



Colloque
Santé des *Sols*

6 janvier
2016

en collaboration avec



Desjardins

Organisé par



**ACTION
SEMIS
DIRECT**

*Agriculture, Pêcheries
et Alimentation*

Québec 

ITA, campus de Saint-Hyacinthe 3230, rue Sicotte, J2S 7B3 www.santedessols.ca



Merci à nos commanditaires majeurs



Merci à notre commanditaire d'atelier



Merci à notre commanditaire allié

Fondée en 1929
La Terre
DE CHEZ NOUS

4^{ième} Colloque Santé des Sols



Bonjour à vous tous,

Nous voilà encore une fois réunis à ce qui est désormais permis d'appeler "notre rendez-vous annuel Santé des Sols". Rendez-vous annuel pour nous rappeler que la santé des sols n'est pas qu'une simple affaire d'une journée. Que la santé des sols n'est pas qu'une question de méthode culturale. Mais bien 365 jours de réflexions, d'observations, d'analyses, de recherches, d'essais, de remises en question et de réflexions à nouveau, d'observations, d'analyses, etc.

Le sol est vivant, la démonstration n'est plus à faire, comme le producteur agricole qui s'occupe de son cheptel animal à chaque jour de l'année, le sol mérite donc une attention quotidienne. Plus cette attention sera constante et plus nous en serons gagnants.

Cette année encore, le club Action Semis Direct est fier de se joindre à l'équipe des différents MapaQ régionaux pour vous, et nous offrir une brochette de conférenciers qui ont fait de la santé des sols leurs priorités. Par leurs témoignages, ils sauront créer ces réflexions qui nous permettent à notre retour chacun sur nos exploitations d'améliorer la santé de nos sols.

Éric Lapierre
président du club Action Semis Direct

Productrices et Producteurs agricoles,
Conseillères et Conseillers agricoles,
Mesdames et Messieurs,

Bienvenue au quatrième Colloque Santé des sols.

Le Sol et sa santé, une préoccupation essentielle.

La vie sur Terre est possible grâce à l'eau et à l'air et au sol. Ce sol si souvent négligé.

Les sols représentent une ressource non renouvelable, vitale que nous piétons chaque jour, souvent sans y porter attention. C'est pour ça qu'elle mérite de prendre une place plus importante dans la vie de chacun d'entre nous.

Le Colloque Santé des sols est ce trait d'union essentiel entre le sol et tous ceux qui veulent mieux le connaître, qui veulent choisir des stratégies d'action efficaces.

Nous recevons cette année plusieurs conférenciers d'exception.

Nous accueillons Philippe Pastoreau, éleveur de vaches laitières et de volailles de Loué en France. Philippe Pastoreau, en véritable homme-orchestre, combine préparation du sol, semis, fertilisation et désherbage. Il aspire à réduire au maximum l'empreinte mécanique sur ses parcelles tout en déployant une armada de pratiques favorables à l'activité biologique souterraine.

D'ailleurs tous les conférenciers ont en commun cette passion pour les sols et l'importance de les aimer mieux!

Le Colloque santé des sols est un lieu d'échanges de connaissances et d'expériences dynamique et exceptionnel. Bienvenue au colloque

Ermin Menkovic, agr.
Président du comité organisateur,



Avertissements

Il est interdit de reproduire, imprimer, traduire ou adapter cet ouvrage, en totalité ou en partie, sous quelque forme ou procédé que ce soit, incluant la photocopie et la numérisation, sans l'autorisation préalable de l'auteur ou des auteurs.

De même, il est interdit de reprendre et d'utiliser à des fins commerciales, dans des logiciels, des bases de données, etc., des données contenues dans cet ouvrage sans l'autorisation écrite préalable de l'auteur ou des auteurs des articles.

Colloque *Santé* des *Sols*

En collaboration avec  **Desjardins**

Un merci spécial à tous ceux qui ont organisé ce colloque :

Présidents du comité organisateurs :

Éric Lapierre, président de Action Semis Direct et producteur agricole, ferme Duhamel Lapierre inc.

Ermin Menkovic, agronome, conseiller Mapaq région Estrie

Membres du comité organisateurs :

Bruno Garon, ingénieur, conseiller Mapaq, région Montérégie Est *Georges Lamarre*, ingénieur et agronome, conseiller Mapaq région Montérégie Ouest

François Maher, producteur agricole, ferme Maher inc.

Odette Ménard, ingénieure et agronome, conseillère Mapaq, région Montérégie Est

Louis Robert, agronome, conseiller Mapaq, région Montérégie Est *Denis Ruel*, technicien agricole, conseiller Mapaq, région du Centre du Québec

Janylène Savard, agronome, conseillère Mapaq, région Québec

Nous remercions tous les bénévoles, beaucoup trop nombreux pour les mentionner individuellement, qui ont aidé à rendre ce colloque possible.

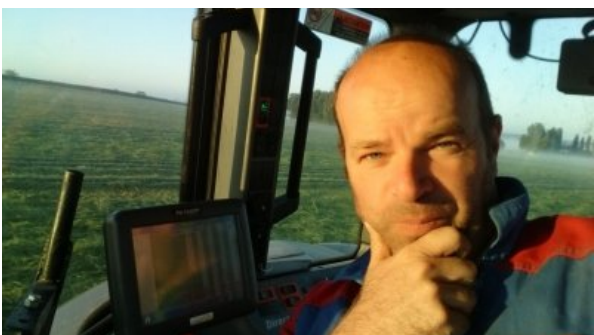
Colloque Santé des Sols

En collaboration avec  Desjardins

	Conférencier	Titre de la conférence	Commanditée par	Page
	Philippe Pastoreau	Concilier productions animales et sol en santé		11
1	Jill Clapperton, Ph.D.	Healthy plants grow in healthy soil		13
2	Chantal Hamel, Ph.D.	Les mycorrhizes en agriculture		15
3	Hélène Beaumont, agr.	Le ver de terre, un allié indispensable en agriculture		21
4	Louis Robert, agr. et Odette Ménard, ing. et agr.	Donnez-moi de l'oxygène, la gestion de l'eau au coeur d'un sol en santé		23
5	Kristine Nichols, Ph.D.	Soil health and agricultural practices		29
6	Laura Van Eerd, chercheure	Nitrogen credits for corn following legume cover crops		37
7	Éric Lapierre, prod. agr.	Améliorer nos rotations avec les cultures à relais et les cultures intercalaires		39
8	Sylvie Thibaudeau, agr.	Choisir les meilleures cultures de couverture		43
9	Isabelle Giroux, M.Sc.	Présence de pesticides dans les cours d'eau des régions agricoles		44
10	Équipe conseillers en économie	Où se situe le seuil de rentabilité de votre système de production ?		45
11	Firmin Paquet, prod. agr.	Le semis direct, accessible partout		50
12	Yannick Beauchemin, prod.agr.	Dans les champs, le patron c'est le sol		53
13	François Gobeil, agr.	De nouveaux indicateurs pour mieux évaluer la santé des sols		58
	Vincent Lamarre	Discussion sur les semoirs pour les cultures de couverture		

Réflexion de Philippe Pastoureau

Choisir entre 1 ou des cadeaux



Brume en arrière-plan, lumière rasante, il est 6 heures, la campagne s'éveille, mon cerveau s'éclaire...

Comme tout le monde, j'ai écrit ma lettre au père Noël et ce ne fut pas simple. Quand j'étais petit, je découpais les tracteurs des prospectus et je n'avais qu'à poster mes souhaits, qui s'exauçaient plutôt bien.

A mon âge, l'affaire est un peu plus engageante et il vaut mieux ne pas se tromper de couleur de jante, au risque de finir à plat...

S'offre donc à moi 2 possibilités, 1 gros cadeau d'un côté, que tout le monde admirera ou plusieurs petits qui s'imbriquent les uns dans les autres, comme des poupées russes...

Le big cadeau



Rien à dire, ce tracteur est magnifique, confortable, doté d'un frigo et d'une tablette pour poser la boisson... Vous pouvez boire tranquille, ce tracteur n'a pas besoin de vous pour aller droit.

Les poupées russes

A budget plus ou moins égal, je peux enlever quelques options et me contenter de couleur moins pétillantes, voire de 2ème main, voyons ce que cela peut donner:

Le pâturage étant compliqué sur ma ferme en raison de la nature du sol et du robot qui n'a pas de roulettes, le

passage à l'herbe est envisageable moyennant quelques équipements en cuma ainsi que sur la ferme.

Pour moi, il faudrait donc que je commande :

Une mélangeuse et un tracteur de cour, d'occasion en bon état pour un budget de 35 000 €

En voici une de 6 ans, 14 m³ qu'un retraité vend car il n'a pas trouvé de remplaçant à son élevage.

Tracteur de 8 ans, 5000 h, à vendre sur LBC pour cause de loi macron ...



Tracteur de démo, sachant aller droit mais dépourvu de frigo. La faucheuse frontale d'occasion provient encore d'une ferme ayant abandonnée l'élevage, ce paquet vaut 100 000 €

Verdict

Bon, quel cadeau ai-je commandé me direz-vous???



4ième Colloque Santé des Sols

La réponse n'est évidemment pas dure à trouver. Vous l'aurez devinez, une grande phase de réflexion, de doute, de questionnements et d'apprentissage s'est engagé sur ma ferme depuis 2 ans, et je vais très bientôt vous dévoilez en détail les modifications entreprises.

En effet, j'aligne avec mes voisins de cuma ou de groupes techniques des performances qui en font rêver plus d'un. Nos sols, nos animaux se portent de mieux en mieux et ceci n'est pas négligeable en période de turbulences comme actuellement.

Cette stratégie mise en place, je la dois à Odette Ménard qui m'a donné le plaisir d'agir, et à mes mentors dont Jocelyn Michon qui a eu l'honnêteté de m'avouer que mes soucis se situaient "entre le siège et le volant". Vous noterez au passage, que sur la photo d'entête, cette zone est maintenant parfaitement éclairé, et le regard serein.

Début janvier, je suis ici à votre rencontre pour témoigner et partager mon expérience, expliquer mon programme de remise en forme.



Healthy plants grow in healthy soil

Jill Clapperton, Ph.D.
Chercheure principale
et co-fondatrice de Rhizoterra inc.
info@rhizoterra.com
406-360-7421

Les mycorrhizes en agriculture

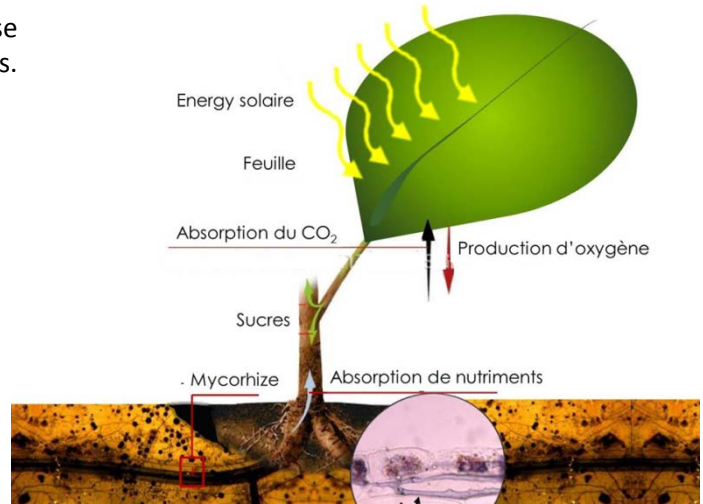
Chantal Hamel
Chercheuse Agriculture et Agroalimentaire Canada

Myke®Pro est un inoculant mycorhizien utilisé en grandes cultures. Cet inoculant contient le champignon bénéfique *Glomus intraradices* (syn. *G. irregulare* and *Rhizophagus irregularis*), un champignon mycorhizien à arbuscules ou, en plus court, champignons MA. Cet inoculant a suscité beaucoup d'intérêt sur la symbiose mycorhizienne des plantes cultivées. Myke®Pro est utilisé sur une proportion restreinte des terres agricoles canadiennes et à l'insu de plusieurs, les champignons MA influence la productivité de la majorité des cultures canadiennes.

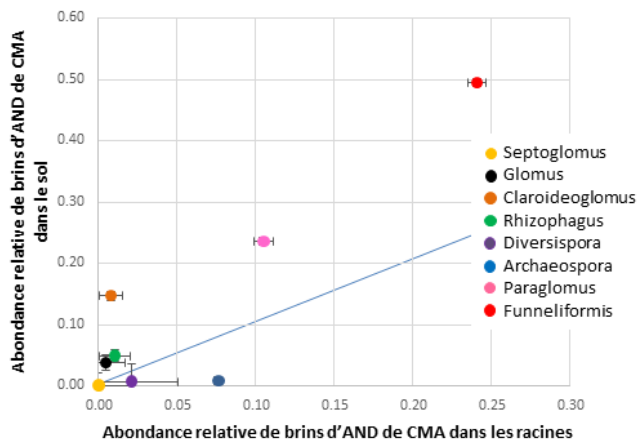
Voici quelques informations sur la symbiose mycorhizienne des cultures.

Physiologie

La majorité des plantes terrestres forment une symbiose avec des champignons du sol appartenant au phylum Glomeromycota (syn. champignons MA, VAM, AMF, CMA). Dans cette symbiose (voir figure à droite), une partie de l'énergie solaire capturée par l'activité photosynthétique de la plante est utilisée pour nourrir et énergiser les mycélias de champignons MA associés aux tissus racinaires. Peu après la germination d'une graine, la racine et les hyphes de champignons MA se rencontrent dans le sol. La plante permet l'entrée et la croissance des hyphes de champignons MA entre les cellules du cortex racinaire et la formation d'arbuscules dans les cellules même des racines. Les minéraux extraits par le réseau d'hyphes qui sillonnent le sol sont amenés dans les arbuscules d'où ils sont pompés dans les cellules racinaires.



Les racines des plantes sont capables d'absorber les nutriments directement du sol, mais les absorbent aussi indirectement, à travers le réseau d'hyphes des champignons MA. La voie d'absorption indirecte est souvent plus profitable malgré son coût énergétique parce que les hyphes mycorhiziennes performant mieux que les racines dans l'extraction de nutriments peu disponibles. La contribution des champignons MA à la nutrition des plantes est particulièrement importante pour absorber le phosphore, le zinc et le cuivre car ces éléments ont une solubilité faible dans le sol.



Les champignons MA se ressemblent sous la loupe du microscope, mais leurs styles de développement diffèrent. Comme on peut voir dans le graphique de gauche qui provient d'une étude sur la mycorhization de génotypes de blé à la ferme expérimentale d'AAC de Swift Current, certains genres de champignons MA

tel que le *Funneliformis*, le *Paraglomus* ou le *Claroideoglossum* se développent de façon plus importante dans le sol que dans les racines de blé. D'autres tels que l'*Archaeospora* n'existent pratiquement que dans les racines.

Les mycorhizes offrent différents services aux plantes. L'approvisionnement en nutriments en est un, mais la phytoprotection est un autre service très important qui est rendu par les mycorhizes. Il est vraisemblable que les champignons MA qui colonisent préférentiellement les racines contribuent moins à la nutrition de leur plante hôte que ceux qui prolifèrent dans le sol. Par compte, l'approvisionnement en nutriment est un service qui se paye en produits de photosynthèse qui n'iront pas augmenter le rendement de la culture. Bien qu'on ignore encore les mécanismes impliqués, il a été démontré que la plante hôte a la capacité de distribuer les produits de photosynthèse de façon sélective et les champignons MA qui sont utiles à la plante dans une condition donnée reçoivent plus de support et peuvent se développer d'avantage que les champignons MA moins utiles.

Nos études ont montrés que la souche de *Rhizophagus irregularis* contenue dans le Myke®Pro est une souche performante. Parmi une trentaine de souches de champignons MA isolés de sol cultivés des prairies, celle qui a la meilleure capacité à promouvoir la productivité végétale est une souche de *Rhizophagus irregularis*. Au moins en serre, la souche contenue dans le Myke®Pro est aussi bonne que notre meilleure souche.

