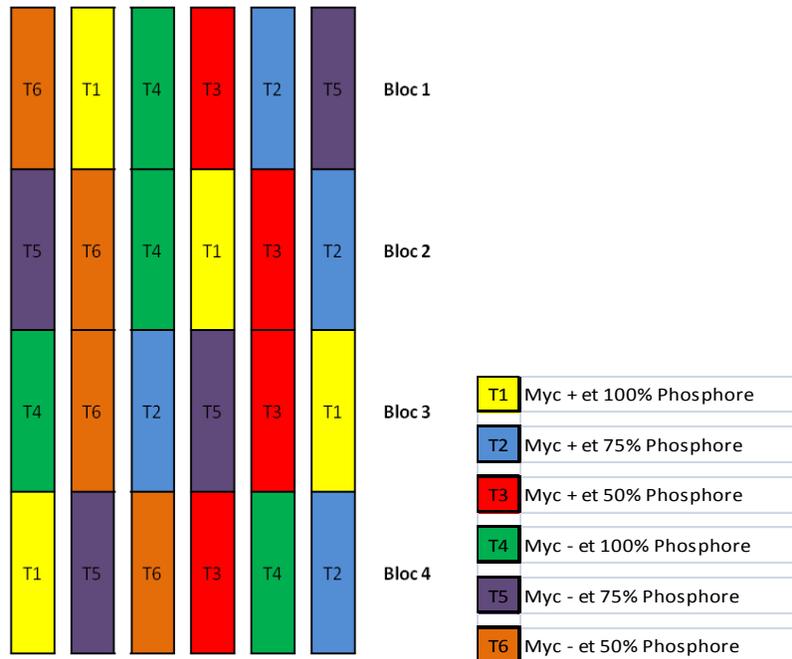


Figure 1 : Exemple de dispositif en petites parcelles, où les traitements appliqués sont une combinaison de doses de phosphore et de présence ou d'absence de l'inoculant mycorhizien.

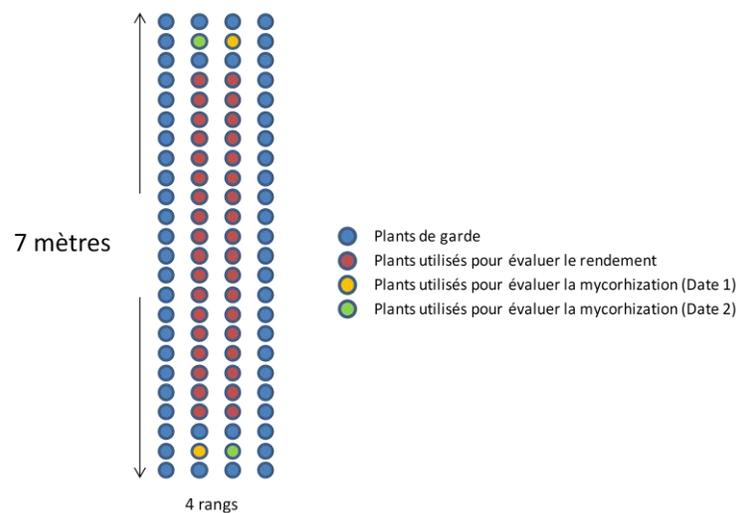


Figure 2 : Aperçu d'une parcelle pour les dispositifs en petites parcelles. Les rangs de côté servent de rangs de garde, alors que les plants des extrémités servent à l'analyse de la colonisation mycorhizienne.

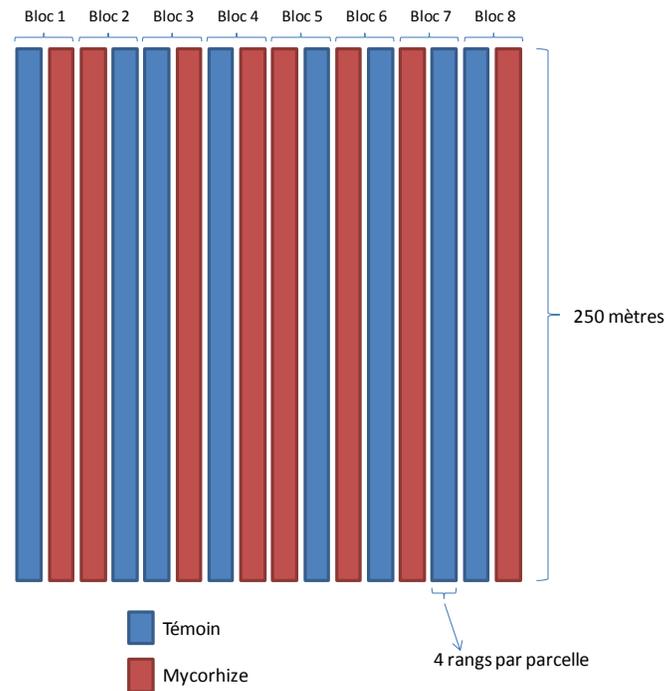


Figure 3 : Exemple de dispositif en grandes parcelles. Les traitements sont constitués de la présence ou de l'absence de l'inoculant mycorhizien (sites de Trois-Pistoles et de Saint-Éloi).

Applications des inoculants mycorhiziens

L'inoculant mycorhizien liquide est produit par la compagnie Premier Tech de Rivière-du-Loup. Il contient 2 000 000 de spores de *Glomus intraradices* (maintenant appelé *Glomus irregulare*) par litre et a été appliqué selon les recommandations du fabricant par pulvérisation dans le sillon avant recouvrement des plantons (0,95 litres d'inoculant/hectare). Chaque planton a ainsi reçu 50 spores du champignon. Sur certains sites, l'inoculant a été mélangé et appliqué en même temps que le fongicide Quadris®, reconnu comme compatible.

Sites expérimentaux

Le dispositif en petites parcelles (doses de phosphore) a été établi sur 7 sites à travers le Québec alors que celui en grandes parcelles a été établi sur 2 sites (**Tableau 1**). Neuf producteurs de pomme de terre ont participé à ce projet.

Tableau 1 : Emplacement des sites expérimentaux.

Sites	Ville	Superviseurs du site	Type de dispositif
Pro-Champs 2001	Trois-Rivières	Jean-Pierre Veillette	Petites parcelles
Cultures Trio	St-Ubalde	André Gagnon	Petites parcelles
Cultures Excel	St-Ubalde	André Gagnon	Petites parcelles
Humus Sol inc.	Ste-Eulalie	André Gagnon	Petites parcelles
Production des Chutes	St-Ambroise	Samuel Morissette	Petites parcelles
Réal Pinsonnaults et Fils	St-Michel	Hervé Van Den Heyden	Petites parcelles
Ferme Rivest-Bourgeois	Rawdon	Gilles Hamel	Petites parcelles
Pomme de terre Bérubé	Trois Pistoles	Luc Bérubé	Grandes parcelles
Ferme Bouchard	St-Éloi	Laure Boulet	Grandes parcelles

Le nombre élevé de sites permet également de vérifier l'utilisation de cette nouvelle technologie dans différents types de sol et sous différentes conditions climatiques, ainsi que pour des régies de productions différentes (pommes de terre de semence, de table ou de transformation).

Données recueillies

Les paramètres mesurés étaient les mêmes pour les deux types de dispositif. Le rendement (poids, nombre) en tubercules a été déterminé pour chacune des parcelles, et ce, selon le calibre. La présence de maladies (gale commune et rhizoctonie) sur 100 tubercules a été évaluée dans chaque parcelle selon la méthode de l'ACIA (voir annexes 1 et 2). À deux moments prédéterminés, deux plants ont été arrachés dans chacune des parcelles afin d'évaluer la colonisation mycorhizienne des racines. Des analyses

chimiques d'échantillons de sol prélevés au printemps 2011 avant la mise en place des essais dans chacun des sites complètent la prise de données.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Aux moments prédéterminés, soit 6 semaines après la plantation et 1 semaine avant le défanage, deux plants ont été arrachés dans chacune des parcelles. Les systèmes racinaires complets ont été acheminés immédiatement à l'Université Laval, où les racines des deux plants de chacune des parcelles ont été soigneusement lavées et coupées en segments d'environ 3 centimètres et mélangées. Environ la moitié des racines ont été insérées dans des tubes de 50 ml multi-perforés et plongées dans une solution d'hydroxyde de potassium (10%) à l'autoclave pendant 45 minutes. Suite à un rinçage à l'eau, les tubes ont été plongés pendant 15 minutes dans une solution d'acide chlorhydrique (1%) et rincés à nouveau. Les racines ont finalement été colorées par immersion dans une solution de bleu de trypan (0,05%) pendant 15 minutes. L'évaluation du pourcentage de racines colonisées a été réalisée sous loupe binoculaire. La **figure 4** présente des racines de pomme de terre colonisées.



Figure 4 : Racines de pomme de terre mycorhizée. On observe la présence d'arbuscules et de vésicules fongiques.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques des données ont été réalisées par l'équipe de l'Université Laval avec l'aide de la procédure MIXED et du test LSMEANS du logiciel SAS. Les données de l'expérience à petites parcelles (comportant les doses de phosphore) ont été analysées selon un dispositif factoriel en blocs complets alors que celles de l'expérience en grandes parcelles l'ont été selon un dispositif en bloc complet aléatoire. En absence d'interaction entre les traitements 'mycorhizes' et les traitements 'phosphore', les effets simples ont été considérés. Notons que les données du site de Saint-Michel ont pour leur part été analysées par contrastes.

Résultats par site

Les pages suivantes présentent les résultats, analyses et discussions pour chacun des sites. Certaines particularités propres aux sites (fertilisations, pesticides, etc.) y sont également décrites.

Site : Trois-Rivières

Adresse du site :

Pro-Champs 2001
230, Vachon
Trois-Rivières, Qc
G8T 8Y2

Responsable du site : Jean-Pierre Veillette

Description du site

Le site de Trois-Rivières est une vieille prairie labourée à l'automne 2010. Il n'y a pas eu de culture de pommes de terre sur ce site depuis plus de 25 ans. Appartenant à la série Lanoraie, le sol est un sable d'origine éolienne, avec un drainage excessif, sujet à la sécheresse s'il y a un manque d'eau. Ce sont des sols avec un indice de productivité relativement faible, mais ils peuvent présenter un très bon rendement lorsqu'ils sont remis en production de pommes de terre pour une première année. C'est ce qui est arrivé en 2011 : la parcelle a été resplendissante jusqu'au moment du défanage, la première semaine d'octobre. Le cultivar Russet Burbank s'y est très bien développé et a donné un bon rendement dans l'ensemble de la parcelle. Hormis le fait que des bandes de labour formées par la charrue étaient encore présentes au semis et à la récolte, toutes les autres conditions ont été quasi parfaites pour la culture.

L'émergence des tiges a eu lieu à la fin de juin. Les mauvaises herbes qui ont envahi le reste du champ n'ont pas touché les parcelles. La floraison a duré plus d'un mois (mi-juillet - fin août). La brûlure hâtive est apparue les derniers jours du mois d'août, mais n'a causé aucun dégât significatif. Visuellement, il n'y avait pas de différence entre les traitements.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
5,35	255,3	116,0	1533,5	154,9	4143,4	138,95	2,24	12,46	1,06	2,40	0,02	0,21

Granulométrie :

	%		
sable	limon	argile	
79,1	18,8	2,1	

Précédents culturaux

2010 : prairie

2009 : prairie

Amendement (2 ans) : aucun

Fertilisation (2011) :

À la plantation : 130 kg/ha de N (DAP et CAN), 140 kg/ha de K₂O (60% de 0-0-22 et 40% de 0-0-60) et 50, 75 ou 100 kg/ha de P₂O₅ (DAP).

Au rechauffage : 50 kg/ha de N (CAN).

Application des traitements

Cultivar : Russet Burbank

Traitements des semences : Titan (4,8 ml/100 lbs)

Traitements fongicides : 7 à 9 applications de Bravo® en cours de saison.

