

FICHE SYNTHÈSE

Volet 4 – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement

CONTRIBUTION ÉCONOMIQUE ET AGROENVIRONNEMENTALE DES ENGRAIS VERTS POUR LA FERTILITÉ DES SOLS RELATIVEMENT À LEUR APPORT EN AZOTE ASSIMILABLE CALCULÉ À L'AIDE DE L'APPROCHE PAN

ORGANISME Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+) **COLLABORATEURS** Jean-Pierre Hivon, Club CDA
AUTEURS Gilles Gagné, Julie Anne Wilkinson, Anne Weill et François Gendreau-Martineau

INTRODUCTION

Les engrais verts amènent plusieurs effets positifs au niveau de l'agroécosystème : absorption d'azote atmosphérique et d'éléments nutritifs du sol avec remise en disponibilité subséquente, structuration du sol, augmentation de l'activité microbiologique du sol, diminution des pertes d'éléments nutritifs par lessivage, augmentation du taux d'infiltration, prévention des érosions hydrique et éolienne, diminution de la pression de mauvaises herbes, effet suppressif de maladies (biocontrôle) et augmentation de la biodiversité. Quantifier de façon précise la valeur fertilisante en azote (N) provenant d'une culture d'engrais verts pour une culture l'année suivante est complexe compte tenu des nombreux facteurs impliqués. Des méthodes de calculs sont proposées dans la littérature, mais la quantité d'azote réellement assimilable l'année après la culture de l'engrais vert reste difficile à prédire. En mode biologique, cette quantification est d'autant plus importante puisque les engrais azotés de synthèse ne sont pas utilisés et que la disponibilité des engrais de ferme est souvent restreinte ou que la quantité que l'on peut appliquer est souvent limitée selon la teneur en phosphore du sol. La séquence de grandes cultures couramment utilisée en mode biologique dans le sud du Québec, soit une rotation d'au moins trois cultures annuelles (maïs-grain, soya et céréales), se prête très bien à l'implantation d'engrais verts de légumineuse semés simultanément avec des céréales de printemps ou à la volée au stade tallage. Dans le cas d'une culture subséquente nécessitant une substantielle nutrition azotée en provenance du sol comme le maïs-grain, une telle méthode fiable et peu coûteuse serait très appropriée.

OBJECTIFS

L'objectif principal du projet est de vérifier si la quantification de l'azote assimilable provenant d'un engrais vert pour une culture subséquente l'année suivante évaluée avec la méthode de calcul appelée PAN (*Plant-Available Nitrogen* ou N PAN) de l'Université d'Oregon est appropriée pour le Québec.

Spécifiquement, cette étude vise à :

- 1) comparer trois espèces de trèfle semées en intercalaire dans le sillon d'une culture de céréales quant à leur biomasse aérienne, leur contenu en azote et leur apport en azote assimilable lors de l'année subséquente;
- 2) évaluer et mesurer leurs contributions agronomiques et économiques sur les rendements en maïs-grain l'année suivante.