Pour en savoir plus : Fortin, J.A., Plenchette, C., Piché, Y. [Les Mycorhizes, l'essor de la nouvelle révolution verte. \(2015\) 2nd édition. MultiMondes.](#)

Évolution

L'examen de plantes fossiles révèle que les plantes ont co-évolué avec les champignons mycorhiziens depuis qu'elles colonisent les continents, c'est à dire depuis quelques 470 million d'années. Les premières plantes terrestres n'avaient pas de racines. Les champignons MA associés à leurs tiges souterraines nourrissaient leur plante hôte. Les champignons MA de ce temps extrayaient les nutriments du sol et les passaient à leur plante hôte, permettant ainsi aux plantes de quitter l'environnement aquatique pour coloniser la terre ferme. La fonction d'approvisionnement est largement conservée dans les symbioses mycorhiziennes modernes, et la plupart des plantes forment une symbiose mycorhizienne encore aujourd'hui. La persistance de la symbiose mycorhizienne de type arbusculaire à travers l'évolution indique que cette association est très efficace et difficilement remplaçable. La mycorhize est toujours une équipe gagnante dans la plupart des environnements terrestres après 470 million d'années de sélection naturelle.

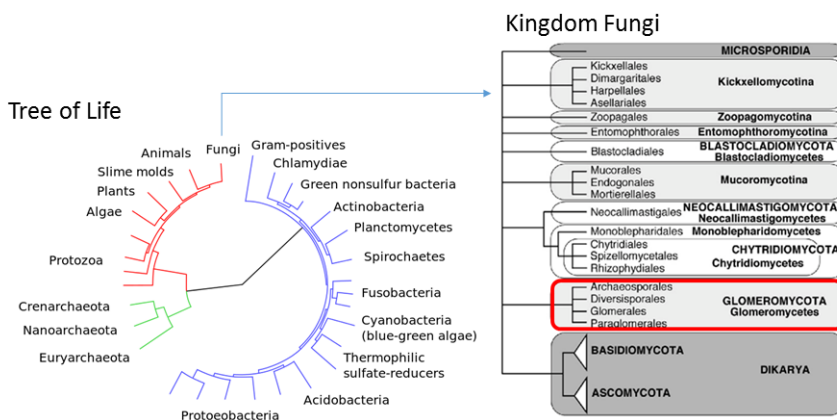
Pour en savoir plus: Bidartondo, M.I., Read, D.J., Trappe, J.M., Merckx, V., Ligrone, R., Duckett, J.G. [The dawn of symbiosis between plants and fungi](#) (2011) *Biology Letters*, 7 (4), pp. 574-577.

Taxonomie

Les champignons MA forment un petit groupe du Règne Fongique : le phylum Glomeromycota. Les Glomeromycota compte à cette heure 260 espèces classifiées dans quatre ordres, onze familles et 26 genres. Il est intéressant de constater dans l'Arbre de la vie (illustration ci-bas) que le Règne Animal, auquel nous appartenons, est très près du Règne Fongique.

Les champignons MA sont difficiles à étudier car ils sont des biotrophes obligatoires et doivent être cultivés sur une plante vivante. Leur classification taxonomique est encore incomplète, et donc le nom des espèces change parfois. La souche commerciale du champignons MA formulée dans le Myke®Pro se nommait *Glomus intraradices* quand le produit fut enregistré. Par la suite, l'espèce fut renommée *irregularis* et finalement le champignon fut reclassifié dans le genre *Rhizophagus*. Ce malheureux changement de nom ne devrait confondre personne. La souche de *Rhizophagus irregularis* (syn. *G. intraradices*) de Premier Biotechnologies et celle que nous avons isolée de la prairie canadienne sont parmi les meilleurs champignons MA en ce qui a trait à la promotion de croissance des plantes agricoles. Le *R. irregularis* est un excellent Glomeromycota pour l'agriculture à travers le monde. Par contre, des rapports répétés aux États Unis montrent que le *Glomus macrocarpum* réduit la croissance du tabac, et nous avons récemment trouvé une relation négative entre l'abondance des espèces de *Glomus* et la productivité du pois chiche et du blé en régie biologique.

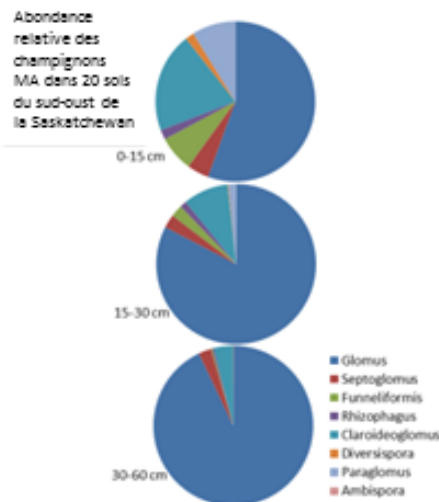
Position des Glomeromycota dans l'Arbre de la vie



Pour en savoir plus sur la classification des Glomeromycota visiter : <http://schuessler.userweb.mwn.de/amphylo/>

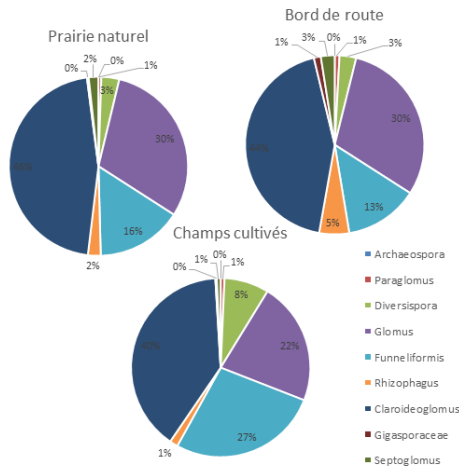
Distribution

Les champignons mycorhiziens sont très résistants aux bouleversements imposés aux sols par la production agricole. Au Canada, les espèces de champignons MA des sols cultivés sont largement les mêmes que ceux qui se retrouvent dans les



bords de routes et dans les endroits naturels. Toutefois, l'abondance relative de ces espèces varie avec la profondeur du sol (voir figure à droite), l'utilisation des terres (voir figure au centre), et les systèmes de productions (voir figure en bas).

Le *Rhizophagus irregularis* se retrouve dans les sols des prairies. C'est un *R. irregularis* (syn.: *Glomus intraradices*) qui est formulé dans le [Myke®Pro](#). Le *R. irregularis* commercial fut isolé au Québec. Cette espèce semble ne pas proliférer dans le sol aussi abondamment que d'autres espèces communes en sols



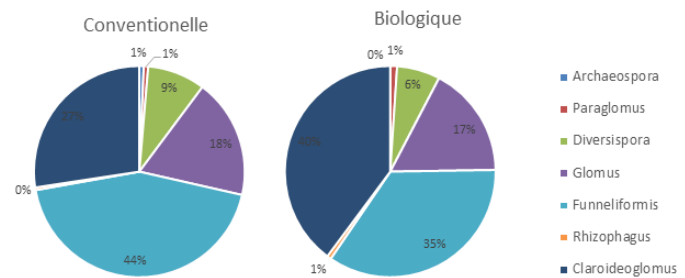
Diversité des champignons MA dans la prairie canadienne par type d'utilisation du sol

cultivés tel que le *F. mosseae* (voir le graphique en page 2), et pourrait ne pas toujours être détecté dans les extraits d'ADN du sol. Nous croyons que cette espèce importante pourrait être plus fréquente que ne l'indique notre campagne d'échantillonnage de plus de 300 sols des prairies dont les résultats apparaissent à gauche.

Les espèces de *Glomus iranicum* (syn.: *Rhizophagus iranicus*, *Dominikia iranica*), *G. indicum*, et *G. macrocarpum* qui furent associées à la faible productivité du pois chiche et du blé sont adaptées à la vie en profondeur (voir figure en haut à droite). Ce style de vie pourrait donner un avantage à ces espèces apparemment peu efficaces dans les sols labourés. Cette hypothèse reste à démontrer, par contre, autant qu'il nous reste à démontrer hors de tout doute que les *Glomus* sont des

champignons MA inefficaces.

La plupart des champignons MA des prairies sont des espèces de *Claroideoglomus*, *Funneliformis*, et *Glomus*. *Funneliformis mosseae* est un champignon MA dominants dans les sols agricoles de par le monde. Cette espèce est vraisemblablement bien adaptée aux sols cultivés. Elle est utilisée avec succès à Cuba, où elle performe très bien en sols acides.



Diversité des CMA en sol en systèmes de culture conventionnelle et biologique de blé dans la prairie Canadienne

Pour en savoir plus: Bainard, L.D., Bainard, J.D., Hamel, C., and Gan, Y.T. (2014). "Spatial and temporal structuring of arbuscular mycorrhizal communities is differentially influenced by abiotic factors and host crop in a semiarid prairie agroecosystem.", *FEMS Microbiology Ecology*, 88, pp. 333-344. doi : 10.1111/1574-6941.12300

Importance pour l'agriculture

Les champignons MA sont des champignons sur lesquels les racines de plantes se branches pour augmenter leur capacité à extraire les nutriments du sol. Les champignons MA sont une composante normale des racines de la plupart des cultures. Les mycorhizes ont évoluées dans le Règne Végétal comme une stratégie pour améliorer la productivité primaire par unité de nutriment. La science n'a pas

encore développé de façon pratique pour évaluer la qualité de la communauté de champignons MA en sol cultivé, mais elle y travaille. La biologie du sol est devenue une cible importante pour la recherche. Malgré la difficulté de mettre un prix sur la contribution des champignons MA aux rendements des cultures, il est clair que les mycorhizes peuvent améliorer la production agricole par unité de fertilisant, protéger les cultures contre les maladies des racines et du collet, et améliorer la structure du sol. Il semble aussi probable que les services rendus par les champignons MA puissent être améliorés par de meilleures pratiques culturales.

Nous avons besoin d'augmenter les rendements et l'efficacité des fertilisants. La recherche en agronomie et en génétique a amélioré les rendements de façon importante et efficace à ce jour. Par contre, dans un monde de 7.4 milliard d'habitants en route vers un maximum prédit de 9.6 milliard et en temps de changement climatique, la demande de produits de l'agriculture doit augmenter et l'impact environnemental de l'agriculture doit être réduit. L'impact de l'agriculture sur l'environnement est largement attribuable à l'utilisation inefficace des fertilisants. Dans ce contexte, il devient important de maximiser la contribution des mycorhizes à la production végétale.

Pour en savoir plus: Nikos Alexandratos and Jelle Bruinsma Global Perspective Studies Team. 2012 Revision of FAO ESA Working Paper No. 12-03 *World Agriculture Towards 2030/2050* FAO Agricultural Development Economics Division <http://environmentportal.in/files/file/World%20agriculture%20towards%202030.pdf>

Gestion de la symbiose mycorhizienne

Nous avons plus souvent qu'autrement le réflexe du 'consommateur' et certains vont jusqu'à vouloir 'acheter' la santé du sol en bouteille! D'accord, il y a de bons produits, mais les choses ne sont pas si simples. L'inoculation mycorhizienne des cultures est-elle recommandable? Il n'y a pas de réponse facile car les choses ne sont pas si simples... ou peut-être le sont-elles, finalement! Nous avons trouvé huit espèces de champignons MA en moyenne à l'intérieur de 100 mètres carrés dans des champs en production de grains de la prairie canadienne. Il semble donc qu'il soit possible de gérer la diversité des champignons MA d'un sol moyen. Les champignons MA sont remarquablement résistants aux pratiques culturales bien que leur abondance dans les sols cultivés puissent être réduite, que la composition de leur communauté puissent être modifiée et que leur contribution au rendement puissent être réduite.

Avant de pouvoir recommander l'utilisation d'inoculants commerciaux, il serait bon de pouvoir vérifier l'état de santé des sols. Nous avons l'analyse de sol pour nous guider en attendant d'avoir mieux. Nous savons que la fertilité excessive du sol réprime les champignons MA et leur action. L'utilisation d'inoculants mycorhiziens dans un sol très riche n'est pas recommandable. Il faut aussi considérer la culture. La majorité des plantes forment la mycorhize MA, mais il y a des exceptions notables, en l'occurrence le canola. Les Brassicaceae, les épinards et le sarrasin sont d'autres plantes non-hôte. Les céréales répondent peu à la mycorhization mais supportent les champignons d'excellente façon dans leur système racinaire très ramifié. Le maïs, le soya et les légumineuses en générales répondent très bien sauf le lupin blanc qui, lui, ne mycorhize pas.

Les pratiques culturales connues pour réduire l'abondance des champignons MA résidents sont le labour profond, la fertilisation excessive, surtout phosphatée, mais aussi azotée, et l'utilisation d'une culture

précédente non-mycorhizienne. Après avoir réduit l'abondance des champignons MA résidents, on pourrait voir plus d'effets d'inoculation en sol dont la teneur en phosphore et en azote disponible n'est pas trop élevée.

Certains producteurs canadiens ont aimé l'inoculant Myke®Pro, tandis que d'autres n'ont pas vu d'effet satisfaisants. À Cuba, on utilise les inoculants mycorhiziens avec succès en choisissant une formulation à base de *Rhizophagus intraradices* en sol à pH et teneur en calcium élevés, le *Funneliformis mosseae* en sol à pH et teneur en calcium peu élevés, et le *Glomus cubense* en sols moyens. Des essais d'inoculation sont en cours au Canada et ailleurs. Ceci est un dossier qui reste à suivre.

Pour en savoir plus: Chantal Hamel, hamelc@agr.gc.ca, 418 210-5028

Le ver de terre un allié indispensable en agriculture

Hélène Beaumont, agronome
Beaumont Environnement inc et CCAE

L'utilité du ver de terre est souvent associée à la pêche sportive. Pourtant il est un allié très important en agriculture. La présence de vers de terre en sols agricoles nous permet d'en connaître davantage sur la santé des sols.



Les vers de terre sont classés en trois grandes catégories selon leur mode de vie.

Les vers épigés (1) sont à la surface du sol et transforment la matière organique fraîche. Ils ne creusent que de petites galeries très peu profondes à la verticale. Ils représentent 5% de la biomasse des vers de terre et sont vulnérables à la prédation.

Ceux de la catégorie des endogés (3) ne viennent que rarement à la surface et creusent des galeries dans la rhizosphère, autant à la verticale qu'à l'horizontale. Ils se situent dans les 10 premiers centimètres et composent de 20 à 40 % de la biomasse des vers de terre.



Les anéciques (2) pour leur part creusent des tunnels à la verticale et composent 40 à 60% de la biomasse. Le principal acteur de cette catégorie est *Lombricus terrestris*, bien connu comme appât pour la pêche. Le *Lombricus terrestris* creuse des galeries de 3 mètres de profondeur souvent jusqu'à la nappe phréatique. Chaque lombric a son propre tunnel qu'il a construit et adapté à sa grosseur durant toute sa vie. Son tunnel est si bien cimenté sur les parois qu'il persiste pendant 30 ans. Latéralement au tunnel vertical, il creuse des logettes dans lesquelles il y dépose des résidus végétaux morts ou encore dans lesquelles il pond ses cocons. Les cocons sont déménagés selon l'humidité du sol. Le vermineau qui sort de son cocon creusera donc un tunnel parallèle à celui d'un de ses parents.

Lombricus terrestris est le seul à construire des cabanes. En effet, durant la nuit, il ramassera les résidus autour de son tunnel pour en faire une cabane et protéger son trou. S'il ne trouve pas de résidus végétaux il cherchera des pierres, des cailloux ou même amas des tortillons, appelé aussi turricules qui sont en fait les excréments de ver de terre.