Traitements comparés :

T1 : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore

T3 : Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore

T4 : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore

T5 : Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore

T6 : Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 6 traitements et de 4 répétitions pour un total de 24 parcelles. Chaque parcelle comprenait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 35 cm sur le rang et les rangs de 86 cm. Seuls les deux rangs du centre ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de chaque parcelle ont été utilisés pour l'évaluation du taux de mycorhization, lors des deux dates d'échantillonnage des racines, et n'ont pas été intégrés aux rendements.

Date de plantation : 3 juin 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 14 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 28 septembre 2011

Date du défanage : 5 octobre 2011

Date de récolte : 11 octobre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Les données présentées au **tableau 2** expriment le rendement de tous les plants réunis de la parcelle recouvrant une superficie cultivée de 10,84 m². Le rendement n'a pas été ramené par plant car l'absence d'un plant favorise les plants adjacents. Peu importe le calibre, aucune différence significative n'est observable, malgré une augmentation du poids total de tubercules de 2,5% et du nombre de tubercules de 10% lorsque les plants sont inoculés. Les différentes doses de phosphore n'ont pas non plus entraîné de différence significative des rendements.

Tableau 2 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Semences < 2"		Table > 2" mais < 227g		Jumbo > 227g		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	48,7	2,6	64,8	8,5	81,1	24,2	194,6	35,3
Mycorhize	54,7	3,1	76,9	10,0	82,4	23,2	214,0	36,2
Prob.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Phosphore								
100%	55,1	2,9	69,1	8,9	83,8	24,7	208,0	36,6
75%	50,5	2,8	77,3	10,0	85,3	24,1	213,0	36,9
50%	49,4	2,8	66,3	8,7	76,3	22,3	191,9	33,8
Prob.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1 : Myc + 100% P	58,0	3,4	77,3	9,9	85,8	24,8	221,0	38,1
T2 : Myc + 75% P	53,0	3,0	80,8	10,6	89,3	24,6	223,0	38,2
T3 : Myc + 50% P	53,0	2,8	72,8	9,6	72,3	20,1	198,0	32,4
T4 : Tém + 100% P	52,3	2,5	61,0	8,0	81,8	24,5	195,0	35,0
T5 : Tém + 75% P	48,0	2,5	73,8	9,5	81,3	23,6	203,0	35,6
T6 : Tém + 50% P	45,8	2,8	59,8	7,9	80,3	24,5	185,8	35,2
Prob. interaction	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Incidence des maladies

La présence de symptômes de maladie a été si faible qu'il n'a pas été nécessaire de l'évaluer.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 3** présente le pourcentage de racines colonisées par un champignon mycorhizien. On peut remarquer quelques différences significatives à la date 2. Il semble qu'en absence de l'inoculant mycorhizien la colonisation racinaire est plus faible si peu de phosphore est ajouté. Cependant, en présence de l'inoculant, les doses de phosphore n'influencent pas la colonisation. Les forts pourcentages de colonisation obtenus démontrent que ce sol contient une importante population naturelle de champignons mycorhiziens, probablement parce qu'il a été maintenu en prairie depuis plusieurs années.

Tableau 3 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien. ^a

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	5,7	21,1
Mycorhize	7,3	20,2
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore		
100%	6,9	20,8
75%	5,4	21,8
50%	7,2	19,3
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	9,2	19,4 b
T2 : Myc + 75% P	4,4	17,8 b
T3 : Myc + 50% P	8,1	23,4 bc
T4 : Tém + 100% P	4,5	22,2 bc
T5 : Tém + 75% P	6,3	25,7 c
T6 : Tém + 50% P	6,3	15,3 a
<i>Prob. interaction</i>	<i>ns</i>	<i>0,0043</i>

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à $p=0,05$.

Conclusion

L'utilisation d'un inoculant mycorhizien sur ce site n'a pas entraîné de variation significative des rendements, et ce, peu importe la dose de phosphore appliquée. La faible incidence de maladies n'a pas permis d'analyser l'impact que pourraient avoir les champignons mycorhiziens. La colonisation en fin de saison était très bonne, mais a été peu influencée par l'application de l'inoculant ou par la dose de phosphore, bien qu'une faible dose de phosphore semble avoir nui au développement des mycorhizes naturelles.

Site : St-Ubalde (Trio)

Adresse du site :

Cultures Trio inc
295 route 363
St-Ubalde, Qc
G0A 4L0

Responsable du site : André Gagnon

Description du site

Le sol de ce site appartient à la série St-Thomas, un sable fin à très fin très perméable qui se draine très bien (trop bien). Pour ce sol, un rendement de 30 T/ha est excellent, et de 25 T/ha est jugé bon. Ce n'est pas un sol normalement propice à des variétés comme la Yukon Gold ou la GoldRush, mais nous voulions observer si leur résistance à la sécheresse pouvait être augmentée suite à l'application d'un inoculant mycorhizien.

La saison a été pluvieuse dans la région de St-Ubalde de Portneuf en 2011. Les précipitations ont été fréquentes tout l'été et même fortes en août. Des dommages aux cultures et des pertes de qualité ont été observés dans les champs commerciaux; toutefois, le sol léger des parcelles expérimentales a permis de protéger les essais.

Les plants de pomme de terre ont été sévèrement affectés par la brûlure hâtive (*Alternaria solani*) en août. Ces dommages sont attribués à un affaiblissement des plants suite à une période chaude et sèche à la mi-juin et à une augmentation marquée des spores d'*Alternaria* (observée le 17 août). De plus, les parcelles n'ont pas reçu les traitements fongicides appropriés pour lutter contre ce pathogène.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
5,25	880,3	572,0	1892,4	211,8	4422	212,21	6,20	16,35	8,19	2,43	0,03	0,20

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
82,2	14,2	3,6

Précédents culturaux :

2010 : maïs

2009 : pomme de terre

Amendement (2 ans) : Fumier (automne 2009 – 25 T/ha)

Fertilisation (2011) :

Basée sur l'analyse du sol, la recommandation était de 200 kg/ha N, 150 kg/ha P₂O₅ et 266 kg/ha K₂O.

En pré-semis, 350 kg/ha de 0-0-50 ont été appliqués au printemps.

À la plantation, les parcelles témoins ont reçu 325 kg/ha de 18-46-0 (DAP), 260 kg/ha de 0-0-21 (Sul-Po-Mag), 220 kg/ha de 27,5-0-0 (CAN) et 110 kg/ha de 21-0-0. Les parcelles recevant 75% de P et 50% de P ont pour leur part reçu respectivement 245 et 165 kg/ha de DAP et 270 et 320 kg/ha de CAN, en plus des autres engrais.

Lors du rechauffage, toutes les parcelles ont reçu 375 kg/ha de 21-0-0, 375 kg/ha de CAN et 250 kg/ha de gypse granulé (23% Ca).

Application des traitements

Cultivar : Yukon Gold

Traitements des semences : Titan (20,8 ml/100kg) et Penncozeb 80WP (20 ml/100kg)

Autres applications de pesticides :

- 5 juin Lorox (2,47 L/ha) + Sencor (247 g/ha)
- 27 juin Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 4 juillet Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 14 juillet Penncozeb (2,47kg/ha)
- 25 juillet Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 3 août Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 10 août Tadoo (2,7 L/ha)
- 16 août Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 2 septembre Reglone (1,2 L/ha - défanant)

Traitements comparés :

T1 : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore

T3 : Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore

T4 : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore

T5 : Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore

T6 : Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 6 traitements et de 4 répétitions pour un total de 24 parcelles. Chaque parcelle comptait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 35 cm sur le rang et les rangs de 91,5 cm. Seuls les deux rangs centraux ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de chaque parcelle ont été utilisés pour l'évaluation du taux de mycorhization aux deux dates d'échantillonnage de racines et n'ont donc pas été ajoutés au rendement.

Date de plantation : 31 mai 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 12 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 2 août 2011

Date du défanage : 2 septembre 2011

Date de récolte : 12 septembre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Le **tableau 4** présente les rendements obtenus selon le calibre des tubercules. Le rendement correspond à l'ensemble des plants de la parcelle car l'absence d'un plant favorise les plants adjacents. Précisons que les parcelles comptaient originellement 36 plantons et recouvraient une superficie cultivée de 11,53 m².

Il n'y a pas d'effet significatif de la mycorhization et du taux de phosphore sur le rendement total. Lorsque l'on observe les rendements selon le calibre, les plants témoins ont donné davantage (significatif) de gros tubercules comparativement aux plants mycorhizés. Le poids des tubercules 'jumbo' est également supérieur chez les plants témoins, bien que cette différence ne soit pas significative. À l'inverse, les plants mycorhizés semblent produire davantage de tubercules de calibre 'Table', mais encore une fois cette différence n'est pas significative. Finalement, les différentes doses de phosphore n'ont pas influencé les rendements, ce qui tend à indiquer que les besoins en phosphore étaient comblés même à la plus faible dose.

Incidence des maladies

Le **tableau 5** présente l'incidence des maladies observées sur un total de 100 tubercules par parcelle. Nous avons observé la présence de gale et de rhizoctonie sur les tubercules en quantité élevée, bien que la plupart des dommages étaient légers. L'inoculant mycorhizien de même que les différentes doses de phosphore n'ont pas causé de variation significative sur l'incidence de ces deux maladies.

Tableau 4 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.^a

Traitements	Semences < 2,25''		Table 2,25 – 2,75''		Jumbo > 2,75''		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	116,9	7,5	92,4	12,5	31,2 b	8,3	240,5	28,2
Mycorhize	114,5	7,3	100,1	14,5	19,5 a	5,6	234,1	27,5
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0542	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore								
100%	114,0	7,3	107,3	14,1	23,2	6,4	244,5	27,8
75%	108,8	6,9	92,6	13,1	26,3	7,3	227,7	27,4
50%	124,4	7,9	88,9	13,3	26,5	7,2	239,8	28,4
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	121,3	7,8	105,6	14,4	16,2	4,6	243,0	26,8
T2 : Myc + 75% P	104,3	6,6	102,9	14,6	22,2	6,7	229,4	27,8
T3 : Myc + 50% P	118,0	7,6	91,8	14,5	20,3	5,7	230,0	27,8
T4 : Tém + 100% P	106,8	6,8	109,0	13,8	30,3	8,2	246,0	28,8
T5 : Tém + 75% P	113,3	7,3	82,3	11,6	30,5	7,9	226,0	26,9
T6 : Tém + 50% P	130,8	8,3	86,0	12,1	32,8	8,6	249,5	29,0
Prob. interaction	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à $p=0,05$.

Tableau 5 : Incidence de maladie sur les tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Incidence de maladies			
	Gale		Rhizoctonie	
	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 10 %) ^a	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 5 %) ^a
Témoin	82,4	96,4	88,8	97,3
Mycorhize	81,2	95,6	86,2	96,2
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore				
100%	82,9	96,7	91,0	96,7
75%	81,8	96,7	83,5	97,1
50%	80,8	94,8	87,9	96,4
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	88,3	98,1	91,3	96,4
T2 : Myc + 75% P	76,9	95,1	79,6	97,4
T3 : Myc + 50% P	78,5	93,8	87,8	94,8
T4 : Tém + 100% P	77,5	95,3	90,8	97,0
T5 : Tém + 75% P	86,8	98,3	87,5	96,8
T6 : Tém + 50% P	83,0	95,8	88,0	98,0
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

^a Ces valeurs incluent les valeurs de la colonne sans maladie.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 6** présente la colonisation mycorhizienne des racines, aux deux dates d'échantillonnage (12 juillet et 2 août 2011). L'ajout de l'inoculant mycorhizien n'a pas amélioré le taux de colonisation des racines et les doses de phosphore n'ont pas influencé significativement la colonisation. Notons que les taux de colonisation sont très faibles.