MÉTHODOLOGIE

Lors de la première année, des engrais verts de légumineuses, soit trois espèces de trèfles (alsike, incarnat et rouge), ont été implantés en intercalaire directement dans le sillon de cultures de céréales de printemps à un taux de semis de 8 kg/ha. Ces engrais verts ont été enfouis à la fin de l'automne par labour. Quatre répétitions en blocs aléatoires complets des traitements d'engrais verts et d'un témoin sans engrais vert ont été effectuées pour un total de 16 parcelles par site. L'année suivante, quatre doses de fumier de poule séché et granulé (actisol) en sous-parcelles, soit des quantités totales de 0, 70, 140 et 210 kg/ha de N total, ont complété le dispositif expérimental pour un total de 64 sous-parcelles. Ce fumier a été appliqué en post-levée du maïs-grain au stade 4 à 8 feuilles et incorporé au sol de surface lors d'une opération subséquente de désherbage mécanique. Le projet a été réalisé chez deux entreprises agricoles en mode biologique sur 2 sites différents par entreprise et décalés d'une année, donc 4 sites en tout. Pour les engrais verts, les principales données mesurées ont été les biomasses aériennes produites et les teneurs en éléments nutritifs de celles-ci dont l'azote. Tôt le printemps suivant l'incorporation automnale de l'engrais vert, du sol de surface (couche 0-20 cm) des parcelles a été prélevé afin d'effectuer des tests d'incubation en laboratoire en conditions contrôlées pour mesurer la minéralisation de l'azote organique du sol. Les rendements en maïs-grain ont été mesurés à l'aide d'une batteuse pour parcelles expérimentales opérée par le personnel du CÉROM. Le maïs a été récolté sur les deux rangs situés au milieu des sous-parcelles et sur toute la longueur de celles-ci. Les rendements ont été convertis en tonnes à l'hectare pour une teneur en eau de 15.5 %. Des analyses de variance ont été effectuées afin de distinguer ou non des différences entre les traitements au seuil de $p < 0.10$. La méthode PAN a été évaluée notamment avec des mesures d'azote minéral ($N-NO_3 + N-NH_4$) obtenues d'incubation en laboratoire de sols de surface échantillonnés au début de mai.

RÉSULTATS

Globalement pour les deux années, le trèfle incarnat a produit les plus faibles biomasses pour des quantités d'azote total variant entre 6.9 et 18.3 kg N/ha. Les trèfles alsike et rouge ont présenté les teneurs en azote foliaire plus élevées, mais le trèfle rouge a produit davantage de biomasse sur chacun des sites (1.14 à 1.93 t m.s./ha) et ainsi apporté globalement plus d'azote au sol, soit de 40.5 à 64.0 kg N/ha. On peut ainsi conclure que le trèfle rouge s'est avéré le meilleur engrais vert, suivi du trèfle alsike et enfin du trèfle incarnat. Deux sites en maïs-grain ont pu être analysés, mais un seul des deux a respecté le protocole prévu (site Frappier). Pour ce site, la moyenne des rendements avec le trèfle rouge, avec et sans actisol, a été plus élevée et significativement différente ($p < 0.10$) de celles des traitements avec les autres engrais verts. Les rendements en maïs-grain des traitements avec un précédent d'engrais verts et sans fertilisation ont eu tendance à augmenter proportionnellement avec la biomasse et la quantité d'azote total, le trèfle rouge ayant donné le meilleur rendement (9.6 t/ha), mais sans que cela soit significativement différent. Les sous-parcelles avec des précédents d'engrais verts fertilisés avec une dose de 70 kg N à l'hectare d'actisol ont montré des augmentations de rendements par rapport à ceux non fertilisés. Ces augmentations sont en lien direct avec les quantités de biomasses et d'azote apportées par les trèfles. Cette tendance d'augmentation des rendements s'est maintenue avec l'augmentation des apports d'actisol. Les figures et le tableau 1 présentent les principaux résultats. Aucune relation entre le N PAN calculé des engrais verts de trèfle (ou le N total) et les quantités d'azote minéral mesurées avec les tests d'incubation en laboratoire n'a été détectée et ceci pour les 4 sites. Une analyse économique basée sur l'approche par budgets partiels et seuils de rentabilité a été réalisée pour le site qui a bien répondu selon l'hypothèse de départ, soit que les engrais verts de trèfle allaient contribuer positivement au rendement selon les quantités de biomasse aérienne et d'azote apportés. L'analyse compare les variations de revenus et de coûts observés avec les engrais verts par rapport au témoin. Les revenus générés sont supérieurs aux coûts de mise en place des engrais verts pour chacun des trois traitements en mode biologique et pour le trèfle rouge en mode conventionnelle. Les coûts associés à l'utilisation d'autres sources d'azote pour des gains de rendement équivalents à ceux du trèfle rouge sont plus élevés que ceux associés à l'utilisation de ce trèfle.