L'effet des vers de terre sur la santé de nos sols

La présence de vers de terre dans les sols permet une meilleure aération des sols, une meilleure croissance des racines, une meilleure gestion de l'eau, une diminution

de l'érosion et un meilleur maintien du pH. La fertilité du sol est d'autant plus augmentée considérant que les tortillons de vers contiennent une foule de micro-organismes qui font que les éléments fertilisants sont beaucoup plus assimilables par les plantes. Le ver mange presque l'équivalent de son poids par jour. Un gramme de vers représente 4 grammes de bactéries essentielles à la vie du sol. Un sol habité par les vers est un sol en santé.

Avec une bonne population de vers la couche arable d'un sol peut être complètement digérée en 5 ans. De plus, dans un mètre cube de terre, c'est 500m de galeries creusées par les vers qui permettent l'écoulement de 170 mm d'eau à l'heure.

Le *Lombricus terrestris* est un excellent laboureur. Il mange la terre et rejette sous une forme enrichie de micro-organismes. Pour les producteurs en semis direct le ver de terre est d'une utilité et d'une économie incontestable.

Surtout rappelez-vous qu'un sol habité par des vers de terre est un sol en santé.

Donnez-moi de l'oxygène !

La gestion de l'eau au cœur d'un sol en santé

Odette Ménard, ing. et agr., M.Sc.
Louis Robert, agr., M.Sc.
MAPAQ Montérégie-Est

Colloque Santé des sols, 6 janvier 2016



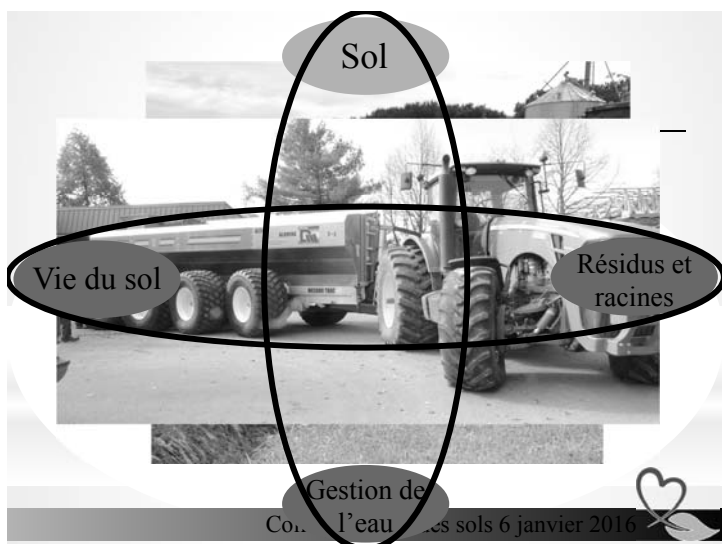
Il existe seulement une mince couche de sol entre l'homme et la famine

Une nation qui détruit son sol se détruit elle-même
Franklin D. Roosevelt

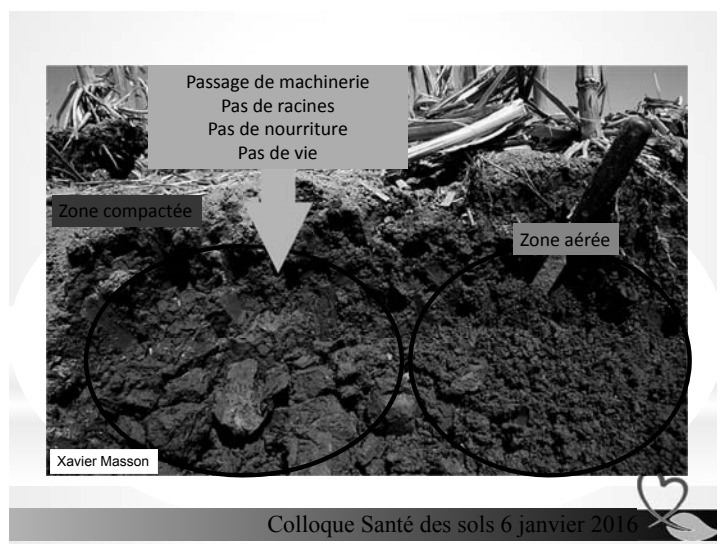
Il n'y a pas de doute, une société qui est enracinée dans les sols est beaucoup plus stable que si elle s'enracine dans l'asphalte.

Aldo Leopold

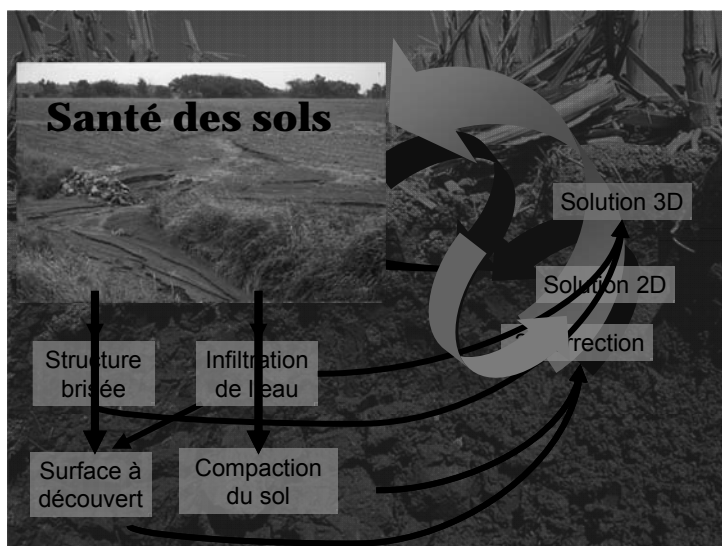
Colloque Santé des sols 6 janvier 2016



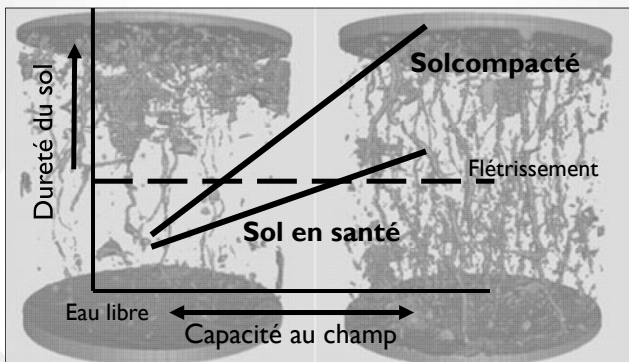
Colloque Santé des sols 6 janvier 2016



Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

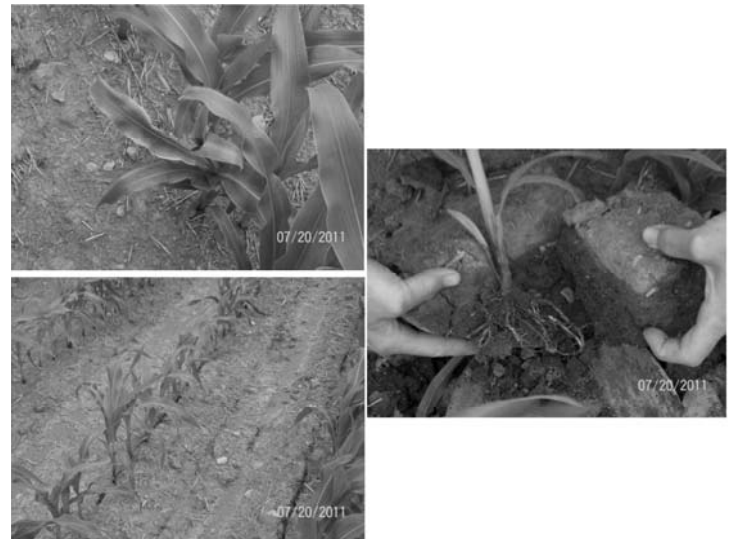


Compaction et infiltration



Colloque Santé des sols 6 janvier 2016





Les racines vont respirer dans le drain, signe de structure dégradée

Photo: Georges Lamarre, ing. et agr. MAPAQ

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

L'air dans le sol est essentiel

Sol bien structuré → Structure endommagée

Air : 25 % → 10 % !

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

Comment en sommes-nous arrivés à étouffer nos cultures ?

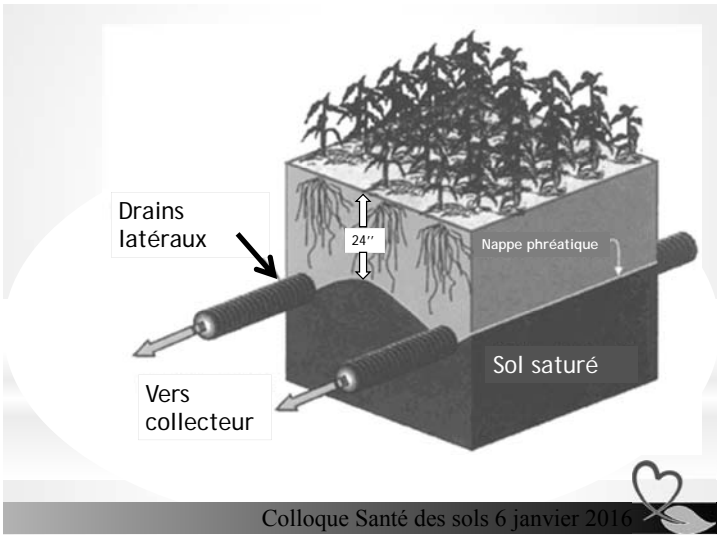
- Structure endommagée par travail sol excessif = pulvérisation; ou charges excessives sur sol (profil) humide = compaction;
- Résultat: porosité 25 % => 10 %; infiltration 10 X moins rapide qu'en condition naturelle;
- On évacue 85 % des eaux de précipitation horizontalement (érosion);
- Confusion entre eau de surface et eau souterraine, égouttement et drainage;
- Le drainage souterrain n'a qu'une seule fonction: abaisser la nappe d'eau;
- Périmètre de champ obstrué;
- Nivellement excessif;
- Sol sans protection.

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

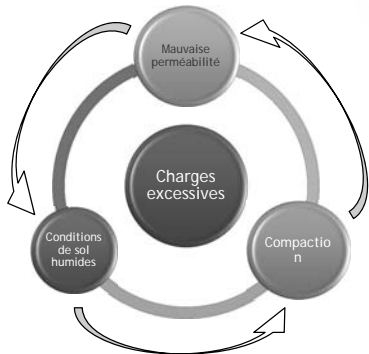
Normal Compacté

Adapté de DeJong-Hughes et al., 2001. Soil compaction: causes, effects and control. U of MN Ext.

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016



La compaction: un cercle vicieux



Plusieurs types de compaction

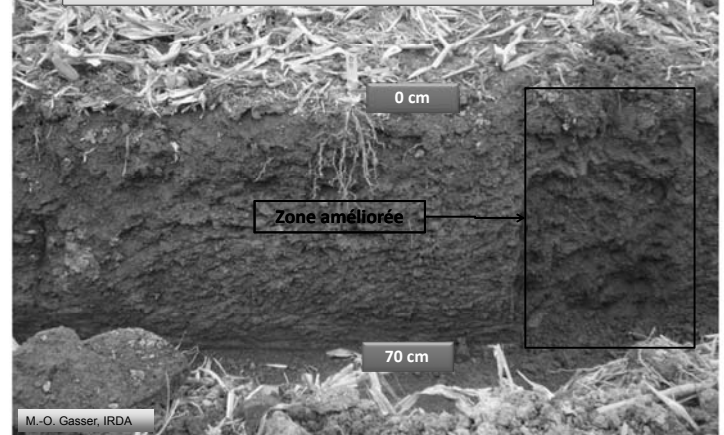
Type de compaction	Profondeur typique (pouces)	Causes	Correctifs
Surface	0-7	Pulvérisation par travail secondaire, épandage d'automne, lbs/po ²	Hersage, amélioration de la structure: e.verts
Semelle de labour	7-12	Labour en condition humide	Zone-till, strip-till, chisel
Profonde	12-30	Passages lourds (tonnes/essieu), profil humide (printemps)	Sous-solage, rotation, engrais verts, prévention
Naturelle	Sans fin, progressive	Sol peu profond (till), sous-sol imperméable	Mêmes, avec effets limités

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

St-Benoît-Labre, 5 novembre 2009: Loam St-Éphrem



20 ans après la pose des drains en tranchée



Les actions à envisager: court terme

1. Rafraîchir les fossés et leur donner la capacité d'évacuer l'eau de surface
2. Briser l'horizon compact
3. Améliorer la capacité d'infiltration de l'ensemble du champ
4. Ajustements de l'équipement roulant: balancement, types et pression des pneus, charges limitées à 6 t/essieu, etc.

Attention: Il n'y a pas de problème de précipitations intenses, mais un problème de capacité d'infiltration des sols... Il faut se questionner sur la perméabilité des sols, et ce dans toutes les régions du Québec

(Georges Lamarre, ing., MAPAQ)

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

Conditions pour un sous-solage efficace

- ❖ Avoir fait un diagnostic (profils): viser 4'' sous l'horizon compact
- ❖ Sol sec sur toute la profondeur: prévoir sacrifier une année-récolte ?
- ❖ Aucun passage après le sous-solage
- ❖ Sens du travail par rapport aux drains: pas beaucoup d'importance si horizon brisé, diagonale sinon
- ❖ Engrais vert: semé juste avant, permettre aux racines de coloniser les fentes et les horizons inférieurs
- ❖ Si prairie, destruction avant (glyphosate: 4 semaines)

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

Caractéristiques de la sous-soleuse recherchée

- ❖ Profondeur de travail pouvant atteindre notre cible
- ❖ Étançons (« pattes ») droits ou obliques vers l'avant
- ❖ Peu d'éтанçons: 1-5, 3 optimum
- ❖ Décalés par rapport à l'avancement (bâti en « V »)
- ❖ Espacement de 30'' minimum, ou ajustable: 1,5 X la profondeur
- ❖ Socs étroits: pas d'ailettes, ni de « pattes d'oies »
- ❖ Système de déclenchement: boulons de sécurité, ressorts, etc.

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

Pression au sol: 9 lbs/po²
Espacement entre les dents: 44 po
Profondeur de travail: 32 po max.