Tableau 6 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	0,29	2,6
Mycorhize	0,18	2,3
Prob	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore		
100%	0,23	2,1
75%	0,19	1,9
50%	0,28	3,3
Prob	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	0,22	2,1
T2 : Myc + 75% P	0,00	2,1
T3 : Myc + 50% P	0,30	2,5
T4 : Tém + 100% P	0,24	2,1
T5 : Tém + 75% P	0,37	1,7
T6 : Tém + 50% P	0,24	4,1
Prob	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Conclusion

L'ajout d'un inoculant mycorhizien n'a pas permis d'augmenter significativement le nombre et le poids total de tubercules. Cependant, l'inoculant semble avoir favorisé la production de tubercules plus petits par rapport au témoin. Dans un sol riche en phosphore comme celui de ce site, les besoins de la plante en cet élément seraient comblés et l'ajout de l'inoculant mycorhizien ne permettrait pas d'en augmenter l'assimilation. Au contraire, la demande en sucres du champignon pourrait avoir entraîné une diminution de l'entreposage dans les tubercules. La mycorhize n'a pas non plus diminué l'incidence de la gale et de la rhizoctonie.

Aucune différence de rendement n'a été observée entre les trois doses de phosphore, ce qui laisse présager qu'une diminution de la recommandation en phosphore serait possible. L'ajout de l'inoculant mycorhizien n'a pas entraîné d'augmentation significative du taux de colonisation racinaire. Ces taux sont par contre faibles, probablement dû au fort contenu en phosphore du sol. Tous ces résultats nous laissent supposer que la forte teneur en phosphore de ce sol est peu compatible avec l'utilisation d'un inoculant mycorhizien.

Site : St-Ubalde (Excel)

Adresse du site :

Cultures Excel inc
295 route 363
St-Ubalde, Qc
G0A 4L0

Responsable du site : André Gagnon

Description du site

Le sol de ce site appartient à la série St-Thomas, un sable fin à très fin, très perméable, qui se draine très bien (trop bien). Pour ce sol, un rendement de 30 T/ha est excellent, et de 25 T/ha est jugé bon. Ce n'est pas un sol normalement propice à des variétés comme la Yukon Gold ou la GoldRush, mais nous voulions observer si leur résistance à la sécheresse pouvait être augmentée suite à l'application d'un inoculant mycorhizien.

La saison a été pluvieuse dans la région de St-Ubalde de Portneuf en 2011. Les précipitations ont été fréquentes tout l'été et même fortes en août. Des dommages aux cultures et des pertes de qualité ont été observés dans les champs commerciaux; toutefois, le sol léger des parcelles expérimentales a permis de protéger les essais.

Les plants de pomme de terre ont été sévèrement affectés par la brûlure hâtive (*Alternaria solani*) en août. Nous attribuons ces dommages à un affaiblissement des plants suite à une période chaude et sèche à la mi-juin et à une augmentation marquée des spores d'*Alternaria* (observée le 17 août). De plus, les parcelles n'ont pas reçu les traitements fongicides appropriés pour lutter contre cette maladie.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
5,46	768,1	437,7	1816,9	232,3	4092,9	169,6	5,14	16,89	7,29	2,15	0,02	0,18

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
85,7	11,5	2,8

Précédents culturaux :

2010 : maïs

2009 : pomme de terre

Amendement (2 ans) : Fumier (automne 2009 – 25 T/ha)

Fertilisation (2011) :

Basée sur l'analyse du sol, la recommandation est de 200 kg/ha N, 150 kg/ha P₂O₅ et 266 kg/ha K₂O.

En pré-semis, 350 kg/ha de 0-0-50 ont été appliqués au printemps.

À la plantation, les parcelles témoins ont reçu 325 kg/ha de 18-46-0 (DAP), 260 kg/ha de 0-0-21 (Sul-Po-Mag), 220 kg/ha de 27,5-0-0 (CAN) et 110 kg/ha de 21-0-0. Les parcelles recevant 75% de P et 50% de P ont pour leur part reçu respectivement 245 et 165 kg/ha de DAP et 270 et 320 kg/ha de CAN, en plus des autres engrais.

Lors du rechauffage, toutes les parcelles ont reçu 375 kg/ha de 21-0-0, 375 kg/ha de CAN et 250 kg/ha de gypse granulé (23% Ca).

Application des traitements

Cultivar : Goldrush

Traitements des semences : Titan (20,4 ml/100 kg) et Penncozeb (mancozeb) 80WP (20 ml/100 kg)

Autres applications de pesticides :

- 5 juin Lorox (2,47 L/ha) + Sencor (247 g/ha)
- 27 juin Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 4 juillet Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 14 juillet Penncozeb (2,47kg/ha)
- 25 juillet Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 3 août Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 10 août Tadoo (2,7 L/ha)
- 16 août Penncozeb (2,47 kg/ha)
- 2 septembre Reglone (1,2 L/ha - défanant)

Traitements comparés :

T1 : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore

T3 : Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore

T4 : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore

T5 : Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore

T6 : Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 6 traitements et de 4 répétitions pour un total de 24 parcelles. Chaque parcelle comptait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 35 cm sur le rang et les rangs de 91,5 cm. Seuls les deux rangs du centre ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de chaque parcelle ont été utilisés pour l'évaluation du taux de mycorhization les deux dates d'échantillonnage de racines et n'ont donc pas été intégrés au rendement.

Date de plantation : 31 mai 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 12 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 2 août 2011

Date du défanage : 2 septembre 2011

Date de récolte : 12 septembre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Le **tableau 7** présente les rendements obtenus selon le calibre des tubercules. Les données présentées expriment le rendement par parcelle et non pas par plant, car l'absence d'un plant favorise les plants adjacents. Les parcelles recouvraient une superficie cultivée de 11,53 m² sur laquelle 36 plantons avaient été mis en terre. Il n'y a pas d'effet significatif de la mycorhization et du phosphore sur le rendement total, malgré une augmentation du poids total de 3,9% et du nombre de tubercules de 8,3% en présence de l'inoculant mycorhizien. Lorsque l'on observe les rendements selon le calibre, les plants mycorhizés ont donné un plus grand nombre (significatif) de petits tubercules et une masse supérieure de tubercules pour la table. L'augmentation (non-significative) du total de tubercules serait donc due à ces deux calibres, la mycorhization ayant favorisé une plus grande production de tubercules, mais ceux-ci seraient de plus petit calibre. Finalement, les différentes doses de phosphore n'ont pas influencé les rendements, indiquant que les besoins en phosphore étaient comblés même à la plus faible dose.

Incidence des maladies

Le **tableau 8** présente l'incidence des maladies observées sur un total de 100 tubercules par parcelle. Les dommages ont été assez importants, particulièrement ceux causés par la rhizoctonie. Pour cette maladie, les traitements ayant reçu l'inoculant mycorhizien montrent une plus forte proportion (significative) de tubercules sévèrement atteints, comparativement au témoin. Cet effet est également observable pour la gale; une forte tendance statistique semble indiquer que les plants mycorhizés ont produit un nombre plus élevé de tubercules plus sévèrement atteints par cette maladie. Les différentes doses de phosphore n'ont pas causé de variation sur l'incidence de ces deux maladies.

Tableau 7 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.^a

Traitements	Semences < 2"		Table > 2" mais < 227g		Jumbo > 227g		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	35,8 a	2,5	45,2	6,2 a	53,8	14,4	134,7	22,8
Mycorhize	42,6 b	2,8	50,7	7,5 b	52,7	13,3	145,9	23,7
<i>Prob.</i>	0,0329	ns	ns	0,0272	ns	ns	ns	ns
Phosphore								
100%	34,8	2,4	44,0	6,9	51,6	13,4	130,4	22,7
75%	41,3	2,9	50,9	7,1	51,1	13,2	143,3	23,1
50%	41,6	2,7	48,9	6,7	57,0	14,9	147,5	23,9
<i>Prob.</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1 : Myc + 100% P	40,8	2,7	42,8	7,5	49,8	12,4	133,3	22,6
T2 : Myc + 75% P	46,3	3,2	55,5	7,8	52,3	12,9	154,0	23,9
T3 : Myc + 50% P	40,8	2,6	53,8	7,4	56,0	14,5	150,5	24,5
T4 : Tém + 100% P	28,8	2,4	45,3	6,2	53,5	14,5	127,5	22,8
T5 : Tém + 75% P	36,3	2,5	46,3	6,3	50,0	13,4	132,5	22,3
T6 : Tém + 50% P	42,5	2,8	44,0	6,1	58,0	15,2	144,5	23,3
<i>Prob. interaction</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à p=0,05

Tableau 8 : Incidence de maladie sur les tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.^a

Traitements	Incidence de maladies			
	Gale		Rhizoctonie	
	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 10 %) ^b	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 5 %) ^b
Témoin	79,5	88,5	25,5	40,9b
Mycorhize	77,1	84,1	15,8	27,1a
<i>Prob.</i>	ns	0,0872	0,1032	0,0298
Phosphore				
100%	76,4	84,1	21,3	35,3
75%	79,0	86,1	18,8	32,6
50%	79,5	88,6	21,9	34,1
<i>Prob.</i>	ns	ns	ns	ns
T1 : Myc + 100% P	72,0	77,5	17,5	30,8
T2 : Myc + 75% P	79,8	86,0	15,0	26,3
T3 : Myc + 50% P	79,5	88,8	14,8	24,3
T4 : Tém + 100% P	80,8	90,8	25,0	39,8
T5 : Tém + 75% P	78,3	86,3	22,5	39,0
T6 : Tém + 50% P	79,5	88,5	29,0	43,9
<i>Prob. interaction</i>	ns	0,0626	ns	ns

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à p=0,05.

^b Ces valeurs incluent les valeurs de la colonne sans maladie.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 9** présente la colonisation mycorhizienne des racines, aux deux dates d'échantillonnage (12 juillet et 2 août 2011). L'ajout de l'inoculant mycorhizien n'a pas amélioré le taux de colonisation des racines et les applications de phosphore n'ont pas influencé significativement la colonisation.

Tableau 9 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	2,0	4,7
Mycorhize	2,5	5,2
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore		
100%	2,2	5,2
75%	2,1	5,1
50%	2,5	4,7
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	2,7	4,9
T2 : Myc + 75% P	2,1	6,4
T3 : Myc + 50% P	2,7	4,3
T4 : Tém + 100% P	1,7	5,4
T5 : Tém + 75% P	2,0	3,8
T6 : Tém + 50% P	2,3	5,0
<i>Prob. interaction</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Conclusion

Malgré la richesse en phosphore de ce site, l'ajout d'un inoculant mycorhizien a permis d'augmenter significativement le nombre et le poids de tubercules de petit et moyen calibres, sans toutefois modifier significativement le rendement total. Aucune différence de rendement n'a été observée entre les trois doses de phosphore, ce qui laisse supposer qu'une diminution de la recommandation en phosphore serait possible. L'ajout de l'inoculant mycorhizien n'a pas entraîné d'augmentation significative du taux de colonisation racinaire, indiquant la présence d'une population naturelle de champignons mycorhiziens bien établie. Ces taux sont par contre faibles, probablement dû au fort contenu en phosphore de ce sol. Nous supposons que sur ce site les besoins en phosphore de la plante sont pleinement comblés, de telle sorte que cette dernière ne peut bénéficier des avantages de l'ajout d'un inoculant mycorhizien devant améliorer sa nutrition phosphatée. En saison sèche, il est possible que le champignon puisse aider la plante à lutter contre un éventuel stress hydrique.

Site : Sainte-Eulalie

Adresse du site :

Humus Sol inc.
607, Rang Des Érables
Sainte-Eulalie, QC
G0Z 1E0

Responsable du site : André Gagnon

Description du site

Le dispositif expérimental a été implanté dans un champ utilisé couramment pour la production commerciale de pommes de terre. Il est constitué d'un sol sableux St-Jude, non drainé. Bien que le rendement en pommes de terre dépend beaucoup des conditions climatiques, de la variété cultivée et d'une panoplie de facteurs, les rendements y sont de façon générale moyens à bons.