IMPACTS ET RETOMBÉES DU PROJET

L'évaluation de la biomasse aérienne d'un engrais vert tard à l'automne, juste avant sa destruction et/ou son enfouissement, ainsi que l'analyse de son contenu en azote et carbone sont des indicateurs à privilégier afin d'estimer sa contribution au rendement l'année suivante. D'autres expérimentations sur plusieurs sites pour un éventail d'espèces, de types de sols et leurs propriétés, de pratiques culturales et de conditions climatiques sont requises en vue d'établir pour le Québec une méthode pour bien évaluer la contribution au rendement (azote et autres) des engrais verts pour une culture subséquente. Des essais structurés et documentés en parcelles de recherche et à la ferme doivent être réalisés. Un réseau devrait être mis en place, incluant des activités de démonstration et de diffusion. À priori, selon les résultats de ce projet, les engrais verts de trèfle rouge devraient être utilisés en intercalaire par l'ensemble des entreprises agricoles cultivant des céréales de printemps en précédent d'une culture de maïs-grain. L'équipe d'agronomes terrain du Club CDA, un club agroenvironnemental regroupant plus 100 entreprises agricoles en mode de production biologique principalement en grandes cultures et rattaché au CETAB+, a utilisé les résultats de ce projet pour inciter les producteurs agricoles membres à implanter du trèfle rouge dans les cultures de céréales directement dans le sillon. Un achat collectif de trèfle rouge a été effectué à l'hiver 2017 par un regroupement de 12 producteurs membres du Club CDA. Une fraction importante de ce trèfle a été utilisée au printemps 2017 en intercalaire dans des céréales avec une proportion de pois fourrager.

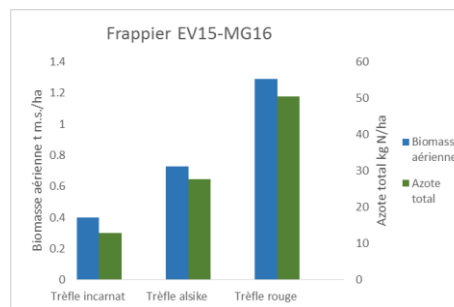


FIGURE 1 – MOYENNE DES BIOMASSES AÉRIENNES ET DES QUANTITÉS D'AZOTE TOTAL APPORTÉS POUR LE SITE FRAPPIER POUR CHACUN DES ENGRAIS VERTS

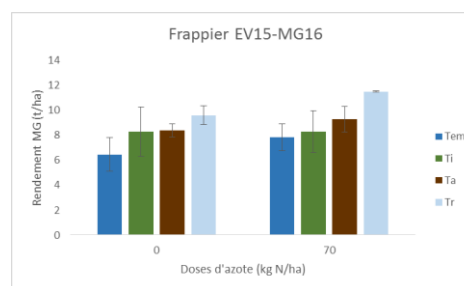


FIGURE 2 – RENDEMENT EN MAÏS-GRAIN (MG) AVEC ERREUR TYPE SELON LES ENGRAIS VERTS ET LES DOSES D'AZOTE APPORTÉES POUR LE SITE FRAPPIER

TABLEAU 1 – COMPARAISON D'INDICATEURS ÉCONOMIQUES POUR LES TRÈFLES EN MODE BIOLOGIQUE – SITE FRAPPIER

	Comparaison 3 trèfles mode biologique		
	Trèfle rouge	Trèfle alsike	Trèfle incarnat
Produits en plus	1 473 \$	903 \$	855 \$
Coûts variables en plus	227 \$	203 \$	156 \$
Marge sur coût variable	1 245 \$	699 \$	699 \$
Point mort - augmentation de rendement (t/ha)	0,48	0,43	0,33

DÉBUT ET FIN DU PROJET
Mars 2014 – Décembre 2017

POUR INFORMATION

Gilles Gagné, agr., M.Sc.
CETAB+
475, rue Notre-Dame Est
Victoriaville (Québec) G6P 4B3
Téléphone : 819 758-6401, poste 2789
Télécopieur : 819 758-8960
Courriel : gilles.gagne@cetab.org