Pratiques culturales optimales: long terme

- ❖ Pas de travail ni passage sur sol si profil humide
- ❖ Travail réduit ou S.D.
- ❖ Planification (PAEF): plus d'opportunités pour les épandages, rotation
- ❖ Épandage à forfait ou soi-même ?
- ❖ Diversification de la rotation: 3 cultures ou plus: céréales d'automne (grain et fourrage), lin, tournesol
- ❖ Cultures de couverture: ray-grass, trèfles incarnat/huïa seigle d'automne, etc.: sol occupé plus longtemps
- ❖ Soutien technique admissible au programme d'aide MAPAQ

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016

Même sol, 2 régies différentes

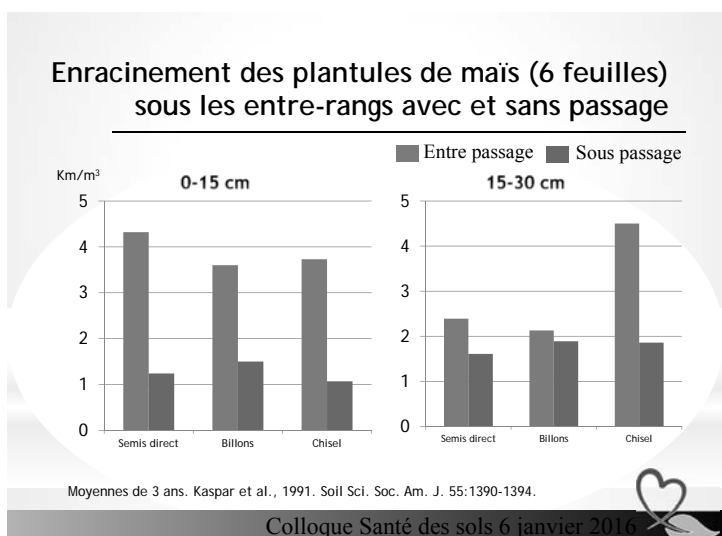
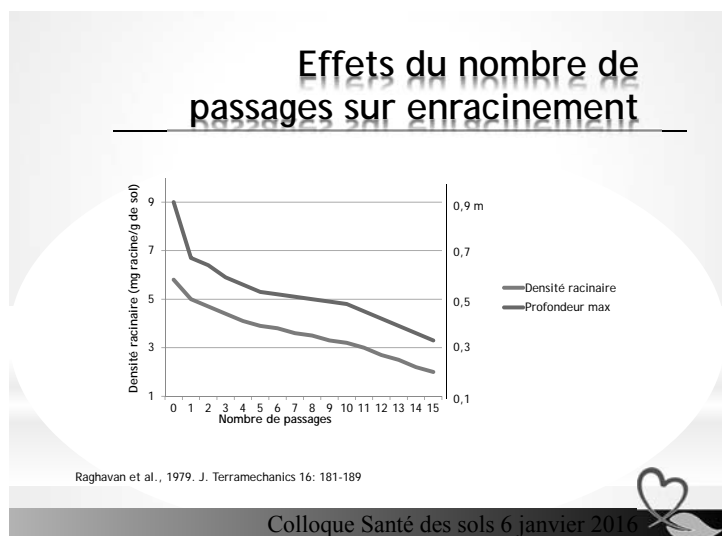
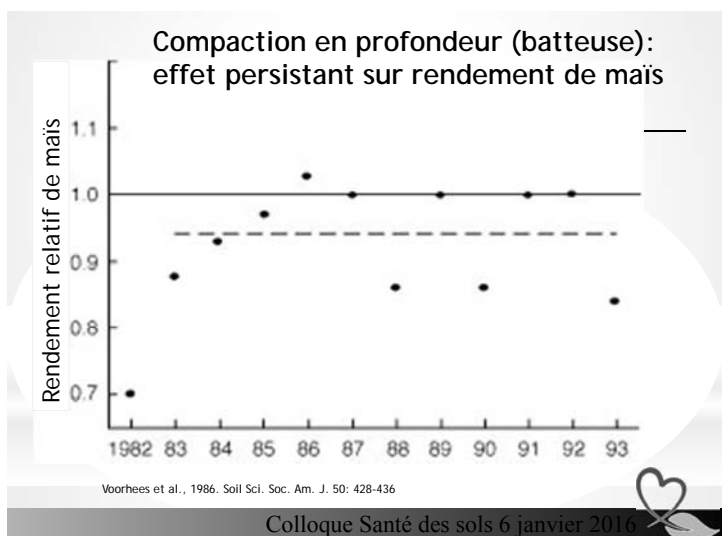
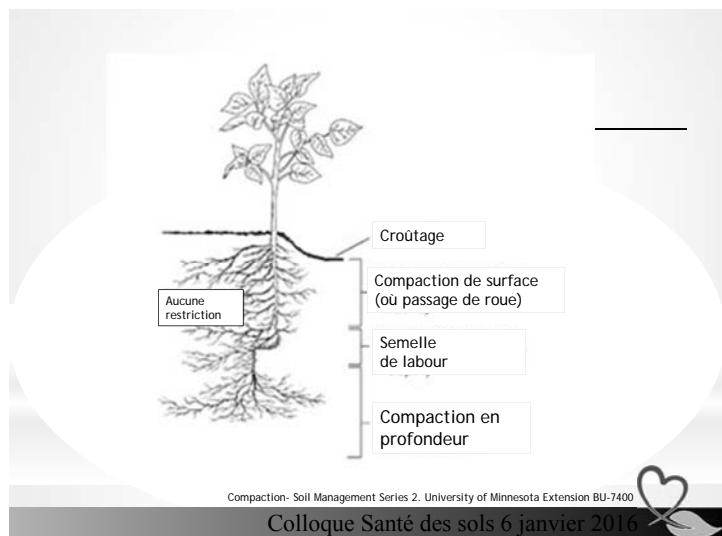
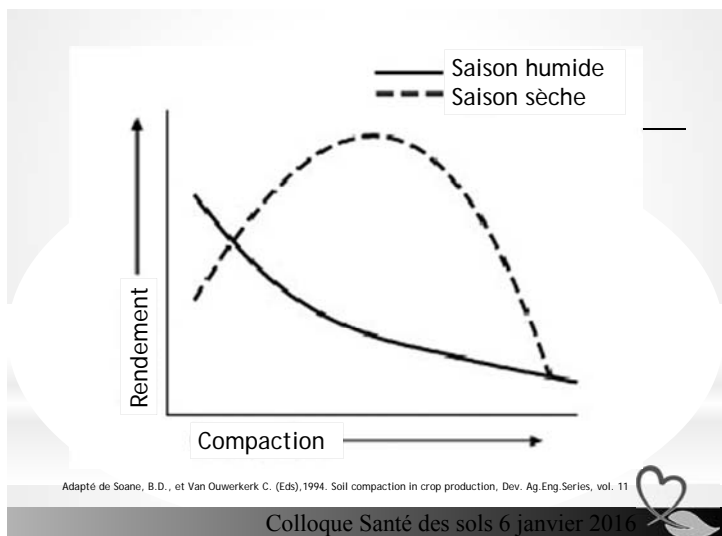
> Infiltration: < 0,05 m/jour

> Infiltration: > 1,00 m/jour



Loam argileux Kamouraska

Colloque Santé des sols 6 janvier 2016





Soil Health and Agricultural Practices

Rodale Institute Research Farm



1970



2000

Regenerative Organic Agriculture

Dr. Kris Nichols
Rodale Institute
Research Director

2015 International Year of Soil

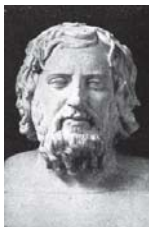
REGENERATIVE ORGANIC AGRICULTURE

- The multiple roles of soils often go unnoticed. Soils don't have a voice, and few people speak out for them. They are our silent ally in food production.
- To achieve our food security and nutrition goals, to fight climate change and to ensure overall sustainable development.
- Host at least one quarter of the world's biodiversity, key in the carbon cycle, help us to mitigate and adapt to climate change, and play a role in water management and in improving resilience to floods and droughts.

©2010 Rodale Institute - José Graziano da Silva, FAO Director-General

It's Not Only About Yields

It's About the SOIL!



“To be a successful farmer one must first know the nature of the soil.” –

Xenophon, Oeconomicus, 400 B.C.

©2010 Rodale Institute

Soil organic matter (SOM) is <6% by weight but controls >90% of function

- SOM is negatively charged, but binds both cations and anions
- As soil organic matter increases from 1% to 3%, the available water holding capacity of the soil doubles (Hudson, 1994).
- SOM is equivalent to its own bulk volume while mineral soil is five time more dense than soil OM

Soils stockpile 1500 gigatons of carbon in SOM, more than Earth's atmosphere and all the plants combined (Dance, 2008).

What does Carbon do?

Increases\Improves:

1. biological activity – growth and diversity of microflora
2. water infiltration, holding capacity, quality, and efficiency of use
3. soil tilth and structure
4. natural fertility – nutrient cycling and storage and capacity to handle manure
5. cation exchange capacity
6. adsorption of pesticides



Carbon is the hub, each spoke is an environmental benefit which adds strength and support to the wheel to maintain environmental quality.

Decreases\Reduces:

1. soil erosion
2. soil compaction
3. air pollution

©2010 Rodale Institute

Interactive Carbon Economy

➤ **Plants trade carbon to fungi and bacteria**

- Mycorrhizal fungi
- Rhizobium – N fixation
- P-solubilization
- Aggregate formation
 - Porosity
 - Soil structure

➤ **Nematodes and Protozoa eat bacteria and fungi for N**

➤ **Microarthropods prep residues for bacteria**



©2010 Rodale Institute

Water Use Efficiency

➤ Porosity - 45% increase in porosity = 167% 25 mm (1 inch) and 650% 50 mm (2 inches)

-Karlen et al., 1998

➤ Water holding capacity doubles when soil organic matter increases from 0.5-3%

- Hudson, 1994

➤ Water used for nutrition

- W.A. Albrecht, University of Missouri, 1950's

- Unfertilized corn needed nearly 5 times the amount of water as the fertilized corn.



©2010 Rodale Institute

The Farming Systems Trial

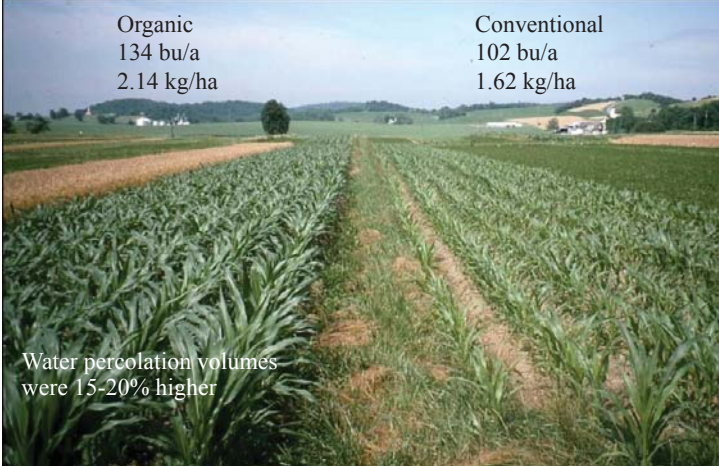


- Established in 1981.
- Three cropping systems are compared.
- 8 replications, 3 crops represented each year in each system
- Plot size: 20 x 300 ft (6 x 91.5 m)
- Lysimeters installed in 4 reps in fall of 1990

America's longest running, side-by-side comparison of organic and chemical agriculture.

©2010 Rodale Institute

FST Corn During 1995 Drought



Organic
134 bu/a
2.14 kg/ha

Conventional
102 bu/a
1.62 kg/ha

Water percolation volumes were 15-20% higher

©2010 Rodale Institute

Arbuscular Mycorrhizal Fungi

➤ 4-30% of C is transferred to AM – Jansa et al 2013

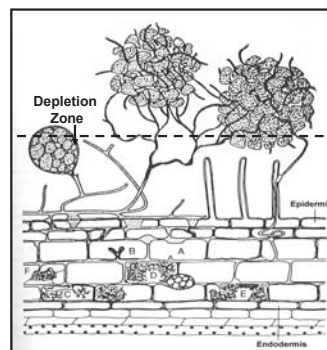
➤ Affected by:

- rotation (incl. cover crops)
- fallow

➤ Create mycorrhizosphere in soil

➤ Hyphal networks can fuse together – Giovannetti et al., 2004

➤ Form soil aggregates



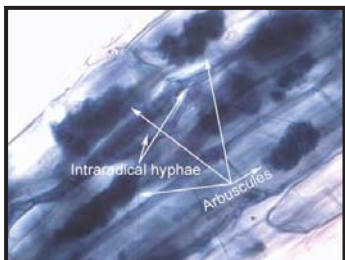
©2010 Rodale Institute

Arbuscular Mycorrhizal Fungi

➤ Obtain nutrients (up to 90% of N and P)-

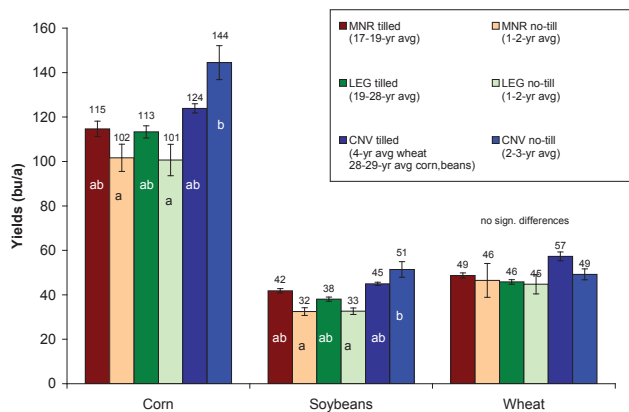
Smith and Read, 2008

- Phosphate-solubilizing bacteria – Toro and Barea, 1996
- Mixed cultures more efficient, but this was also AMF species dependent – Walder et al 2012
- Non-legume trades P for N via AMF and rhizobia activity



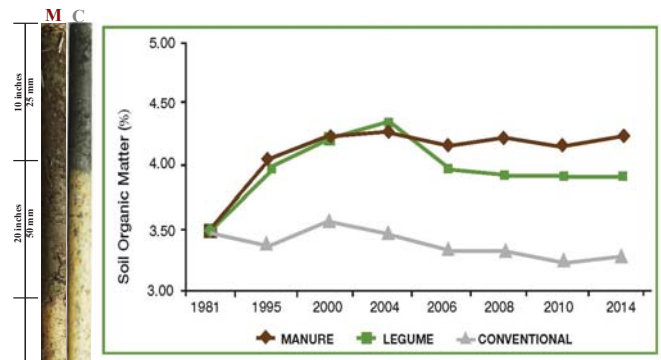
©2010 Rodale Institute

FST long-term grain yields 1981-2010



©2010 Rodale Institute

Long-term soil carbon data



Growing topsoil in decades rather than centuries.

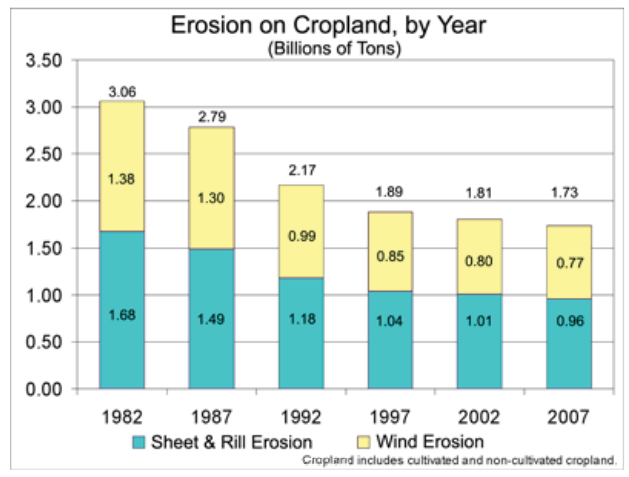
©2010 Rodale Institute

Tillage has it's Drawbacks

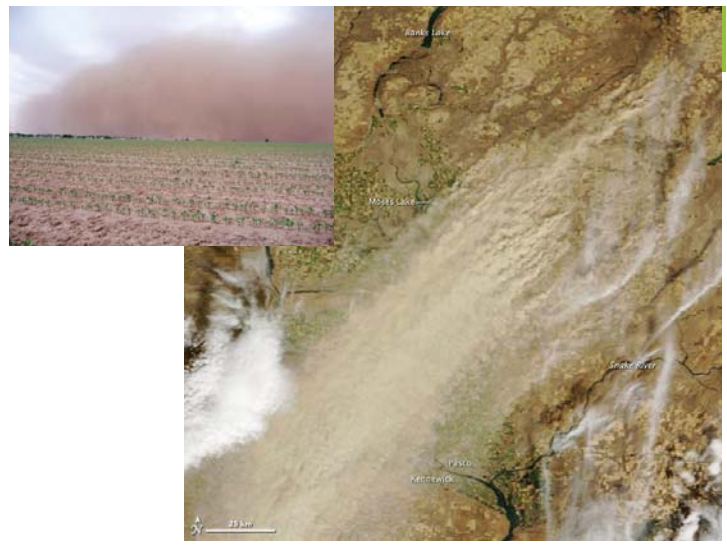


©2010 Rodale Institute

Erosion on Cropland, by Year



Cropland includes cultivated and non-cultivated cropland.