L'essai réalisé sur ce site a connu quelques problèmes. Tout d'abord, la plantation a été effectuée très tardivement en raison des pluies abondantes en début de saison. De plus, il a été observé le 11 juillet que moins de la moitié des plants avaient émergé (environ 40% des plantons seulement avaient réussi à germer). Étrangement, un essai de nouvelles variétés plantées à proximité, la même journée, avec la même équipe de travail et le même équipement, a donné une excellente levée, soit de l'ordre de 95%. Tout porte à croire que le problème de levée était lié au fait que les tubercules tranchés pour une plantation plus hâtive se sont possiblement déshydratés et ont perdu leur vitalité. Une hypothèse a également été émise à l'effet que la semence aurait été rechaussée trop profondément. Bref, avec une levée aussi faible, la récolte n'a pas été réalisée. Une autre particularité de la saison 2011 a été l'abondance des pluies non seulement au printemps, mais également à l'automne. Bien que les producteurs des champs de Sainte-Eulalie aient signalé une pression assez importante de maladies fongiques, rien n'a été noté dans le présent essai.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
4,69	300,1	253,1	712,1	61,8	3075,2	314,32	1,55	17,15	0,30	1,417	0,0113	0,1736

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
87,7	7,9	4,4

Précédents culturaux

2010 : trèfle et mil

2009 : avoine mélangée avec trèfle et mil

Amendement (2 ans) : aucun

Fertilisation (2011) :

Basée sur l'analyse du sol, la recommandation était de 180 kg/ha N, 120 kg/ha P₂O₅ et 255 kg/ha K₂O.

Pré-semis : 100 kg/ha de K (0-0-60) – 26 mai 2011

Plantation : 135 kg/ha de N (27-0-0); 60, 90 ou 120 kg/ha de P (0-46-0); 215 kg/ha de K (0-0-22 et 0-0-60)

Sarclage : 45 kg/ha de N (27-0-0) et 40 kg/ha de K (0-0-60)

Application des traitements

Cultivar : Goldrush

Traitements des semences : Titan (20,8 ml/100 kg)

Traitement du sillon : Quadris (6 ml/100 m de rangs)

Autres applications de pesticides :

14 juin	Dual et Lorox
14 juillet	Bravo
28 juillet	Manzate et Perm-up
3 août	Manzate et Perm-up
9 août	Lagon et Manzate
12 août	Manzate et Perm-up
17 août	Manzate et Pounce
23 août	Manzate et Lagon
31 août	Manzate, Curzate et Perm-up
17 septembre	Manzate
25 septembre	Manzate

Traitements comparés :

- T1** : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore
- T2** : Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore
- T3** : Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore
- T4** : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore
- T5** : Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore
- T6** : Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 6 traitements et de 4 répétitions pour un total de 24 parcelles. Chaque parcelle était constituée de 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 38 cm sur le rang et les rangs de 91,5 cm. Seuls les deux rangs du centre ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de chaque parcelle ont été utilisés seulement pour l'évaluation du taux de mycorhization aux deux dates d'échantillonnage de racines.

Date de plantation : 11 juin 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 22 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 9 septembre 2011

Date du défanage : non réalisé

Date de récolte : non réalisé

Résultats

Vu la faible levée des plants, il a été décidé vers la fin de l'été 2011 d'abandonner ce site, puisqu'il y avait beaucoup trop de plants manquants. Nous ne présentons donc que l'évaluation de la colonisation mycorhizienne des racines.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 10** présente le pourcentage de racines colonisées par un champignon mycorhizien, aux deux dates d'échantillonnage (22 juillet et 9 septembre 2011). On peut observer que le sol contient une population naturelle de champignons mycorhiziens bien établie et qu'aucune différence significative n'est observable entre les différents traitements, malgré une certaine tendance en faveur des plants mycorhizés (10,2% vs 8,5%).

Tableau 10 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	0,9	8,5
Mycorhize	0,6	10,2
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore		
100%	0,7	7,2
75%	0,9	10,8
50%	0,6	10,1
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	0,6	6,8
T2 : Myc + 75% P	0,7	12,4
T3 : Myc + 50% P	0,1	11,3
T4 : Tém + 100% P	0,9	7,5
T5 : Tém + 75% P	1,3	9,2
T6 : Tém + 50% P	0,6	8,8
<i>Prob. interaction</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Conclusion

L'absence de rendement pour ce site empêche de tirer toute conclusion concernant l'impact des champignons mycorhiziens sur le rendement et l'atteinte des plants par la gale et la rhizoctonie. La colonisation mycorhizienne des racines était bonne en fin de saison dans les parcelles inoculées, sans toutefois présenter de différence entre les plants inoculés et les plants témoins, ce qui laisse supposer que la population naturelle de champignons mycorhiziens de ce site est déjà élevée.

Site : St-Ambroise

Adresse du site :

Propur Inc.
1424, rand des Chutes
St-Ambroise, Qc
G7P 2V4

Responsable du site : Samuel Morissette

Description du site

Le sol du site de St-Ambroise est un loam sableux de faible fertilité et à faible capacité de rétention en eau. Lors de sécheresses, la productivité est généralement très affectée. Ce site est en culture depuis 20 ans et le rendement est habituellement bon à très bon. On y retrouve une pression élevée de rhizoctonie et un peu de gale commune. Contrairement à d'autres régions, les plantations n'ont pas été retardées par les conditions climatiques. Les pluies ont été régulières de la mi-juin à la fin juillet. Au début du mois d'août, les rendements en tubercules étaient supérieurs à 100 qc/acre et les plants étaient luxuriants. Au cours du mois d'août, plus de 250 mm de pluie sont tombés, de sorte que les ornières laissées par le passage des pulvérisateurs étaient constamment inondées. Le début du mois de septembre a été également pluvieux. Les conditions pluviométriques revenant à la normale par la suite, les récoltes ont été faites sans problème.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	B	M.O.
H ₂ O	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
5,96	242,8	319,6	2644,3	188,2	4213,4	49,1	0,867	7,54	5,21	0,883	4,36

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
76	15	9

Précédents culturaux

2010 : seigle d'automne (engrais vert)

2009 : pomme de terre

Amendement (2 ans) : aucun

Fertilisation (2011) :

Basée sur l'analyse du sol, la recommandation était de 150 kg/ha N, 200 kg/ha P₂O₅, 160 kg/ha K₂O et 30 de Mg.

À la plantation, les parcelles ont reçu 167 kg/ha de 0-0-60, 273 kg/ha de Sulpo-Mag, 3 kg/ha de Granubor, 3 kg/ha de sulfate de zinc et 2 kg/ha de sulfate de manganèse. Selon les traitements, les parcelles à 100% de P ont reçu en plus 435 kg/ha de 18-46-0 et 263 kg/ha de 27-0-0, celles à 75% de P ont reçu 326 kg/ha de 18-46-0 et 337 kg/ha de 27-0-0 et celles à 50% de P ont reçu 217 kg/ha de 18-46-0 et 411 kg/ha de 27-0-0.

Application des traitements

Cultivar : Goldrush

Traitements des semences : Tuberseal (500 g/100 kg)

Traitement du sillon : aucun

Traitements fongicides : Dithane les 8, 13, 19, 27 juillet 2011 et 3 août, Reason les 13, 19, 27 juillet et 3 août 2011, Bravo les 8, 13, 20 24 août 2011.

Traitements comparés :

- T1 :** Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore
- T2 :** Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore
- T3 :** Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore
- T4 :** Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore
- T5 :** Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore
- T6 :** Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 6 traitements et de 4 répétitions pour un total de 24 parcelles. Chaque parcelle comptait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les plants étaient espacés de 30 cm sur le rang et les rangs de 91,5 cm. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Seuls les deux rangs du centre ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de chaque parcelle ont été utilisés seulement pour l'évaluation du taux de mycorhization des racines, les deux dates d'échantillonnage.

Date de plantation : 25 mai 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 7 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 19 août 2011

Date du défanage : 25 août 2011

Date de récolte : 18 septembre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Le **tableau 11** présente les rendements obtenus selon le calibre des tubercules. Les données présentées expriment le rendement d'une superficie cultivée de 7,41 m² sur laquelle 27 plantons avaient été mis en terre. On remarque que l'utilisation de l'inoculant mycorhizien a entraîné une augmentation significative du poids et du nombre de tubercules dans la classe 2"-2½". Il n'y a pas de différence significative dans les autres classes. Pour le rendement total, les plants mycorhizés montrent une hausse significative du nombre de tubercules de 18%. En revanche, le poids total n'a pas été significativement supérieur, même si une hausse de 3,7% a été mesurée.

Si l'on tient compte de l'interaction entre les traitements 'mycorhize' et les traitements 'phosphore', on constate que le plus grand nombre de tubercules est obtenu avec le traitement Myc+100% de P, mais cette valeur n'est pas significativement différente de celles des traitements Myc+75% de P et Myc+50% de P. Il est curieux de constater que le traitement Tém+100% de P a donné le plus faible résultat. Se reportant au poids total, même s'il n'y a pas de différence significative, une forte tendance ($p=0,0714$) est observable en faveur du traitement Myc+100% de P. Les résultats semblent indiquer que la présence de mycorhize favorise la formation d'un plus grand nombre de tubercules, mais ces derniers sont en moyenne plus petits.

Incidence des maladies

Le **tableau 12** présente l'incidence des maladies observées sur un total de 100 tubercules par parcelle. Les dommages ont été très légers autant pour la gale commune que pour la rhizoctonie et aucune différence significative n'a été décelée entre les traitements. En revanche, les plants mycorhizés montrent un peu plus de gale ($p=0,0669$) et un peu moins de rhizoctonie ($p=0,1031$). Les plants mycorhizés présentent en effet une fréquence de tubercules sans dommages de rhizoctonie de 95,2%, alors que chez les plants témoins cette fréquence est de 84,4%. L'inoculant mycorhizien pourrait donc diminuer l'incidence de la rhizoctonie dans ce cas. Rappelons que cet effet est peu significatif. Pour finir, les différentes doses de phosphore n'ont pas influencé l'incidence de ces deux maladies.

Tableau 11 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.^a

Traitements	<1''3/4		1''3/4 à 2''		2'' à 2''1/2		2''1/2 à 2''3/4		2''3/4 à 3''		>3''		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoïn	10,3	0,70	14,2	2,3	42,6 a	7,3 a	24,7	6,3	5,4	1,8	0,5	0,20	132,8 a	18,7
Mycorhize	8,7	0,58	16,9	2,9	50,4 b	9,5 b	18,3	5,1	3,4	1,3	0,3	0,14	156,5 b	19,4
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0471	0,0157	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0014	<i>ns</i>
Phosphore														
100%	6,0	0,39	12,5	2,06	51,3	9,0 b	24,0	6,2	3,8	1,3	0,5	0,21	140,3	19,0
75%	13,6	0,93	15,6	2,80	42,6	8,0 a	20,3	5,6	5,5	2,1	0,0	0,00	145,9	19,4
50%	8,9	0,60	18,5	2,99	45,6	8,1 a	20,1	5,3	4,0	1,4	0,8	0,29	147,9	18,6
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0873	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0157	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	6,8	0,49	15,0	2,7	55,3	10,9	19,0	5,7	1,3	0,5	1,0	0,43	164,5 c	20,7
T2 : Myc + 75% P	12,3	0,78	15,8	2,7	46,3	8,7	19,3	5,2	4,3	1,8	0,0	0,00	150,8 bc	19,2
T3 : Myc + 50% P	7,0	0,47	20,0	3,0	49,8	8,8	16,5	4,3	4,8	1,5	0,0	0,00	154,3 bc	18,2
T4 : Tém + 100% P	5,3	0,29	10,0	1,4	47,3	7,1	29,0	6,7	6,3	2,0	0,0	0,00	116,0 a	17,4
T5 : Tém + 75% P	15,0	1,08	15,5	2,8	39,0	7,3	21,3	5,9	6,8	2,4	0,0	0,00	141,0 b	19,6
T6 : Tém + 50% P	10,8	0,73	17,0	2,8	41,5	7,4	23,8	6,3	3,3	1,3	1,5	0,59	141,5 b	19,0
Prob. interaction	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0348	0,0714

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à p=0,05.