Tillage Opens the System Up to Damage



©2010 Rodale Institute



Several Secondary Tillages



©2010 Rodale Institute



We Can Mulch Out Annual Weeds In The Garden



©2010 Rodale Institute



Tools That Make it Possible



©2010 Rodale Institute



A Different Way of Farming



©2010 Rodale Institute



©2010 Rodale Institute



Corn

PLOW TILL

- PLOW
- DISC
- PACK
- PLANT
- ROTARY HOE
- ROTARY HOE
- CULTIVATE
- CULTIVATE
- HARVEST
- (143 Bu/A)

NO-TILL

- ROLL/PLANT
- HARVEST
- (160 Bu/A)



A two step organic production system Plant and Harvest!

Check The Planter Operation



©2010 Rodale Institute

Mis-Planted Seed



Planter Modifications



©2010 Rodale Institute

2013 Corn into Hairy Vetch



©2010 Rodale Institute

Increasing the Weed Free Zone



©2010 Rodale Institute

Thick Mat of Terminated Cover Crop



©2010 Rodale Institute

 **2009 New Hampshire**



 **2010 Soybean Research Plots**



 **Sorghum Sudan Grass**



 **No-Till Transplanters**



 **Roller/Crimper for Raised Beds**



 **Broadcasting Seed by Hand**





Frost Seeding



©2010 Rodale Institute



Nurse Crop of Rye for Clover



©2010 Rodale Institute



Relay Cropping



©2010 Rodale Institute



TWO CROPS – ONE FIELD



©2010 Rodale Institute

The RODALE INSTITUTE



Two Crops Same Field Same Time



©2010 Rodale Institute



Cover Crop Mixes



©2010 Rodale Institute

Many cover crop benefits increase with greater biomass

- Nitrogen retention
- Nitrogen supply
- Weed suppression
- Erosion control
- Soil organic matter
- Forage production



- To increase biomass, select complementary species**
- Growth Period
 - Growth Form
 - Nutrient Acquisition Strategy

NITROGEN

Chemical synthetic N fertilizer produced by the industrial Haber-Bosch process requires huge amounts of energy to create the 2939 PSI and 842°F of heat needed to industrially extract N from the atmosphere and hydrogen from natural gas. The production of **1 kg (2.2lbs)** of chemical N fertilizer burns the equivalent of **1 L (1.05 Qt.)** of oil and **17.6 cubic feet** of natural gas, releasing a great deal of carbon and other greenhouse gasses into the atmosphere

©2010 Rodale Institute

A diverse mixture will adapt differently to different soil fertility levels

Low Nitrogen Level



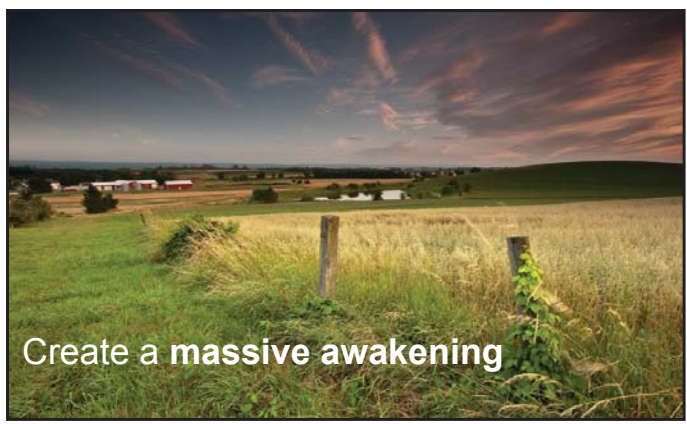
High Nitrogen Level



25 lbs/ac cereal rye + 39 lbs/ac Austrian Winter Pea + 6 lbs/ac Canola + 6 lbs/acre Red Clover

©2010 Rodale Institute

Our goal...



Create a massive awakening

©2010 Rodale Institute

**The Brown Revolution
Regenerative Organic Agriculture**

1. **MINIMIZE SOIL DISTURBANCE** – reduce tillage; use cover crops, compost, and mulch; manage livestock – Keeping not Adding Carbon
2. **ENERGIZE WITH DIVERSITY** – diversify and lengthen rotation; use cover crops and compost – Adding and Diversifying Carbon
3. **KEEP THE SOIL COVERED** – reduce tillage; retain residue; use cover crops, compost, and mulch – Keeping, Adding, and Diversifying Carbon
4. **MAXIMIZE LIVING ROOTS** – choose crops carefully; use cover crops; manage livestock – Adding, Keeping, and Diversifying Carbon
5. **INSERT LIVESTOCK** – manage animals for soil – Adding, Keeping, and Diversifying Carbon



Thank You!



Dr. Kris Nichols

Kristine.Nichols@rodaleinstitute.org
+1-610-683-1444

www.rodaleinstitute.org

We speak a lot of the importance of sustainable food systems for healthy lives. Well, it starts with soils.

- José Graziano da Silva, FAO Director-General

©2010 Rodale Institute

Contributions des légumineuses de couverture à la nutrition azotée du maïs

Laura L. Van Eerd

Associate Professor, University of Guelph Ridgetown Campus, Ridgetown ON

lvaneerd@uoguelph.ca

Mots-clés: engrais, cultures de couverture, trèfle rouge, luzerne, trèfle incarnat, santé du sol, rentabilité

L'engrais azoté constitue une dépense importante pour beaucoup d'entreprises agricoles; il vaudrait mieux ajuster les doses pour maximiser les profits, plutôt de viser les rendements bruts les plus élevés. La détermination de LA dose économique optimale (DÉO) n'est toutefois pas une simple affaire, mais une fonction agronomique tributaire d'une kyrielle de facteurs, dont l'historique de la parcelle, l'humidité du sol, sa texture, la matière organique et beaucoup d'autres (Congreves and Van Eerd 2015). Des techniques existent pour aider les producteurs à réduire les risques de sous- ou sur-fertiliser, parmi lesquelles se trouve la prise en compte du précédent cultural de légumineuses. Le trèfle rouge utilisé en intercalaire dans le blé précédent un maïs est de loin l'exemple le plus étudié en recherche. Ces études ont permis de consolider la recommandation généralement utilisée en Ontario de réduire de 67 (semis direct) et 82 kg N/ha (labour) l'application d'azote du maïs dans un tel scénario. Le trèfle rouge permet une meilleure synchronisation de la minéralisation de l'azote organique avec la période d'absorption du maïs que ne le font des couverts d'espèces autres que de la famille des légumineuses comme par exemple le ray-grass, le seigle d'automne, l'avoine ou le radis (Thilakarathna et al 2015; Vyn et al. 2000). Mais il y a plus : on observe bien souvent une augmentation du rendement de maïs qui ne peut être expliquée ou compensée par la nutrition azotée. Cet effet supplémentaire est probablement lié à une amélioration des propriétés du sol comme l'activité microbienne ou simplement une meilleure qualité du sol en général. Des essais de longue durée portant sur le mode de travail du sol et la rotation des cultures menés aux stations de recherche de Ridgetown et Elora (ON) démontrent les contributions importantes du blé d'automne (Van Eerd et al., 2014) et du trèfle rouge (Congreves et al., 2015) à la santé du sol. On observe entre autres une utilisation plus efficace de l'azote ainsi qu'une réduction de la variabilité interannuelle des rendements résultants du trèfle rouge en intercalaire dans le blé d'automne, mais aussi suite à l'inclusion du blé d'automne sans trèfle dans la rotation maïs/soya (Gaudin et al., 2014, 2015). Nos récents travaux suggèrent que la luzerne et le trèfle incarnat procurent des effets semblables, en autant qu'ils aient pu croître suffisamment à l'automne (Coombs, 2015). La quantité appropriée d'azote à apporter dépend ultimement du système de production et du sol particuliers à l'entreprise. Les constats obtenus en recherche en Ontario ont été intégrés dans les aides disponibles en ligne tels : l'outil décisionnel sur les cultures de couverture pour l'est du Canada (<http://decision-tool.incovercrops.ca/>) qui calcule des valeurs en azote pour 8 espèces de légumineuses; le calculateur d'azote pour le maïs en Ontario (www.gocorn.ca); et le chiffrier de simulation des résultats économiques des rotations « APP CashCropper »

(www.cashcropper.ca/). Il demeure cependant que, pour déterminer précisément la quantité d'azote fournie par la légumineuse sur une entreprise en particulier, la méthode la plus fiable consiste à mettre en place un essai au champ, comparant trois doses N : 0, pleine dose, et dose réduite. Peu importe la valeur précise finale, la rentabilité d'inclure le blé d'automne et le trèfle rouge sur votre exploitation ne fait maintenant plus aucun doute.

Congreves, K.A. and L.L. Van Eerd. 2015. Nitrogen cycling and management in intensive horticultural systems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 102:299–318.

Congreves, K.A. A. Hayes, E.A. Verhallen, and L. L. Van Eerd. 2015. Long-term impact of tillage and crop rotation on soil health at four temperate agroecosystems. *Soil & Tillage Research* 152:17-25

Coombs, C. 2015. Impact of Legume Cover Crops on Nitrogen Dynamics and Yield in Commercial Corn Systems in Southern Ontario. MSc Thesis. University of Guelph.

Gaudin, A., Janovicek, K., Martin, R.C., and Deen, W. 2014. Approaches to optimizing nitrogen fertilization in a winter wheat–red clover (*Trifolium pratense* L.) relay cropping system. *Field Crop Res.* 155: 192–201.

Gaudin, A.C., Tolhurst, T.N., Ker, A.P., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R.C., Deen, W. 2015b. Increasing crop diversity mitigates weather variations and improves yield stability. *PloS One* 10, e0113261

Thilakarathna, M. S., S. Serran, J. Lauzon, K. Janovicek, and B. Deen. 2015. Management of Manure Nitrogen Using Cover Crops. *Agron. J.* 107:1595–1607

Van Eerd, L. L., K.A. Congreves, A. Hayes, A.C. Verhallen, and D.C. Hooker. 2014. Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen. *Canadian Journal of Soil Science.* *Canadian Journal of Soil Science.* 94:303-315.

Vyn, T.J., Faber, J.G., Janovicek, K.J., and Beauchamp, E.G. 2000. Cover crop effects on nitrogen availability to corn following wheat. *Agron. J.* 92: 915–924.

Améliorer nos rotations et notre rentabilité avec les cultures à relais et les intercalaires

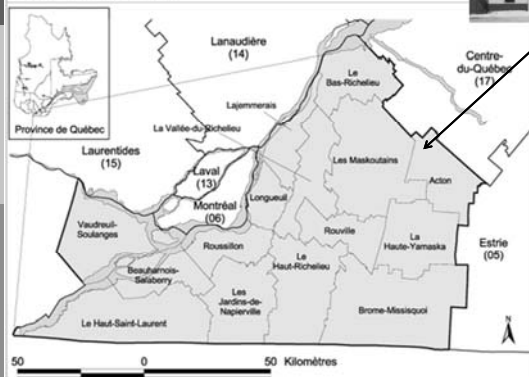
Eric Lapierre
Agriculteur
Saint-Nazaire d'Acton



Duhamel-Lapierre...



Montérégie (16)



ST-NAZAIRE-D'ACTON

Ferme Laitière...6 300 H/litres



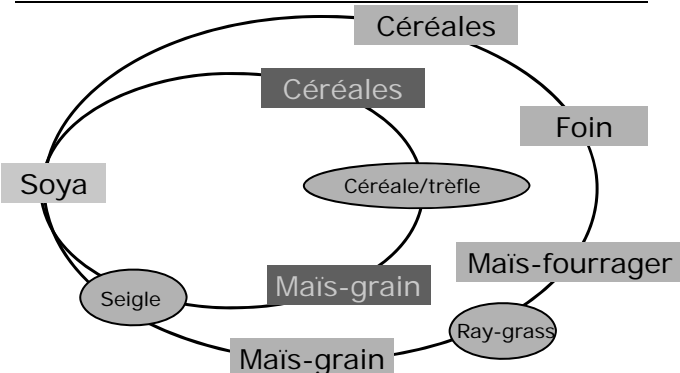
Plan de ferme

SD depuis 2000
SD permanent depuis 2008

Foin	40
Maïs fourrager	25
Soya	70
Céréales	20
Maïs-grain	70
Total	225



Les rotations...selon l'objectif...



... avec cultures à relais et les cultures intercalaires...

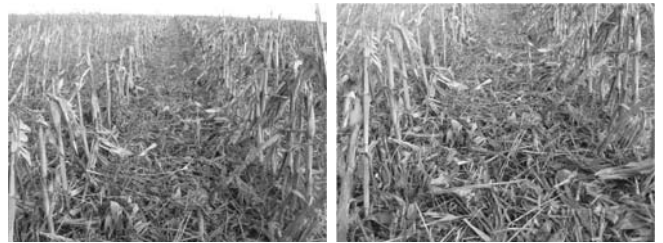
Plante de couverture
Blé d'automne à la volée
Culture combinée



Ray-grass dans maïs-grain et maïs-fo



Seigle sur maïs (fin Oct./déb. Nov.)



Soya sur seigle vivant



400 kg/ha de +++



S'tu rentable?

Couts (\$/Ha)

Culture	sem	semis	récolte	total
Ray-grass	32,50	5	0	37,50
Seigle	0	15	90	105

Bénifices (\$/Ha)

Culture	Brul.	paille	Agro ***	total
Ray-grass	40	0	?	40
Seigle	40	120	?	160
+ soya	0.4 t/Ha x 500 \$			200

- * Amélioration structure de sol.
- * Augmentation efficacité fertilisante.
- * Valorisation des fumiers.

Objectif; 2000...(\$/Ha)

	T/Ha	\$/T	\$/Ha
Mais-gr	9.5	200	1900
Soya	3.4	500	1700
Blé print.	3.5	225	790
Soya blé	2.5	500	1800
	2.5	225	

...récolté la céréale...et le soya



...à date...

	T/Ha	\$/T	\$/Ha
Orge	4	200	800
Soya	1.2	500	1250
Orge	3.2	200	
Soya	0	500	1000
Seigle aut.	5	200	

N.B; coût semence et opération trop haut.

2016...

Blé/soya
Soya 30"; hatif, (2200 ut) (4900 gr/gr)
Blé dans l'entrerang; tardif, 100 MR
Récolte simultanée + criblage



Culture combinée... Maïs/Soya



Pourquoi???

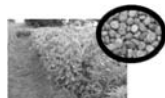
...Réduire les coûts d'alimentation
...Augmenter la quantité de protéine dégradable
produit à la ferme.

26 550.00\$ tourteau soya
(45.0 t @ 590.00 \$/t)
45.0t @ 48% = 21 600 kg
(1.23 \$/kg prot.)



Les idées ...objectifs...

1-Gourgane
Région peu favorable
Semoir pas adaptée
Réduction Ha soya semence

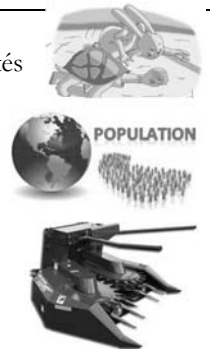


2-Ensilage Maïs/Soya
Bon volume = 825 t
Si 2% aug prot. = 16 500 kg
...@ 1.23 \$/kg = 20 295.00\$



Les défis...

- Synchroniser les stades de maturités
- Taux de semis
réduction maïs 10 à 30%
- Récoltes
nez kemper



Le semis...rendement...

Maïs;
79 000/Ha (32 000/ac)
Croplan, 2675ut



Soya (fourrager);
175 000/Ha (70 000/ac)
Kodiak (agro-centre), 3400ut



Rendement Maïs-fourrager moyen,

Hybride ensilage;	Hybride grain;	Maïs/Soya
58.4t/Ha @ 65.0%	49.6t/Ha @ 65.0%	51.4t/Ha @ 65.0%
20.4 tms/Ha	17.3 tms/Ha	18.0 tms/Ha

Est-ce que ça faut le coup...???

J'pense que OUI!!!



CHOISIR LES MEILLEURES CULTURES DE COUVERTURE

Il est bien connu que les cultures de couverture protègent le sol contre l'érosion, captent les éléments fertilisants laissés par la culture principale et peuvent fixer de l'azote (légumineuses). Cependant, l'expérience nous a appris que cette pratique procure bien d'autres bénéfices sur la santé et productivité des sols, particulièrement en raison de ses effets sur la vie dans le sol.

Afin d'optimiser ces bénéfices, il importe de prendre en considération les caractéristiques et les besoins spécifiques des différentes espèces de cultures de couverture lorsque vient le temps de les choisir. Les crucifères par exemple ont des besoins élevés en azote, la phacélie et le sarrasin sont d'excellents récupérateurs de phosphore et le tournesol récupère le potassium. Outre ces relations avec les éléments fertilisants, le type de système racinaire, le mode de développement, les besoins en eau, la résistance au froid et autres caractéristiques propres à chaque espèce font en sorte qu'elles présentent toutes un potentiel d'utilisation pour les différentes situations.

Ainsi, le semis d'un mélange de plusieurs espèces permettra d'accroître le potentiel bénéfique des cultures de couverture, en visant à combiner des espèces complémentaires à plusieurs points de vue. On obtiendra ainsi une augmentation de la biomasse, une meilleure implantation peu importe les conditions, une réduction du coût des semences et une amélioration de la rotation, de la biodiversité et des bénéfices sur le sol.

D'autres stratégies peuvent être mises en place pour optimiser l'utilisation des cultures de couverture, que ce soit avec l'adoption du semis direct et du semis sur couverture végétale, le semis de cultures de couverture en bandes (« strip-till » végétal) ou le semis direct en régie biologique. Les cultures de couverture présentent un défi agronomique passionnant. Elles permettent une ouverture vers une agriculture qui met en application une approche plus intégrée, plus efficace.

Sylvie Thibaudeau, agr. M.Sc.

Présence de pesticides dans l'eau au Québec

Isabelle Giroux

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques
Direction du suivi de l'état de l'environnement

La présence d'herbicides dans les cours d'eau des secteurs agricoles en culture de maïs et de soya est une problématique connue depuis plusieurs années. Les résultats du suivi de 2011 à 2014 pour les quatre stations du réseau de base, situées dans des bassins versants à dominance de maïs et de soya (rivières Chibouet, Des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin) montrent que les herbicides associés à ces cultures y sont toujours bien présents. Le *s*-métolachlore, l'atrazine, le glyphosate, l'imazéthapyr, le bentazone, le mésotrione et le dicamba sont détectés dans plus de 50 % des échantillons. En 2014, la fréquence globale de détection dans les quatre rivières était de 99 % dans le cas du *s*-métolachlore, de 98 % pour l'atrazine, de 91 % dans le cas l'imazéthapyr et de 88 % pour le glyphosate. Mais plus de 20 autres herbicides ont aussi été détectés dans ces rivières. Pour la période de 1992 à 2014, l'évolution des concentrations des principaux herbicides détectés aux quatre stations du réseau de base montre une tendance à la baisse des concentrations médianes d'atrazine, de *s*-métolachlore, de dicamba et de bentazone, mais à la hausse pour le glyphosate et l'imazéthapyr.

Parmi les 23 rivières du Réseau-rivières qui ont aussi été échantillonnées entre 2011 et 2014, 9 sont plus touchées et comptent entre 20 et 30 pesticides. Ce sont les rivières à la Barbué, à la Tortue, Chaloupe, Delisle, L'Acadie, L'Achigan, Mascouche, Rouge et Yamaska. Globalement, ce sont les mêmes herbicides associés aux cultures de maïs et de soya que pour les stations du réseau de base qui y sont détectés. Dans les 14 autres rivières, plusieurs pesticides sont également détectés. Mais leur nombre et la fréquence de leur détection dépendent de l'importance des superficies en culture de maïs et de soya dans leur bassin versant.

Les récentes données mettent aussi en évidence la présence généralisée dans ces rivières, des insecticides de la famille des néonicotinoïdes, notamment le thiaméthoxame et la clothianidine. Dans les rivières du réseau de base, ils sont détectés dans plus de 97 % des échantillons, mais ils ont aussi été détectés dans les 23 rivières du Réseau-rivières échantillonnées de 2011 à 2014. Globalement, la fréquence de leur détection varie selon l'importance des superficies en maïs et en soya dans le bassin versant. Ainsi, selon le produit et la rivière, la fréquence de détection peut varier de 18 % pour des rivières dont le bassin montre une faible proportion en maïs et soya, jusqu'à 100 % de détection pour la clothianidine et le thiaméthoxame dans les rivières dont le bassin où la proportion de ces cultures est plus importantes. De 2011 à 2014, des dépassements des critères de qualité de l'eau ont été constatés, pour un ou plusieurs pesticides, dans près de 100% des échantillons pour les stations du réseau de base et dans 9 à 100 % des échantillons pour les 23 autres rivières échantillonnées. De manière générale, la proportion des dépassements augmente en fonction de l'importance des superficies des cultures de maïs et de soya dans les bassins versants et les dépassements sont principalement attribuables aux insecticides néonicotinoïdes.

Source : *Présence de pesticides dans l'eau au Québec, Portrait et tendances dans les zones de maïs et de soya- 2011 à 2014*, publié 20 août 2015.

OÙ SE SITUE LE SEUIL DE RENTABILITÉ DE VOTRE SYSTÈME DE PRODUCTION?

L'équipe des conseillers en économie et gestion du MAPAQ Montérégie

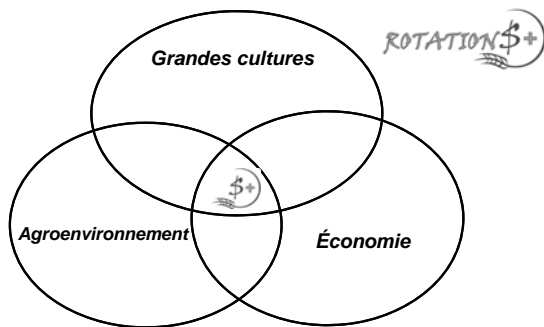


PLAN DE PRÉSENTATION

- Introduction
- Systèmes de culture
- Coûts des équipements
- Rotation +
- Seuil de rentabilité
- conclusion

INTRODUCTION

UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE?



INTRODUCTION

PORTRAIT - GRANDES CULTURES EN MONTÉRÉGIE

MONTÉRÉGIE	BLÉ – consommations animale et humaine	SOYA	MAIS-GRAIN	Total
Entreprises	645	2 847	3 561	4 064
Superficies (ha)	14 107	126 304	258 040	398 451
Superficies des entreprises spécialisées* en Montérégie (%)	68 %	75 %	69 %	-
Superficie Montérégie / Québec (%)	29 %	46 %	60 %	53 %

EDM, Fiches d'enregistrement 2010, 2013-12
* Spécialisées : dont le revenu principal provient de la vente des céréales, légumineuses et autres grains

INTRODUCTION

PORTRAIT - GRANDES CULTURES EN MONTÉRÉGIE

MONTÉRÉGIE – principales grandes cultures	Travail conventionnel SEULEMENT	Travail minimum	Sans travail – SEMIS DIRECT
Entreprises (%)	11 %	57 %	32 %
	Travail conventionnel	Travail minimum	Sans travail – SEMIS DIRECT
Superficies (%) *	50 à 60 %	35 à 40 %	15 à 20 %

* Estimé selon EDM, Fiches d'enregistrement 2010, 2013-12

PRÉSENTATION DES SYSTÈMES DE CULTURE

Rotations établies depuis plusieurs années

Conventionnel

1. Maïs-maïs-soya
2. Maïs-maïs-soya + (ray-grass)
3. Maïs-soya-blé humain + (ray-grass et trèfle incarnat)
4. Maïs-soya
5. Monoculture de maïs

Semis direct

6. Maïs-soya
7. Maïs-soya-Blé humain + (ray-grass et trèfle incarnat)

LES RENDEMENTS

Conventionnel

Zone de Marieville

1- Maïs-maïs-soya	9.6	9.6	2.9	9.6	9.6	2.9
2- Maïs-maïs-soya + CC	9.8	9.8	3.0	9.8	9.8	3.0
3- Maïs-Soya-Blé+ CC	10.3	3.1	4.1	10.3	3.1	4.1
4- Maïs-Soya	9.6	2.7	9.6	2.7	9.6	2.7
5- Monoculture	9.1	9.1	8.9	8.8	8.7	9.1

Semis direct

6- Maïs-Soya	9.6	2.7	9.6	2.7	9.6	2.7
7- Maïs-Soya-Blé+ CC	10.3	3.1	4.1	10.3	3.1	4.1

FERTILISATION: UNITÉ D'AZOTE

Conventionnel

1- Maïs-maïs-soya	145	170	0	145	170	0
2- Maïs-maïs-soya + CC	145	170	0	145	170	0
3- Maïs-Soya-Blé+ CC	100	0	100	100	0	100
4- Maïs-Soya	145	0	145	0	145	0
5- Monoculture	170	170	200	200	200	170

Semis direct

6- Maïs-Soya	145	0	145	0	145	0
7- Maïs-Soya-Blé+ CC	100	0	100	100	0	100

Maïs	Soya	Blé
------	------	-----

PHYTOPROTECTION

Conventionnel

1- Maïs-maïs-soya	1 application Round up + Halex GT	2 applications Round up + Round up	1 application Gardien
2- Maïs-maïs-soya + CC	1 application Converge Flexx	1 application Round up	1 application Gardien
3- Maïs-Soya-Blé+ CC	1 application Round up	1 application Round up	1 application Buctril M + 1 application de Fongicide
4- Maïs-Soya	1 application Halex GT	1 application Gardien	1 application Halex GT
5- Monoculture	1 application (Halex GT) chaque année		

Semis direct

6- Maïs-Soya	1 application Round up + Halex GT	2 applications Round up + Gardien	1 application Round up + Halex GT
7- Maïs-Soya-Blé+ CC	2 applications Round up	2 applications Round up	1 application Buctril M + 1 application de Fongicide

Maïs	Soya	Blé
------	------	-----

TRAVAIL DE SOL

Conventionnel

1- Maïs-maïs-soya	Chisel + 2 Vibro.	Labour + 2 Vibro.	Labour + 2 Vibro.
2- Maïs-maïs-soya + CC		Labour + 2 Vibro.	1 Vibro.
3- Maïs-Soya-Blé+ CC			
4- Maïs-Soya			
5- Monoculture	Labour + 2 vibro. et sous-solage 5 ^e année		

Semis direct

6- Maïs-Soya	-	-	-
7- Maïs-Soya-Blé+ CC	-	-	-

Maïs	Soya	Blé
------	------	-----

COÛTS DES ÉQUIPEMENTS

SCÉNARIO 300 HECTARES

Paramètres

Coûts d'acquisition des équipements

Charrue	6 versoirs	38 500 \$
Chisel	4 mètres	36 500 \$
Vibroculteur	7,9 mètres	37 250 \$
Semoir conventionnel	12 rangs 30"	113 750 \$
Semoir semis direct	12 rangs 30"	118 250 \$
Semoir conventionnel à céréales	7,9 mètres	76 500 \$
Semoir semis direct à céréales	6,1 mètres	62 250 \$

Période d'utilisation	10 ans
Taux d'intérêt de l'investissement	3,72 %
Entretien et réparations	variable selon l'utilisation
Autres charges fixes (Assurance, remisage)	1 % du coût d'acquisition

COÛTS DES ÉQUIPEMENTS

Paramètres

Tracteur 200hp

Coût d'acquisition	200 000 \$
Utilisation annuelle	500 heures
Consommation de carburant	40 litres / heure
Coût du carburant	1,00 \$ / litre
Salaire de l'opérateur	18 \$ / heure
Taux d'intérêt de l'investissement	3,72 %
Autres charges fixes	
(Assurance, remisage, immatriculation)	2 % du coût d'acquisition

COÛTS DES ÉQUIPEMENTS

Coûts par hectare ¹	Hectares cultivés					
	50	100	150	200	250	300
Équipements						
Charrue 6 versoirs	161 \$	120 \$	108 \$	103 \$	100 \$	99 \$
Chisel 4,1 m	123 \$	83 \$	69 \$	63 \$	59 \$	57 \$
Semoir conventionnel 12 rangs	278 \$	151 \$	110 \$	89 \$	77 \$	70 \$
Semoir à semis direct 12 rangs	297 \$	166 \$	123 \$	103 \$	91 \$	84 \$
Semoir à céréales conventionnel 7,9 m	189 \$	109 \$	83 \$	71 \$	64 \$	59 \$
Semoir à céréales semis direct 6,1 m	183 \$	115 \$	93 \$	83 \$	78 \$	75 \$
Sous-soleuse 3 dents (une fois par 6 ans)	115 \$					

Référence: AGDEX 740/825, Août 2014, ASAE D497.5 FEB2006, ASAE D496.3 FEB2006
 1 Les coûts d'utilisation du tracteur sont intégrés aux coûts d'utilisation des équipements. Le tracteur vaut 200 000 \$, fait 500 heures/an, son opérateur coûte 18 \$/heure et il consomme 40 litres de carburant par heure. Le coût du carburant est de 1 \$/l. La rémunération du capital investi est un taux d'intérêt de 3,72 %. Les diverses charges fixes (remisage, assurances, immatriculation) sont de 2 % du coût d'acquisition pour le tracteur et 1 % pour l'équipement.

LES PRIX

Prix moyen (\$/tonne)
 Prix bas (\$/tonne)

Maïs	Soya	Blé
226	482	288
200	427	255

ROTATION \$+

Enregistrer le dossier		Scénario	Effacer le		Titre			
Nombre d'années	5							
Affich. Budget	<input type="checkbox"/>							
Quotient	<input checked="" type="checkbox"/>							
		ANNÉE	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6
		Culture	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR
		Budget	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur
		A) PRODUITS (\$/ha)	2 184.40	2 184.40	1 389.24	2 184.40	2 184.40	1 389.24
		Grain	2 165.82	2 165.82	1 377.56	2 165.82	2 165.82	1 377.56
		rendements grain (q/ha)	9 571	9 571	2 858	9 571	9 571	2 858
		% d'augmentation avec la rotation	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		augmentation du rendement (q/ha)	0	0	0	0	0	0
		Site de la FPCCQ	226	226	482	226	226	482
		Paille ou fourrage	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		rendement (tonnes/ha)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		prix du marché (\$/tonne)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Prévisions FADQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Compensation ASRA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Agri-Investissement	18.58	18.58	11.68	18.58	18.58	11.68
		Agri-Québec	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Autres produits	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ROTATION \$+

Enregistrer le dossier		Scénario	Effacer le		Titre			
Nombre d'années	5							
Affich. Budget	<input type="checkbox"/>							
Quotient	<input checked="" type="checkbox"/>							
		ANNÉE	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6
		Culture	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR
		Budget	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur
		B) DEBOURS (\$/ha)	1 972.03	1 984.51	868.12	1 972.03	1 984.51	868.12
		1- Approvisionnements (\$/ha)	763.37	743.06	297.25	763.37	743.06	297.25
		Semence	308.05	308.05	209.55	308.05	308.05	209.55
		Culture	308.05	308.05	209.55	308.05	308.05	209.55
		Engrais vert (semence)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Inoculant	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Fertilisation	341.61	381.87	0.00	341.61	381.87	0.00
		Pierre à chaux	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
		Phytoprotection	91.71	31.14	65.70	91.71	31.14	65.70
		Autres approvisionnements	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ROTATION \$+

Enregistrer le dossier		Scénario	Effacer le		Titre			
Nombre d'années	5							
Affich. Budget	<input type="checkbox"/>							
Quotient	<input checked="" type="checkbox"/>							
		ANNÉE	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6
		Culture	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR
		Budget	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur
		2- Opérations culturales (\$/ha)	353.19	385.53	351.27	353.19	385.53	351.27
		Préparation du sol	140.53	160.43	154.55	140.53	160.43	154.55
		Type de sol	loam	loam	loam	loam	loam	loam
		Labour	0.00	102.55	102.55	0.00	102.55	102.55
		Chisel	82.65	0.00	0.00	82.65	0.00	0.00
		Offset	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Hersage lourd	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00
		Hersage léger	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
		Épandage de l'engrais granulés	5.88	5.88	0.00	5.88	5.88	0.00
		Épandage de l'engrais liquide	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Épandage de l'engrais organique	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Autres opérations de fertilisation	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Coût à forfait
 Variables
 Fixes
 M-O