Tableau 12 : Incidence de maladie sur les tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Incidence de maladies			
	Gale		Rhizoctonie	
	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 10 %) ^a	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 5 %) ^a
Témoin	99,6	99,6	84,4	100,0
Mycorhize	96,4	99,4	95,2	100,0
Prob.	0,0669	ns	0,1031	ns
Phosphore				
100%	97,0	99,5	88,8	100,0
75%	100,0	100,0	88,0	100,0
50%	97,1	99,1	92,6	100,0
Prob.	ns	ns	ns	ns
T1 : Myc + 100% P	95,0	100,0	89,5	100,0
T2 : Myc + 75% P	100,0	100,0	97,5	100,0
T3 : Myc + 50% P	94,3	98,3	98,5	100,0
T4 : Tém + 100% P	99,0	99,0	88,0	100,0
T5 : Tém + 75% P	100,0	100,0	78,5	100,0
T6 : Tém + 50% P	100,0	100,0	86,8	100,0
Prob. interaction	ns	ns	ns	ns

^a Ces valeurs incluent les valeurs de la colonne sans maladie.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 13** présente la colonisation mycorhizienne des racines aux deux dates d'échantillonnage (7 juillet et 18 août 2011). L'ajout de l'inoculant mycorhizien n'a pas entraîné d'augmentation de la colonisation. Ce sol contiendrait donc une population naturelle de champignons mycorhiziens suffisante pour obtenir une colonisation naturelle aussi rapide et aussi abondante que celle procurée par l'inoculant. On observe par contre que les plus fortes doses de phosphore entraînent un léger retard significatif de la colonisation à la première date d'échantillonnage des racines, ce retard étant comblé à la seconde date d'échantillonnage. Pour les plants inoculés, il est impossible de départager la proportion de colonisation provenant de la population naturelle et celle provenant de l'inoculant. Cependant, puisque certains effets ont été observés sur les rendements, on peut supposer que ces effets sont dus à l'inoculant ajouté.

Conclusion

L'analyse générale des résultats indique que ce site possède une population naturelle élevée de champignons mycorhiziens. Cette population naturelle (et souhaitable) a probablement diminué l'écart observé entre les plants témoins et les plants inoculés. Malgré ce fait, certaines différences significatives ont été observées au niveau du rendement, ainsi qu'une forte tendance au niveau de la diminution de l'incidence de la rhizoctonie chez les traitements ayant reçu l'inoculant mycorhizien. Le champignon utilisé dans l'inoculant serait plus efficace que les multiples espèces naturellement présentes. Le peu de différence observé au niveau des doses

de phosphore permet également de suggérer qu'une dose équivalente à 75% ou même 50% de la dose conventionnelle de phosphore donnerait des résultats équivalents, en présence de l'inoculant mycorhizien. Notons finalement que l'effet de l'inoculation aurait probablement été supérieur si la saison avait été moins pluvieuse, puisque ces champignons sont également reconnus pour améliorer l'approvisionnement hydrique de la plante.

Tableau 13 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien. ^a

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	6,7	11,9
Mycorhize	7,1	10,7
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore		
100%	4,8 a	10,3
75%	6,2 a	11,8
50%	9,8 b	11,8
Prob.	0,0199	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	4,7	11,4
T2 : Myc + 75% P	6,1	10,3
T3 : Myc + 50% P	10,6	10,4
T4 : Tém + 100% P	4,9	9,2
T5 : Tém + 75% P	6,2	13,4
T6 : Tém + 50% P	8,9	13,1
Prob. interaction	<i>ns</i>	<i>ns</i>

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à p=0,05.

Site : St-Michel

Adresse du site :

Réal Pinsonneault et Fils Ltée
2300 Principale
St-Michel, QC
JOL 2J0

Responsable du site : Hervé Van der Heyden

Description du site

Le site où l'essai a été implanté est une terre noire cultivée depuis une quinzaine d'années seulement. Ce champ est considéré comme étant une "terre neuve". Le producteur y produit des pommes de terre depuis 7 ans. Les rendements de ce site sont généralement moyens. Le drainage naturel du champ n'est pas parfait. Le sol est considéré comme pauvre en phosphore. Il semble également que la libération de l'azote dans ce sol soit faible, l'activité microbologique entraînant son immobilisation. Au fil des années, les plants paraissent en bonne santé jusqu'à la mi-juillet et se sont défanés à partir de cette date en quelques semaines seulement.

La saison 2011 a été caractérisée dans la région par un printemps très pluvieux et relativement froid, ce qui a retardé la plantation dans plusieurs champs. La seconde moitié de la saison a été marquée par des précipitations de pluie plus faibles et des périodes de fortes chaleurs. L'incidence de la rhizoctonie a été élevée en première moitié de saison alors que les conditions chaudes et sèches ont favorisé l'apparition de la gale commune en deuxième moitié.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
4,99	1011,1 ^a	6526,0	15609,0	2144,6	0,00	453,64	0,64	35,33	7,26	52,14	0,3348	1,7720

^a Note : Le sol de ce site est une terre noire, ce qui explique ce fort taux de phosphore à l'analyse au Mehlich III.

Précédents culturaux :

2010 : pomme de terre
2009 : pomme de terre

Amendement (2 ans) :

automne 2009 : chaux 2 T/acre
automne 2010 : gypse 1 T/acre

Fertilisation (2011) :

Basée sur l'analyse du sol, la recommandation est de 60 kg/ha N, 55 kg/ha P₂O₅ et 170 kg/ha K₂O.

Toutes les parcelles ont reçu avant la plantation (à la volée) 283,3 kg/ha de 0-0-60.

Les parcelles du traitement 100% P ont reçu 175,9 kg/ha de 27,5-0-0 et 105,8 kg/ha de 11-52-0.

Les parcelles du traitement 75% P ont reçu 186,5 kg/ha de 27,5-0-0 et 79,3 kg/ha de 11-52-0.

Les parcelles du traitement 50% P ont reçu 218,2 kg/ha de 27,5-0-0 et 59,8 kg/ha de 0-46-0.

Application des traitements

Cultivar : Vivaldi

Traitements des semences : Quadris + Maxim

Traitement du sillon : Aucun

Traitements comparés :

T1 : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore

T3 : Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore

T4 : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore

T5 : Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore

T6 : Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était constitué de 6 traitements et de 4 répétitions pour un total de 24 parcelles. Chaque parcelle comprenait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 25,5 cm sur le rang et les rangs de 91,5 cm. Seuls les deux rangs du centre ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de ces rangs ont été utilisés pour l'évaluation du taux de mycorhization les deux dates d'échantillonnage des racines et n'ont donc pas été intégrés au rendement.

Date de plantation : 7 juin 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 28 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 10 octobre 2011

Date du défanage : aucun

Date de récolte : 2 novembre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Les données présentées au **tableau 14** expriment le rendement par parcelle recouvrant une superficie cultivée de 11,88 m² dans laquelle 50 plantons avaient été mis en terre. Le rendement est celui de la parcelle car l'absence d'un plant favorise les plants adjacents. Les résultats indiquent que l'application de l'inoculant mycorhizien entraîne une augmentation significative du nombre total de tubercules de 41%, et que cette augmentation est principalement due aux petits tubercules. Le rendement total en poids de tubercules des plants mycorhizés est 12,8% supérieur à celui des plants témoins, bien que cette augmentation n'est pas significative. Ce site a réagi très favorablement aux applications croissantes en phosphore, les meilleurs rendements (significatifs) étant obtenus avec la plus forte dose.

Tableau 14 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.^a

Traitements	Semences < 2,25"		Table 2,25 à 2,75"		Jumbo > 2,75"		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	106,0 a	4,5 a	68,8	8,7	20,2	5,5	195,0 a	18,7
Mycorhize	183,5 b	7,4 b	73,7	9,1	18,3	4,7	275,5 b	21,1
Prob. (contraste)	0,0001	0,0001	ns	ns	ns	ns	0,0018	ns
Phosphore								
100%	201,8c	7,9c	91,3b	11,3b	21,0	5,3	314,0 b	24,5 b
75%	137,0b	5,9b	67,3a	8,2a	17,5	4,9	221,8 a	19,0 a
50%	95,5a	3,9a	55,3a	7,2a	19,3	5,1	170,0 a	16,2 a
					ns	ns		
T1 : Myc + 100% P	255,0 d	9,8 d	93,0	11,5 c	17,5	3,9	365,5 d	25,2 c
T2 : Myc + 75% P	184,5 c	7,8 c	73,0	8,6 abc	15,5	4,4	273,0 c	20,8 bc
T3 : Myc + 50% P	111,1 ab	4,5 ab	55,3	7,2 a	22,0	5,8	188,0 ab	17,4 ab
T4 : Tém + 100% P	148,5 bc	6,2 bc	89,5	11,0 bc	24,5	6,6	262,5 bc	23,8 c
T5 : Tém + 75% P	89,5 a	3,9 a	61,5	7,8 ab	19,5	5,5	170,5 a	17,3 ab
T6 : Tém + 50% P	80,0 a	3,3 a	55,5	7,2 a	16,5	4,4	152,0 a	14,9 a
Prob. traitement	0,0001	0,0001	0,0884	0,0581	ns	ns	0,0003	0,0139

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à p=0,05.

Incidence des maladies

Le **tableau 15** présente l'incidence de la gale commune et de la rhizoctonie sur les tubercules de pomme de terre. Les dommages causés par la gale ont été faibles, et aucune différence significative n'est observable. Par contre, une fréquence plus élevée de dommages a été observée dans le cas de la rhizoctonie pour l'ensemble de l'essai. L'inoculation mycorhizienne n'a pas abaissé significativement l'incidence de cette maladie; de plus, les parcelles ayant reçu la plus faible dose de phosphore ont présenté un nombre de tubercules affectés significativement plus élevé que les parcelles ayant reçu les traitements 100% et 75% de la dose de phosphore

recommandée. Dans un sol pauvre en phosphore, un apport suffisant de cet élément semble nécessaire pour diminuer l'incidence de la rhizoctonie.

Tableau 15 : Incidence de maladie sur les tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien. ^a

Traitements	Incidence de maladies			
	Gale		Rhizoctonie	
	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 10 %)	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 5 %)
Témoin	95,2	97,8	82,8	94,7
Mycorhize	93,2	95,7	82,7	95,7
<i>Prob</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore				
100%	94,5	96,8	83,8	97,3b
75%	93,8	96,8	81,8	96,5b
50%	94,3	96,8	82,8	91,8a
<i>Prob</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0034
T1 : Myc + 100% P	95,0	96,0	83,5	98,0 c
T2 : Myc + 75% P	91,5	95,5	81,5	96,0 bc
T3 : Myc + 50% P	93,0	95,5	83,0	93,0 ab
T4 : Tém + 100% P	94,0	97,5	84,0	96,5 bc
T5 : Tém + 75% P	96,0	98,0	82,0	97,0 bc
T6 : Tém + 50% P	95,5	98,0	82,5	90,5 a
<i>Prob traitement</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,0189

^a Les valeurs ayant des lettres différentes sont significativement différentes à $p=0,05$.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 16** présente la colonisation racinaire des plants à la première date d'échantillonnage des racines (28 juillet 2011). Malheureusement, les racines de la seconde date de récolte ont été perdues lors du transport. Pour la première date, on remarque que les racines des plants témoins montrent une plus forte colonisation (significative) par rapport à celle des plants inoculés. Ceci peut paraître étrange mais les pourcentages exprimés (0,2 à 0,7%) sont si faibles que ces résultats sont peu valables. Les résultats de la date 2 auraient sans doute permis de confirmer ou d'infirmer ce résultat.

Conclusion

L'impact favorable de la fertilisation phosphatée semble bien évident dans cette terre noire, où de meilleurs rendements sont obtenus lorsque la dose de phosphore appliquée est augmentée. Les résultats indiquent également que le champignon mycorhizien favorise une augmentation considérable du nombre de tubercules. Cette augmentation se retrouve cependant chez les tubercules de petit calibre. En présence de l'inoculant mycorhizien, une application de 75% de la dose recommandée en phosphore permet d'obtenir le même rendement qu'une pleine dose de

phosphore sans inoculation. L'incidence des maladies n'est cependant pas diminuée en présence de l'inoculant.

Tableau 16 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	0,70b	-
Mycorhize	0,20a	-
Prob	0,0119	-
Phosphore		
100%	0,44	-
75%	0,47	-
50%	0,44	-
Prob	<i>ns</i>	-
T1 : Myc + 100% P	0,23	-
T2 : Myc + 75% P	0,21	-
T3 : Myc + 50% P	0,15	-
T4 : Tém + 100% P	0,65	-
T5 : Tém + 75% P	0,73	-
T6 : Tém + 50% P	0,74	-
Prob traitement	<i>ns</i>	-

Site : Rawdon

Adresse du site :

Ferme Rivest-Bourgeois Inc.
1873, Chemin Forest
Rawdon, Qc
J0K 1S0

Responsable du site : Gilles Hamel

Description du site

La section du champ ayant servi au projet est très sablonneuse et contient très peu de matière organique. Sa rétention en eau est très faible et l'incidence de pathogènes est limitée. Ce site a été choisi en raison de sa pauvreté et de sa sensibilité accrue aux conditions de sécheresse. Les rendements habituels de ce secteur du champ sont faibles. Afin d'obtenir une bonne croissance des plantes dans ce sol, il faudrait l'irriguer deux fois par jour pendant une sécheresse, surtout pour les cultivars sensibles aux conditions de sécheresse (ex : Goldrush). Cette sécheresse cause un défanage naturel des plants vers la mi-août. Il n'est donc pas nécessaire d'y appliquer un produit défanant. Il s'agit donc d'un site peu fertile où il faut fertiliser et irriguer massivement afin d'obtenir de bons rendements. Malgré la pluie plus abondante, l'année 2011 n'a pas été vraiment différente des autres années en termes de rendement.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
5,39	208,3	178,1	1028,8	152,4	3892,1	71,99	0,76	9,85	2,10	1,4210	0,0140	0,1603

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
91,8	5,0	3,1

Précédents culturaux :

2010 : pomme de terre
2009 : blé d'automne

Amendement (2 ans) : aucun

Fertilisation (2011) :

À la plantation, les parcelles témoins ont reçu 240 kg/ha de 18-46-0 (DAP), 330 kg/ha de 27,5-0-0 (CAN), 260 kg/ha de 0-0-21 (Sul-Po-Mag), 110 kg/ha de 21-0-0 et 60 kg/ha de gypse granulé (23% Ca). Les parcelles recevant 75% P et 50% P ont pour leur part reçu respectivement 173 et 106 kg/ha de DAP et 368 et 413 kg/ha de CAN, en plus des autres engrais.

Lors du rechauffage (9 juin 2011), toutes les parcelles ont reçu 109 kg/ha de 32-0-0.

Application des traitements

Cultivar : Goldrush

Traitements des semences : Titan (20,8 ml/100 kg) et chaux dolomitique (3 kg/100 kg).

Traitement du sillon : Quadris (6 ml/100 m de rangs) et Actara (4 ml/100 m de rang).

Autres applications de fongicides : Sencor le 13 juin 2011, Polyram le 15 juin 2011, Bravo les 28 juin, 5, 12, 20, 29 juillet et 12 août 2011 et Reason le 12 août.

Traitements comparés :

T1 : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 75% de la dose recommandée en phosphore

T3 : Inoculant mycorhizien et 50% de la dose recommandée en phosphore

T4 : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore

T5 : Témoin et 75% de la dose recommandée en phosphore

T6 : Témoin et 50% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 6 traitements et de 6 répétitions pour un total de 36 parcelles. Chaque parcelle comptait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 7 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 35 cm sur le rang et les rangs de 91,5 cm. Seuls les deux rangs du centre ont servi à l'analyse du rendement. Les plants des extrémités de chaque parcelle ont été utilisés pour l'évaluation du taux de mycorhization aux deux dates d'échantillonnage des racines et n'ont pas été intégrés au rendement.

Date de plantation : 21 mai 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 5 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 30 août 2011

Date du défanage : aucun

Date de récolte : 18 septembre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Les données présentées au **tableau 17** expriment le rendement par parcelle recouvrant une superficie cultivée de 11,53 m² dans laquelle 36 plantons ont été mis en terre. Le rendement n'a pas été ramené par plant car l'absence d'un plant favorise les plants adjacents. Qu'il y ait présence ou non d'inoculant mycorhizien, il n'y a pas de différence significative entre les traitements. L'application de l'inoculant mycorhizien n'a pas entraîné de hausses significatives du poids total ni du nombre de tubercules. Les différentes doses de phosphore n'ont pas non plus entraîné de différences significatives, bien que la dose la plus faible (50%) ait tendance à donner un rendement total plus faible.

Tableau 17 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Semences < 2"		Table > 2" mais < 227g		Jumbo > 227g		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	202,1	8,79	42,7	5,52	2,1	0,59	246,9	14,9
Mycorhize	189,8	9,21	42,4	5,45	1,1	0,31	233,3	14,9
Prob.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Phosphore								
100%	182,2	9,2	48,4	6,3	0,91	0,25	231,5	15,7
75%	201,6	9,7	43,2	5,5	1,92	0,53	246,7	15,7
50%	204,2	8,2	36,1	4,7	1,83	0,57	242,1	13,4
Prob.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1 : Myc + 100% P	187,3	9,2	49,0	6,7	0,7	0,20	237,0	16,0
T2 : Myc + 75% P	179,5	9,2	47,5	5,8	1,7	0,43	228,7	15,5
T3 : Myc + 50% P	202,7	9,3	30,7	3,9	0,8	0,28	234,2	13,4
T4 : Tém + 100% P	177,0	9,1	47,8	6,0	1,2	0,30	226,0	15,4
T5 : Tém + 75% P	223,7	10,1	38,8	5,2	2,2	0,63	264,7	15,9
T6 : Tém + 50% P	205,7	7,2	41,5	5,5	2,8	0,85	250,0	13,5
Prob. interaction	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Incidence des maladies

Le **tableau 18** présente l'incidence des maladies observées sur un total de 100 tubercules par parcelle. Les dommages ont été nuls pour la gale et très légers pour la rhizoctonie. Aucune différence significative n'a cependant été décelée entre les traitements.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 19** présente la colonisation mycorhizienne des racines aux deux dates d'échantillonnage (5 juillet et 30 août 2011). L'ajout de l'inoculant mycorhizien n'a pas amélioré

le taux de colonisation des racines et les taux de phosphore n'ont pas influencé significativement la colonisation. Cette dernière est inférieure au second échantillonnage et les taux de colonisation de ce site sont plus faibles que ceux des autres sites. Ce site a pourtant un faible contenu en phosphore. Il est possible que le défanage naturel des plants causé par le manque d'eau en fin de saison ait entraîné la mort de plusieurs racines, faisant ainsi chuter le taux de colonisation. Pour éviter ce genre de situation, l'échantillonnage de racines aurait dû être fait avant que les plants présentent des signes de sénescence naturelle. L'utilisation continue de fongicides non-systémiques a possiblement nui également à la bonne évolution du champignon mycorhizien.

Tableau 18 : Incidence de maladie sur les tubercules de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Incidence de maladies			
	Gale		Rhizoctonie	
	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 10 %)	% de tubercule sans maladie	% de tubercule dommage léger (moins de 5 %)
Témoin	100,0	100,0	93,8	98,8
Mycorhize	100,0	100,0	91,8	99,1
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore				
100%	100,0	100,0	92,9	99,3
75%	100,0	100,0	94,9	100,0
50%	100,0	100,0	90,5	97,6
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	100,0	100,0	87,8	98,5
T2 : Myc + 75% P	100,0	100,0	95,5	100,0
T3 : Myc + 50% P	100,0	100,0	92,0	98,8
T4 : Tém + 100% P	100,0	100,0	98,0	100,0
T5 : Tém + 75% P	100,0	100,0	94,3	100,0
T6 : Tém + 50% P	100,0	100,0	89,0	96,5
Prob. interaction	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Conclusion

L'utilisation d'un inoculant mycorhizien sur ce site n'a pas entraîné de variation significative des rendements, et ce, peu importe la dose de phosphore appliquée. L'inoculation n'a pas non plus influencé l'incidence de maladies, bien que leurs niveaux aient été très faibles. La colonisation en fin de saison était également très faible. Il semble qu'un facteur non déterminé a été néfaste à la colonisation mycorhizienne, entraînant par le fait même une diminution de son efficacité.

Tableau 19 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	5,8	2,1
Mycorhize	4,9	2,4
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>
Phosphore		
100%	4,2	3,0
75%	5,9	2,2
50%	5,9	1,6
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>
T1 : Myc + 100% P	4,6	2,6
T2 : Myc + 75% P	5,4	2,6
T3 : Myc + 50% P	4,8	1,9
T4 : Tém + 100% P	3,9	3,4
T5 : Tém + 75% P	6,4	1,7
T6 : Tém + 50% P	7,1	1,3
Prob. interaction	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Site : Trois-Pistoles

Adresse du site :

Pommes de terre Bérubé Inc.
30 Route 132 Est
Trois-Pistoles, QC
G0L 4K0

Responsable du site : Luc Bérubé

Description du site

Le site de Trois-Pistoles est situé sur un loam-sableux. La parcelle possède une pente d'environ 3%. Le drainage de la parcelle est très bon en raison du type de sol et de sa profondeur moyenne (environ 1,5 mètres). La pierrosité du site est très faible. Le site possède une teneur en matière organique adéquate pour la pomme de terre et une richesse en éléments fertilisants plus que suffisante. Il représente un site avec un bon potentiel pour la pomme de terre dans la région. Les rendements du site sont fortement liés à la constance de la pluviométrie durant la saison. Historiquement, les rendements des meilleures années avoisinent les 400 qtx/ac, alors qu'en conditions très sèches les rendements peuvent être inférieurs à 200 qtx/ac.

Dans la région, la saison 2011 a procuré des conditions de croissance optimales pour la pomme de terre. Seulement un léger déficit hydrique a affecté la parcelle au début du mois de juillet. Malgré la pluviométrie constante, aucune précipitation en grande quantité ne s'est produite sur le site. En effet, l'épisode le plus important a été d'environ 50 mm de pluie. Concernant les maladies et insectes, aucun problème n'a été signalé. Les doryphores, pucerons et cicadelles ont été contrôlés durant la saison. Aucune maladie fongique n'a été observée sur le feuillage. Le seul aspect notable est la présence d'un taux élevé de virus de mosaïque dans la parcelle.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
4,65	156,0	212,4	1246,2	120,4	2002,8	210,33	0,93	36,72	0,90	2,05	0,02	0,22

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
83,3	9,6	7,1

Précédents culturaux :

2010 : sarrasin (aucun travail à l'automne 2010 - hersage au printemps 2011)

2009 : pomme de terre

Amendement (2 ans) : aucun

Fertilisation (2011) :

Selon les recommandations, les éléments suivants ont été appliqués à la plantation :

128 kg/ha N, 151 kg/ha P₂O₅, 134 kg/ha K₂O, 66 kg/ha Mg.

Le 20 juillet, 52 kg/ha de N et 64 kg/ha de K₂O ont été appliqués.