ROTATION \$+

Enregistrer le dossier		Scénario	Effacer le		Titre			
Nombre d'années	5							
Affich. Budget	<input checked="" type="checkbox"/>							
Quotient	<input checked="" type="checkbox"/>							
		ANNÉE	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6
		Culture	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR
		Budget	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur
		Semis	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
		Ramassage de la paille	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Semoir	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58	69.58
		Passage du rouleau	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Semoir engrais vert	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Phytoprotection	12.44	24.88	12.44	12.44	24.88	12.44
		Pulvérisateur	12.44	24.88	12.44	12.44	24.88	12.44
		Houe rotative	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Peigne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Sarcleur	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Autres opérations	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Récolte des grains	130.64	130.64	114.70	130.64	130.64	114.70
		Batteuse	89.48	89.48	102.41	89.48	89.48	102.41
		Transport	41.16	41.16	12.29	41.16	41.16	12.29

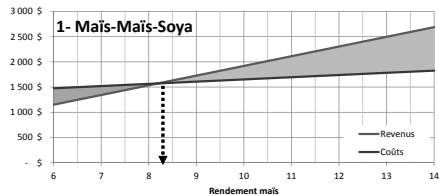
ROTATION \$+

Enregistrer le dossier		Scénario		Titre					
Nombre d'années	Affich Budget	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6		
6	<input type="checkbox"/>	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR		
Budget		Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur		
Autres opérations culturales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
3- Entreposage (\$/ha)		491,95	491,95	61,28	491,95	491,95	61,28		
Séchage à la ferme		296,70	296,70	2,97	296,70	296,70	2,97		
Entreposage		105,28	105,28	31,44	105,28	105,28	31,44		
Transport au point de vente		76,57	76,57	22,86	76,57	76,57	22,86		
Plan conjoint		13,40	13,40	4,00	13,40	13,40	4,00		
Autres frais d'entreposage		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
4- Autres frais (\$/ha)		363,52	363,97	158,32	363,52	363,97	158,32		
Assurance récolte		51,30	51,30	21,84	51,30	51,30	21,84		
Contribution ASRA		12,71	12,71	0,84	12,71	12,71	0,84		
Main d'œuvre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Location de la terre		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Entretien de la terre + taxes		104,27	104,27	104,27	104,27	104,27	104,27		
Certification - frais d'inscription		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

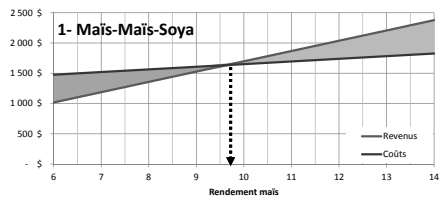
ROTATION \$+

Enregistrer le dossier		Scénario		Titre					
Nombre d'années	Affich Budget	AN 1	AN 2	AN 3	AN 4	AN 5	AN 6		
6	<input type="checkbox"/>	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR	Mais-grain	Mais-grain	Soya RR		
Budget		Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur	Producteur		
Intérêts marge de crédit		71,28	71,73	36,03	71,28	71,73	36,03		
Autres frais divers		123,97	123,97	123,97	123,97	123,97	123,97		
MARGE TOTALE 6 ANS (\$/ha)		1 609,54							
MARGE MOYENNE (\$/ha)		268,26							

SEUIL DE RENTABILITÉ

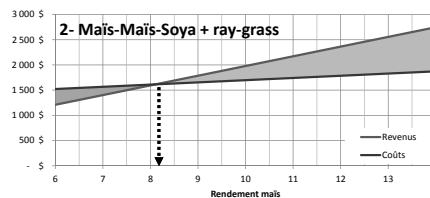


Maïs: 226 \$/t
8,2 t/ha

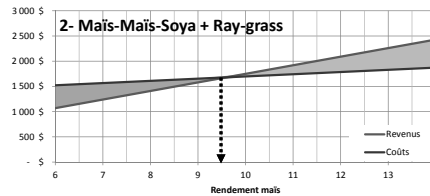


Maïs: 200 \$/t
9,7 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ

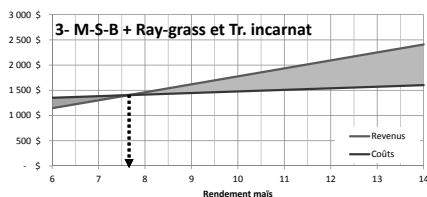


Maïs: 226 \$/t
8,2 t/ha

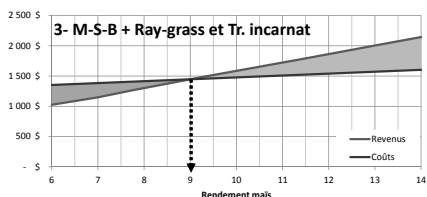


Maïs: 200 \$/t
9,5 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ

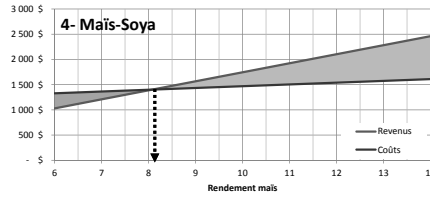


Maïs: 226 \$/t
7,7 t/ha

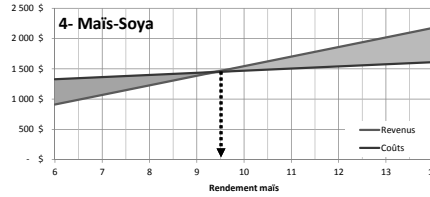


Maïs: 200 \$/t
9 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ

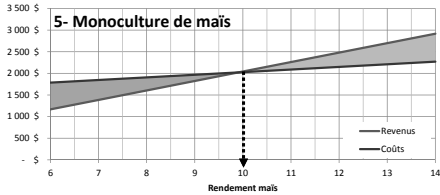


Maïs: 226 \$/t
8,2 t/ha

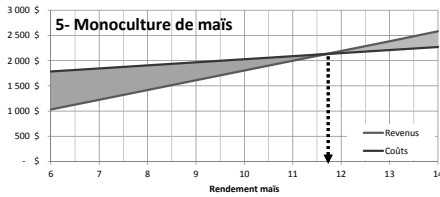


Maïs: 200 \$/t
9,5 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ

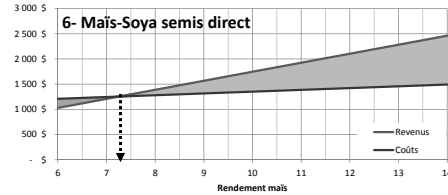


Maïs: 226 \$/t
10 t/ha

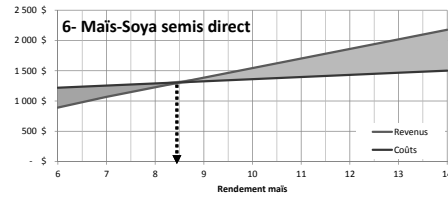


Maïs: 200 \$/t
11,7 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ

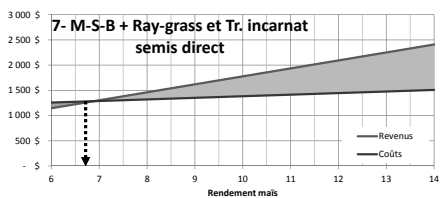


Maïs: 226 \$/t
7,2 t/ha

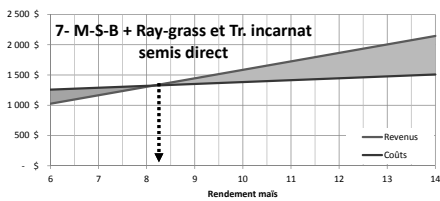


Maïs: 200 \$/t
8,5 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ



Maïs: 226 \$/t
6,7 t/ha



Maïs: 200 \$/t
8,2 t/ha

SEUIL DE RENTABILITÉ

	Maïs: 226 \$/t	Maïs: 200 \$/t
Rotation des cultures	Seuil	Seuil
Monoculture	10	11,7
Maïs-maïs-soya	8,2	9,7
Maïs-Soya	8,2	9,5
Maïs-maïs-soya + CC	8,2	9,5
Maïs-Soya-Blé+ CC	7,7	9
Maïs-Soya SD	7,2	8,5
Maïs-Soya-Blé+ CC SD	6,7	8,2

LISTE DES RÉPONDANTS MAPAQ



Nom du répondant		Nom du répondant	
Yvan Faucher 450 778-6530 (6120)	Montérégie-Est yvan.faucher@mapaq.gouv.qc.ca	Stéphane Goyette 450 971-5110 (6509)	Laurentides stephane.goyette@mapaq.gouv.qc.ca
Stéphanie Mathieu 450 347-8341 (4281)	Montérégie-Ouest stephanie.mathieu@mapaq.gouv.qc.ca	Ermin Menkovic 819 820-3001 (4379)	Estrie ermin.menkovic@mapaq.gouv.qc.ca
Julie Breault 450 589-5781 (5657)	Montréal-Laval-Lanaudière julie.breault@mapaq.gouv.qc.ca	Denis Ruel 819 293-8255 (4435)	Centre-du-Québec denis.ruel@mapaq.gouv.qc.ca
Mustapha Eddib 418 643-0033 (1711)	Capitale-Nationale mustapha.eddib@mapaq.gouv.qc.ca	Nadine Pelletier 418 386-8116 (1533)	Chaudière-Appalaches nadine.pelletier@mapaq.gouv.qc.ca
Julie Hamel 418 662-6457 (2869)	Saguenay-Lac-Saint-Jean julie.hamel@mapaq.gouv.qc.ca	Ayitre Akpakouma 418 826-6341 (4126)	Bas Saint-Laurent ayitre.akpakouma@mapaq.gouv.qc.ca
Nicole Damas 819 444-5477 (4826)	Abitibi-Témiscamingue nicole.damas@mapaq.gouv.qc.ca	Louis Roy 418 388-2282 (1953)	Gaspésie-Îles de la Madeleine louis.roy@mapaq.gouv.qc.ca
Bruce Gélinas 819 371-6761 (4614)	Mauricie bruce.gelinas@mapaq.gouv.qc.ca	Christine Rieux 819 647-5779 (4928)	Outaouais christine.rioux@mapaq.gouv.qc.ca

Merci!!!

Le semis direct, accessible partout

Firmin Paquet, producteur
Sainte-Florence

Colloque Santé des Sols
Saint-Hyacinthe - 06 janvier 2016

Plan de la présentation

- Historique de l'entreprise
- Localisation et conditions pédoclimatiques
- Transition et adoption du semis direct
- La régie de culture (superficies, rotation, fertilisation, etc.)
- Les mythes et les avantages du semis direct en région nordique
- Conclusion



778, route 132 Sainte-Florence



La Vallée de la
Matapédia

- Début production céréalière années 80
- En 2015, 250 ha en culture
- Orge, avoine, soya, triticales, blé, sarrasin, pois
- Production de semences depuis 35 ans – Réseau COOP Matapédia et Gaspésie
- 11 producteurs

- Centre de criblage
- Entreposage 1350 tonnes
- 3 entrepôts à semences
- 18 silos et 2 séchoirs

4ième Colloque Santé des Sols

- Les céréales, production secondaire ou inexistante
- S'approprier les techniques et l'expertise
- Le labour au milieu des années 80 cède sa place
- Pas de fumier produit par la ferme
- La gestion des résidus « pailles » n'est pas simple

- Le canola s'intègre dans les rotations
- Érosion des sols : hydrique et éolienne
- Milieu des années 90, travail minimum
- Structure des sols fragilisée
- Différence de rendement dans un même champ

- Les sols: loam sableux et terre noire
- Bon drainage naturel
- Bon pH
- Bonne fertilité
- Bien nivelés

- Automne 1997: achat semoir à semis direct
- Printemps 1998: la fébrilité et les prédictions de mes voisins
- Les 1ères années: attention à semer dans les meilleures conditions possibles
- Introduction de nouvelles espèces dans la rotation:
lin, sarrasin, maïs, canola, soya et plus tard la caméline et le pois

- Vision à moyen, long terme
- Améliorer la qualité des céréales
- Meilleure utilisation des pesticides
- Diminution de la pression des mauvaises herbes
- Services-conseils du club en agroenvironnement
- Profil de sol automne 2015

- Protection de l'environnement et des cours d'eau
- Aménagement stabilisation berges Rivière Matapédia réalisé en 2007

- Qualité du semis = bonne levée = bonne récolte
- Excellent contrôle des mauvaises herbes
- Meilleure capacité portante des sols
- Le « travail » des vers de terre

Conclusion

Réussir la transition vers le semis direct:

- Connaître nos sols
- Conditions de semis au printemps, c'est crucial!
- Établir des rotations de culture
- Gestion des résidus
- Minimiser les passages

Merci

Colloque Santé des sols

Dans mes champs, le patron c'est mon sol !!

Par Yanick Beauchemin Agr

PLAN DE LA PRÉSENTATION

- Ma définition d'un sol en santé
- Mes stratégies agronomiques à la ferme
- Préserver et améliorer la santé de mes sols
- Conclusion

Yamasol

Colloque Santé des Sols 6 JANVIER 2016
ITA, campus de Saint-Hyacinthe
En collaboration avec Desjardins

Présentation de mon patron ☺

La définition d'un sol en santé

Les caractéristiques d'un sol en santé

Physiques	Biologiques
Structure (travail de sol)	Résidus et Matières organiques (décomposition)
Densité (sous solage)	Racines (bon régime engrais verts)
Couleurs et marbrures (aération)	Macropores
Écoulement de l'eau	Vers de terre
texture (pédologie)	Odeur

Source: M.Robert MAPAQ

LES OBJECTIFS

- Couvrir les sols
- Nourrir les vers de terre !!!!!

Rotation (avec engrais vert)
Maïs grain - Soya - Blé - Foin

Pensez à long terme !!!