Application des traitements

Cultivar : Goldrush

Traitements des semences : aucun

Traitement du sillon : aucun

Traitements comparés :

T1 : Témoin et 100% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 100% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 2 traitements et de 8 répétitions pour un total de 16 parcelles. Chaque parcelle comptait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 250 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Seul l'un des deux rangs du centre a servi à l'analyse du rendement. Les plants étaient espacés de 30,3 cm sur le rang et les rangs de 90 cm. Le rendement a été évalué sur deux échantillons de 2 mètres (1 rang) déterminés aléatoirement dans chaque parcelle. L'analyse statistique a été réalisée sur la moyenne de ces deux échantillons.

Date de plantation : 8 juin 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 19 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 8 septembre 2011

Date du défanage : 10 et 18 septembre 2011

Date de récolte : 28 septembre 2011

Résultats

Rendement et calibre

Le **tableau 20** présente les rendements obtenus en tubercules, selon le calibre. Les données présentées expriment le rendement par parcelle recouvrant une superficie cultivée de 1,80 m². Le rendement n'a pas été ramené par plant car l'absence d'un plant favorise les plants

adjacents. Peu importe le calibre, aucune différence significative n'est observable, malgré une augmentation du poids total de tubercules de 3,8%.

Tableau 20 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Semences 1,5 – 2''		Table 2-3''		Jumbo 3-4,5''		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	8,3	0,38	31,4	5,3	5,9	2,2	45,6	7,9
Mycorhize	6,3	0,23	32,1	5,7	6,0	2,3	44,4	8,2
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Incidence des maladies

La présence de symptômes de maladie était si faible qu'il n'a pas été nécessaire de l'évaluer.

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 21** présente le pourcentage de racines colonisées par un champignon mycorhizien. Aucune différence significative n'est observable aux deux dates d'échantillonnage. Ce sol contient donc une certaine population naturelle de champignons mycorhiziens, bien que les taux de colonisation soient relativement faibles.

Tableau 21 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	0,17	4,4
Mycorhize	0,30	5,1
<i>Prob.</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Conclusion

Pour ce site, l'inoculation des plantons de pomme de terre à la plantation n'a pas entraîné de modification du rendement et de la colonisation mycorhizienne. Nous supposons que les conditions climatiques propices ont entraîné une croissance optimale des plants en éliminant tout stress abiotique. L'impact des mycorhizes aurait probablement été plus marqué si les plants avaient été stressés par une sécheresse ou un autre facteur. Dans un tel cas, il est difficile de déterminer si l'application de l'inoculant a eu un impact bénéfique sur la culture.

Site : St-Éloi

Adresse du site :

Ferme Bouchard & ass.
164 rang 3 ouest
St-Éloi
G0L 2V0

Responsable du site : Laure Boulet

Description du site

Le sol du site de St-Éloi est un loam sableux. En général, le producteur obtient de très bons rendements dans ce champ lorsqu'il n'y a pas de sécheresse. Cette année, les rendements ont été très bons puisque les conditions climatiques ont été excellentes pour la culture de la pomme de terre dans cette région. Malgré un printemps plus frais et humide, le reste de la saison a été parsemé de pluies régulières, sans précipitation trop abondante qui aurait pu stresser les plants (cumul des précipitations pour la saison est d'environ 650 mm).

Les températures ont été assez fraîches et il n'y a pas eu de canicules qui auraient pu stresser les plants. Le contrôle des mauvaises herbes a aussi été très bien réalisé, de même que la lutte contre les doryphores qui a donné de bons résultats.

Analyse minérale du sol :

Mehlich III, printemps 2011

pH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Mn	Zn	C	S	N
CaCl ₂	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%	%
5,05	760,1	271,7	3170,5	359,5	3366,7	303,54	5,43	34,47	4,05	3,50	0,04	0,32

Granulométrie :

%		
sable	limon	argile
67,3	22,2	10,5

Précédents culturaux :

2010 : orge
2009 : pomme de terre

Amendement (2 ans) : chaux en 2010 (1680 kg/ha)

Fertilisation (2011) :

11,6 N, 5,4 P₂O₅, 12,3 K₂O, 2 Mg, 14,18 S, 3,06 Ca, 0,15 B (la moitié de l'azote est à dégagement lent). Dose appliquée: 1098 kg/ha à la plantation.

Application des traitements

Cultivar : Goldrush

Traitements des semences : aucun

Traitement du sillon : aucun

Traitements comparés :

T1 : Témoin et 84% de la dose recommandée en phosphore

T2 : Inoculant mycorhizien et 84% de la dose recommandée en phosphore

Le dispositif en blocs complets était composé de 2 traitements et de 8 répétitions pour un total de 16 parcelles. Chaque parcelle comprenait 4 rangs de pommes de terre d'une longueur de 250 mètres. Les parcelles inoculées ont reçu 50 spores de *Glomus intraradices* par planton (formulation liquide). Les plants étaient espacés de 30,3 cm sur le rang et les rangs de 95 cm. Le rendement a été évalué sur deux échantillons de 2 mètres (1 rang) déterminés aléatoirement dans chaque parcelle. L'analyse statistique a été réalisée sur la moyenne de ces deux échantillons.

Date de plantation : 7 juin 2011

Date du premier échantillonnage de racines : 15 juillet 2011

Date du second échantillonnage de racines : 31 août 2011

Date du défanage : 9 septembre 2011

Date de récolte : 22 septembre 2011

Résultats***Rendement et calibre***

Les données présentées au **tableau 22** expriment le rendement par parcelle recouvrant une superficie cultivée de 1,90 m². Le rendement n'a pas été ramené par plant car l'absence d'un plant favorise les plants adjacents. Peu importe le calibre, aucune différence significative n'est observable, malgré une augmentation du poids total de tubercules et du nombre total de tubercules de 2,9%.

Incidence des maladies

La présence de symptômes de maladie a été jugée si faible qu'il n'a pas été nécessaire de l'évaluer.

Tableau 22 : Rendement (nombre et poids) selon le calibre des tubercules de plants de pomme de terre en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	Semences 1,5 – 2''		Table 2-3''		Jumbo 3-4,5''		Total	
	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)	Nombre	Poids (kg)
Témoin	11,4	0,7	38,1	5,9	1,3	0,43	50,8	7,0
Mycorhize	12,8	0,8	38,6	6,1	1,0	0,37	52,3	7,2
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Analyse de la colonisation mycorhizienne

Le **tableau 23** présente le pourcentage de racines colonisées par un champignon mycorhizien. Aucune différence significative n'est observable aux deux dates d'échantillonnage. Ce sol contient donc une bonne population naturelle de champignon mycorhizien.

Tableau 23 : Colonisation mycorhizienne des racines de plants de pomme de terre soumis à différentes doses de phosphore en présence ou non d'un inoculant mycorhizien.

Traitements	% colonisation	
	Date 1	Date 2
Témoin	2,4	9,3
Mycorhize	1,8	9,9
Prob.	<i>ns</i>	<i>ns</i>

Conclusion

Pour ce site, l'inoculation des plantons de pomme de terre à la plantation n'a pas entraîné de modification du rendement et de la colonisation mycorhizienne. Nous supposons que les conditions climatiques propices ont permis une croissance optimale des plants en éliminant tout stress abiotique. L'impact des mycorhizes aurait probablement été plus marqué si les plants avaient été stressés par une sécheresse ou un autre facteur. Le sol de ce site est également très riche en phosphore. Dans un tel cas, il est difficile de déterminer si l'application de l'inoculant a eu un impact bénéfique sur la culture.

Analyse combinée de l'ensemble des résultats

Suite aux résultats présentés dans les rapports de sites, nous avons compilé au **tableau 24** l'augmentation globale de rendement des parcelles mycorhizées par rapport aux parcelles témoins, et ce, tout traitement de phosphore confondus. On observe que l'ajout d'inoculant a tendance à favoriser les plants sur la majorité des sites. Même si ces augmentations ne sont pas significatives, les plants mycorhizés présentent une hausse moyenne du nombre de tubercules de 8,71% et une hausse moyenne du poids total de 3,36%.

Tableau 24 : Résumé des effets obtenus sur tous les sites en présence de l'inoculant mycorhizien.

Augmentation par rapport au témoin			
Site	Nombre de tubercules	Poids total	Commentaires
St-Michel	+ 41% *	+ 12,8% ns	favorise les petits tubercules
Rawdon	- 5,5% ns	+ 0% ns	
St-Ambroise	+ 18% *	+ 3,7% ns	favorise les tubercules moyens
Trois-Rivières	+ 10% ns	+ 2,5% ns	
St-Ubalde (Trio)	- 2,5% ns	- 2,7% ns	plus de 'jumbo' dans le témoin*
St-Ubalde (Excel)	+ 8,3% ns	+ 3,9% ns	favorise les petits tubercules
St-Éloi	+ 3,0% ns	+ 2,9% ns	
Trois-Pistoles	- 2,6% ns	+ 3,8% ns	
Moyenne	+ 8,71%	+ 3,36%	

* = différence significative à $p=0,05$

La compagnie Premier Tech suggère d'utiliser son inoculant mycorhizien sans modifier la régie de culture. La régie de culture témoin est donc représentée par le traitement ayant reçu 100% de la dose recommandée en phosphore. Si on ramène l'ensemble des données des 8 sites en termes de rendement à l'hectare, et ce, uniquement pour les traitements à 100% P, nous obtenons des données comparables entre elles et pouvant faire l'objet d'une analyse statistique avec sites combinés. Le tableau 25 présente le nombre de tubercules et le rendement à l'hectare de cette analyse combinée. On observe que l'utilisation de l'inoculant entraîne une hausse significative du nombre de tubercules de 12,4% et une hausse du rendement en poids de 3,7%. Même si cette dernière n'est pas significative dû à la variabilité, cela indique une forte tendance favorisant l'utilisation de l'inoculant mycorhizien dans la production de la pomme de terre.

Tableau 25 : Analyse combinés des huit sites du traitement à pleine dose de phosphore en présence ou en absence de l'inoculant mycorhizien.

Traitement	Nombre de tubercules/ha	Rendement (kg/ha)
Mycorhize	222 930	27 624
Témoin	198 350	26 630
% augmentation	+ 12,4	+ 3,7
<i>Niveau de signification</i>	<i>0,0269</i>	<i>0,2811</i>

Conclusion générale

L'observation de l'ensemble des données démontre que l'utilisation de champignons mycorhiziens à arbuscules dans les productions de pomme de terre peut dans certaines situations entraîner une hausse intéressante des rendements. Bien qu'observée sur la majorité des sites, cette hausse n'est que rarement significative. La difficulté d'obtenir des différences significatives peut être attribuée à l'importante variabilité pouvant exister entre les plants. Le champignon mycorhizien agit sur la croissance des plantes de multiples façons, mais principalement en favorisant l'absorption du phosphore et de l'eau. Or, l'année 2011 a été excellente pour la production de la pomme de terre au Québec puisque les averses ont été bien réparties pendant la saison de production dans la majorité des sites. De plus, la plupart des sites expérimentaux de cet essai étaient très riches en phosphore. Les plantes ont très probablement atteint leur optimum de croissance, limitant ainsi l'effet du champignon mycorhizien. Nous remarquons d'ailleurs que sur la majorité des sites, il n'y avait pas d'effet significatif sur les rendements lorsque la dose de phosphore était diminuée, et ce, autant en présence qu'en absence d'inoculant. Ceci laisse supposer que les recommandations d'application en phosphore pourraient possiblement être diminuées d'au moins 25%. Un seul site a répondu à la diminution des applications de phosphore. Il s'agit du site de St-Michel. C'est d'ailleurs ce site qui a démontré les plus fortes augmentations suite à l'ajout de l'inoculant mycorhizien. Rappelons que la teneur en phosphore du sol de ce site était faible.