- 190 ha de parcelle drainée
- Soya IP semis direct au planteur
- Travail minimum du sol, passage déchaumeuse Lemken
- Fertilisation fractionnement avec Axis
- Aménagement Prime-vert contrôle de l'érosion pour agriculture durable



Blé d'automne



Maïs grain et maïs ensilage



MES STRATÉGIES AGRONOMIQUES

- **GESTION DE NON-LABOUR (SEMIS DIRECT ET DÉCHAUMEUSE)**
- **ÉVITER LA COMPACTION**
- **SEMIS D'ENGRAIS VERTS (RACINES)**
- **NOURRIR MES VERS DE TERRE**

Éviter la compaction

- **Choix des pneus**
- **Contrôle des passages de la machinerie**
- **Opération de récolte en fonction des conditions de sol**



Transport des grains



Semis d'engrais verts

- **Couvert végétal permanent non enfoui**
- **Valoriser les engrais organiques**
- **Essais de différents engrais verts (ray-grass, radis, trèfle, seigle et moutarde)**
- **Amener des racines vivantes dans le profil de sol**

**ON A BESOIN DE
COUVRIR NOS SOLS**





Engrais verts	Type de racines	Survie à l'hiver
Céréales de printemps	Racines fasciculées	non
Céréales d'automne	Racines fasciculées	oui
Trèfle rouge	Racines profondes fixation azote	oui
Trèfle incarnat	Racines profondes fixation azote	non
Moutarde	Racines pivotantes	non
Radis huileux	Racines pivotantes	non
Vesce Velue	Racines profondes	Oui (souvent)
Féverole	Racines profondes Fixation azote	non



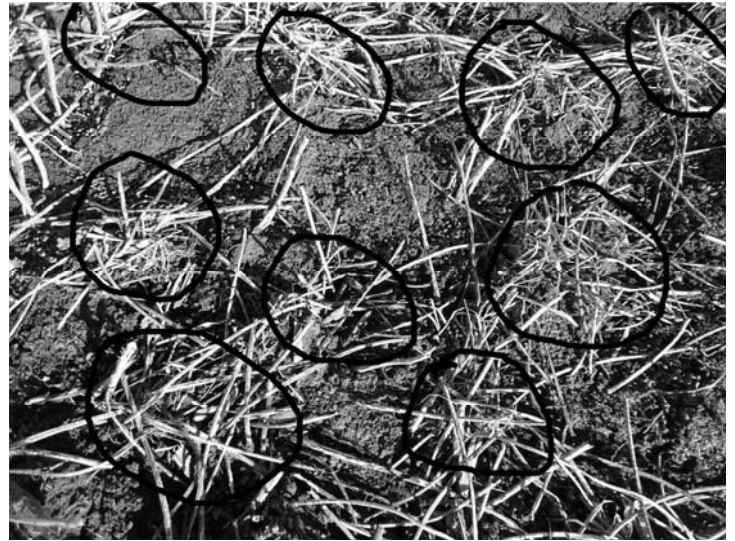
Nourrir les vers de terre

Rotation établie : maïs - soya- blé

Présence de résidus de culture

Fumier et engrais verts

Observer et compter les populations



CONCLUSION

- Cultiver en respectant le sol (notre patron ☺)
- Valoriser les ressources à la ferme (résidus et fumier...)
- Investir dans une agriculture durable (semoir no-till, pneu basse pression)
- S'adapter à nos sols et à son environnement
- Profiter de la santé de nos sols pour rentabiliser nos entreprises familiales
- Pratiquer une agriculture durable pour nos prochaines générations.

Yamasol

Colloque **Santé des Sols** 6 JANVIER 2016
ITA, campus de Saint-Hyacinthe
En collaboration avec Desjardins

Merci beaucoup !!! 

A black and white photograph of two children, a boy and a girl, standing in a field. They are both smiling and holding large bundles of harvested plants, possibly soybeans, in front of them.

De nouveaux indicateurs pour mieux évaluer la santé des sols

Cas appliqués aux sols agricoles

François Gobeil agr., M.sc.

Janvier 2016



De nouveaux indicateurs pour mieux évaluer la santé des sols

Cas appliqués aux sols agricoles



Le sol - la base de l'agriculture

► Support de nos cultures

- Chimique
- Physique
- Biologique



Crédit photo: Arkema



Adaptation des pratiques agricoles

- Rotation des cultures
- Travail minimal du sol
- Semis direct
- Utilisation de plantes couvre-sol et enfouissement
- Apport d'amendements
- Drainage



Mon sol est-il en santé? Mes pratiques ont-elles amélioré mon sol?



<http://www.fr.ch/sol/fr/pub/frbo.htm>

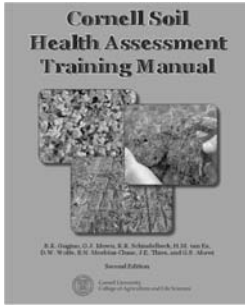


Bilan traditionnel

- Chimie - Laboratoire
 - Ajustement fertilisation
 - pH
- Physique - Champs / laboratoire
 - Profil de sol
 - Structure / Texture
 - Couleur / Odeur
 - Compaction / Drainage
- Biologique (vivant) - Champs
 - Direct - Visuel
 - Profil de sol



Tendance en laboratoires de recherche



	Indicators	Value	Rating	Constraint	
PHYSICAL	Aggregate Stability (%)	22	2	eration, infiltration, rooting	
	Available Water Capacity (vol%)	0,18	63		
	Surface Hardness (psi)	197	79		
BIOPHYSICAL	Subsurface Hardness (psi)	400	11	Subsurface Pan/Deep Compaction energy storage, C sequestration, water retention	
	Organic Matter (%)	2,1	14		
	Soil Carbon (ppm) (Proximate Chloroform)	462	11	Soil Biological Activity	
CHEMICAL	Acid Phosphorus (ppm) (Value <0,5 or <0,3 see disclaimer)	2,0	6	N Supply Capacity	
	Soil Health Rating (0-10)	2,3	18		
	pH	8,3	8	Toxicity, Nutrient Availability (for crop specific guide, see CNAL report)	
CHEMICAL	Available Phosphorus (ppm)	0,5	100		
	Available Potassium (ppm)	20	10	Plant K Availability	
	Saline Elements	56			
OVERALL QUALITY SCORE (OUT OF 100)				39,1	Very Low

- ▶ Mesures physiques limitées si le sol est perturbé

Biopierre
Innovateur de nature

Exemple - Densité apparente

- ▶ Compaction - résistance à la pénétration des racines (confort racinaire), RU, drainage, etc.
- ▶ Prélèvement de cylindre(s) nécessaire (1 point / cylindre)
- ▶ Selon les règles de l'art :



Faisabilité commerciale

- ▶ Piste de solution : Utilisation de fonctions de pédotransfert
- ▶ Prédire le paramètre désiré grâce à un modèle mathématique à partir de mesures faciles à obtenir en laboratoire
- ▶ Doivent être adaptés aux sols ciblés (agricoles québécois)
- ▶ Collaboration de recherche

Biopierre
Innovateur de nature

AgroEnviroLab

Santé des sols - Bilan physique au laboratoire

Analyses offertes

- ▶ Sable (%)
- ▶ Limon (%)
- ▶ Argile (%)
- ▶ Matière organique (%)
- ▶ Stabilité des agrégats (%)
- ▶ Proportion d'agrégats (%)
- ▶ Densité apparente (g/cc)
- ▶ Porosité totale (%)
- ▶ Réserve en eau utile (%)

AgroEnviroLab

Analyses de base

Réalisable sur sol perturbé

Sol NON perturbé nécessaire

Biopierre
Innovateur de nature

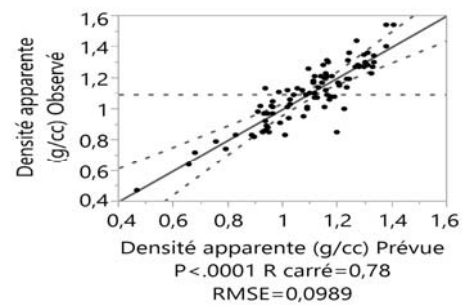
Les étapes de réalisation des fonctions de pédotransfert

- ▶ Échantillonnage des sols ciblés
- ▶ Analyse des sols (perturbés et non perturbés)
- ▶ Création d'une base de données
- ▶ Modélisation (logiciels spécialisés), simplification
- ▶ Vérification des performances du modèle sur un groupe test
 - ▶ Paramètre prédit VS paramètre mesuré
- ▶ Sélection des meilleurs modèles

Volume de données = facteur limitant

Biopierre
Innovateur de nature

Densité apparente



Biopierre
Innovateur de nature

Santé des sols - Fonctions de pédotransfert Bilan laboratoire

AgroEnviroLab

Analyses offertes

- ▶ Sable (%)
- ▶ Limon (%)
- ▶ Argile (%)
- ▶ Matière organique (%)
- ▶ Stabilité des agrégats (%)
- ▶ Proportion d'agrégats (%)
- ▶ Densité apparente (g/cc)
- ▶ Porosité totale (%)
- ▶ Réserve en eau utile (%)

Mesure directe

Mesure directe OU Fonction de pédotransfert
Selon budget et besoin de précision

Fonction de pédotransfert

Biopierre
Innovateur de nature

Santé des sols - Fonctions de pédotransfert Bilan laboratoire

Rapport de santé des sols

Bonification de l'évaluation physique →

Texture en laboratoire	Sable %	25.0	Classe texturale	Groupe textural	Humidité de wilch %	16.0
	Limon %	34.1			10% de l'humidité de wilch	1.6
	Argile %	40.4	Argile	Q1		38.0
Indicateurs		Valeur	Évaluation /100			
Problèmes						
Physique	Stabilité des agrégats (%)	22.0	82	Dégradation de la structure compactée, indice des mouvements de l'eau (diffusion, perméabilité et drainage) mauvais, indice de ballastage et érosion		
	Proportion d'agrégats (%)	90.0	82	Risque de dégradation de la structure compactée, indice des mouvements de l'eau (diffusion, perméabilité et drainage) mauvais		
	Réserve en eau utile (m ³ /m ³)	11.0	32	Risque de manque d'eau pour la culture (indice des rendements et de l'efficacité des engrais)		
Biologie	Matière organique (%)	0.0	21	Dégradation de la structure, diminution de la viscosité de la disponibilité des éléments nutritifs, et de la capacité d'eau utile		
	Acide minéralisable (mg N/kg / an)	16.0	100			
	Carbone actif (ppm)	730	46	Source d'énergie (insoluble) pas idéale pour les microorganismes		
Chimie	pH	6.8	100			
	Phosphore (ppm)	72	29	Risque de difficulté d'absorption des nutriments et de la formation des toxines		
	Potassium (ppm)	914	77			
	Magnésium (ppm)	807	100			
	Calcium (ppm)	4 760	75			
Évaluation globale		88	Bon sol avec quelques problèmes à résoudre			

Santé globale des sols - Bilan biologique

▶ Pas de consensus scientifique sur les indicateurs

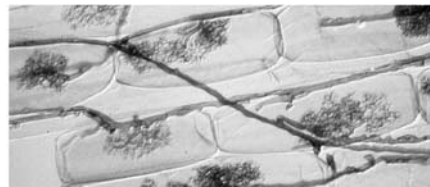
- ▶ Nématodes
- ▶ Champignons
- ▶ Bactéries
- ▶ Vers de terre
- ▶ Présence d'organismes bénéfiques / pathogènes
- ▶ Mesures indirectes (CO₂, azote minéralisable, carbone actif, etc.)

Demande industrielle pour l'évaluation des mycorhizes dans le sol

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Du côté industriel Mycorhizes

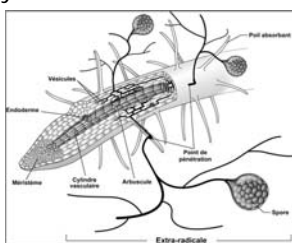
▶ Mycorhizes - Association champignons-racines



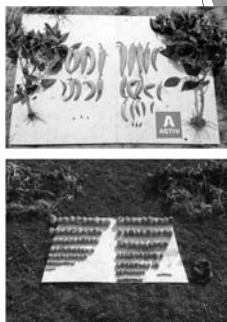
Credit photo: Larry Peterson, CNRS

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Du côté industriel Mycorhizes



Fortin et al. 2008



Credit photo: Claude Samson @ClaudeSamson

Potentiel :

- ▶ ↗ rendement
- ▶ ↘ fertilisants (Phosphore)
- ▶ ↘ stress hydriques

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Fournisseurs de mycorhizes

▶ Besoin du fournisseur

- ▶ Contrôle qualité produit (vivant)
- ▶ Améliorer la compréhension du produit



▶ Demande clientèle (agriculteurs)

- ▶ Suivi dans les cultures - recommandations agronomiques

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Indicateur mycorhize

- ▶ Ai-je besoin d'ajouter des mycorhizes?
- ▶ Mon inoculant est-il viable / a-t-il fonctionné au champ?
- ▶ Mes pratiques ont elles favorisé / inhibé la mycorhization?



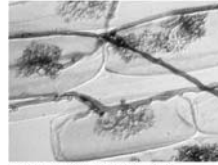
<http://www.fr.ch/sol/fr/pub/fribo.htm>

Biopierre
Innovateur de nature

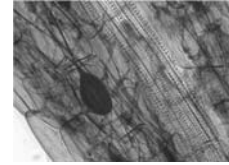
Bilan biologique - Indicateur mycorhize

- ▶ Observation visuelle des mycorhizes (racines)
- ▶ Comptage de spores (sol)

Très utile mais coûteux et non spécifique



Credit photo: Larry Peterson, CNRS



Biopierre

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Indicateur mycorhize

- ▶ Vivant = ADN
- ▶ Méthode PCR quantitative en temps réel (qPCR) - Développée sur inoculants commerciaux



1 marqueur ADN spécifique au champignon

Nombre de spores viables / g de produit

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Indicateur mycorhize

- ▶ Indicateur très précis - spécifique souche commerciale
- ▶ Développé pour échantillon 'idéal'
 - ▶ Homogène
 - ▶ Composition similaire

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Indicateur mycorhize Défis au champs et au laboratoire

- ▶ Nature variable de l'échantillon au champs (sols / racines)
- ▶ Échantillonnage (100 µg) VS champs
- ▶ Liens entre données laboratoire / recommandations agronomiques
- ▶ Accessibilité des techniques qPCR / ADN
 - ▶ Équipements coûteux \$
 - ▶ Consommables négociables si grosse quantité
 - ▶ Université / Centre de recherche / Médical

R&D

Roulement/Débit

Biopierre
Innovateur de nature

Bilan biologique - Indicateurs vivants Défis au laboratoire - Accessibilité analyses moléculaires (ADN)

Débit / Roulement
↘ Le coût ↗ le nombre d'analyses



- ▶ Plateforme collaborative pour analyses moléculaires
 - ▶ Extraction ADN sol / plantes / bioproduits / microorganismes
 - ▶ PCR / qPCR
 - ▶ Biobar (consommables)
 - ▶ Appui technique & scientifique
 - ▶ Libre service pour industries et centres de recherche

Biopierre
Innovateur de nature

Défis au champs - Projets R&D Impact du BRF sur la santé des sols et ses indicateurs

- ▶ Hypothèse : BRF améliore la vie microbologique et la santé des sols ¹
- ▶ Implantation Année 1 - 12 parcelles
 - ▶ BRF / Sans BRF
 - ▶ Inoculant mycorhizien / Sans inoculant mycorhizien
- ▶ Suivi pendant 3 ans
 - ▶ Année 1 - Millet Japonais
 - ▶ Années 2 et 3 - Seigle d'automne

¹Lemieux, G., Germain, D., & Environnement, H. (2000). *Ramial Chipped Wood: the Clue to a Sustainable Fertile Soil*. Laval University, Coordination Group on Ramial Wood.



Défis au champs - Projets R&D Impact du BRF sur la santé des sols et des indicateurs

- ▶ Suivi pendant 3 ans
 - ▶ Rendement
 - ▶ Bilan chimique
 - ▶ Bilan physique
 - ▶ Bilan biologique (indirect)
- } Bilan santé globale des sols
AgroEnviroLab
- ▶ Indicateur mycorhize commercial (ADN)
 - ▶ Observation microscopique globale (bactéries et champignons)
 - ▶ Potentiel mycorhizogène du sol



Défis au champs - Projets R&D Impact du BRF sur la santé des sols et des indicateurs

- ▶ Interprétation des indicateurs
 - ▶ En fonction du rendement
 - ▶ En fonction d'une pratique agronomique (BRF)
 - ▶ En fonction de l'échantillonnage
 - ▶ 3 répétitions d'analyses / indicateur / parcelle / saison (printemps / été)
 - ▶ Total 72 analyses / saison / indicateur
- ▶ Premiers résultats à venir pour 2016 - fin en 2017



Questions?

Francois.gobeil@biopierre.com



Merci à nos commanditaires



Association des Entrepreneurs
en Drainage Agricole
du Québec inc.



Ordre des
AGRONOMES
du Québec



ENTREPRENDRE LE CHEMIN DE LA RÉUSSITE

Pour l'ensemble de vos projets, un expert de Desjardins est à vos côtés dans chacune des régions du Québec. Nous sommes plus de 200 agronomes et professionnels du secteur agricole à croire en vos projets!

Faites appel à un directeur de comptes qui saura vous accompagner dans la réussite de votre entreprise en vous proposant des solutions novatrices.

desjardins.com/entreprise



Coopérer pour créer l'avenir