On peut constater que les taux de colonisation racinaire sont généralement égaux entre le traitement témoin et le traitement inoculé, et ce, pour les deux dates d'observation. Chaque espèce végétale permet un certain niveau de colonisation selon ses conditions physiologiques et nutritionnelles. Déziel (2000) a obtenu des résultats similaires de colonisation entre les plants témoin de pomme de terre et les plants inoculés tout comme Douds *et al.* (2007). Le fait d'augmenter la concentration en spores dans le sol ne se traduit donc pas automatiquement par une plus forte colonisation, si une population naturelle de champignons mycorhiziens est déjà établie. Ces souches ou espèces de champignons mycorhiziens présentes dans les sols sont généralement moins performantes pour la captation du phosphore que l'espèce utilisée. Il a d'ailleurs été démontré que les racines de pomme de terre sont préférentiellement colonisées par *Glomus intraradices* (Cesaro *et al.* 2008). Ceci explique pourquoi, malgré des taux de colonisation racinaire équivalents, les rendements sont augmentés en présence de l'inoculant.

L'incidence de maladies comme la gale commune et la rhizoctonie sur les tubercules n'a pas été influencée par la présence ou l'absence de l'inoculant mycorhizien. Les niveaux de maladies ont cependant été très faibles dans la plupart des sites. Selon les travaux de Yao *et al.* (2003), un plant de pomme de terre inoculé par un champignon mycorhizien présente une réponse plus rapide de synthèse de molécules de défense en cas d'attaque par le *Rhizoctonia solani*. Le peu de symptômes de maladie observés n'a pu permettre de confirmer cette hypothèse.

Si on combine l'ensemble des sites pour les traitements ayant reçu la dose recommandée de phosphore, on observe une hausse significative du nombre de tubercules de 12,4%. Dans la plupart des cas, cette hausse se manifeste au niveau du nombre de tubercules de petit calibre, ce qui représente un avantage très intéressant pour les producteurs de pommes de terre de semences ou ceux de pommes de terre de type grelot. Douds *et al.* (2007) et Niemira *et al.* (1995) ont également observé que l'inoculation favorise la formation en plus grand nombre de petits tubercules. Il est possible que des applications supplémentaires de potassium permettent un meilleur remplissage de ces petits tubercules. Pour leur part, les rendements en poids augmentent de 3,9% (non-significatif), ce qui dans cette expérience correspond à une hausse moyenne de 1000 kg/ha de pommes de terre. Si on estime que le coût pour inoculer un hectare est de \$123, le producteur devra déterminer si cette hausse de rendement permet de couvrir le coût de l'inoculation.

Enfin, devons-nous inoculer nos champs de pommes de terre? Les résultats semblent démontrer que l'avantage est bien présent, mais que l'effet sera plus faible si la plante pousse déjà dans un milieu optimal. L'utilisation de l'inoculant pourrait en revanche s'avérer très bénéfique en cas de sécheresse prolongée. De plus, les producteurs qui fumigent leurs champs ou qui effectuent des rotations avec des crucifères tireront très certainement un bénéfice important à utiliser cet inoculant mycorhizien, puisque la population naturelle de champignons est généralement fortement diminuée suite à cette pratique ou cette production (Ngakou *et al.*, 2006). La plupart de nos résultats indiquent un avantage à utiliser l'inoculant mycorhizien, mais cet effet est rarement significatif au niveau du rendement en petites parcelles. Ceci est attribuable à la forte variabilité entre les plants. Ce point pourrait être clarifié en effectuant un projet de recherche où toutes les sources de variation possibles seraient atténuées au maximum. Les plantons, de qualité parfaite, auraient ainsi tous le même poids et le même nombre de bourgeons, ils seraient plantés à la même profondeur et rechaussés à la main. La répétition de l'expérience une seconde année permettrait également de valider les résultats obtenus en 2011. Ces essais permettraient de démontrer hors de tout doute les bénéfices retirés par l'utilisation d'un champignon mycorhizien arbusculaire dans la production de la pomme de terre.

Références

ACIA (Agence canadienne d'inspection des aliments). 2010. Manuel d'inspection des pommes de terre. Pages 72 et 73.

Le Guide de référence en fertilisation du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ), 1re édition, 2003.

Cesaro, P., D. van Tuinen, A. Copetta, O. Chatagnier, G. Berta, S. Gianinazzi et G. Lingua. 2008. Preferential colonization of *Solanum tuberosum* L. roots by the fungus *Glomus intraradices* in arable soil of a potato farming area. Appl. Environ. Microbiol. 74:5776-5783.

Déziel, M.-H. 2000. Influence de l'inoculation endomycorhizienne au champ sur le rendement et la qualité de la pomme de terre, *Solanum tuberosum* L. Mémoire de maîtrise. Université Laval. 112 pages.

Douds, D.D., G. Nagahashi, C. Reider et R. Hepperly, 2007. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi increases the yield of potatoes in a high P soil. Biol. Agric. Hortic. 25:67-78.

El-Haddad, S.A. et EL.M.M. Awad. 2007. Influence of vesicular arbuscular mycorrhizae, NK fertilization rates and foliar application of micronutrients on growth, yield and quality of potatoes. Arab Univ. J. Agric. Sci. 15:441-454.

Hamel, G. 2011. Mycorhizes – essais chez 7 producteurs. ZOOM Pomme de terre, Édition 2011:18-25.

Ngakou, A., C. Megueni, D. Nwaga, M.R. Mabong, F.E. Djamba et M. Gandebe. 2006. *Solanum tuberosum* (L.) responses to soil solarization and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation under field conditions: growth, yield, health status of plants and tubers. Middle-East J. Sci. Res. 1:23-30.

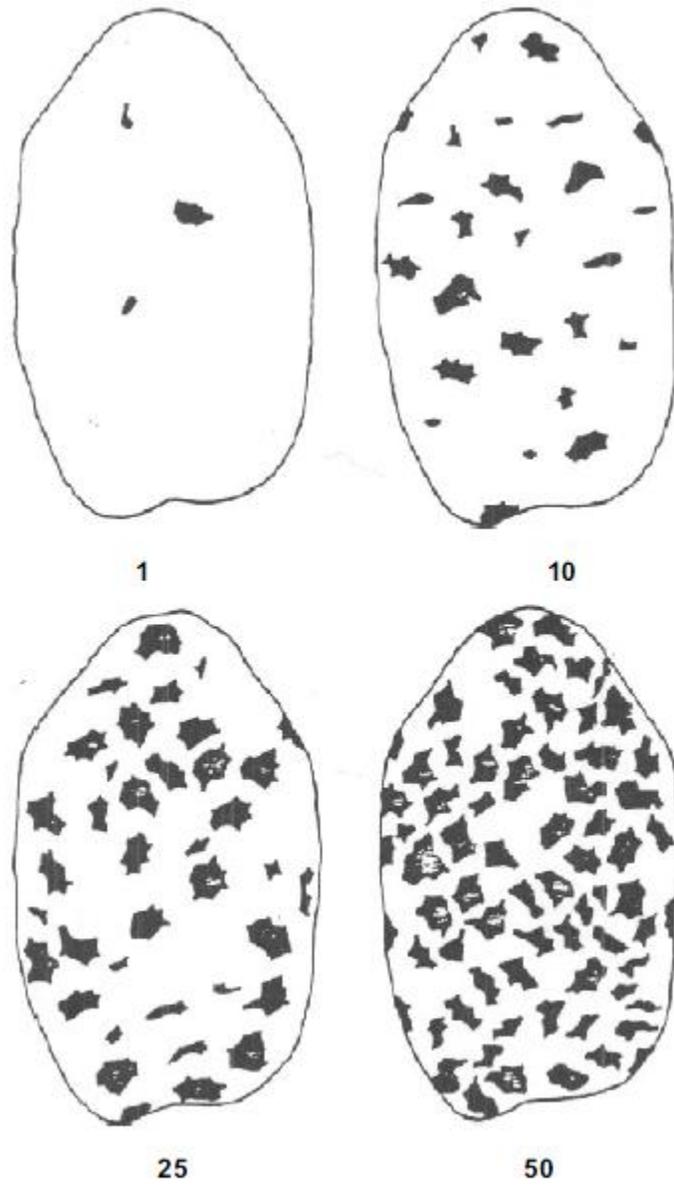
Niemira, B.A., G.R. Safir, R. Hammerschmidt et G.W. Bird. 1995. Production of pre-nuclear minitubers of potato with peat-based arbuscular mycorrhizal fungal inoculums. Agron. J. 87:942-946.

Yao, M.K., R.J., Tweddell, et H. Désilet. 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extent of disease caused by *Rhizoctonia solani*. Mycorrhiza, 12:235-242.

Yao, M.K., H. Désilet, M.T. Charles, R. Boulanger et R.J., Tweddell. 2003. Effect of mycorrhization on the accumulation of rishtin and solavetivone in potato plantlets challenged with *Rhizoctonia solani*. Mycorrhiza, 13:333-336.

Annexe 1

Évaluation de la gravité de la gale commune

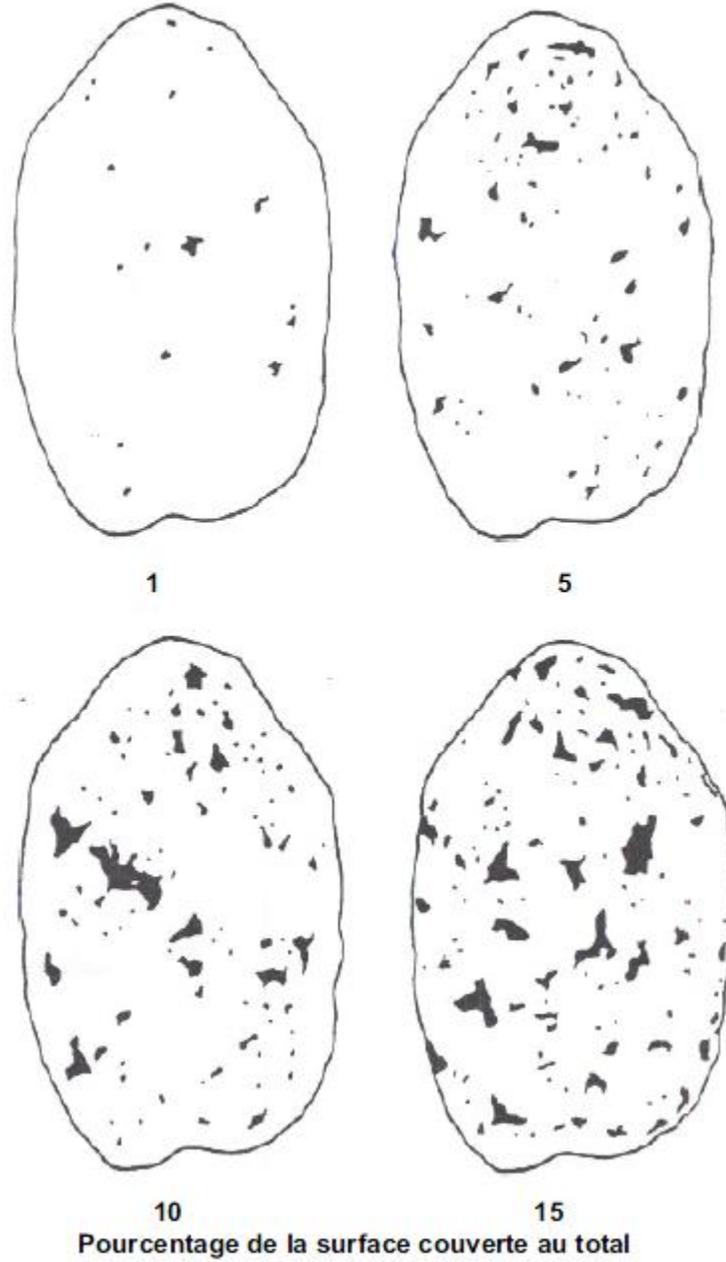


Pourcentage de la surface couverte au total

Tiré de ACIA (2010)

Annexe 2

Évaluation de la gravité de la Rhizoctonie (Rhizoctone brun)



Tiré de ACIA (2010)